ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE REUSO

Manual de Operação e Supervisão

PLANEP ENGENHARIA LTDA

ETAR – EDIFÍCIO LÚCIO COSTA

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO 4
1.1 INSTRUÇÕES DE SEGURANÇA 4
1.2 MODIFICAÇÕES NA PLANTA 5
1.3 OPERAÇÕES SEGURAS E LIVRES DE ACIDENTES 5
1.4 BOAS CONDIÇÕES DOS EQUIPAMENTOS E DA PLANTA 6
1.5 RESPONSABILIDADES DURANTE UMA NOVA PARTIDA DE UM EQUIPAMENTO 6
1.6 DESLIGAMENTO DE EMERGÊNCIA 6
1.7 ARTIFÍCIOS DE PROTEÇÃO 7
1.8 UTILIDADES 7
1.9 EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA 7
1.10 SAÚDE OCUPACIONAL E MEDIDAS DE SEGURANÇA 8
1.11 ÁREAS COM RISCOS DE INCÊNDIO 8
1.12 TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS 8
1.13 FERRAMENTAS 9
1.14 TRABALHO EM TANQUES E VASOS PRESSURIZADOS 9
1.15 PRODUTOS QUÍMICOS 10
1.16 ORGANIZAÇÃO E SALVAMENTO 10
1.17 SELEÇÃO DE PESSOAL E QUALIFICAÇÕES 11
1.18 ROUPAS DE PROTEÇÃO 11
1.19 RISCOS 12
1.20 PREVENÇÕES 12
2. OSMOSE REVERSA (OR) 13
2.1 COMO TRABALHA UM SISTEMA DE OSMOSE REVERSA 14
2.2 DESCRIÇÃO DA MEMBRANA 15
2.3 LIMPEZA QUÍMICA 16
3. DESCRITIVO DO SISTEMA DE OSMOSE REVERSA 19
3.1 SISTEMA DE DECLORAÇÃO (QUANDO APLICÁVEL) 19
3.2 SISTEMA DE CORREÇÃO DE PH (QUANDO APLICÁVEL) 20
3.3 DOSAGEM DE ANTI- INCRUSTANTE 21
3.4 FILTRO CARTUCHO 22
3.5 OSMOSE REVERSA 22
4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS 24
4.1 BOMBA DOSADORA DE ANTI-INCRUSTANTE 24
4.2 BOMBA DOSADORA DE HCL 24
4.3 BOMBA DE ALTA PRESSÃO DA OR 24
4.4 VASO PERMEADOR 25
4.5 MEMBRANAS 25
4.6 SKID METÁLICO OSMOSE 25
4.7 TUBULAÇÃO SISTEMA DE OSMOSE REVERSA 26

4.8 VASO PERMEADOR..... 26
4.9 MEMBRANAS 26
4.10 SKID METÁLICO OSMOSE.....26
4.11 TUBULAÇÃO SISTEMA DE OSMOSE REVERSA..... 27
4.12 INSTRUMENTOS 27
5. PARTIDA E OPERAÇÃO DO SISTEMA 28
5.1 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO 28
5.2 IDENTIFICAÇÃO DAS VÁLVULAS, BOMBAS E INSTRUMENTOS 28
5.3 SEQUENCIAL DE PARTIDA EM MANUAL 29
6. PROCEDIMENTO DE LIMPEZA QUÍMICA 37
7. SISTEMAS FORA DE OPERAÇÃO 43
8. INSPEÇÕES VISUAIS 43
9. MANUTENÇÕES EM TUBULAÇÕES 43
10. MANUTENÇÕES PERIÓDICAS DOS ELETRODOS SENSORES 44
11. CONDIÇÕES DE GARANTIA 44
11.1 CONCESSÕES DE GARANTIA 44
11.2 EXCEÇÕES EM GARANTIA 44
11.3 CONDIÇÕES DE GARANTIA PARA MEMBRANA 45
12. IDENTIFICAÇÃO DE PROBLEMAS 46
13. VALIDADE 47

1. Introdução

O objetivo deste documento é dar subsídio à compreensão do funcionamento de todo o sistema, bem como auxiliar na operação do sistema de Osmose Reversa. A tecnologia de osmose reversa através de membranas é reconhecida como a tecnologia que oferece a opção de processo mais efetiva e econômica atualmente disponível. De sistemas de pequeno a grande porte, os sistemas de osmose podem ser utilizados inclusive com água salobra como água do mar. A água permeada produzida satisfaz a maioria dos padrões aplicáveis para controle de qualidade de água potável.

A osmose reversa pode reduzir custos de regeneração e desperdício de água quando utilizada independentemente ou em combinação com outros processos, como troca iônica. Ela também pode produzir água de qualidade elevada, ou, quando utilizada junto com processos de destilação térmicos, pode melhorar a utilização de recurso em geração de energia.

As várias tecnologias de filtração que atualmente existem podem ser categorizadas com base no tamanho das partículas que são removidas. Para a remoção de partículas pequenas e sais dissolvidos, a filtração por membrana crossflow é usada. Esta filtração utiliza um fluxo de alimentação pressurizado que flui rente a superfície da membrana. A Maior parte deste fluxo passa através dos poros desta membrana (permeado), deixando para trás no fluxo restante (rejeito), os sais concentrados que são descartados de forma contínua, não havendo saturação nem acúmulo de sais na superfície da membrana. Desta forma uma corrente de alimentação, divide-se em duas, a do produto (água isenta de sais) e a do rejeito, água concentrada com os sais retidos pela membrana.

1.1 Instruções de segurança

Esta planta fora projetada e construída de acordo com os princípios de engenharia de segurança. Porém, se os equipamentos forem usados de forma imprópria poderão causar perigo de vida.

Os equipamentos somente poderão ser operados quando estiverem em perfeito estado de funcionamento, de forma que os operadores devem estar cientes dos riscos e perigos que os equipamentos apresentam e como devem se prevenir. Durante a operação da planta, se necessário, deve-se observar os manuais de instrução dos equipamentos, os quais são fornecidos quando de suas respectivas entregas. O manual de operação deve estar guardado na sala de operação de forma a facilitar a consulta quando necessário.

As instruções a seguir devem ser observadas em complementação a legislação atual do país, sendo que os equipamentos instalados devem obedecer aos regulamentos de segurança, manutenção e instalação internas da companhia.

1.2 Modificações na Planta

Quaisquer modificações na planta a serem realizadas pelo cliente só poderão ser feitas após consulta e aprovação da Planep. O fornecedor não assumirá nenhuma responsabilidade por defeitos ou danos causados em função de modificações realizadas na planta sem o seu prévio consentimento. Lembrando que as alterações na planta sem a prévia autorização do fornecedor podem tornar o termo de garantia do fornecedor inválido.

1.3 Operações Seguras e Livres de Acidentes

Os profissionais que forem realizar qualquer trabalho na planta devem ler o manual de operação antes de o efetuarem o serviço. Todas as instruções de operação fornecidas pelo fabricante são pré-condições de segurança para um serviço livre de acidentes.

Para que seja feita uma operação segura da planta deve-se garantir que:

- Os profissionais autorizados para operarem a planta sejam treinados segundo os regulamentos de segurança específicos;
- Os regulamentos de segurança sejam conhecidos por todos os profissionais envolvidos na planta;
- Esses profissionais devem estar cientes de que todas as regulamentações estão documentadas;

• Os regulamentos de segurança estejam acessíveis para consulta o tempo todo;

• Os regulamentos de segurança devem, quando necessários, serem completados com outros itens de segurança das áreas operacionais do cliente.

Se as instruções fornecidas nesse manual não forem seguidas à risca poderão ocasionar algumas consequências, tais como:

• Perigo de vida das pessoas envolvidas na planta;

• Redução da performance dos equipamentos;

• Redução da eficiência do sistema.

1.4 Boas Condições dos Equipamentos e da Planta

Pode-se assegurar uma confiança operacional através das boas condições elétricas e mecânicas dos equipamentos e da planta como um todo. Dentro de um intervalo regular essas condições devem ser verificadas e as manutenções necessárias devem ser realizadas.

1.5 Responsabilidades Durante uma Nova Partida de um Equipamento

• Os equipamentos somente poderão ser partidos sob supervisão de uma pessoa responsável, autorizada;

• O responsável deve assegurar-se de que o equipamento está pronto para operação e de que não há perigo para os operadores.

1.6 Desligamento de Emergência

Com a parada de todos os equipamentos, atentar para os seguintes itens:

• Checar cada equipamento visando identificar alguma irregularidade dentro das especificações de “equipamento parado”;

• Os movimentos dos equipamentos com o desligamento do fornecimento de energia;

• Preparar cada equipamento para a condição de novo start-up;

• A operacionalidade dos acessórios de emergência deve ser checada em intervalos regulares.

1.7 Artifícios de Proteção

• As partes rotativas que são acessíveis durante a operação ou a manutenção devem ser cobertas;

• Os artifícios de proteção existentes somente poderão ser removidos durante os trabalhos de reparo ou manutenção, devendo ser recolocados ao término dos mesmos.

1.8 Utilidades

• Os operadores devem inspecionar a planta externamente a cada troca de turno a fim de verificar a existência de deficiências ou danos visíveis;

• Não é permitida a operação da planta sem operador uma vez que em uma situação de emergência uma intervenção não pode ser feita;

• As bombas somente poderão ser abertas se o operador estiver certo de que as válvulas de sucção estão também abertas. Antes da partida das bombas ou após a troca de motor, a direção de rotação deve ser verificada;

• As posições e condições dos selos devem ser monitoradas durante e após o funcionamento dos equipamentos;

• Em quaisquer intervenções em equipamentos que utilizem ar de serviço/ ar de instrumentos/água potável/água de serviço com linhas pressurizadas, atentar apara que estas linhas sejam bloqueadas, válvulas utilizadas para este fim fechadas à chave e/ou similar e com cartão específico de identificação.

1.9 Equipamentos de Segurança

• Os equipamentos de segurança não podem ser modificados, desmontados ou retirados de operação. Equipamentos sem proteção podem provocar perigo de vida;

• Todos os equipamentos de segurança, assim como artifícios de segurança, coberturas e barreiras devem estar em boas condições de operação. Não é permitida a operação da planta com defeito ou sem equipamento de segurança. Antes da partida deve se checar o bom funcionamento dos equipamentos de segurança;

• Os sensores de segurança e de controle de equipamentos não devem ser atuados manualmente;

• Se algum artifício de segurança for retirado do local deve-se ter um cuidado especial com aquela área e equipamento. A operação somente poderá ser reiniciada em casos excepcionais, sendo que o supervisor deve estar presente no local, com acesso direto a uma parada de emergência que poderá ser acionada para que se assegure uma intervenção imediata.

1.10 Saúde Ocupacional e Medidas de Segurança

• Ordem, disciplina e limpeza são os pré-requisitos básicos para evitar acidentes, incêndios e perigos;

• Os trabalhos somente podem ser exercidos sob supervisão de acordo com as ordens dadas;

• Somente ferramentas próprias e seguras são permitidas para auxiliar os trabalhos;

• Os equipamentos pessoais de segurança devem ser utilizados com a finalidade de proteção individual;

• Roupas inadequadas e jóias não devem ser usadas pois podem ficar presas nas máquinas;

• Quando o trabalho for realizado em equipamentos rotativos as luvas não devem ser usadas.

1.11 Áreas com Riscos de Incêndio

• Acender isqueiros ou fósforos e fumar são terminantemente proibidos em áreas que possuam materiais inflamáveis.

1.12 Transporte de Equipamentos e Ferramentas

• Antes de qualquer trabalho ser iniciado, o responsável deve instruir as pessoas encarregadas de executar o serviço a respeito dos perigos relevantes e das medidas de proteção;

• Algumas regras importantes para o transporte são:

› Planejar o percurso bem como as disponibilidades no local de origem e do destino;

› Prever o tipo de transporte que melhor se adéqua ao equipamento e/ou material a ser transportado;

› Assegurar-se da estabilidade das cargas bem como a necessidade de travas especiais e/ou amarras;

› As áreas de carregamento e descarregamento devem ser devidamente sinalizadas e isoladas para que cargas suspensas não causem acidentes.

1.13 Ferramentas

• As ferramentas devem ser usadas de acordo com o propósito a qual elas foram fornecidas;

• As ferramentas devem ser usadas e manuseadas com propriedade;

• Ferramentas elétricas, manuais e acessórios devem ser usadas somente se estiverem em perfeitas condições de uso e com as devidas proteções elétricas;

• Na utilização de quaisquer ferramentas o operador deverá utilizar o EPI apropriado.

1.14 Trabalho em Tanques e Vasos Pressurizados

• Durante a limpeza e a manutenção de vasos e/ou reservatórios as linhas de tubulação devem estar desconectadas e/ou bloqueadas e devidamente identificadas;

• Antes de permitir a entrada de uma pessoa em um vaso, o ar dentro do mesmo deve ser checado e medidas de segurança apropriadas devem ser tomadas, tais como:

› Proteção contra eventual explosão;

› Proteção respiratória (envio de ar mandado);

› Proteção contra incêndio;

› Para a iluminação dentro dos vasos somente as lâmpadas de voltagem extra-baixa (16V) podem ser usadas;

› A soldagem dentro dos vasos necessita de cuidados especiais. Se a mesma for necessária, o responsável deve ser informado para que os procedimentos apropriados sejam tomados.

1.15 Produtos Químicos

• Ácidos, sais e demais produtos químicos devem ser estocados em local apropriado, sendo que os tanques ou containers devem estar devidamente identificados;

• Materiais e substâncias estranhos aos produtos estocados não devem ser misturados;

• Quando substâncias cáusticas e ácidas forem manuseadas as pessoas devem estar usando EPI´s apropriados para este fim.

1.16 Organização e Salvamento

• Em qualquer acidente a primeira providência a ser tomada é o auxílio a pessoa acidentada, seguindo os seguintes procedimentos:

› Manter a calma;

› Providenciar contato utilizando o número designado para emergência ou através de contato via rádio, com serviço de segurança da empresa;

› Tentar transmitir o máximo de informações possíveis do acidente e do acidentado, inclusive da localização do sinistro;

› Caso seja seguro, permanecer no local para auxiliar a localização do sinistro pelo pessoal do socorro;

› O responsável ou encarregado da área deve ser informado sem demora sobre qualquer sinistro e/ou acidente;

› Em todas as áreas deverá haver profissionais devidamente treinados para a utilização de extintores e demais aparatos de incêndio (brigada de incêndio). Estes profissionais devem ser informados da localização e/ou princípio de incêndio;

› Os profissionais envolvidos nos serviços das áreas devem:

i. Ter participado de curso de integração fornecido pela empresa onde serão feitos os serviços;

ii.Ter conhecimento sobre: localização do consultório médico, localização do corpo de bombeiros da empresa, os números de telefone apropriados para emergências e participarem de cursos de integração na empresa.

1.17 Seleção de Pessoal e Qualificações

• Apenas profissionais treinados e devidamente autorizados poderão operar a planta e seus respectivos equipamentos;

• Os profissionais que exercerão quaisquer funções na planta deverão conhecer os regulamentos de segurança e saber como aplicá-los com o objetivo de evitar riscos e perigo;

• Os profissionais que exercerão quaisquer funções na planta deverão estar em perfeitas condições físicas e psíquicas e devem ser tecnicamente treinados na operação dos equipamentos.

1.18 Roupas de Proteção

• Os riscos por meios técnicos e organizacionais nem sempre são possíveis de serem eliminados. Portanto as pessoas que trabalharem na planta deverão usar equipamentos de proteção individual (EPI);

• A segurança do trabalho e a prevenção de acidentes da própria empresa deverão avaliar quais os equipamentos de proteção individual que são necessários para cada uma das atividades a serem executadas.

• Os principais equipamentos de segurança são: capacete de segurança, proteção dos olhos, proteção das mãos e proteção dos pés.

› Capacete de segurança: o uso de capacete de segurança se faz necessário sempre que houver o risco de queda de algum objeto, algum respingo, ou a presença de obstáculos ou objetos pontiagudos que possam ferir a cabeça; o mesmo deverá ser utilizado sempre que qualquer translado for feito por áreas industriais.

› Proteção dos olhos: os olhos são o nosso mais sensível e precioso órgão do sentido. Todas as pessoas que trabalham na planta devem ter ao menos um par de óculos de proteção individual com o qual podem proteger os seus olhos a qualquer momento contra produtos químicos, poeira, partículas de metal ou qualquer outro tipo de material que possa estar espalhado no meio ao redor; o mesmo deverá ser utilizado sempre que houver qualquer translado por áreas industriais e na eventualidade de qualquer contaminação física ou química nos olhos, os mesmos deverão ser lavados com água potável (chuveiro lava-olhos) e o acidentado encaminhado para o serviço médico de emergência.

› Proteção das mãos: nossas mãos são nossas "ferramentas" mais importantes e devem ser protegidos contra cortes, golpes, maceramentos, queimaduras, produtos químicos corrosivos etc. Portanto, as luvas de proteção devem ser usadas; lavar as mãos com fluidos gelados ou com agentes de limpeza de equipamentos pode causar irritação na pele.

› Proteção dos pés: os pés devem estar especialmente protegidos contra objetos cortantes ou pontiagudos que possam cair ou serem pisoteados. Portanto botas de segurança adequadas devem ser utilizadas; no caso de profissionais de montagem mecânica deverá ser utilizado botas de biqueira de aço.

1.19 Riscos

• Intoxicação asfixia queimadura, incêndio e explosão.

1.20 Prevenções

• Quando se tem que diluir reativos concentrados, verter sempre os reativos na água e em pequenas quantidades (nunca a água no reativo). Lembre-se sempre de proteger seus olhos, rosto, mão e o corpo em geral;

- Quando é necessário o trabalho em circuitos ou recipientes contendo reativos deve-se colocar um macacão antiácido ou pelo menos um capuz e um avental assim como luvas. Em todos os casos proteger os olhos, mesmo em intervenções que pareçam benignas;
- Se não há nas proximidades do serviço um ponto com água, prever um recipiente com água próximo ao local;
- Ao instalar um circuito de reagentes pensar nos perigos de intervenções em serviço;
- Cuidar particularmente na montagem verificando bem as características do material (peças em aço inoxidável, em teflon, plásticos e peças verificadas). Controlar rigorosamente a estanqueidade do sistema antes da colocação em operação normal;
- Não esquecer que um gás tóxico ou deletério é aquele que é nocivo a saúde e pode ser mortal, podendo provocar queimadura, asfixia, intoxicação grave, explosões e incêndios;
- A asfixia devida ao gás pode ser produzida por reação química ou por falta de oxigênio do ar que tenha sido deslocado.

2. Osmose Reversa (OR)

Osmose reversa é o nível mais elevado de filtração disponível. A membrana de OR age como uma barreira à todos os sais e moléculas inorgânicas dissolvidas, como também moléculas orgânicas com um peso molecular maior que aproximadamente 100. Por outro lado, moléculas de água atravessam a membrana o que cria um fluxo de produto purificado. A r ejeição de sais dissolvidos típica é entre 95% à 99%.

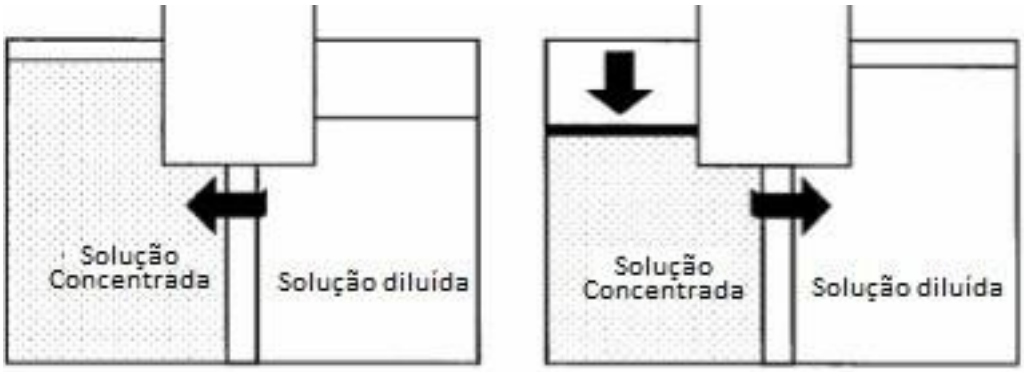
As aplicações para OR são numerosas e variadas, e inclui dessalinização de água salgada do mar, águas de superfície ou água de poços para produção de água potável, recuperação de efluentes, processamento de comida e bebida, separações biomédicas, purificação de água para processo industrial.

Também, é frequentemente utilizada na produção de água ultra pura para uso na indústria de semicondutores, indústria de energia (água de alimentação de caldeira), e indústria farmacêutica.

2.1 Como Trabalha um Sistema de Osmose Reversa

O fenômeno de osmose ocorre quando água pura flui de uma solução salina de baixa concentração para uma solução salina de maior concentração, separadas por uma membrana.

Este fenômeno de osmose pode ser observado na figura abaixo. A membrana semipermeável esta localizada entre as duas soluções, sendo esta membrana permeável somente para a água e não para os sais ou íons de sais dissolvidos. Coloca- se então uma solução salina em um compartimento e água pura no outro.



OSMOSE OSMOSE REVERSA

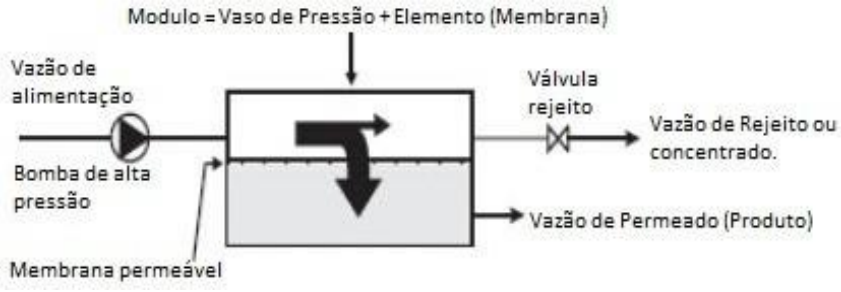
Como regra elementar da natureza, o sistema vai tentar entrar em equilíbrio, isto é, o sistema vai tentar atingir a mesma concentração em ambos os lados da membrana. A única maneira de se alcançar o equilíbrio é com água passando do compartimento da solução pura para o compartimento da solução salina, diluindo esta solução.

A figura acima também mostra que a osmose causa um aumento na altura da solução salina. Esta altura irá continuar aumentando ate o ponto em que a pressão da coluna de água (solução salina) apresentará o mesmo valor da força osmótica e parar o fluxo de água através da membrana.

Caso uma força seja aplicada nesta coluna de água, o fluxo de água que passa através da membrana pode ser invertido, sendo este o principio base da osmose reversa. Nota-se que este fluxo reverso através da membrana produz água pura proveniente da solução salina, isto porque a membrana não permite a passagem de sal ou íons. A membrana de osmose reversa é um fino filme, enrolado varias vezes, composto por três camadas. Uma camada suporte de poliéster, uma camada intermediaria de polisulfona micro porosa e uma terceira camada ultrafina de poliamida na superfície.

Uma membrana ideal de osmose reversa é aquela que apresenta uma alta permeabilidade de água e uma alta rejeição de sais. Devido à cadeia aromática que compõe a membrana, o grau de rejeição de sais desta é de 99%, enquanto que a pressão de alimentação varia em torno de 10 bar e a vazão depende da área superficial da membrana e de seu modelo.

Na prática, osmose reversa é aplicada como um processo de filtração de crossflow. O processo simplificado é mostrado a seguir.



O sistema de osmose é alimentado com uma bomba de alta pressão. Dentro do sistema de membrana, a água de alimentação é dividida em um produto permeado (baixo- salino), e um num produto concentrado (alta salinidade). Uma válvula reguladora de vazão localizada na linha de rejeito controla a taxa de recuperação do sistema.

2.2 Descrição da Membrana

A membrana é um filme de baixa espessura composto de três camadas: uma teia de apoio de poliéster, um interlayer de polysulfona micro porosa, e na camada superfície há uma película de poliamida. Cada camada é costurada conforme exigências específicas.

A barreira é relativamente grossa; as membranas são altamente resistentes a tensões mecânicas e degradação química.

As membranas apresentam um excelente desempenho para uma ampla variedade de aplicações, como sistemas de água pouco salinas, dessalinização de água do mar, purificação de água salgada, processo químico e tratamento de efluentes. A membrana exibe também um excelente desempenho em termos de fluxo, rejeição de sais, orgânicos e resistência microbiológica. Os elementos podem operar sobre de uma gama de pH de 2 a 11, são resistentes a compactação e resistem a temperaturas até 45° C. Eles podem sofrer limpeza química numa faixa de pH 1 e pH 12.

O desempenho deles/delas permanece estável durante vários anos, até mesmo debaixo de condições operacionais severas.

A membrana mostra uma pequena resistência a um curto ataque de cloro livre. A tolerância a cloro livre da membrana é <0.1ppm. Porém, uma exposição contínua pode danificar a membrana e deve ser evitada. Sob certas condições, a presença de cloro livre e/ou outros agentes oxidantes causará a perda prematura da membrana. Considerando que a perda da membrana por oxidação não está coberta pela garantia, é recomendado remover qualquer resíduo cloro livre através de um pré-tratamento antes da passagem da água através da membrana.

Os parâmetros que caracterizam o desempenho de uma membrana é o grau de permeabilidade de água e de sal. A membrana de osmose reversa ideal apresenta uma alta permeabilidade para água e zero de permeabilidade para sais. Os sistemas de osmose reversa, normalmente, são projetados para operar com um fluxo comum fixo.

2.3 Limpeza Química

A superfície de uma membrana de osmose reversa esta sujeita a deposição de matérias estranhos presentes na água de alimentação como, precipitados de cálcio, materiais orgânicos etc. O pré-tratamento da água de alimentação é projetado para reduzir o máximo possível a deposição sobre as membranas.

Ocasionalmente, a deposição sobre as membranas é causada por:

- Mudança na composição da água de alimentação
- Controle operacional impróprio
- Contaminação biológica da água de alimentação
- Falha na dosagem de químicos

A deposição dos materiais sobre as membranas se manifesta causando declínio de performance, diminuição de vazão de permeado e/ou menor rejeição de sais. Aumento da queda de pressão entre a alimentação e o rejeito pode ser efeito colateral de deposição (fouling).

A limpeza química pode ser realizada com maior eficiência devido à resistência das membranas e seus componentes em relação a pH e temperatura. Entretanto, se a limpeza química é feita com atraso, fica mais difícil à remoção completa das matérias depositadas na superfície da membrana.

Resumindo, a limpeza química consiste na aplicação de produtos ácidos e/ou alcalinos sobre as membranas de osmose reversa com o propósito de se retirar às incrustações depositadas, sendo que, o uso do produto químico adequado dependerá do tipo de incrustação ocorrida nas membranas.

Dois conceitos básicos são importantes para que se determinem os tipos de incrustações:

SCALE - depósito de substâncias inorgânicas ou óxidos que se precipitam na superfície da membrana.

FOULING - materiais acumulados na superfície da membrana, tais como: partículas em suspensão, ferro ou outros metais pesados, materiais orgânicos, bactérias ou outras espécies biológicas, etc.

Existem diversas soluções químicas indicadas para a limpeza das membranas.

O tipo de solução química a ser utilizada irá depender do tipo de incrustação presente:

Ácido cítrico (2,0%) em peso (pH > 2) - esta solução é indicada para efluentes com teor predominante de sais de metais alcalino- ferrosos, tais como $CaCO_3$, $SrCO_3$, $Ca(HCO_3)_2$, $Ba(HCO_3)_2$, etc.

Ácido Clorídrico (0,2%) em peso (pH > 1 , 0) - esta solução é indicada para sais de metais alcalino- ferrosos (cálcio, estrôncio e bário), acompanhados de óxidos de meais de transição (ferro, manganês)

Solução alcalina (0,1% NaOH) em peso. Esta solução é indicada para limpeza de resíduos orgânicos (Biofilmes) e alguns colóides inorgânicos (óxidos completos, silicatos).

IMPORTANTE!

A limpeza química destina-se a devolver ao sistema as condições operacionais de projeto e a prolongar a vida útil das membranas. A limpeza nas membranas de osmose reversa é realizado de acordo com os parâmetros de monitoramento.

A durabilidade das membranas está diretamente relacionada a:

- Avaliação correta dos produtos que serão mais eficientes na remoção das incrustações.
- controle adequado do produto durante a limpeza (PH, temperatura),
- realização da limpeza na ocasião adequada.

Três condições básicas deverão ser observadas para determinar à necessidade de se proceder a limpeza química:

- Diminuição na vazão do permeado na ordem de 10%, com relação à vazão de partida.

- Aumento de 10% a 15% na condutividade do permeado (para as mesmas condições de alimentação) no caso da osmose reversa.

- Aumento de diferencial de pressão (15%) de alimentação dos permeadores e saída do rejeito com relação aos valores constatados após as primeiras 48 horas de operação.

Contudo é importante que a temperatura de avaliação seja sempre a mesma. Deve-se observar que a queda na temperatura reduz o fluxo do permeado já que a densidade da água é alterada.

O sistema de limpeza química é composto basicamente por Tanque em polietileno (onde é efetuada a diluição dos produtos químicos com o permeado produzido pelo sistema), bomba centrífuga, skid e filtro cartucho. O processo de lavagem é executado em baixa pressão e no mesmo sentido de fluxo operacional.

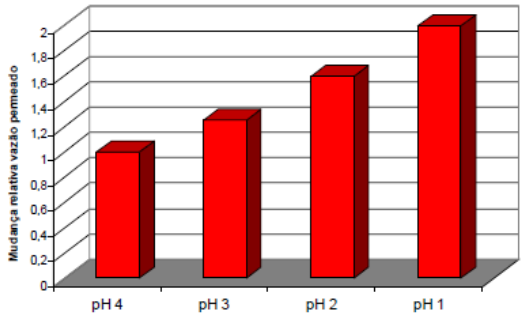
Dicas para limpeza

1. Sempre meça o pH durante a limpeza. Caso o pH saia da faixa recomendada, devido à diluição da solução de limpeza, deve-se adicionar mais soda caustica ou ácido.
2. Caso a solução de limpeza ganhe cor/turbidez esta deve ser substituída e a limpeza repetida.
3. Caso o sistema tenha que ser desligado por um período maior que 24 horas os elementos devem ser em uma solução de metabissulfito de sódio a 1% (em peso). Efeito do pH na remoção de Fouling.

Além de realizar a sequência correta de aplicação dos produtos químicos, o ajuste do pH da solução é um item critico para a otimização da remoção do fouling. Caso não haja sucesso na remoção do fouling, o desempenho da membrana vai apresentar um declínio mais acentuado e novas incrustações irão ocorrer mais rapidamente.

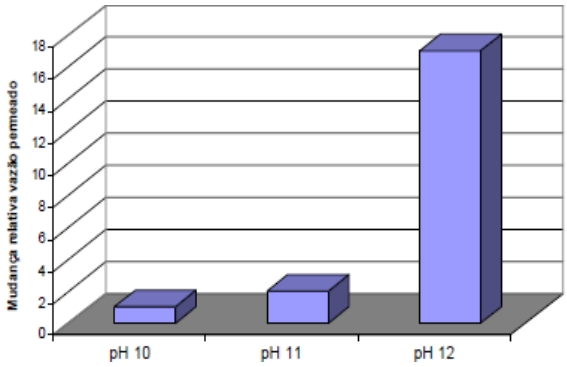
O tempo requerido entre limpezas irá se tornar menor, diminuindo a vida útil da membrana e aumentando os custos operacionais.

Efeito do pH na remoção de Carbonato de cálcio



Maior remoção Carbonato de cálcio com pH 1.

Efeito do pH na remoção de Biofouling



Maior remoção Biofouling com pH 12.

3.0 Descritivo do Sistema de Osmose Reversa

3.1 Sistema de decloração

A água de alimentação de um sistema de osmose reversa deve ser declorada para prevenir a oxidação da membrana. O primeiro sinal de que uma membrana de osmose reversa sofreu ataque de cloro é a perda de pressão, seguido por um aumento de fluxo e perda de capacidade de rejeição de sal.

A taxa de ataque do cloro varia de acordo com as características da água de alimentação. Em um pH alcalino a oxidação da membrana pelo contato com o cloro acontece mais rapidamente que num pH neutro ou ácido. O ataque do cloro acontece mais rapidamente também quanto maior for a temperatura e a concentração de metais pesados (ex: ferro). Outros agentes oxidantes como dióxido de cloro, ozônio e permanganato podem causar danos as membranas caso não sejam utilizados corretamente e/ou removidos do sistema. Cloro livre residual pode ser reduzido para cloretos inofensivos para membrana através do uso de carvão ativo ou agentes químicos redutores. Um filtro de carvão é bem efetivo para a decloração conforme a reação abaixo:

$$C + 2Cl_2 + 2H_2O \rightarrow 4HCl + Cl_2$$

Metabissulfito de sódio também é comumente utilizado como declorador químico. O metabissulfito de sódio reduz o cloro livre de acordo com a seguinte reação:

$$2NaHSO_3 + 2HOCl \rightarrow H_2SO_4 + 2HCl + Na_2SO_4$$

Em teoria, 1,34 mg de metabissulfito de sódio remove 1,0 mg de cloro livre. Entretanto, na pratica, normalmente é utilizado 3,0 mg de metabissulfito de sódio para remover 1,0 mg de cloro livre.

A ausência de cloro livre deve ser monitorada utilizando potencial redox (ORP) após a injeção do agente e de sua completa mistura. A dosagem deve ser suficiente para que a leitura do instrumento esteja na faixa de 175 a 200 mV.

3.2 Sistema de correção de pH

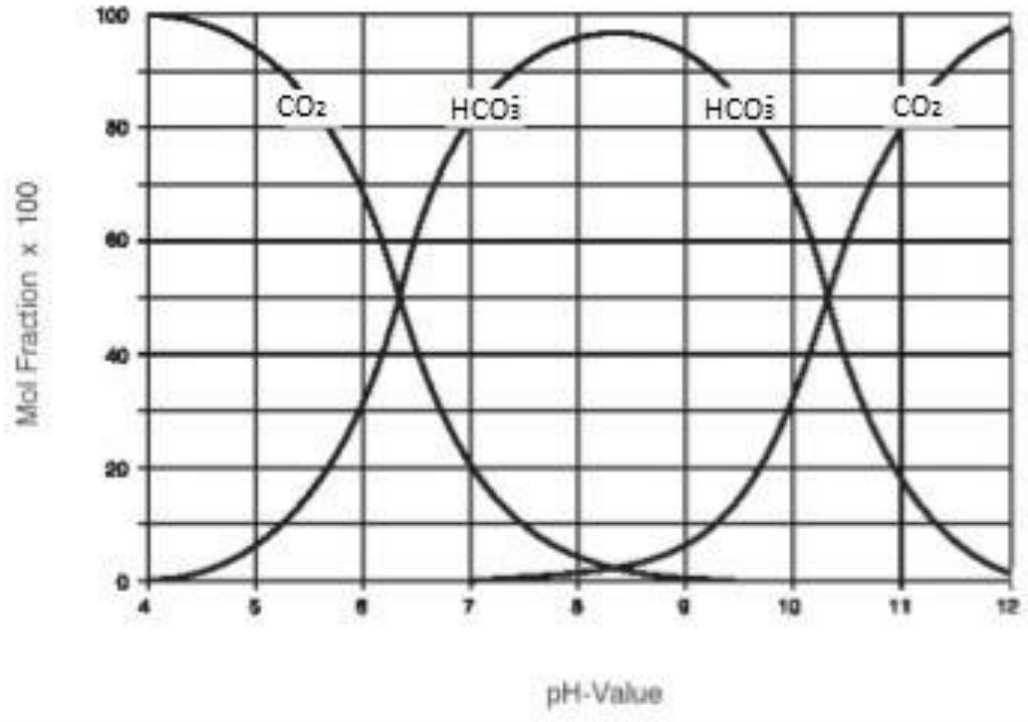
A água de alimentação de um sistema de osmose reversa pode ter seu pH corrigido devido a dois motivos:

- Prevenir incrustações
- Inibir formação de CO_2

Dependendo da taxa de recuperação, os íons de sais e sílica presentes na água de alimentação são concentrados na corrente de rejeito. Caso a concentração de íons exceda a solubilidade do produto no meio em que se encontra, pode ocorrer incrustação sobre as membranas. Para prevenir estas incrustações o pH da água de alimentação deve ser corrigido, alterando o ponto de solubilidade de determinadas substancias.

Quando a qualidade de água requerida exige a instalação de um leito misto após sistema de osmose reversa é necessário verificar a quantidade de CO_2 no permeado, pois dependendo da sua concentração e do pH da água permeada, no momento em que o permeado entra em contato com as resinas ocorre uma alteração de pH, transformando o CO_2 que não foi rejeitado pela membrana em HCO_3. Como o íon HCO_3 tem maior seletividade que o íon de sílica, ocorre escape de sílica e diminuição da campanha do leito misto. Para prevenir este problema é feia a alteração de pH de modo a inibir a passagem de CO_2 pela membrana e sua eventual transformação em HCO_3 no leito misto.

A seguir temos o gráfico de equilíbrio entre o CO_2 e o íon HCO_3 em função do pH.



3.3 Dosagem de Anti-incrustante

Dependendo da taxa de recuperação, os íons de sais e sílica presentes na água de alimentação são concentrados na corrente de rejeito. Caso a concentração de íons exceda a solubilidade do produto no meio em que se encontra, pode ocorrer incrustação sobre as membranas, reduzindo a produtividade e aumentando a perda de carga no sistema.

O anti-incrustante atua no ponto na solubilidade aparente do produto, aumentando-a para que não haja deposição do mesmo sobre as membranas. Estes podem ser utilizados para controlar a incrustação de carbonatos, sulfatos, fluoreto de cálcio e sílica. Sua dosagem na maioria das vezes é de 2,5ppm, todavia, é recomendado que uma análise físico química completa seja entregue ao fabricante do produto para que ele indique a correta dosagem a ser aplicada.

3.4 Filtro Cartucho

O filtro de cartucho é um dispositivo de segurança para proteger as bombas de alta pressão e as membranas de osmose reversa de particulados suspensos, sendo normalmente utilizado como último passo do pré-tratamento. Um filtro de cartucho de 5 micras de retenção absoluto é o mínimo recomendado para um sistema de osmose reversa.

O filtro de cartucho deve ser feito de um material sintético não degradável (ex: polipropileno) e equipado com um leitor de pressão para indicar a pressão diferencial no filtro, constatando a presença de fouling. Caso a pressão diferencial nos filtros de cartucho aumente rapidamente é uma indicação de problemas na água de alimentação ou no pré-tratamento. O momento de troca dos filtros de cartucho é indica através da perda de carga no filtro (diferença entre a pressão de alimentação e de saída) e a substituição dos elementos filtrantes deverá ser realizada manualmente pelo operador.

3.5 Osmose Reversa

O sistema de osmose reversa tem por objetivo remover os sais dissolvidos (cátions e ânions) presentes na água. Denomina–se bateria de permeadores de osmose reversa o conjunto formado pelos vasos de pressão os quais contêm as membranas de osmose reversa.

A Desmineralização ocorre através da passagem da água pelas membranas nas baterias de permeadores de osmose reversa que através de uma filtração de nível molecular, permite que as moléculas de água permeiem através das membranas de osmose reversa, rejeitando os sais dissolvidos presentes na água de alimentação.

A água a ser tratada pela OR é bombeada através da bomba do cliente, recebe a dosagem de químicos, passa pelos filtros de cartucho indo para a bomba de alta pressão BC-04A/B, onde alimenta os vasos permeadores em série do 1 º estágio. Ao passar pelas membranas de osmose reversa como descrito anteriormente, o fluxo divide- se em duas correntes compreendendo uma de água purificada (permeado) e outra com alta concentração de sais (rejeito).

O rejeito do primeiro estágio alimenta os vasos permeadores em série do 2º estágio, o rejeito do primeiro estágio, ao passar pelas membranas do 2º estágio, gera duas novas correntes, uma de água purificada (permeado) e outra com alta concentração de sais (rejeito), a corrente de rejeito formada é dividida em duas correntes, sendo, uma denominada de recirculação com 0,5m³/h e a outra de rejeito final de 0,67m³/h.

A água purificada do primeiro e de segundo estágio são coletadas formando a corrente de permeado de 2,0 m³/h. O rejeito final do segundo estágio, com alta concentração de sais dissolvidos é descartado.

Indicadores de pressão monitoram as pressões de alimentação e saída de rejeito do primeiro estágio e as pressões de alimentação e saída de rejeito do segundo estágio da osmose reversa. A pressão diferencial entre os manômetros indicará a perda de carga do 1º e/ou 2º estágio e quando a perda de carga exceder o parâmetro estabelecido, o sistema deverá ser submetido a uma limpeza química. É fundamental que o operador faça um acompanhamento diário e uma leitura dessas pressões e vazões de operação, criando assim um Histórico para que se possa saber o momento correto de se efetuar uma limpeza química das membranas. No final deste manual encontra-se uma folha de acompanhamento modelo para preenchimento do responsável pela operação da Osmose Reversa.

Indicadores de vazão indicam as vazões de descarte, recirculação de rejeito e permeado da osmose reversa. A soma das respectivas vazões representa a vazão de alimentação do sistema. A qualidade do permeado é monitorada pelo analisador de condutividade.

4. Especificações Técnicas

4.1 Filtro Multi Mídia

TAG.	FM-01
Tipo	Vaso Polietileno reforçado c/ fibra
Vazão de operação	5,0m³/h
Pressão máxima de operação	6,0 bar
Alimentação elétrica da fonte	100 a 240 Vac / 60 Hz
Carvão antracito	175 Kg
Areia filtrante 0,4 a 0,9mm	265Kg
Seixos rolados 1/4” x 1/8”	100Kg
Fabricante / Modelo da válvula controladora	Runxin / F75B1
Fabricante / Modelo do vaso	HT Coma / FRP 3072

4.2 Filtro tipo Cartucho de Alta Vazão

TAG.	FT-01
Tipo	Carcaça em Polipropileno
Vazão de operação	5,0m³/h
Pressão máxima de operação	6,0 bar
Elemento filtrante	TFVPE-5005-20

4.3 Bomba dosadora de Anti-incrustante

TAG.	BD-01A/B
Tipo	Diafragma
Vazão máxima da bomba dosadora	1,0 l/h
Pressão máxima	11,0 bar
Alimentação elétrica	100 a 240 Vac / 60 Hz
Fabricante / Modelo	SEKO/AKL-500

4.4 Bomba dosadora de Metabissulfito de sódio

TAG.	BD-02A/B
Tipo	Diafragma
Vazão máxima da bomba dosadora	1,0 l/h
Pressão máxima	11,0 bar
Alimentação elétrica	100 a 240 Vac / 60 Hz
Fabricante / Modelo	SEKO/AKL-500

4.5 Bomba dosadora de NaOH

TAG.	BD-03A/B
Tipo	Diafragma
Vazão máxima da bomba dosadora	4,0 l/h
Pressão máxima	12,0 bar
Alimentação elétrica	100 a 240 Vac / 60 Hz
Fabricante / Modelo	Seko/TPR-603NHH0000

4.6 Bomba de Limpeza química da OR

TAG.	BC–05A/B
Tipo	Centrífuga
Vazão de operação	2,7 m^3/h
Pressão de operação	4,0 kgf/cm^2
Modelo	MOTOBOMBA VERTICAL IN LINE, VEDAÇÃO COM SELO MECÂNICO VMSS3-60
Conexões	Diâmetro sucção e descarga 1"
Fabricante	FAMAG
Carcaça	AÇO INOX AISI 304
Motor elétrico	380V, TRIFÁSICO
Potência	1,5 CV
Grau de Proteção	IP55

4.7 Bomba de alta pressão da OR

TAG.	BC–04A/B
Tipo	Centrífuga
Vazão de operação	8,37 m³/h
Pressão de operação	10,2 kgf/cm²
Modelo	MOTOBOMBA VERTICAL IN LINE, VEDAÇÃO COM SELO MECÂNICO VMSS3-150
Conexões	Diâmetro sucção e descarga 1"
Fabricante	FAMAC
Carcaça	AÇO INOX AISI 304
Motor elétrico	380V, TRIFÁSICO
Potência	3,0 CV
Grau de Proteção	IP55

4.8 Vaso Permeador

Vasos de pressão	Fibra
Pressão	300 PSI
Fabricante/Modelo	MartinHK / 6 x 2 membranas de 4"

4.9 Membranas

Tipo	Composto de fino filme de poliamida
Material	Poliamida / Polisulfona
Diâmetro	4”
Quantidade	12

4.10 Skid Metálico Osmose

Construção	Perfis Metálicos
Pintura	Azul
Material	Aço Carbono
Fabricante	Acquamáxima
Quantidade	01

4.11 Tubulação Sistema de Osmose Reversa

Material	PVC SCH80
Diâmetro (Ø)	1/2”, 3/4” e 1”

4.12 Instrumentos

Tipo	Quantidade	TAG	Especificação	Fabricante
Manômetro	03	PI-02, PI-03 e PI-04.	0 a 6,0 Kgf/cm²	NUOVAFIMA
Manômetro	04	PI-105, PI-106, PI-107, PI-108.	0 a 25,0 Kgf/cm²	NUOVAFIMA
Medidor de vazão	1	FI-01	LZT4008G 30 a 300 LPM	Martin HK
Medidor de vazão	1	FI-02	TF2510G 5 a 35 LPM	Martin HK
Medidor de vazão	2	FI-03	TF2510G 5 a 35 LPM	Martin HK
Analizador de ORP	1	AIT-01	PR-40	SEKO DO BRASIL
Condutivimetro	1	AT-02	0 a 2000µs/cm	Create

5. Partida e Operação do Sistema

5.1 Condições de operação

Água de Alimentação	Água de drenagem, águas pluviais e água de condensação
Vazão de alimentação	4,7 m³/h
Vazão de permeado	2,0 m³/h
Vazão de Blend	2,0m³/h
Vazão de água tratada	4,0m³/h
Vazão de rejeito	0,7 m³/h
Pressão de operação OR	10,2 bar
Recuperação	75%
Índice de rejeição de sais	95 à 99%
Temperatura máxima	35ºC
PH – operação	2 – 11
Ferro	< 0,01 PPM
Cloro livre Maximo	< 0,00 PPM
SDI – Silt Density Index	< 3

5.2 Identificação das válvulas, bombas e instrumentos

VS-101 - Válvula solenoide de bloqueio por falta de energia elétrica.
VS-101 - Válvula solenoide de bloqueio da vazão de 2,0m³/h Blend.
XV-01 - Bloqueio automático da Alimentação da OR.
VG-101- Regulagem da vazão de alimentação da Osmose reversa.
VG-102 - Regulagem da vazão de rejeito da OR.
VG-103 - Regulagem da vazão de recirculação da OR.
VG-104 - Regulagem da vazão de Blend.
VE-03 - Amostragem da água bruta.
VE-04 - Bloqueio da linha anterior ao FM-01.
VE-05 - Bloqueio da linha após o Filtro FM-01.
VE-06 - Regulagem da vazão de retro lavagem do FM-01.
VE-07 - Amostragem da água bruta após Filtro FM-01.
VE-101 - Amostragem da água de alimentação da OR após dosagens.
VE-102A/B - Bloqueio da sucção das bomba de alta pressão BC-04A/B.
VE-103A/B - Bloqueio da saída das bombas de alta pressão BC-04A/B.
VE-104 - Bloqueio da saída do rejeito do 2º estágio.
VE-105 - Bloqueio da saída do permeado da OR.
VE-106 - Amostragem da água tratada Blendada.

VE-107A/B/C/D - Amostragem individual do permeado de cada Vaso do 1º Estágio.
VE-108A/B - Amostragem individual do permeado de cada Vaso do 2º Estágio
VE-109 - Bloqueio da entrada da Limpeza química do 1º estágio.
VE-110 - Bloqueio da entrada da Limpeza química do 2º estágio.
VE-111 - Bloqueio da linha de recirculação da OR.
VE-112 - Bloqueio do retorno do rejeito da limpeza química do 2º estágio
VE-113 - Bloqueio do retorno do rejeito da Limpeza química do 1º estágio.
VE-114 - Bloqueio do retorno do permeado para o Tq de limpeza química.
VE-115 - Dreno do retorno do rejeito da limpeza química do 1º e 2º estágios.
VE-116 - Dreno da linha de retorno de permeado da limpeza química.
VE-117A/B - Bloqueio da sucção das bombas de limpeza química BC-05A/B.
VE-118A/B - Bloqueio do recalque das bombas de limpeza química BC-05A/B.
VE-119 - Dreno do tanque de limpeza química.
VE-120 - Bloqueio da linha de rejeito do 1º para o 2º estágio.
PI-02 - Manômetro de indicação da pressão de entrada do FM-01.
PI-03 - Manômetro de indicação da pressão de saída do FM-01 e entrada do FT-01.
PI-04 - Manômetro de indicação da pressão de saída do FT-01 e sucção da BC-04A/B.
PI-105 - Manômetro de indicação da pressão de recalque da BC-01.
PI-106 - Manômetro de indicação da pressão de entrada do 1º estágio da OR.
PI-107 - Manômetro de indicação da pressão de entrada do 2º estágio da OR.
PI-108 - Manômetro de indicação da pressão de saída do rejeito da OR.
AT-02 - Analisador de pH da alimentação da OR.
AIT-01 - Analisador de ORP, detecção de residual de cloro na alimentação da OR.
AIT-03 - Analisador de Condutividade do permeado.
FI-00 - Indicador de vazão de água Bruta para Filtração e retro lavagem do FM-01
FI-101 - Indicador de vazão de permeado da OR.
FI-102 - Indicador de vazão de rejeito da OR.
FI-103 - Indicador de vazão de rejeito da Recirculação da OR.
FI-104 - Indicador da vazão de Blend.

5.3 Sequencial de partida em Manual

Primeiramente, efetuar o carregamento no FM-01 da mídia filtrante, 100Kg de seixos rolados, 265Kg de Areia filtrante 0,4 a 0,9mm e por último 175Kg de Carvão Antracito e reinstalar sua válvula controladora superior.

Na sequencia, energize a válvula controladora e configure os parâmetros de operação do FM-01 conforme indicado em seu manual, com o Filtro na posição de Rinsing Etapa 3 da válvula controladora, ligue a BC-03A ou B selecionada com sua saída bloqueada e abra-a devagar para encher o filtro com baixa vazão e pressão.

Ao término do enchimento deixe o vaso em repouso cheio de água por três horas para que o carvão antracito absorva água ficando “encharcado”, dessa forma ele não será expulso do vaso ao iniciar a primeira retro lavagem que deverá ser efetuada até que todas as impurezas sejam expelidas, isso pode levar cerca de duas horas. Após atingir a qualidade necessária da água filtrada a sequencia de partida da osmose deve ser iniciada.

O procedimento de partida do sistema de osmose reversa deve ser realizado corretamente para prevenir danos às membranas devido ao excesso de vazão e/ou pressão e choque hidráulico.

Abaixo segue o sequencial de partida em manual que ajuda a garantir que os parâmetros operacionais e a qualidade de água requerida sejam atingidos:

Antes de inserir as membranas de OR nos vasos de pressão deve- se realizar um flush no sistema para se remover contaminantes e sujeiras.

a. Após o flush, abrir as tampas dos vasos e limpá-los com um tufo de pano para retirar o restante das impurezas que ficaram em seu interior, feito isso, inserir as membranas nos vasos de pressão e recolocar as tampas.
b. Preparar a solução de Anti-incrustante conforme a orientação do fornecedor desse produto. Envie a qualidade da água bruta para o fornecedor de sua preferência, pode ser Nalco, Kurita ou outro de vossa confiança e solicite a ele o produto mais adequado e sua concentração de aplicação.
c. Preparar a solução de NaOH dilua 200g de NaOH à 100% (Padrão analítico) em 100 litros de solução no TQ-08, após Calibre o eletrodo sensor de pH da BD-03A ou B selecionada e insira o valor de 8,2 em seu set point de operação.
d. Preparar a solução de Metabissulfito de sódio diluindo 1700g de metabissulfito em pó, em água até atingir 100 litros de solução, após, regule a vazão da bomba dosadora BD-02A ou B selecionada para 1,0 L/h
e. Checar se todas as válvulas estão na posição correta, conforme a figura abaixo.
f. A válvula VG-101 de controle de alimentação após a bomba de pressurização BC-04A/B deve estar fechada, a válvula VG-102 do rejeito deve estar totalmente aberta e a VG-103 deve estar fechada.
g. Ligar a BD-02a ou B (dosadora de metabissulfito de sódio).

h. Ligar a BD-01 bomba dosadora de Hidróxido de sódio e ajustar os seus setpoint's para manter o pH em 8,2.

i. Abrir a XV-01.

j. Ligar a BC-03A ou B selecionada.

k. Abrir parcialmente a VG-101 que alimenta o sistema de osmose reversa, utilizando baixa pressão e baixa vazão para expulsar o ar das membranas e dos vasos de pressão, todo permeado e rejeito, ficam direcionados para descarte.

l. Após 5 minutos de flush e confirmado que todo o ar foi expulso do sistema.

m. Fechar quase totalmente a VG-101.

n. Ligar a BC-04A ou B.

o. Abrir lentamente a VG-101 de controle de alimentação após a bomba de alta pressão BC-04A ou B, até que se atinja a vazão nominal de alimentação da planta 2,67m³/h, essa vazão é a soma das vazões indicadas nos FI-101 2,0m³/h, FI-102 0,67 m³/h e FI-103 0,5m³/h.

p. Fechar lentamente a válvula do rejeito VG-102 e Abrir lentamente a válvula da recirculação VG-103 até que as vazões de permeado, rejeito e recirculação atinjam os valores para o qual o sistema foi projetado, 2,0 m³/h de permeado 0,67m³/h de rejeito e 0,5m³/h de recirculação, caso seja necessário abra um pouco mais a VG-101, não excedendo a recuperação para qual o sistema foi projetado ou seja 75%, checando as pressões para que estas não ultrapassem os limites operacionais.

q. Ligar a BD-01A ou B (selecionada) dosadora de Anti-incrustante.

r. Verificar e ajustar a dosagem de Anti-incrustante conforme orientação do fornecedor desse produto.

s. Deixar o sistema funcionar por 1 hora.

t. Verificar a condutividade do permeado.

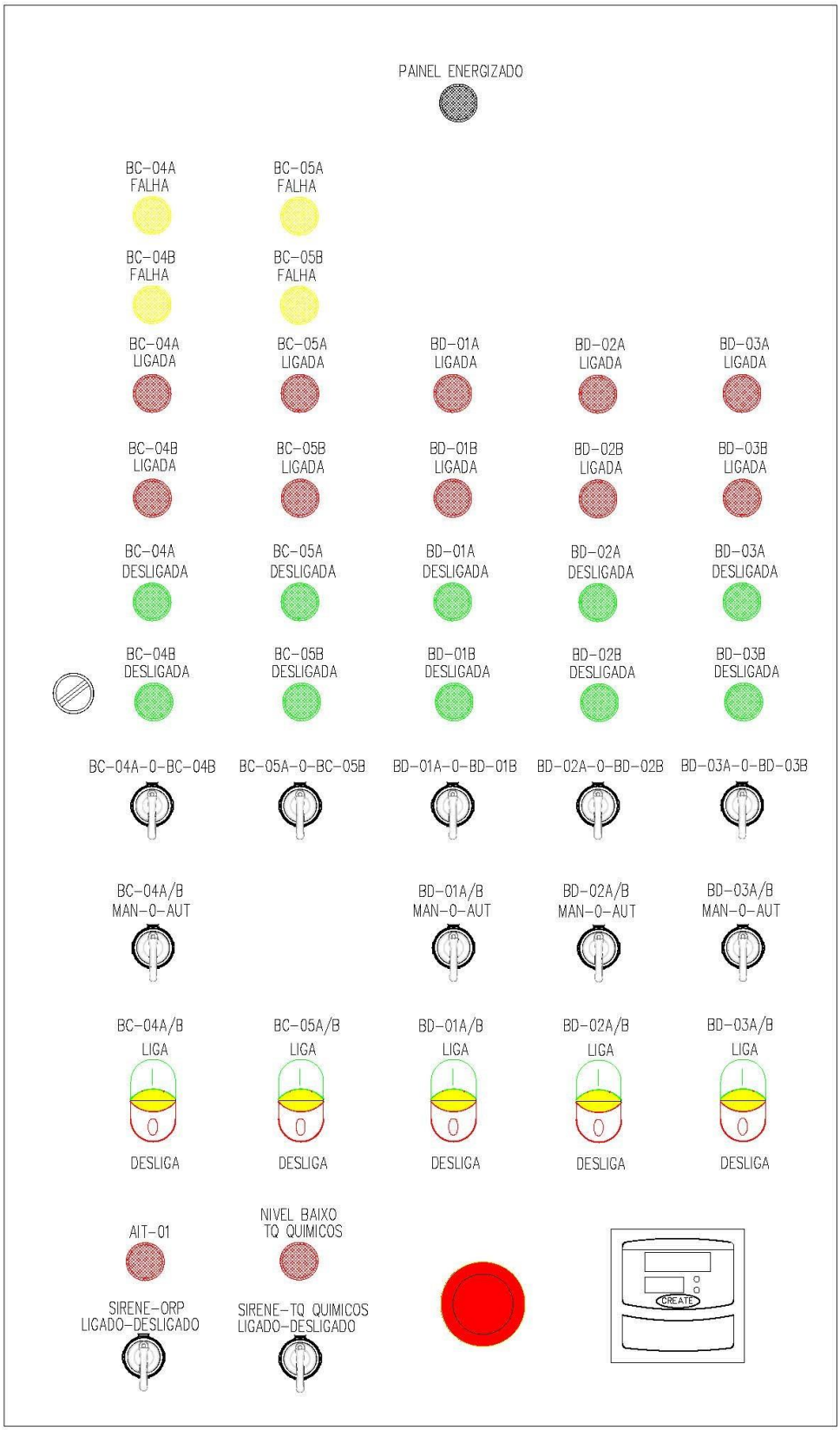
u. Verificar os inter travamentos de segurança, funcionalidade dos equipamentos e instrumentos.

v. Após as primeiras 48 horas de operação anotar novamente as pressões de entrada do 1º estágio, entrada do 2º estágio e saída do rejeito final do segundo estágio da OR, pois, estes valores servirão como referência para a execução de limpezas químicas futuras.

Para as partidas seguintes deve-se:

I. Com o Painel desenergizado, posicione primeiramente a chave seletora da XV- 01 para a posição (MAN.), e a chave de abertura e fechamento da XV-01 para a posição (FECHADA), estas chaves devem sempre ficar nesta posição, caso contrário ao energizar o painel elétrico a XV-01 irá abrir permitindo a passagem de água no sistema sem que este esteja em operação.

II. Energizar o Painel elétrico ligando sua chave geral em sua lateral.


PAINEL ENERGIZADO
BC-04A FALHA
BC-05A FALHA
BC-04B FALHA
BC-05B FALHA
BC-04A LIGADA
BC-05A LIGADA
BD-01A LIGADA
BD-02A LIGADA
BD-03A LIGADA
BC-04B LIGADA
BC-05B LIGADA
BD-01B LIGADA
BD-02B LIGADA
BD-03B LIGADA
BC-04A DESLIGADA
BC-05A DESLIGADA
BD-01A DESLIGADA
BD-02A DESLIGADA
BD-03A DESLIGADA
BC-04B DESLIGADA
BC-05B DESLIGADA
BD-01B DESLIGADA
BD-02B DESLIGADA
BD-03B DESLIGADA
BC-04A-0-BC-04B
BC-05A-0-BC-05B
BD-01A-0-BD-01B
BD-02A-0-BD-02B
BD-03A-0-BD-03B
BC-04A/B MAN-0-AUT
BD-01A/B MAN-0-AUT
BD-02A/B MAN-0-AUT
BD-03A/B MAN-0-AUT
BC-04A/B LIGA
BC-05A/B LIGA
BD-01A/B LIGA
BD-02A/B LIGA
BD-03A/B LIGA
DESLIGA
DESLIGA
DESLIGA
DESLIGA
DESLIGA
AIT-01
NIVEL BAIXO TQ QUIMICOS
SIRENE-ORP LIGADO-DESLIGADO
SIRENE-TQ QUIMICOS LIGADO-DESLIGADO
CREATE

III. Checar se todas as válvulas estão na posição correta, conforme a figura abaixo, as válvulas, VG-101 (regulagem da vazão de alimentação da OR), VG-102 (regulagem da vazão de rejeito) e VG-103 (regulagem da vazão de recirculação), devem permanecer abertas parcialmente conforme foram reguladas na partida inicial do sistema.

IV. Passar as chaves seletoras para a posição (AUT) da bomba de pressurização BC-04A ou B e das bombas dosadoras BD-01A ou B, BD-02A ou B e da BD- 03A ou B (selecionadas).

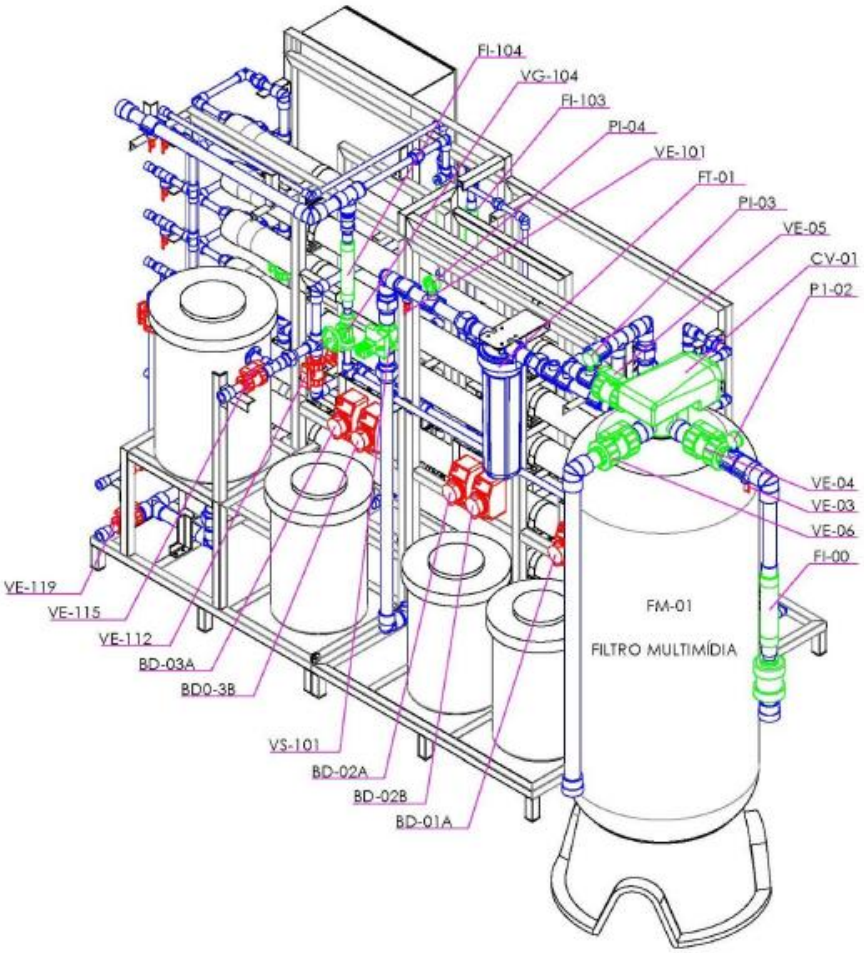
V. Ao passar a chave seletora da XV-01 para automático, se a chave de nível alto do reservatório de água tratada, as chaves de nível baixo LSL-04 e LSL-05, dos reservatórios de químicos não estiverem atuadas e o Pressostato PSL-01 estiver indicando pressão na linha de alimentação o sistema inicia a partida da OR em automático, a XV-01 inicia sua abertura, são ligadas as dosadoras BD- 01A/B, BD-02A/B e BD-03A/B e ao ser atingido o status de 100 % aberta da XV-01 a VS-01 abre e a BC-04A/B é ligada. Ajuste a vazão do Blend para 2,0m²/h.

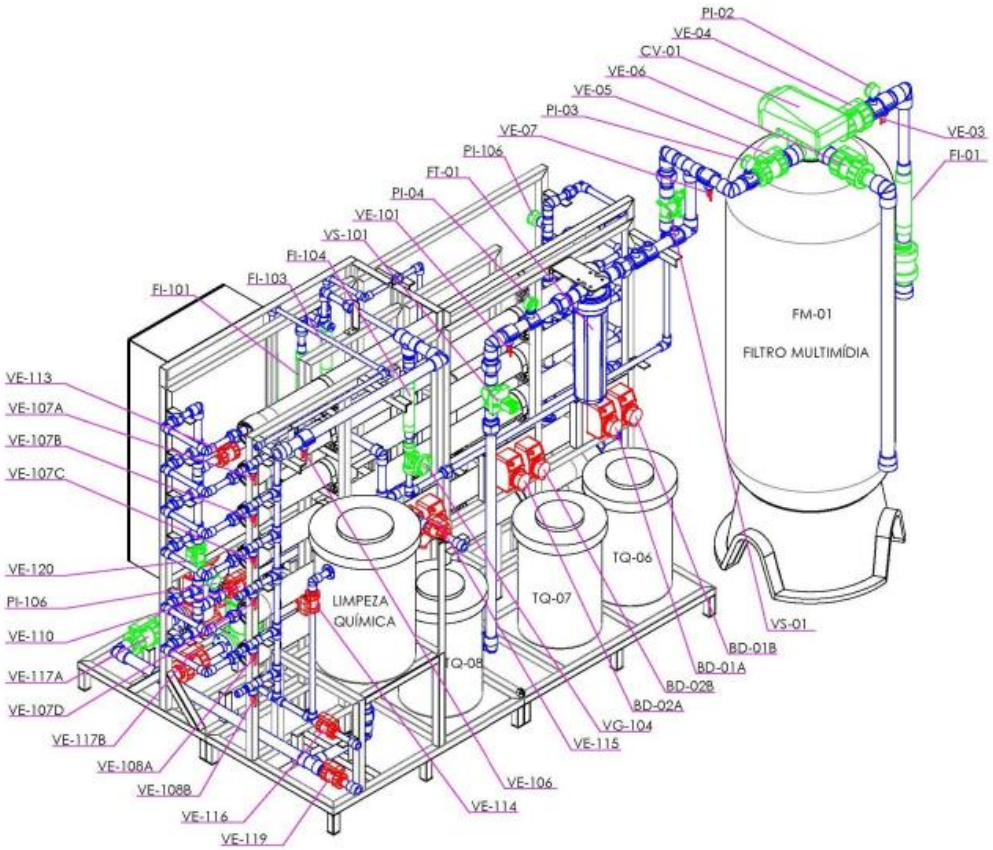
VI. Após a BC-04A/B atingir sua rotação máxima, verificar se as vazões de permeado de rejeito e de recirculação estão reguladas conforme recomendadas acima, caso seja preciso, ajustá-las abrindo ou fechando as VG-01, VG-02, VG-03 e VG-104 conforme necessário.

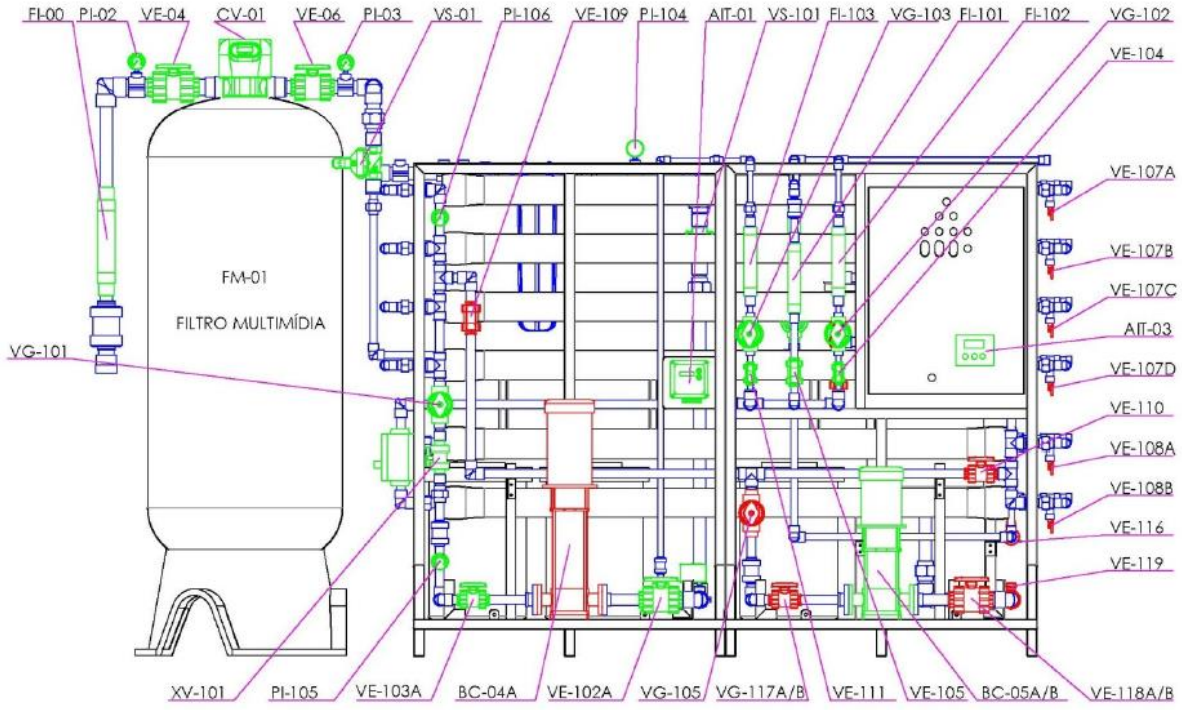
VII. Ao atuar o alarme de nível alto do reservatório de permeado, o sistema entra em pausa e ao sair deste alarme ela volta a operação.

VIII. Durante a operação caso o pressostato PSL-01 indique baixa pressão na linha de alimentação, ou o alarme de ORP atue, ou uma das chaves de nível baixo de químicos atuem, o sistema irá iniciar a parada da OR.

Osmose em Operação:




PI-02
VE-04
CV-01
VE-06
VE-05
PI-03
VE-07
PI-106
FT-01
PI-04
VE-101
VS-101
FI-104
FI-103
FI-101
VE-03
FI-01
FM-01
FILTRO MULTIMÍDIA
VE-113
VE-107A
VE-107B
VE-107C
VE-120
PI-106
VE-110
VE-117A
VE-107D
VE-117B
VE-108A
VE-108B
VE-116
VE-119
LIMPEZA
QUÍMICA
TQ-08
TQ-07
TQ-06
VE-106
VE-114
VE-115
VG-104
BD-02A
BD-02B
BD-01A
BD-01B
VS-01


FI-00
PI-02
VE-04
CV-01
VE-06
PI-03
VS-01
PI-106
VE-109
PI-104
AIT-01
VS-101
FI-103
VG-103
FI-101
FI-102
VG-102
VE-104
VE-107A
VE-107B
VE-107C
AIT-03
VE-107D
VE-110
VE-108A
VE-108B
VE-116
VE-119
FM-01
FILTRO MULTIMÍDIA
VG-101
XV-101
PI-105
VE-103A
BC-04A
VE-102A
VG-105
VG-117A/B
VE-111
VE-105
BC-05A/B
VE-118A/B

Válvulas em verde (abertas), válvulas em vermelho (fechadas). Bombas em vermelho (ligadas), bombas em verde (desligadas).

Obs.: Caso o sistema tenha que ficar desligado por um período maior que 24 horas, os seguintes cuidados devem ser tomados:

Os elementos não podem ficar secos. Elementos que ficam secos sofrem perda de fluxo. Uma operação denominada "Flushing" com pressão de entrada no primeiro estágio em torno de 2,0 bar utilizando-se apenas a pressão da linha de alimentação da OR, precisa ser feita por três minutos devendo ser repetida a cada 24 horas.

O sistema deve ficar protegido contra temperaturas superiores a 45°C.

Obs.: Caso o sistema precise permanecer parado por um período maior que 48 horas e não existam condições de se realizar o flushing a cada 8 horas é necessário que seja realizada a sua hibernação.

6. Procedimento de Limpeza química

As soluções de limpeza química devem ser preparadas com água permeada ou água de alimentação isenta de Cloro livre.

SOLUÇÃO DE HIDRÓXIDO DE SÓDIO A SER UTILIZADA: Esta solução de limpeza de elevado pH (sendo possível utilizar soluções: pH 13,0 com temperatura de aplicação abaixo de 25ºC, pH 12,0 com temperatura de aplicação da solução entre 25ºC e 35ºC e pH 10,5 para temperaturas entre 35ºC e 45ºC) com média de 0,1% de NaOH (hidróxido de sódio), é útil na remoção de sílica polimerizada. Este é considerado um regime de limpeza severa.

SOLUÇÃO DE ÁCIDO CLORÍDRICO A SER UTILIZADA: De baixo pH (meta: pH 1,0) com 0,2% de ácido Clorídrico, é útil na remoção de sais inorgânicos, tais como, carbonatos e bicarbonatos. A limpeza de membranas de osmose reversa consiste das seguintes etapas, recirculação de solução de limpeza no 1º e 2º estágios, enxague com água filtrada e declorada no 1º e 2º estágios e pré-operação.

Para a aplicação da solução de limpeza química posicionar as válvulas como descrito na tabela a seguir:

Válvula Bomba	Recirculação 1º estágio	Enxágüe 1º estágio	Recirculação 2º estágio	Enxágüe 2º estágio	Pré operação
VG-101	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA (APÓS LIGAR A BC- 04A/B ABRIR LENTAMENTE ATÉ ATINGIR A RESSÃO E VAZÃO DESEJADAS)
VG-102	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA (REGULAR PARA A VAZÃO DE OPERAÇÃO)
VG-103	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA (REGULAR PARA A VAZÃO DE OPERAÇÃO)
VG-104	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA PERMANECE REGULADA PARA OPERAÇÃO	ABERTA (REGULAR PARA A VAZÃO DE OPERAÇÃO)
XV-01	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA.	FECHADA ABRIR após o alinhamento de todas as válvulas de esfera desta etapa.
VE-03	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-04	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA
VE-05	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA

VE-06	AJUSTADA	AJUSTADA	AJUSTADA	AJUSTADA	AJUSTADA
VE-07	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-101	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-102A/B	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA
VE-103A/B	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA
VE-104	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	ABERTA
VE-105	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA Abrir após atingida a especificação de operação.
VE-106	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-107A/B	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-108A/B	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-109	ABERTA	ABERTA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-110	FECHADA	FECHADA	ABERTA	ABERTA	FECHADA
VE-111	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	ABERTA
VE-112	ABERTA	ABERTA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-113	FECHADA	FECHADA	ABERTA	ABERTA	FECHADA
VE-114	ABERTA	ABERTA	ABERTA	ABERTA	FECHADA
VE-115	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA
VE-116	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	ABERTA
VE-117A/B	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada.	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada.	FECHADA

VE-118A/B	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada.	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada .	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada.	ABERTA ou FECHADA Conforme bomba selecionada .	FECHADA
VE-119	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA Abrir após atingida a especificação de operação.
VE-120	FECHADA	FECHADA	FECHADA	FECHADA	ABERTA
BC-04A ou B	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	LIGAR (APÓS ALINHADAS AS VÁLVULAS DESTA ETAPA).
BC-05A ou B	LIGAR (APÓS ALINHADAS AS VÁLVULAS DESTA ETAPA).	LIGAR (APÓS ALINHADAS AS VÁLVULAS DESTA ETAPA).	LIGAR (APÓS ALINHADAS AS VÁLVULAS DESTA ETAPA).	LIGAR (APÓS ALINHADAS AS VÁLVULAS DESTA ETAPA).	DESLIGADA
BD-01 A OU B	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	**LIGAR APÓS LIGAR A BC-04A/B**
BD-02 A OU B	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	**LIGAR ANTES DE ABRIR A XV-01**
BD-03A OU B	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	DESLIGADA	**LIGAR APÓS LIGAR A C-04A/B**

Após o preparo da solução, recircular a solução de limpeza com pressão de entrada de 2,0 à 2,5kgf/cm², (pressão essa que será regulada na válvula globo VG-104 do recalque da BC-05A ou B). **OBS. Essa pressão será observada através do manômetro PI-106 no 1º estágio e pelo PI-107 no 2º estágio**, o tempo de recirculação da solução é de 20 a 30 minutos, todavia se a solução de limpeza apresentar cor ou turbidez antes de completar o tempo estipulado a recirculação deve ser interrompida, a solução descartada, e uma nova solução preparada e aplicada, até que a turbidez da solução de limpeza não apresente alterações, esse processo podevariar de uma a várias horas, dependendo muito do grau de incrustação na superfície das membranas, sempre observar o pH de aplicação e sua respectiva faixa de temperatura a temperatura poderá variar entre 20ºC a 35ºC durante a limpeza alcalina, e entre 20°C a 40°C na limpeza ácida. Para melhor otimização da limpeza química, pode-se alternar as aplicações entre o primeiro e o segundo estágio, ou seja, efetua- se a primeira aplicação no primeiro estágio, drena-se a solução do TQ-05 e prepara-se uma nova solução e aplica-se no segundo estágio criando-se assim um tempo de "molho" entre uma aplicação e outra em cada estágio.

Após completar as aplicações da solução alcalina deve-se efetuar um enxágue com água permeada com pressão de 2,5 Kgf/cm² por 10 a 20 minutos para a remoção de toda a solução de limpeza e em seguida iniciar a aplicação da solução ácida seguindo o mesmo procedimento da aplicação anterior.

Gasto aproximado de químicos por limpeza:

Hidróxido de sódio solução 50%V/V: 134ml

Ácido clorídrico solução 33%: 670ml

Abaixo segue o sequencial de manobras da limpeza química:

Preparo da solução de Limpeza, enchimento do tanque TQ-03:

Após alinhar as válvulas envolvidas na operação, encher o TQ-05 com água permeada até a metade, adicionar a quantidade necessária de Alcalinizante ou ácido e completar o nível com a água permeada, checar o ph da solução de limpeza e corrigi- lo caso necessário.

Recirculação da solução de limpeza no 1º estágio:

Com as válvulas alinhadas conforme a tabela acima, deixar apenas a VG-105 (válvula globo) fechada.

Em seguida ligar a BC-05A/B e abrir lentamente a VG-105 até que se atinja a pressão de 2,5Kgf/cm² nas duas primeiras aplicações e 3,5Kgf/cm² nas próximas aplicações de cada tipo de solução, indicada no PI-106 (Manômetro da pressão de entrada do 1º estágio).

Recircular por 20 a 30 minutos, caso a solução ganhe turbidez durante a recirculação, a aplicação deve ser interrompida, a solução descartada através da VE-119, e nova solução deve ser preparada e aplicada.

Recirculação da solução de limpeza no 2º estágio:

Com as válvulas alinhadas conforme a tabela acima, deixar apenas a VG-115 (válvula globo) fechada.

Em seguida ligar a BC-05A/B e abrir lentamente a VG-105 até que se atinja a pressão de 2,5Kgf/cm² nas duas primeiras aplicações e 3,5Kgf/cm² nas próximas aplicações de cada tipo de solução, indicada no PI-107 (Manômetro da pressão de entrada do 2º estágio).

Recircular por 20 a 30 minutos, caso a solução ganhe turbidez durante a recirculação a aplicação deve ser interrompida, a solução descartada através da VE-119, e nova solução deve ser preparada e aplicada.

Depois que a solução de limpeza recircular por 20 a 30 minutos sem ganho de turbidez, após pelo menos três aplicações em cada estágio, deve-se efetuar a etapa de enxágue da solução de limpeza para dar início a próxima etapa, seja esta, a de aplicação de solução ácida ou a de alinhamento do sistema após o término das aplicações de solução de limpeza alcalina e ácida.

Enxágue da solução de limpeza 1º estágio:

Alinhar as válvulas conforme a tabela acima, deixar apenas a VG-105 (válvula globo) fechada, em seguida ligar a bomba BC-05A/B e abrir a VG-105 lentamente até atingir 3,5 Kgf/cm² na indicação do PI-106.

Enxaguar por 10 a 20 minutos até que toda a solução de limpeza seja removida.

Enxágue da solução de limpeza 2º estágio:

Alinhar as válvulas conforme a tabela acima, deixar apenas a VG-105 (válvula globo) fechada, em seguida ligar a bomba BC-05A/B e abrir lentamente a VG-105 até atingir 3,5 Kgf/cm² na indicação do PI-05.

Enxaguar por 10 a 20 minutos até que toda a solução de limpeza seja removida.

Pré-operação após limpeza química:

Após o ultimo enxágue da limpeza química do 2º estágio, alinhar as válvulas como na tabela acima, executar a sequencia de partida para operação, ajustando as vazões de rejeito e permeado para as de projeto até que o permeado de saída da OR esteja nas condições normais de operação, a vazão de permeado deve ser verificada através de calculo de tempo de enchimento do TQ-05. Enquadrada a qualidade do permeado, parar a BC-05A/B, fechar a XV-01, abrir a VE-105 e fechar a VE-114, e partir o sistema com a sequência de partida em automático concluindo assim a limpeza química da OR.

7. Sistemas Fora de Operação

Membranas têm de ser preservadas, quando o sistema é fechado por mais do que 48 horas, para prevenir crescimento biológico.

Após limpeza e desinfecção, a preservação deve ser feita como descrito abaixo:

- Conservação do sistema usando imersão total das membranas dentro de uma solução de 1 até 1,5% de metabissulfito de sódio
- Controlar o pH uma vez na semana, quando o pH torna-se igual ou menor do que 3, mudar a solução de preservação/conservação;
- Mudar a solução de preservação/conservação no mínimo uma vez no mês.

8. Inspeções Visuais

Recomenda-se uma inspeção visual diária na unidade, com a finalidade de constatar vazamentos, checar o posicionamento das válvulas.

9. Manutenções em Tubulações

Devem ser submetidas a inspeções visuais periódicas observando principalmente as tubulações com relação a vazamentos que possam ocorrer.

As peças reconhecidas pela Acquamáxima como deficientes ou defeituosas serão substituídas através da sua assistência técnica.

10.Manutenções periódicas dos eletrodos sensores

Uma vez por mês deve-se efetuar uma calibração dos eletrodos sensores de pH e de ORP (quando existentes), utilizando as soluções padrões indicadas nos manuais de operação de cada equipamento. Esses eletrodos devem ser substituídos uma vez por ano (não mantê-los em estoque pois isso reduz sua vida útil).

11. Condições de Garantia

A unidade em questão tem garantia contra defeitos de fabricação do Skid metálico e vasos de pressão pelo período de doze (12) meses, para os demais componentes três
(03) meses, contados após sua entrega.

11.1 Concessões de Garantia

A garantia abrange os reparos necessários em decorrência de falhas de material, montagem e fabricação.

As peças reconhecidas pela Acquamáxima como deficientes ou defeituosas, que tenham se danificado por atividade natural e não por falha na operação ou manuseio do equipamento ou armazenamento, serão substituídas através da assistência técnica.

11.2 Exceções em Garantia

Estão excluídas desta garantia, avarias resultantes por imperícia ou utilização inadequada em desacordo com os dados estabelecidos neste manual.

Todos e quaisquer serviços de manutenção no período dos 12 primeiros meses deverão ser realizados por pessoal autorizado Planep, do contrário a garantia será violada.

11.3 Condições de Garantia para Membrana

O SDI (SILT DENSIT INDEX) da água bruta de alimentação não pode ser maior que 3; Os elementos não devem ser expostos a uma pressão maior que 300 PSI;
Durante a operação continua o PH da água não pode ser < 3, ou > 10.

As membranas não podem sofrer choques hidráulicos (golpe de Aríete) ou contra pressão superior a 5 PSI;

O anti incrustante a ser usado, deverá ser aprovado pela Acquamáxima ou o indicado.

- Teor de Ferro < 0,01 PPM

- Teor de Cloro < 0,00 PPM (hipoclorito)

- Teor de SDI < 3 mg/l

- Teor de TOC < 3 mg/l

As condições de pressão e vazão estabelecidas no projeto e determinadas no “Start- UP” da unidade não poderão ser alteradas;

12.Identificação de problemas

Sintomas, Causas e Medidas corretivas

Vazão de Permeado	*Passagem de sais*	*Diferencial de pressão*	*Causa direta*	*Causa Indireta*	*Medida Corretiva*
↑	↑	↔	Danos por oxidação.	Cloro livre Ozônio KMnO4.	Substituição da membrana.
↑	↑	↔	Vazamento na membrana	Contra pressão no permeado; Abrasão.	Substituição da membrana, melhorar a filtragem do cartucho.
↑	↑	↔	Vazamento anel vedação.	Instalação incorreta.	Substituição do anel.
↑	↑	↔	Duto de saída do permeado.	Danos durante o carregamento da membrana.	Substituição da membrana.
↓	↑	↑	Depósito de substâncias Inorgânicas.	Controle incorreto de incrustação.	Limpeza química, correção no controle de incrustação.
↓	↑	↑	Acúmulo de partículas em suspensão: Fe ou metais pesados.	Pré-tratamento inadequado da água de alimentação.	Limpeza química Melhorar pré-tratamento.
↓	↔	↑	Acúmulo de material biológico.	Contaminação da água de alimentação, pré-tratamento insuficiente.	Limpeza química, desinfecção, melhora do pré-tratamento da água de alimentação.
↓	↔	↔	Acúmulo de matéria orgânica.	Óleo; polieletrólito catiônico.	Limpeza química, Melhorar pré-tratamento.
↓	↓	↔	Compactação ou telescopiamento	Golpes hidráulicos.	Substituição das membranas ou adição de membranas.

↓↑ **Sintoma Principal**

↑ **Acréscimo**

↓ **Decréscimo**

↔ **Inalterado**

13.Validade

Termo inicial: data de aceitação de unidade, após a conclusão dos testes de desempenho, realizados pela Planep, constante do relatório de assistência técnica.

Termo Final: 12 meses a contar da data de aceitação da unidade ou da data de emissão da nota fiscal.

A garantia cessará a partir do vencimento de um dos dois períodos, prevalecendo o que primeiro ocorrer.