

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Aluno:**

**JOHNY GALDINO BELARMINO**

**Título:**

**GERADOR DE CLORO COM CONTROLADOR**

**CURSO EAD 40 HORAS – 2<sup>a</sup>. ETAPA**

**TRATADOR DE PISCINAS**

**CETTAPI**

**CENTRO DE TREINAMENTO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE PISCINAS**

**JULHO/2025**

## **1. INTRODUÇÃO**

A qualidade da água em piscinas é fator essencial para a saúde e o conforto dos usuários. Dentre os métodos modernos de desinfecção, os geradores de cloro por salinização ganharam destaque por proporcionarem uma alternativa prática, segura e eficiente à cloração convencional. No entanto, a maioria dos equipamentos disponíveis no mercado apresenta uma limitação significativa: operam de forma contínua ou sob temporizadores, sem considerar as reais necessidades de desinfecção da água em determinado momento.

Essa limitação tem origem no fato de que esses geradores não realizam a leitura automática dos parâmetros da água, como o potencial de oxirredução (ORP) e o pH. Assim, a produção de cloro é feita sem levar em conta variações causadas por fatores ambientais, quantidade de banhistas ou alterações químicas naturais, o que pode resultar tanto em subdosagem quanto em excesso de desinfetante, acarretando riscos à saúde, desperdício de produtos químicos e aumento dos custos de manutenção.

Frente a esse cenário, surge a necessidade de um sistema mais inteligente e autônomo, capaz de ajustar a geração de cloro conforme os parâmetros realmente medidos na água. A integração de um controlador automático com sensores de ORP e pH permite monitorar constantemente a qualidade da água, possibilitando o ajuste preciso do funcionamento do gerador. Dessa forma, garante-se a manutenção de níveis ideais de desinfetante e equilíbrio químico, minimizando a intervenção humana, otimizando recursos e promovendo maior segurança e conforto aos usuários da piscina.

Assim, este trabalho propõe o desenvolvimento e análise de um sistema automatizado para controle de geradores de cloro em piscinas, baseado em sensores que monitoram os parâmetros cruciais da água. O objetivo principal é demonstrar como a união entre automação e monitoramento inteligente pode tornar o processo de tratamento de água mais eficiente, econômico e confiável.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

As informações a seguir são transcritas “**IPSI LITTERIS**” da referência QUÍMICA, 2023.

### **2.1. O que é o Gerador de Cloro (Salinização)**

As denominadas "piscinas de água salgada", utilizam no processo de desinfecção o NaClO (hipoclorito de sódio) que é produzido por um sistema de eletrólise. Em resumo, piscinas de água salgada no que tange ao processo de desinfecção não tem diferença nenhuma de uma piscina de "água doce". O sistema de geração de hipoclorito de sódio, a sua origem e as anuências do seu funcionamento, serão apresentados a seguir. É importante ressaltar que o processo gera NaClO e HClO e tem comprovada ação de desinfecção.

Deve ser ressaltado que não existe inicialmente nesse processo a produção de hipoclorito de sódio, e sim de cloro gás (Cl<sub>2</sub>) que, em contato com a água, gera ácido hipocloroso e ácido clorídrico, sendo o ácido clorídrico neutralizado pelo hidróxido de sódio [COFFEY, 2002, apud MACEDO, 2019].

Na maioria das piscinas cobertas de hidroginástica e hidroterapia os geradores de cloro usam o que é chamado sistema "em-linha". Esse é um dispositivo que contém muitas células com o transcurso da água. Por esse motivo, o sal (cloreto de sódio) é acrescentado à água da piscina a um nível de 2000 a 6000 ppm - esses níveis dependem do fabricante. A baixa voltagem é aplicada às células e a unidade produz gás de cloro, gás de hidrogênio, íons de sódio e íons de hidróxido. Não havendo a retirada do cloro gás, ocorre a formação do ácido hipocloroso, que se decompõe no íon hipoclorito, que, com a alta concentração de sódio no meio, resulta na formação de hipoclorito de sódio. O hipoclorito de sódio vai formar o ácido hipocloroso e o íon de hipoclorito. O gás de hidrogênio vai para a atmosfera, através do borbulhamento na água da piscina.

Existem três tipos de geradores de cloro: i) a célula eletrolítica está instalada no retorno da água para a piscina (Figura 12), sendo esse o tipo mais utilizado para piscinas, chamado de processo contínuo [MAIERA, 2009, apud MACEDO, 2019]; ii) a célula eletrolítica não está na linha de retorno da piscina. Ela fica em outro local, onde gera o gás cloro que, retido em um tanque apropriado, é depois injetado no fluxo da água, gerando o ácido hipocloroso, ou temos uma válvula que injeta o gás cloro diretamente na água no momento da sua produção [COFFEY, 2002, apud MACEDO, 2019] (Figura 93). Esse processo é denominado de batelada [MAIERA, 2009, apud MACEDO, 2019]; iii) existe ainda o chamado "Processo Brine", muito pouco usado devido ao alto custo. Esse

processo é uma fábrica em miniatura, semelhante às indústrias que produzem hipoclorito de sódio em grandes quantidades. A grande vantagem é a não necessidade de se ter sal na piscina como no processo contínuo (introduzido de maneira voluntária) ou como no processo em batelada (introduzido de maneira involuntária). Não existindo o sal na água, o nível de TDS é baixo, o que reduz problemas de corrosão [MAIERÁ, 2009, apud MACEDO, 2019].

A água da piscina tem que apresentar a concentração mínima variando de 0,3% ou 3.000 mg/L a 0,4% ou 4.000 mg/L (4 g/L) expressa em NaCl [MAIERÁ, 1999, 2009, apud MACEDO, 2019].

A concentração abaixo de 3.000 mg NaCl/L afeta a vida útil das placas da célula, com baixa eficiência na geração de "cloro" e concentrações acima de 4.000 mg NaCl/L aumentam o processo de corrosão nos equipamentos da piscina.

São indicados como parâmetros para o equilíbrio físico-químico e devem ser respeitados: ph = 7,2-7,6; alcalinidade (a bicarbonato) = 80 a 100 ppm; ácido cianúrico (estabilizante) = 80 a 100 ppm, segundo diversos fabricantes do sistema.

É importante lembrar que a liberação de hidróxido de sódio altera o pH para níveis mais altos - o que reduz a concentração de ácido hipocloroso - em consequência, o processo de desinfecção é afetado.

A concentração de sal na água, de 3 a 6 g.L-1, não gera desconforto aos banhistas, em comparação a água do mar que apresenta a concentração de sal de 30-35 g.L-1.

Como vantagens, a referência [MAIERÁ (1999, 2009), apud MACEDO, 2019], ressalta: o baixo custo operacional; a maior segurança operacional; exigência de pouca mão-de-obra; manutenção da cloração; a água fica mais agradável ao contato e há menor incidência de manifestações alérgicas; favorecimento no desempenho da filtração, deixando a água mais cristalina.

Apesar de serem soluções modernas e funcionais, a maioria dos geradores de cloro por sal disponíveis no mercado atua de maneira contínua, sem monitorar os parâmetros da água da piscina em tempo real. Essa limitação faz com que o sistema produza cloro de forma ininterrupta, independentemente da real necessidade de desinfecção. Como resultado, o potencial de oxirredução (ORP) pode ultrapassar os níveis recomendados, deixando a concentração de cloro acima do ideal, o que pode causar desconforto aos usuários e desgaste prematuro de equipamentos. Além disso, as células de titânio, principais responsáveis pela geração do cloro, permanecem energizadas por períodos maiores que o necessário, acelerando seu desgaste, reduzindo sua vida útil e aumentando os custos de manutenção do sistema.

## 2.2. Controlador

Um controlador desempenha um papel central na automação do tratamento químico da piscina, especialmente no gerenciamento do gerador de cloro. A configuração padrão envolve o ajuste de um setpoint de ORP, por exemplo, em 700 mV. O relé de controle de ORP do controlador é conectado diretamente à alimentação elétrica do gerador de cloro. Quando o sensor detecta que o valor de ORP está abaixo do setpoint estabelecido, o controlador aciona o relé, ligando automaticamente o gerador. Uma vez que o valor de ORP atinge o nível desejado, o relé é aberto e o gerador é desligado, evitando o excesso de produção de cloro. Além do controle do ORP, outra vantagem importante desse sistema é a possibilidade de controlar simultaneamente o pH da água, o que é fundamental em piscinas com eletrólise, pois o processo eleva o pH. O controlador realiza a correção de forma automática, garantindo maior estabilidade e segurança para a operação da piscina.

As informações a seguir são transcritas “**IPSI LITTERIS**” da referência EMEC (2021)

Abaixo segue a ficha técnica de um controlador com suas funções e características:

### 2.2.1- Controlador WDPHRH

O WDPHRHS é um instrumento programável dotado de duas bombas dosadoras para a dosagem de ácido (pH) e de desinfetante (Redox) com saída (tomada SCHUKO) para esterilizador ou lambedor. Adequado para instalação em piscinas, este instrumento permite o monitoramento dos parâmetros da água. É possível realizar intervenções em modo de trabalho On/Off ou proporcional em função dos setpoints configurados. No modo On/Off, a função “Waiting Time” (tempo de espera entre um impulso e o seguinte) permite aguardar um tempo de reação adequado antes de realizar a dosagem subsequente.

#### CARACTERÍSTICAS

- Tela LCD retroiluminada de ampla capacidade de visualização
- Manopla “encoder” para o controle do instrumento

- 2 bombas dosadoras com corpos em PVDF
- Saída 230 Vac para Redox
- Entrada para o controle de fluxo
- Escala de pH: 0-14 pH; escala do Redox: 0-999 mV
- Alarmes: dosagem máxima, sonda danificada, nível, tensão da rede, ausência de fluxo
- Entradas digitais configuráveis N.A. ou N.F.
- Partida atrasada da dosagem (máx. 60 minutos)
- Configuração da prioridade da dosagem de pH em relação ao Redox
- Check-up da sonda
- Compensação de pH
- Armazenamento permanente dos dados com log de sistema visualizável no display
- Ambiente de trabalho: -10°C ÷ 45°C (14°F ÷ 113°F)
- Ambiente de trabalho: -10°C ÷ 45°C (14°F ÷ 113°F)
- Alimentação 190÷265 VAC; 50/60 Hz
- Saída RS485 para conexão remota via web (ERMES)

**Entradas:**

- Stand-by
- Fluxo
- Nível pH
- Nível Redox
- Sonda pH
- Sonda Redox
- Alimentação

**Saídas:**

- Saída bomba pH
- Saída 230 Vac Redox
- Saída contato alarme

**Saídas:**

- Saída bomba pH
- Saída 230 Vac Redox

- Saída contato alarme

### 3. Conclusão

Em conclusão, a utilização de geradores de cloro em piscinas representa um avanço significativo na automação e na qualidade do tratamento da água. No entanto, ao operar de forma contínua e sem monitoramento dos parâmetros em tempo real, esses sistemas acabam gerando excessos que afetam tanto o conforto dos usuários quanto a vida útil dos componentes essenciais, como as células de titânio. A integração de um controlador inteligente, como o EMEC WDPHRH, mostra-se uma solução eficaz, permitindo o ajuste preciso do potencial de oxi-redução (ORP) e promovendo a produção apenas quando realmente necessário. Além disso, o controle simultâneo do pH automatiza ainda mais o tratamento e evita desequilíbrios comuns provocados pela eletrólise.

Implementar esse tipo de automação não só traz maior segurança ao garantir que a água da piscina esteja sempre dentro dos parâmetros ideais para banho, como também resulta em economia a médio prazo. A redução do desgaste prematuro do gerador, a diminuição dos custos de manutenção e a menor necessidade de produtos químicos refletem diretamente em uma operação mais sustentável e eficiente. Portanto, a integração entre o controlador e o gerador de cloro representa uma inovação altamente recomendável para quem busca aliar tecnologia, segurança e otimização de recursos no tratamento de piscinas.

### 4. Referências Bibliográficas

EMEC. **Strumento “WDPHRHS”.** 2021. <[https://www.emecpumps.com/pompe-dosatrici-elettromagnetiche/?emece\\_documento=Datasheets/Pompe/Italiano/wdphrhs\\_ita.pdf](https://www.emecpumps.com/pompe-dosatrici-elettromagnetiche/?emece_documento=Datasheets/Pompe/Italiano/wdphrhs_ita.pdf)>. Acesso em: 31/07/2025.

MACEDO, J. A. B. **Piscina - Água & Tratamento & Química.** 2<sup>a</sup> Edição. Belo Horizonte: CRQMG. 796p. 2019.