

# Recomendações referente a água para BPHes em Sistemas de Energia Distrital

CHALLENGE EFFICIENCY

**SUVEP**  
A **DOVER** COMPANY

## Introdução

Este documento pretende explicar a importância da boa qualidade da água em um sistema de energia urbana. Ele se concentra nos parâmetros que ajudam a prevenir a corrosão e a incrustação em um trocador de calor de placas brasadas (BPHE). A boa qualidade da água em um sistema de energia urbana resulta em menor risco de corrosão, entupimento e incrustação. Isso, por sua vez, reduzirá os custos de manutenção para todo o sistema.

## Histórico

Como com a maioria das coisas, a água pode ter qualidades diferentes. Nos sistemas de energia distrital, as qualidades de água mais comuns utilizadas são as não tratadas, desmineralizadas parcialmente ou água suavizada. A qualidade da água é um fator importante, uma vez que as concentrações de certas substâncias podem mudar de acordo com a qualidade da água. A condutividade ilustra isto. A água desmineralizada tem uma condutividade muito menor do que a água não tratada porque a desmineralização remove ions que oferecem condutividade. É importante entender todas as qualidades da água no sistema, desde da água de energia distrital até a água de reposição. A água de reposição pode ser usada para regular, até certo ponto, a qualidade da água no sistema de energia distrital nos níveis recomendados. Não é fácil estabelecer a qualidade da água do sistema de energia distrital. No entanto, testar a água regularmente mantém o estado da água de energia distrital sob controle e reduz o risco de corrosão e formação de partículas.

O Apêndice A, no final deste documento, consiste nas recomendações da SWEP para a qualidade da água quando nossos BPHEs estiverem sendo usados. A tabela demonstra os vários tipos de aços inoxidáveis e os vários materiais de brasagem utilizados em nossos BPHEs. É baseada em água na temperatura ambiente, e examina uma série de componentes químicos importantes. No entanto, a própria corrosão é um processo muito complexo influenciado por muitos fatores e combinações diferentes. O Apêndice A ajuda a decidir se a qualidade da água é adequada para um BPHE SWEP. Se você tiver alguma dúvida sobre este documento ou o Apêndice A, fale com um representante de vendas da SWEP.

## Corrosão de vários materiais.

### Aço inoxidável

O aço inoxidável tem boa resistência à corrosão e, portanto, é encontrado frequentemente em sistemas de energia distrital. Todos os nossos BPHEs usam placas de aço inox, com várias classes disponíveis. No entanto, o cloreto em certos níveis pode iniciar a corrosão do aço inoxidável. A forma mais comum aqui é a corrosão alveolar (pits), com o cloreto atacando apenas uma pequena área do aço. A corrosão alveolar (pits) é difícil de detectar até que seja muito tarde e a unidade tenha começado a vaziar. Outro tipo de corrosão comum e muito similar para o aço inoxidável é a corrosão de frestas, quando a corrosão começa nas fissuras. A Tabela 1 mostra o aço inoxidável que recomendamos para placas de canais para uma variedade de concentrações de cloreto.

Tabela 1. Recomendações da SWEP para a qualidade do aço inoxidável a ser utilizado sob várias temperaturas e concentrações de cloreto.

| CLORETO<br>CONTEÚDO | TEMPERATURA MÁXIMA |                       |                       |                       |                       |
|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                     | 30 °C/86 °F        | 60 °C/140 °F          | 80 °C/176 °F          | 120 °C/248 °F         | 130 °C/266 °F         |
| = 10 ppm            | SS 304             | SS 304                | SS 304                | SS 304                | SS 316                |
| = 25 ppm            | SS 304             | SS 304                | SS 304                | SS 316                | SS 316 <sup>[4]</sup> |
| = 50 ppm            | SS 304             | SS 304                | SS 316                | SS 316                | 254 SMO               |
| = 80 ppm            | SS 316             | SS 316                | SS 316                | SS 316 <sup>[4]</sup> | 254 SMO               |
| = 150 ppm           | SS 316             | SS 316                | SS 316 <sup>[4]</sup> | 254 SMO               | 254 SMO               |
| = 300 ppm           | SS 316             | SS 316 <sup>[4]</sup> | 254 SMO               | 254 SMO               | 254 SMO               |
| > 300 ppm           | 254 SMO            | 254 SMO               | 254 SMO               | 254 SMO               | 254 SMO               |

[4] com material de brasagem a cobre

quarta-feira, 8 de novembro de 2017 09:03:43

Aviso Legal: As informações contidas neste documento estão sujeitas a alterações sem aviso prévio. A SWEP não se responsabiliza por reclamações relacionadas à corrosão.

## Cobre

A maioria de nossos BPHEs usam cobre como o material de brasagem, que tem boa resistência à corrosão na maioria das qualidades de água de energia distrital encontradas. Se a qualidade da água não for de boa qualidade, o cobre pode começar a corroer ou dissolver na água. Para obter mais informações para saber se uma unidade de solda de cobre é adequada, consulte a tabela no Apêndice A. A publicação da Associação de Aquecimento Distrital do Dinamarquesa "Tratamento de água e prevenção de corrosão" recomenda manter o teor de oxigênio abaixo de 0.02 mg/l. O cobre é muito sensível à amônia e ao sulfeto. A amônia pode ser usado em sistemas de energia urbanos para regular o pH. Se o cobre for usado como material de brasagem, recomenda-se que o nível de amônia seja muito baixo. Recomendamos que outro produto químico seja usado para regular o pH, por exemplo hidróxido de sódio.

## Oxigênio

Fatores que aceleram o processo de corrosão são oxigênio e/ou temperatura. Quanto maior a temperatura, mais rápida é a corrosão. A presença de oxigênio aumenta o risco de início da corrosão, assim o teor de oxigênio deve ser mantido tão baixo quanto possível. Ao adicionar água de reposição, é importante certificar-se de que a água tenha sido desoxigenada ou que os aditivos para vincular os produtos químicos tenham sido usados. Conforme mencionado anteriormente, a concentração de oxigênio no lado da energia urbana deve estar abaixo de 0.02 mg/l.

## Entupimento

Entupimento refere-se à tendência de um fluido para formar uma película ou encrustação na superfície de transferência de calor. O termo entupimento inclui a acumulação tanto de material orgânico como inorgânico. Os materiais inorgânicos podem cristalizar como sais, o que resulta em incrustação. Os depósitos orgânicos incluem biofilmes ou organismos microbianos. Se o material inorgânico ou orgânico começar a se acumular dentro do BPHE, isso resultará em menor transferência de calor e maior queda de pressão.

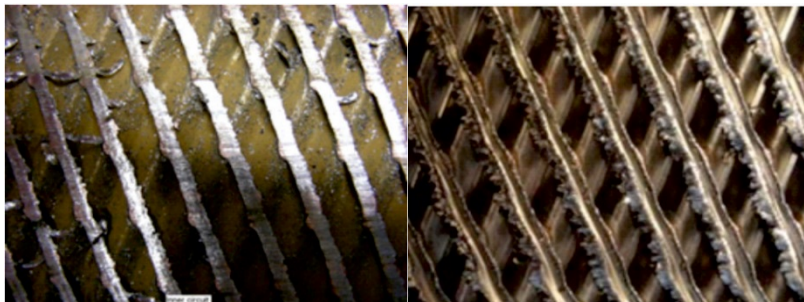


Figura 1. Imagem esquerda: Referência visual, circuito de água da torneira. Imagem a direita: Circuito limpo de água da torneira

## Incrustação

Incrustação é um tipo de entupimento causada por sais inorgânicos no circuito de água do BPHE, que pode precipitar e formar uma incrustação na superfície de transferência de calor. Ocorre quando a velocidade do fluido é baixa (fluxo laminar) e o líquido é distribuído desigualmente através das passagens na superfície de transferência de calor. É altamente dependente da temperatura.

A maior parte da incrustação é devida à precipitação de carbonato de cálcio ou sulfato de cálcio. Certos sais inorgânicos, principalmente estes dois sais, apresentam uma curva de solubilidade invertida, ou seja, a solubilidade em água diminui com o aumento da temperatura. Quando a água fria faz contato com a superfície quente, esses sais são depositados na superfície.

Os fatores importantes que influenciam a incrustação são a qualidade da água, temperatura, turbulência, velocidade, distribuição de fluxo e acabamento superficial. Estimar a tendência da água natural à incrustação envolve vários parâmetros que devem ser analisados e determinados:

- pH
- Teor de cálcio
- Alcalinidade
- Capacidade iônica da água

Os três primeiros parâmetros são relativamente simples de determinar. A força iônica, no entanto, depende da quantidade total de compostos dissolvidos, isto é sais e ácidos, bem como suas concentrações relativas.

Os sais inorgânicos que resultam em escala geralmente provêm de água potável, devido a um vazamento ou da água da torneira se o BPHE for usado em uma subestação para o aquecimento da água da torneira. Eles também podem vir da água de reposição.

Para reduzir o risco de incrustação, use a perda de carga de água mais alta possível. Uma perda de carga alta implica maiores tensões de cisalhamento, que são sempre benéficas em caso de incrustação. As tensões de cisalhamento funcionam como um descalcificador aplicando forças constantemente ao material aderente que puxa o material particulado para longe da superfície, como mostrado na Figura 2. As tensões de cisalhamento também ajudam a prevenir a deposição de partículas em suspensão. Para um BPHE com uma temperatura acima de 70°C (158°F) no lado quente e/ou água muito dura (e alto risco de incrustação), a perda de carga deve ser aumentada tanto quanto possível no lado da água fria e reduzida no lado quente. Isso reduz a temperatura da parede no lado da água de refrigeração e aumenta as tensões de cisalhamento, tornando mais difícil a aderência dos compostos de incrustação. A prática normal é fazer com que a água fria entre na conexão inferior sempre que possível, porque se entra pela conexão superior, pode encorajar os resíduos a entrarem nos canais.



Figura 2. Uma ilustração de como o fluxo turbulento e as tensões de cisalhamento ajudam a manter o BPHE limpo.

### Depósitos orgânicos/biofilmes

Se as bactérias entrarem nos sistemas de energia urbanos, seu tamanho pequeno (cerca de 1 µm) permite que penetrem em todos os sistemas. Elas podem entrar em sistemas de várias maneiras, por exemplo:

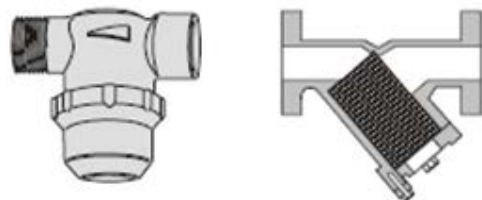
- Água de reposição
- Contaminação após fratura da tubulação
- Falta de limpeza de plantas novas e modernizadas
- Mistura com água de aquecimento central de plantas recém-conectadas
- BPHE com vazamento e tanques de água quente

Depósitos orgânicos/biofilmes podem reduzir a transferência de calor no BPHE. Eles também podem entupir canais inteiros no BPHE, o que também aumenta a perda de carga. Os depósitos também podem resultar em corrosão microbiana.

## Filtros e peneiras

As conexões do BPHE podem obstruir caso partículas como limo, escória de tubos, matéria biológica, etc. não forem impedidas de entrar na unidade. Essas partículas poderiam, de outro modo, bloquear os canais, causando mau desempenho e aumento da perda de carga. Em um sistema de circuito fechado, o sistema de tubulação deve estar devidamente limpo antes que o BPHE esteja conectado para garantir que nenhuma sujeira possa causar incrustação ou entupimento no sistema. Para sistemas de circuito aberto e para aumentar a segurança em sistemas de circuito fechado, os componentes necessários para filtrar partículas devem ser instalados antes do BPHE.

Para reduzir o risco de formação de uma lama particulada dentro do BPHE, um filtro ou peneira deve ser instalado. As peneiras podem fornecer a proteção necessária contra bloqueio. Se algum dos meios contiverem partículas maiores que 1 mm, recomendamos que um filtro de 20 mesh (número de orifícios por polegada) seja instalado antes do BPHE.



Para aplicações com uma alta concentração de magnetita na água, como circuito aberto ou circuito fechado com alta taxa de vazamento, é recomendado um filtro magnético. Isso não só impedirá o BPHE de entupir, mas também protegerá a bomba de água contra a erosão.

## Separador de sujeira

Além de filtros, nossas subestações também foram oferecidas com separadores de sujeira de última geração que removem as partículas de sujeira menores, reduzindo as necessidades de manutenção e aumentando o desempenho.

## Melhores práticas para prevenção e eliminação de bloqueios e encrustação

A proteção contra bloqueios e incrustação começa com um bom manual de instalação que fornece orientação sobre quando e como limpar o BPHE. A única maneira de limpar um bloqueio, sem substituição do BPHE, é por retrolavagem. A única maneira de executar uma retrolavagem é ter as conexões e válvulas necessárias para isolar o BPHE e permitir que a água escorra durante a retrolavagem. Nossos BPHEs podem ser equipados com conexões na própria unidade para limpeza.

Se houver uma relutância em ter estas conexões no BPHE, a empresa de instalação terá que adicionar as conexões e válvulas.

Outra dica útil é fornecer tabelas de fluxo de água/perda de pressão cobrindo o BPHE e o sistema interno de tubulação de água. Eles ajudarão os técnicos de campo a determinar se é necessário fazer uma lavagem ou descalcificação.

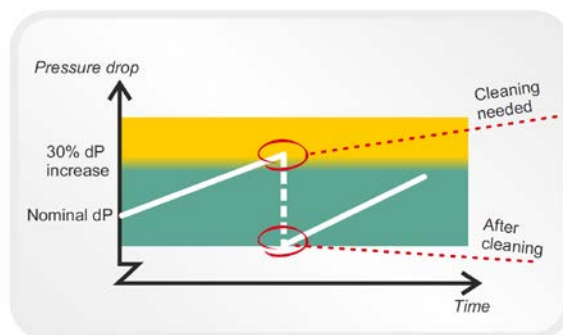


Figura 3. Um aumento de 30% na perda de carga indica que a limpeza é necessária.

## Apêndice A - Recomendações de água

O guia abaixo indica a resistência à corrosão de aços inoxidáveis e materiais de brasagem em água de energia distrital à temperatura ambiente. A tabela lista uma série de componentes químicos importantes. No entanto, a própria corrosão é um processo muito complexo influenciado por muitos fatores diferentes em combinação. Esta tabela é, portanto, uma simplificação considerável e não deve ser considerada definitiva.

### EXPLICAÇÕES:

- + Boa resistência em condições normais
- 0 Problemas de corrosão possíveis especialmente quando mais fatores têm valor 0
- Uso não recomendado

| CONTEÚDO DE ÁGUA  | DE CONCENTRAÇÃO (mg/l ou ppm)          | LIMITES DE TEMPO<br>Análise antes | Material da placa |          |         | Material de brasagem |        |                |
|---|--|-----------------------------------|-------------------|----------|---------|----------------------|--------|----------------|
|   |  |                                   | AISI 304          | AISI 316 | 254 SMO | COBRE                | NÍQUEL | AÇO INOXIDÁVEL |
| Alcalinidade (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )                   | < 70                                   | Dentro de 24 h                    | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
|   | 70-300                                 |                                   | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | > 300                                  |                                   | +                 | +        | +       | 0/+                  | +      | +              |
| Sulfato <sup>[1]</sup> (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )         | < 70                                   | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | 70-300                                 |                                   | +                 | +        | +       | 0/-                  | +      | +              |
|   | > 300                                  |                                   | +                 | +        | +       | -                    | +      | +              |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> / SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | > 1.0                                  | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | < 1.0                                  |                                   | +                 | +        | +       | 0/-                  | +      | +              |
| Condutividade elétrica  | < 10 µS/cm                             | Sem limite                        | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
|   | 10-500 µS/cm                           |                                   | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | > 500 µS/cm                            |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
| pH <sup>[2]</sup>   | < 6.0                                  | Dentro de 24 h                    | 0                 | 0        | 0       | 0                    | +      | 0              |
|   | 6,0-7,5                                |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
|   | 7,5-10,0                               |                                   | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | >10.0                                  |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
| Amônio (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )                          | < 2                                    | Dentro de 24 h                    | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | 2-20                                   |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
|   | > 20                                   |                                   | +                 | +        | +       | -                    | +      | +              |
| Cloretos (Cl <sup>-</sup> )<br><i>Veja também Tabela abaixo</i> | < 100                                  | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | 100-200                                |                                   | 0                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | 200-300                                |                                   | -                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | > 300                                  |                                   | -                 | -        | +       | 0/+                  | +      | -              |
| Sem Cloro (Cl <sub>2</sub> )                                    | < 1                                    | Dentro de 5 h                     | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | 1-5                                    |                                   | -                 | -        | 0       | 0                    | +      | -              |
|   | > 5                                    |                                   | -                 | -        | -       | 0/-                  | +      | -              |
| Oxigênio  | < 0.02 ou<br>tão baixo quanto possível |                                   | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
| Sulfato de hidrogênio (H <sub>2</sub> S)                        | < 0.05                                 | Sem limite                        |                   | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | > 0.05                                 |                                   |                   | +        | +       | 0/-                  | +      | +              |
| Livre de (agressivo) dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> )      | < 5                                    | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | 5-20                                   |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
|   | > 20                                   |                                   | +                 | +        | +       | -                    | +      | +              |
| Dureza total (°dH)  | 4,0-8,5                                | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
| Nitrato <sup>[1]</sup> (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )          | < 100                                  | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | > 100                                  |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |
| Ferro <sup>[3]</sup> (Fe)                                       | < 0.2                                  | Sem limite                        | +                 | +        | +       | +                    | +      | +              |
|   | > 0.2                                  |                                   | +                 | +        | +       | 0                    | +      | +              |

|                              |       |            |   |   |   |   |   |   |
|------------------------------|-------|------------|---|---|---|---|---|---|
| Alumínio (Al)                | < 0.2 | Sem limite | + | + | + | + | + | + |
|                              | > 0.2 |            | + | + | + | 0 | + | + |
| Manganês <sup>[3]</sup> (Mn) | < 0.1 | Sem limite | + | + | + | + | + | + |
|                              | > 0.1 |            | + | + | + | 0 | + | + |

<sup>[1]</sup>Sulfatos e nitratos inibem a corrosão causada por cloretos em ambientes de pH neutros

<sup>[2]</sup> Em geral, o baixo pH (abaixo de 6) aumenta o risco de corrosão; alto pH (acima de 7.5) diminui o risco de corrosão

<sup>[3]</sup> Fe<sup>3+</sup> + e Mn<sup>4+</sup> + são oxidantes fortes e podem aumentar o risco de corrosão localizada em aços inoxidáveis

<sup>[4]</sup> em combinação ao material de brasagem de cobre SiO<sub>2</sub> acima de 150 ppm aumenta o risco de incrustação

A tabela abaixo cobre uma gama de concentrações e temperaturas de cloreto, e mostra o material de brasagem e o grau de aço inoxidável requerido para diferentes combinações de concentração/temperatura de cloreto.

| CLORETO<br>CONTEÚDO | TEMPERATURA MÁXIMA |                       |                       |                       |                       |
|---------------------|--------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                     | 30 °C/86 °F        | 60 °C/140 °F          | 80 °C/176 °F          | 120 °C/248 °F         | 130 °C/266 °F         |
| = 10 ppm            | SS 304             | SS 304                | SS 304                | SS 304                | SS 316                |
| = 25 ppm            | SS 304             | SS 304                | SS 304                | SS 316                | SS 316 <sup>[4]</sup> |
| = 50 ppm            | SS 304             | SS 304                | SS 316                | SS 316                | Ti / 254 SMO          |
| = 80 ppm            | SS 316             | SS 316                | SS 316                | SS 316 <sup>[4]</sup> | Ti / 254 SMO          |
| = 150 ppm           | SS 316             | SS 316                | SS 316 <sup>[4]</sup> | Ti / SMO 254          | Ti / SMO 254          |
| = 300 ppm           | SS 316             | SS 316 <sup>[4]</sup> | Ti / 254 SMO          | Ti / 254 SMO          | Ti / 254 SMO          |
| > 300 ppm           | Ti / 254 SMO       | Ti / 254 SMO          | Ti / 254 SMO          | Ti / 254 SMO          | Ti / SMO 254          |

[4] com material de brasagem a cobre

SWEP is the world's leading supplier of compact brazed plate heat exchangers (BPHEs). These products are used where heat needs to be transferred efficiently in air conditioning, refrigeration, heating, and industrial applications. SWEP is close to its customers, with representation in more than 50 countries and its own dedicated sales force in more than 20 countries. Highly efficient production units in Sweden, the USA, Malaysia, Slovakia, and China enable SWEP to serve customers all over the world. SWEP is part of the global Dover Corporation, which is a multi-billion-dollar, NYSE-traded, diversified manufacturer of a wide range of proprietary products and components for industrial and commercial use.