

RENABRAVA 10/2020

23/04/2020

**PLANO DE PROGRAMA DE TRATAMENTO QUÍMICO
VISANDO LONGAS PARADAS E RETOMADA EM
SITEMAS AVAC-R**

Apresentação

Devido à pandemia do Covid-19 (Coronavírus), atendendo às novas medidas e protocolos definidos pelas autoridades públicas, devido ao fechamento dos estabelecimentos ao público e por sua vez os sistemas de ar-condicionado central estarem temporariamente fora de operação, se fazem necessários procedimentos técnicos a serem adotados no que diz respeito a longas paradas dos sistemas de condensação, água gelada, incluindo os tanques de termoacumulação. Assim sendo foi elaborado o manual para procedimentos técnicos visando a operação, conservação e retomada de sistemas de Aquecimento, Ventilação, Ar-Condicionado – Refrigeração (AVAC-R), quando em longas paradas.

No corpo desse manual se encontram recomendações para a realização de programas de tratamento químico a serem utilizados visando manter os sistemas conservados e prontos para operação mediante necessidade.

Sumário

1	Objetivo	4
2	Proteção para sistemas AVAC-R – Parados (hibernados)	4
2.1	Sistemas com circuito de condensação e com circuito fechado	4
2.2	Quanto a processos corrosivos	4
2.2.1	Corrosão em meio aquoso	4
2.3	Quanto a formações orgânicas	5
3	Sistemas de transferência de calor com água	6
3.1	Sistemas de condensação – hibernados (longas paradas)	6
3.2	Sistemas fechados	6
3.3	Quanto aos tanques de água gelada	6
4	Categorias de produtos químicos	6
4.1	Definição do produto químico	6
4.1.1	Inibidores de corrosão	6
4.1.2	Produto saneante	7
4.1.3	Sanitização	7
4.1.4	Desinfecção	7
4.1.5	Desinfetante	7
4.1.6	Fungicida	7
4.1.7	Fungistático	7
4.1.8	Bacteriostático	7
4.1.9	Bactericida ou microbicida	7
4.1.9.1	Microbicidas não oxidantes	8
4.1.10	Biodispersante	8
5	Procedimentos técnicos a serem adotados	8
5.1	Programas de tratamento químico	8
5.1.1	Tecnologias recomendadas	8
5.1.2	Demais procedimentos	9
6	Considerações finais	10
	Tabela 1 Sistemas com circuito aberto	8
	Tabela 2 Sistemas com circuito fechado	8
	Tabela 3 Parâmetros a serem mantidos	9

Introdução

Em atividades industriais e corporativas, a água é considerada matéria-prima básica. Devido à sua importância, é fundamental que se tenha conhecimentos teórico e prático quanto à utilização de água em sistemas de resfriamento. Isto porque a água utilizada como fluido de troca térmica, apresenta vários inconvenientes, como deposições orgânicas e inorgânicas (incrustações) com aumento da resistência térmica, corrosão com risco de perda para as tubulações.

Atualmente, milhões de dólares são gastos por ano com prejuízos que tangenciam tratamentos corretivos e/ou tratamentos preventivos mal dimensionados ou gerenciados. O maior responsável, entre todos os possíveis inconvenientes, é o processo de corrosão microbológica, gerado pela proliferação descontrolada de microrganismos. Um sistema parado ou hibernado, torna-se um ambiente favorável para o crescimento microbológico.

Hibernação de sistemas de ar-condicionado central é um dos maiores desafios no tratamento de águas para AVAC_R, é quando precisam ficar parados por períodos grandes. Para estes casos é altamente recomendado fazer uma hibernação do sistema. Muitas vezes o tempo que o sistema irá ficar hibernado não é conhecido e por isso existe o desejo de poder rapidamente entrar em operação em uma eventual necessidade.

Quando parados ou hibernados a água nos sistemas ficará estagnada no interior das torres de arrefecimento, tubulações, condensadores e evaporadores, dessa forma os mesmos ficarão expostos a compostos orgânicos, que em sua maioria são agentes causadores da formação de biofilme (*slime*) bacteriano, portanto, torres de arrefecimento, tubulação de condensação, água gelada, condensadores, evaporadores e tanques de água gelada necessitam serem devidamente condicionados.

Neste tipo de procedimento existem muitos cuidados que devem ser pensados previamente antes de realizar o procedimento como:

- a) qualidade de água para fazer a hibernação;
- b) oxigênio presente na água dos sistemas;
- c) tecnologia a ser utilizada;
- d) período para recirculação de água;
- e) controle analítico a serem realizadas durante este período.

1 Objetivo

Esta Renabrava tem o objetivo de definir os procedimentos que possam ser adotados por usuários e tratadores de água em sistemas de AVAC-R quando em longas paradas e posterior retomada.

2 Proteção para sistemas AVAC-R - Parados (Hibernados)

2.1 Sistemas com circuito de condensação e com circuito fechado

Sistemas com circuito semiaberto com retorno são aqueles que tem dois ou mais pontos em contato da água com o ar, por exemplo, rejeição de calor por torre de resfriamento e resfriamento lavador de ar.

Sistemas com circuito fechado são aqueles que tem somente um ponto em contato da água com o ar, por exemplo, circuito de água gelada com tanque de expansão e rejeição de calor por *dry cooler*.

2.2 Quanto a processos corrosivos

Por definição a corrosão é a deterioração de um material devido à reação química ou eletroquímica com seu meio.

2.2.1 Corrosão em meio aquoso

- Sais dissolvidos
- Gases dissolvidos
- Material orgânico
- Bactérias e algas
- Sólidos em suspensão
- pH e temperatura
- Velocidade da água

Os sistemas de condensação e circuitos fechados, quando hibernados, estão sujeitos a processos corrosivos bastante agressivos, sendo esses catalisados principalmente pela presença do oxigênio.

A corrosão se inicia principalmente quando da paralização dos equipamentos e a estagnação da água.

Pilhas galvânicas formadas por materiais metálicos diferentes, principalmente por aeração diferencial, tendem a se formar, à medida que o oxigênio vai sendo dissolvido na água e desta forma, contribuindo para formação de pontos de oxidação nos espelhos e ao longo da linha.

O problema se agrava nos espelhos dos condensadores e evaporadores, onde a presença de tubos de cobre, inseridos ao aço carbono, dão origem ao aparecimento de grandes áreas catódicas.

A deterioração causada pela interação de microrganismos entre o material (sistema de resfriamento) e o seu meio operacional (água) representa alterações prejudiciais desagradáveis, sofridas pelo material, tais como desgaste, variações químicas ou modificações estruturais, aumentando significativamente a depreciação de equipamentos. Tal deterioração, normalmente é caracterizada pela corrosão galvânica, eletrolítica ou por aeração diferencial.

Com base em casos reais, é possível qualificar os processos corrosivos por ação microbiológica, dimensionar um programa de tratamento químico preventivo, bem como quantificar perdas e ganhos de desempenho com economia de energia relacionados aos sistemas de transferência de calor entre a água e o fluido refrigerante.

2.3 Quanto a formações orgânicas

“É bastante evidente que um ser vivo se desenvolva com maior facilidade quando encontra fontes abundantes de materiais necessários para sua subsistência e reprodução. Assim, a presença de inúmeros nutrientes, orgânicos e inorgânicos, pode favorecer o crescimento microbiológico, tais como: açúcares, aminoácidos e proteínas, gorduras e/ou ácidos graxos, fosfatos, nitratos, sulfatos, potássio, sódio vários outros íons e uma infinidade de outras substâncias. Isso posto, o sucesso do controle microbiológico na água de resfriamento também depende da eliminação ou anulação das fontes e possíveis contaminações desses nutrientes”. (Valdemir 2018).

Por diversos fatores físico-químicos como: temperatura, matéria orgânica, luminosidade, pH, velocidade de fluxo, sais dissolvidos etc., os sistemas de resfriamento apresentam condições favoráveis ao crescimento microbiológico (HERRO & PORT 1993). A **reação de oxidação no processo corrosivo, pode ser influenciada pela presença de micro-organismos** que alterem a velocidade das reações anódicas ou catódicas, através dos produtos de seu metabolismo.

“Este processo, não está relacionado à única espécie de micro-organismos, mas de um consórcio de micro-organismos, aeróbicos e anaeróbicos, como algas, bactérias e fungos. A espessura dos depósitos de micro-organismos origina o gradiente de aeração diferencial e condições anaeróbicas são criadas pelo consumo de oxigênio nas reações e pela secreção de polissacarídeos, limitando a difusão do oxigênio até a parte inferior do biofilme”. (Gonçalves, 2002).

3 Sistema de transferência de calor com água

3.1 Sistemas de condensação – hibernados (longas paradas)

Torres de arrefecimento estão sujeitas a proliferação de algas, fungos e bactérias formadoras de limo, se desenvolvem nas torres de arrefecimento, uma função das mesmas serem um ponto de contato entre o ambiente onde a mesma está instalada e o interior dos sistemas (tubulações e condensadores).

Lavadores de ar, tubulações e condensadores estão sujeitos a formação de biofilme, ao longo das tubulações, gerando problemas de deposições biológicas, que podem contribuir para formações de contaminantes severos à água assim como para pontos de corrosão microbiológica na linha de condensação e espelhos dos condensadores.

3.2 Sistemas fechados

Em águas paradas, pode haver formação microbiológica na caixa de compensação, tubulações e máquinas, haja vista as mesmas se formarem em função principalmente de meio de cultura existentes na água. Diferente das torres, a presença de algas esverdeadas, são possibilidades remotas em função da ausência de luz.

3.3 Quanto aos tanques de água gelada

O sistema de água gelada pode operar em conjunto com um sistema de termoacumulação, que é constituído por tanques com grandes volumes para a acumulação de energia térmica em baixa temperatura.

Mesmo isolado o tanque de água gelada, pode ser afetado com formações orgânicas, cabe ressaltar que são grandes volumes de águas, que precisam ser preservados, pois no caso de haver formações orgânicas, na retomada do processo, a remediação tende a ser onerosa para o usuário.

“Segundo Valdemir 2018, a água é o habitat natural de milhares de seres vivos, desde microrganismos unicelulares até animais superiores. Com o aprimoramento das atividades humanas e o uso generalizado da água nestas atividades, deparamo-nos com um problema muito difícil de ser resolvido, principalmente porque vai de encontro à própria natureza: o desenvolvimento de organismos na água que usamos e todas as consequências que este fato pode gerar”.

4 Categorias de produtos químicos

Uma variedade de produtos químicos pode ser usada como parte de um processo de tratamento em um sistema AVAC-R.

4.1 Definição dos produtos químicos

4.1.1 Inibidores de corrosão

São compostos químicos com capacidade de retardar e prevenir o progresso corrosivo, protegendo a metalografia existente. Os inibidores utilizados podem ser classificados como anódicos, catódicos e mistos.

4.1.2 Produto saneante

Substância ou preparação destinada à aplicação em objetos, tecidos, superfícies inanimadas e ambientes, com finalidade de limpeza e afins, desinfecção, desinfestação, sanitização, desodorização e odorização, além de desinfecção de água para o consumo humano, hortifrutícolas e piscinas.

4.1.3 Sanitização

Processo que reduz o número de microrganismos em níveis seguros, de acordo com as normas de saúde.

4.1.4 Desinfecção

Processo físico ou químico que destrói a maioria dos microrganismos patogênicos de objetos inanimados e superfícies, com exceção de esporos bacterianos.

4.1.5 Desinfetante

Agente que elimina uma espécie específica de microrganismo infeccioso ou outro microrganismo indesejado, mas, não necessariamente esporos bacterianos, somente em ambiente inerte. Os produtos desinfetantes geralmente são eficientes contra fungos e vírus, bem como, bactérias.

4.1.6 Fungicida

Substância que destrói fungos, leveduras e/ou esporos fúngicos (em superfícies do ambiente) que podem representar uma ameaça à saúde pública.

4.1.7 Fungistático

Agente que inibe a proliferação de fungos de significância econômica ou estética, que não são considerados como sendo relacionados à saúde humana (em superfícies do ambiente). Esse agente não tem declaração fungicida.

4.1.8 Bacteriostático

Agente que inibe a proliferação de bactérias (em superfícies do ambiente) que não são consideradas relacionadas à saúde humana.

4.1.9 Bactericida ou microbicida

Os microbicidas e bioestáticos, são compostos químicos tóxicos, utilizados em água de refrigeração, com o propósito de eliminar os microrganismos indesejáveis, ou inibir o crescimento dos mesmos, de tal forma que não causem danos ao processo de troca térmica.

Os microbicidas utilizados em sistemas de resfriamento são classificados como oxidantes e não-oxidantes.

4.1.9.1 Microbicidas não oxidantes

Estes microbicidas se dividem em os que atacam as enzimas e os que rompem as paredes celular e citoplásmica.

4.1.10 Biodispersante

Um tensoativo, a fim de dispersar as casulas gelatinosas que envolvem todas as bactérias sésseis, para evitar a formação de “*slime*” (biofilme).

5 Procedimentos técnicos a serem adotados

Tanto os sistemas de condensação quanto os circuitos fechados estão sujeitos (quando parados), a formação de corrosão por aeração diferencial, os mesmos devem-se a presença de depósitos porosos que se agregam a superfície metálica, em sua maioria são formados por limo bacteriano, dessa forma áreas menos aeradas, acabam funcionando como anodo e as áreas menos depositadas como catodos.

5.1 Programa de tratamento químico

5.1.1 Tecnologias recomendadas

As tecnologias recomendadas estão apresentadas nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 — Sistema de condensação

Sistema	Condensação - aberto
Inibidor de corrosão	² Fosfonatos, Fosfatos, Molibidatos ou similar
Microbicidas	Isotiazolina/Sais quaternários de amônia ou similar

² Fazer uso de tecnologia visando proteger a metalografia existente no sistema de AVAC-R.

Tabela 2 — Circuito fechado

Sistema	Água gelada - fechado
Inibidor de corrosão	¹ Nitritos/Borato /Azol, Molibidatos ou similar
Microbicidas	Isotiazolina ou similar
¹ Caso o tanque possua o inibidor de corrosão a base de Nitrito /Borato/Azóis, manter o programa de tratamento, não há necessidade de alterar o <i>Blend</i> para inibidor de corrosão.	

Tabela 3 - Parâmetros a serem mantidos

	Condensação (circuito semiaberto)	Água gelada/TAG (circuito fechado)
pH	6,0 – 8,5	8,5 – 9,5
Ferro Total	Máx. 3,0 PPM	Máx. 3,0 PPM
*Fosfonatos	Min. 10 máx. 20 PPM	Não se aplica
*Molibidatos	Min. 5,0 máx. 10 PPM	Min. 5,0 máx. 10 PPM
Nitritos	Não se aplica	Min. 200 ppm
Nit. Amoniacal	Máx. 0 ppm	Máx. 0 ppm
Contagem total	Max 1,0x10 ⁴ UFC/ml	Máx. 1,0x10 ⁴ UFC/ml
NOTA Se recomenda optar por uma das tecnologias a seguir: ¹ Manter a tecnologia que já vem sendo utilizada no programa de tratamento químico preventivo. ² Fazer uso de tecnologia visando proteger a metalografia existente no sistema de AVAC-R. ³ Estes parâmetros são considerados ideais, como margem de segurança. O tratador de água continua sendo o responsável técnico pelo programa de tratamento.		

5.1.2 Demais procedimentos

O sistema de condensação, fechado e tanques de água gelada devem ficar inundados, visando evitar a entrada de oxigênio em áreas não alcançadas pelo tratamento específico.

Após a dosagem de produtos realizadas por tratador de águas, o sistema deve circular **sem carga térmica** por 60 min. visando homogeneizar a solução aplicada.

Manter o sistema operando uma vez por semana, pelo período de 60 min.

Manter vazão de recirculação capaz de proporcionar a distribuição uniforme de água, nas torres, enchimentos, tubulações condensadoras e/ou evaporadores.

Isolar o TAG do sistema de água gelada deixá-lo hibernado por um período máximo de 3 meses, caso necessite de um período maior do que este, novos procedimentos serão realizados, manter o residual de inibidor de corrosão de 200 ppm (no caso de Nitrito), conforme Tabela 3.

Manter controle da contagem total máximo $1,0 \times 10^4$ UFC/ml, caso haja crescimento acima deste, proceder a adição de 200 ppm do microbicida recomendado.

Devem ser realizadas, quando das **visitas periódicas por intermédio de técnico da empresa contratada**, análises físico-químicas e microbiológicas, antes e após a dosagem dos produtos, visando avaliar as condições da água dos sistemas.

Visitas periódicas para análise (laboratório ou in loco) dos seguintes itens:

- pH
- Nitritos (circuito fechado)
- Condutividade
- Cloretos
- Residual de ativo inibidor de corrosão (condensação)

Esta ação visa corrigir qualquer não conformidade apresentada com relação ao residual de produtos.

Tais visitas serão realizadas da seguinte forma:

- Coleta de amostra de água;
- Confecção de relatório físico-químico acompanhado de parecer técnico;
- Vistoria do local;
- Caso necessário reuniões com o setor responsável.

A coleta de amostras para realização lamino cultivo*, ou contagem total, visando avaliar o programa de controle microbiológico.

* O lamino cultivo é importante para verificar o crescimento microbiológico. Este teste se faz necessário para evitar a chamada resistência ao microbicida, que pode gerar:

- Produção de uma enzima capaz de destruir o biocida;
- Mudança na estrutura celular;
- Diminuição da permeabilidade da membrana citoplásmica, para impedir a entrada do biocida,
- Modificação da composição da parede celular,
- Mutação espontânea nos cromossomos ou nos plasmódios.

NOTA É importante que a hibernação seja realizada levando em consideração a água de reposição (*make-up*) assim como as condições das quais os sistemas estão operando e/ou instalados. Enquanto os sistemas estiverem parados com recirculação de água semanal não é recomendada a dosagem contínua de produtos químicos.

6 Considerações finais

Quando de paradas por longo período, sistemas de condensação, circuito fechado, e tanques de água gelada, necessitam de condicionamento específico, haja vista a necessidade de deixar a água com tratamento preventivo adequado a esse tipo de situação.

Levando em consideração que quando em funcionamento, em sistemas de condensação, ocorrem transformações da água, haja vista por definição uma água de condensação ser destinada a processos de trocas térmicas em equipamentos com modificação do seu estado, sendo que, no caso de paradas por longo período as mudanças de estado não acontecem, haja vista não existir o fenômeno da evaporação.

Preocupação com processo de oxidação e desenvolvimento microbiológico devem ter maior atenção por parte dos tratadores de água e usuários.

Dessa maneira, a manutenção de residuais de inibidores de corrosão, visando a manutenção das taxas de corrosão ao aço carbono e ao cobre dentro de parâmetros aceitáveis, assim como o controle do desenvolvimento microbiológico são de fundamental importância para o sucesso desse tipo de procedimento, sejam em sistemas de condensação, circuitos fechados e tanques de água gelada.

Cabe aqui ressaltar a necessidade do monitoramento do processo por intermédio de empresa especializada visando avaliação do desempenho do programa de tratamento, assim como recirculação das águas dos sistemas, visando a homogeneização dos produtos químicos aplicados na água (*blend*), seja de inibidores de corrosão, ou microbicidas do tipo não oxidantes.

Revisada em 12 de março de 2021