SISTEMA CONTÍNUO DE DOSAGEM DE CLORO

Noriberto Araujo Pradie[(1)]
Doutor em Ciências na área Química pelo Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP), com pós-doutorado pelo IQ-USP, mestre em Química pelo IQ-USP, graduação em Química Industrial, Biotecnológica e Licenciatura pelo IQ-USP, Técnico em Química pela Escola Padre Anchieta, atuando desde 2018 como Técnico em Sistemas de Saneamento na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp).
Marcello Ciarcia Bianchi[(2)]
Engenheiro Químico formado na Oswaldo Cruz e Técnico em Química pela São Judas, desde 1996 atuando como Técnico Em Sistemas de Saneamento Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp)

Endereço[(1)]**:** Estrada do Morro Grande, Km 42,5 – Morro Grande - Cotia – SP - CEP: 06719-500 - Brasil - Tel: +55 (11) 3388-6847- e-mail: npradie@sabesp.com.br.

RESUMO

Foi implementado um sistema de alimentação de gás cloro que mantem a dosagem de cloro constante e sem interrupções durante a troca dos cilindros em operação. O sistema, composto pelos cilindros de cloro, evaporadores, cloradores e tubulações, mantém 2 evaporadores operando alimentados com diferentes cilindros de cloro próximo ao momento da troca de cilindros. Com isso a dosagem de cloro não é interrompida mesmo quando o cilindro de cloro se esgota, mantendo a dosagem de cloro na água constante e sem interrupções, atingindo assim os parâmetros esperados de qualidade da água tratada. O processo é automático, eliminando a necessidade de alteração na dosagem de cloro e diminuindo a necessidade de manobras de válvulas pela equipe de operação. Com isso garantimos o atendimento da portaria GM/MS 888 de 2021

PALAVRAS-CHAVE: sistema de dosagem de cloro, desinfeção, oxidação

INTRODUÇÃO

O gás cloro é um dos produtos utilizados como oxidante e desinfectante no processo de tratamento de água (BERNARDO, 2017), sendo que a portaria GM/MS 888 de 2021 em seu artigo 32 estabelece que "É obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo" (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021). Assim manter a dosagem de cloro dentro dos limites da portaria é uma das etapas importante do tratamento de água.

O cloro líquido, que pode ser armazenado em cilindros ou carretas, é transformado em gás através de evaporadores. A reação do cloro na forma gasosa com a água gera o íon hipoclorito, ClO^-, que atua na oxidação da matéria orgânica e inorgânica presentes na água e na sua desinfeção (BERNARDO, 2017).

Na operação com cloro líquido em cilindros, é necessário fazer a troca do cilindro quando o cloro termina, colocando em operação outro cilindro cheio. Neste processo, durante o momento entre o término do cloro em um cilindro e a colocação de outro cilindro em operação, a dosagem de cloro é interrompida por um intervalo de tempo.

Nessa situação, para garantir que a dosagem de cloro na água tratada fique dentro do limite estabelecido pela portaria 888, é necessária a ação do operador da estação de tratamento de água alterando a dosagem de cloro de maneira a compensar a falta momentânea de cloro.

Para garantir o cumprimento da portaria GM/MS 888 de 2021 e manter a dosagem de cloro na pré-cloração da água bruta e da água decantada, procura-se evitar o intervalo de tempo sem cloração no sistema de tratamento de água que ocorre quando é feita a troca dos cilindros em operação. Assim, foi desenvolvido um sistema que permite a troca dos cilindros de cloro e garanta a dosagem contínua de cloro automaticamente, sem interrupções e sem que seja necessário ajustes na dosagem de cloro pelo operador da estação de tratamento de água.

METODOLOGIA

Na estação de tratamento de água em questão operam dois cilindros de 900Kg de cloro de cada vez. Os cilindros são dispostos em 8 berços numerados cada par de 1 a 4, como apresentado na Figura 1. Os pares 1 e 2 estão conectados a uma linha de saída e os pares 3 e 4 estão conectados a outra linha de saída. Os pares de cilindros são colocados em operação na sequência 1, 3, 2 e 4, garantindo que nenhum par fique muito tempo sem ser utilizado.

Figura 1 - Cilindros em seus berços e linhas de cloro líquido



A linha de cloro líquido que sai dos pares de cilindros 1 e 2 é utilizada na alimentação do evaporador 1, enquanto a linha de cloro líquido que sai dos pares de cilindros 3 e 4 é utilizada na alimentação do evaporador 3, como apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Evaporadores de cloro, de números 1 a 3 na sequência da esquerda para a direita



Na sala dos evaporadores há ainda mais um evaporador, de número 2, que é mantido em reserva para o caso de mau funcionamento ou necessidade de manutenção dos evaporados 1 ou 3 e que pode ser alimentado com cloro das duas linhas que alimentam o evaporador 1 ou 3. A linha de cloro líquido que sai dos pares de cilindros 1 e 2 está conectada através de uma válvula à linha de cloro líquido que sai dos pares de cilindros 3 e 4, de modo que qualquer

par de cilindros alimente qualquer um dos evaporadores, permitindo a manutenção de qualquer um deles a qualquer momento.

Nos evaporadores o gás cloro é gerado com uma pressão de cerca de 100 psi. Há um pressostato, que aciona uma sirene quando a pressão do gás cloro diminui até o valor de 40 psi. O soar da sirene serve de aviso à equipe da operação da estação de tratamento de água para que seja colocado em operação o próximo par de cilindros que passa a operar em outro evaporador enquanto o primeiro par de cilindros continua operando paralelamente pelo outro evaporador até que o cloro dentro deles acabe, o que ocorre em cerca de 40min.

Com esta configuração de funcionamento é mantida a alimentação constante do sistema com cloro, permitindo a retirada e a troca dos cilindros vazios de cloro e realizando o revezamento da operação dos evaporadores sem que ocorra a interrupção da dosagem de cloro.

As linhas de cloro gasoso alimentam 5 cloradores, apresentados na Figura 3. Dois cloradores são utilizados na pré-cloração da água bruta, um na cloração da água decantada, um na cloração da água tratada que segue para o reservatório de distribuição e um clorador permanece na reserva. Há ainda um sexto clorador em teste.

Figura 3 - Cloradores



Através de um *manifold* as três linhas que trazem cloro gasoso de cada um dos evaporadores alimentam todos os cloradores (com exceção do clorador 6, que está em teste), que por sua vez, podem atuar em qualquer dos 4 pontos de dosagem, como apresentado na Figura 4. As linhas de cloro gasoso permanecem com as válvulas abertas, garantindo que não sejam necessárias manobras extras de válvulas após a troca dos cilindros que estão em operação.

Na Figura 5 é apresentado um fluxograma do sistema de cloro

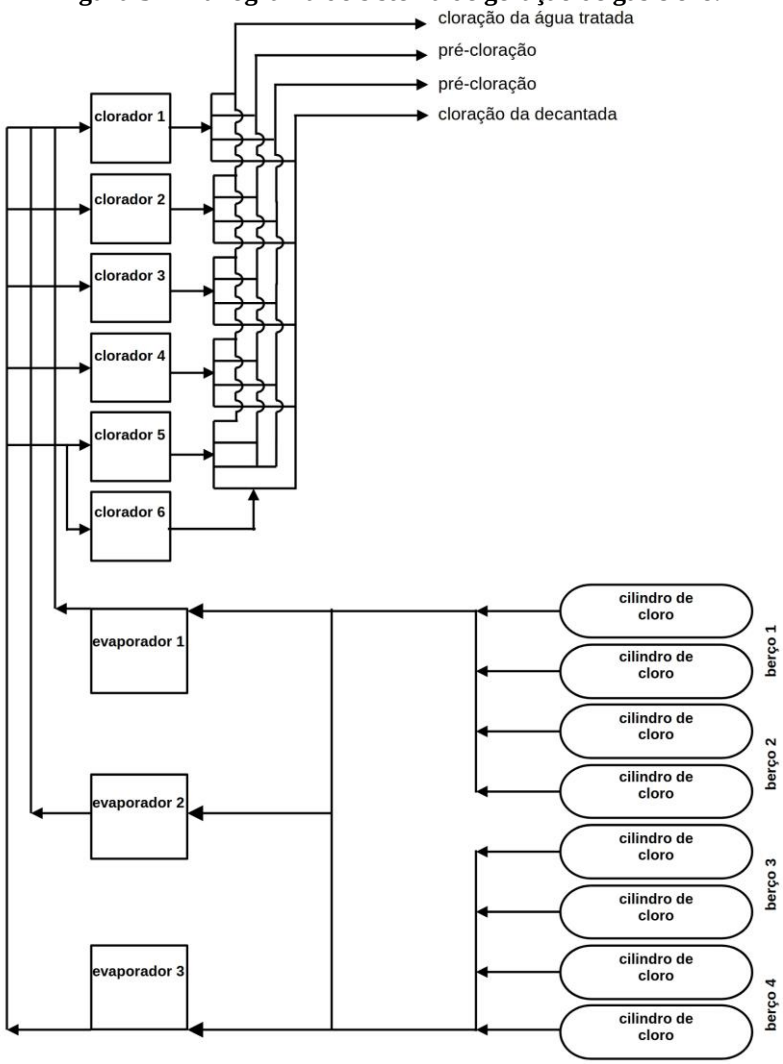
O gás cloro, cuja dosagem é controlada pelos cloradores, é misturado à água em injetores próximos aos pontos de dosagem. A faixa de dosagem de cloro na saída de água tratada do reservatório de distribuição – RD, é de 1,5 ppm a 1,9 ppm para garantir a dosagem mínima exigida pela portaria na rede de distribuição.

Para validação da eficiência do sistema, foram utilizados os valores armazenados das análises cloro residual realizadas a cada hora, inseridas em banco de dados utilizando o software Unilab. As análises de cloro residual foram realizadas através de titulação utilizando o método DPD (BAIRD, 2017)

Figura 4 – *Manifold* de alimentação de gás cloro para os cloradores e saída do gás cloro para os pontos de aplicação



Figura 5 – Fluxograma do sistema de geração de gás cloro.



RESULTADOS

Na Tabela 1 é apresentada uma amostra dos resultados das análises de cloro residual uma hora antes da troca de operação dos cilindros e duas horas após a troca de cilindros de cloro em operação

Tabela 1 – dosagem de cloro na entrada e saída do reservatório de distribuição, RD, de água tratada antes de após a troca dos cilindros de cloro

hora troca cilindro	hora da análise no laboratório	dosagem de cloro / ppm	
		entrada do RD	saída do RD
	6h	2,2	1,7
7h	7h	2,2	1,7
	8h	2,2	1,7
	9h	2,2	1,7
	4h	2,0	1,7
5h	5h	2,0	1,7
	6h	2,0	1,7
	7h	2,1	1,7
	8h	2,1	1,7
9h	9h	2,2	1,7
	10h	2,2	1,7
	11h	2,1	1,7
	14h	2,0	1,7
15h	15h	2,0	1,7
	16h	2,0	1,7
	17h	2,0	1,7

Fonte: registro das análises no UniLab

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A dosagem de cloro foi mantida dentro da faixa de trabalho (1,5 a 1,9 ppm na saída do RD) durante a troca dos cilindros de cloro em operação, como pode ser observado pelos resultados das análises de cloro apresentadas na Tabela1

Em complemento, não houve desabastecimento de cloro para o tratamento no período analisado, confirmando eficiência da integração do sistema...

Além disso, a possibilidade de erros que poderiam levar a falta de cloro nos pontos de dosagem diminuiu, devido ao menor número de manobras de válvulas durante a troca dos cilindros em operação. Com a utilização dos pressostatos nos evaporadores foi possível verificar que o cloro se esgota antes do operador desconectar um cilindro da linha que alimenta os evaporadores, evitando a possibilidade de vazamento de cloro nesta operação. Também, a dosagem constante de cloro evita oscilações no pH, evitando correções desnecessárias na dosagem de alcalinizante e facilitando o processo de automação da dosagem de produtos químicos.

CONCLUSÔES

A implantação do novo sistema de dosagem de cloro permitiu que a dosagem fosse mantida constante durante a troca dos cilindros de cloro em operação, atendendo aos parâmetros de qualidade da água tratada. O procedimento

garante a dosagem contínua tornando desnecessária a alteração na dosagem e evitando manobras desnecessárias de válvulas.

Estão sendo feitos estudos com o objetivo de facilitar o ajuste de fluxo do gás cloro dos evaporadores para os cloradores evitando que o fluxo de um evaporador predomine sobre os outros

O método é de fácil implementação em outras áreas pois necessita de poucos recursos (medidores de pressão, alarme sonoro, tubulações conexões e válvulas)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAIRD, R.B., EATON, A.D., RICE, E.W., *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*, 23 ed., *Part* 4500-Cl F, p 9, 2017.
2. BERNARDO, L. D., DANTAS, A.D.B., VOLTAN, P.E.N. Métodos e Técnicas de Tratamento de Água, 3 ed, p. 1071-1124, 2017
3. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021. Disponível em https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562. Acesso em: 08/05/2024.