

## **Convidados Indesejados: A Ameaça Crescente das Espécies Aquáticas Invasoras na Água Industrial**

Destaques:

- *Os tratamentos químicos tradicionais para espécies aquáticas invasoras (AIS) estão se tornando cada vez mais restritos por regulamentações ambientais – e muitas vezes falham em eliminar todos os estágios de vida.*
- *Métodos de filtração também se mostram insuficientes, permitindo que algumas espécies passem pelos sistemas, especialmente durante o estágio larval.*
- *Uma alternativa não química e altamente eficaz – a desinfecção de água por UV – antes negligenciada, agora se comprova como uma solução escalável e sustentável para operações industriais.*

As espécies aquáticas invasoras (AIS) vêm silenciosa, mas persistentemente, causando impactos nas indústrias em todo o mundo. Uma vez introduzidos em um novo ecossistema, esses organismos podem se espalhar rapidamente, obstruindo tubulações, danificando equipamentos e ameaçando a biodiversidade. Embora frequentemente vistas como uma preocupação estritamente ambiental, o setor industrial é particularmente vulnerável a seus impactos.

Um estudo de 2021 estimou que as espécies invasoras custaram à América do Norte US\$ 2 bilhões por ano no início da década de 1960, para mais de US\$ 26 bilhões por ano desde 2010. Globalmente, estima-se que o custo econômico das espécies invasoras tenha sido de US\$ 1,288 trilhão nos últimos 50 anos.

No Brasil, o mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) tornou-se uma força particularmente destrutiva, tendo invadido grandes usinas hidrelétricas e causado aproximadamente 10 milhões de dólares em prejuízos anuais.

Esse problema tem se tornado cada vez mais urgente. O aumento da conectividade entre cursos d'água, o aquecimento global e o rigor crescente das regulamentações ambientais estão criando condições ideais para a proliferação das AIS. Elas deixaram de ser uma preocupação ecológica distante para se tornarem um risco operacional imediato e crescente para instalações industriais em todo o mundo.

---

### **O Que São Espécies Aquáticas Invasoras?**

AIS são organismos não nativos que, ao serem introduzidos em um novo ambiente aquático, se estabelecem e causam danos a ecossistemas, economias ou à saúde humana. Entre os exemplos mais conhecidos estão os mexilhões-zebra, mexilhões-dourados, mexilhões-quagga e certas algas responsáveis por florações nocivas. Os mexilhões-zebra, por exemplo, são famosos por sua capacidade de colonizar rapidamente e obstruir estruturas de captação de água. Os mexilhões-dourados causaram impactos semelhantes na infraestrutura de várias regiões da América do Sul. Já algas invasoras podem provocar mortandade em larga escala de espécies aquáticas e comprometer processos de tratamento de água.

Essas espécies se deslocam entre ecossistemas principalmente pela água de lastro de embarcações, por equipamentos industriais contaminados ou por cursos d'água naturais. Uma vez introduzidas, são extremamente difíceis de eliminar e podem se espalhar de forma alarmante, especialmente em ambientes sem predadores ou controles naturais.

### **Impacto nos Sistemas Industriais de Água**

As consequências das AIS para os sistemas industriais de água são sérias e variadas. Um dos impactos mais imediatos é operacional: essas espécies obstruem tubulações, incrustam equipamentos com bioincrustações e reduzem a eficiência dos sistemas. Isso exige maior

frequência de manutenção, cronogramas de limpeza mais curtos e eleva o risco de falhas de equipamentos por obstrução ou corrosão.

Outro impacto ocorre pela fixação ou acúmulo em superfícies submersas, como entrada de água, grades de proteção, tubulações de resfriamento e sistemas de combate a incêndio. Isso causa restrições e bloqueios no fluxo, comprometendo o fornecimento de água e a confiabilidade do sistema energético. Os custos associados à perda de produção de energia podem ser significativos.

Esses desafios operacionais se traduzem em impactos econômicos. Paradas não programadas, aumento de custos com mão de obra e materiais e redução da vida útil dos equipamentos elevam o custo total. Além disso, há riscos regulatórios e ambientais: instalações que liberam água infestada ou que descumprem normas de qualidade podem sofrer multas, processos judiciais e danos à reputação. Em resumo, a presença das AIS pode gerar efeitos em cascata em toda a operação industrial.

### **Como as AIS se Espalham**

As AIS se disseminam por diversos mecanismos, naturais e antrópicos. A descarga de água de lastro continua sendo um dos principais vetores globais, permitindo que organismos viajem de um continente a outro em poucos dias. O escoamento superficial de áreas contaminadas e o transporte de equipamentos entre corpos d'água também contribuem para a propagação local e regional.

A globalização intensificou esses riscos. À medida que o comércio e o transporte crescem, aumenta também a probabilidade de contaminação entre fronteiras. Rios e canais que atravessam múltiplos países funcionam hoje como corredores para espécies aquáticas que antes tinham sua distribuição geográfica limitada.

As mudanças climáticas agravam ainda mais o problema. Temperaturas mais elevadas e padrões de precipitação alterados estão transformando ecossistemas aquáticos, muitas vezes tornando-os mais favoráveis a espécies não nativas. Mexilhões invasores, por exemplo, agora migram rio acima para regiões onde antes não conseguiam sobreviver, favorecidos pelo aumento da temperatura das águas e pelo constante tráfego de embarcações comerciais. Essas novas condições estão criando oportunidades para a expansão dessas espécies.

## **Limitações dos Métodos Convencionais de Tratamento**

Muitas instalações industriais tradicionalmente recorrem à cloração ou ao tratamento térmico para controlar AIS. Embora esses métodos tenham certa eficácia, cada vez mais são vistos como insuficientes. A cloração, por exemplo, pode eliminar organismos adultos, mas frequentemente deixa subprodutos prejudiciais ao meio ambiente. Além disso, pode não neutralizar todos os estágios de vida – como ovos e larvas – permitindo que as populações invasoras se restabeleçam rapidamente.

A filtração também apresenta limitações: pode sofrer entupimentos devido à limpeza inadequada e, em alguns casos, certas espécies invasoras conseguem atravessar o filtro no estágio larval devido ao formato alongado de seus corpos. Além disso, as regulamentações ambientais cada vez mais rígidas impõem restrições ao uso de produtos químicos, o que pode levar instalações que dependem desses métodos a conflitos com metas de sustentabilidade ou restrições de descarte. Em suma, as abordagens tradicionais estão ficando aquém tanto em eficácia quanto em responsabilidade ambiental.

---

## **O Papel da Desinfecção de Água por UV**

A desinfecção por luz ultravioleta (UV) vem se consolidando como uma solução poderosa e sustentável para o combate às AIS. Tecnologias como os sistemas UV de Média Pressão HOD™

(Hydro-Optic Disinfection) utilizam luz UV de alta intensidade para interromper a capacidade dos organismos de se reproduzir e se fixar. Essa abordagem oferece vantagens significativas em relação aos métodos químicos ou de filtração.

O tratamento por UV é não químico, ou seja, não adiciona substâncias à água nem gera subprodutos perigosos. É eficaz em todos os estágios de vida das espécies invasoras, incluindo ovos e larvas. Além disso, os sistemas UV HOD de média pressão são capazes de tratar grandes volumes de água, típicos de ambientes industriais, com manutenção mínima. Do ponto de vista ambiental, alinham-se a metas de sustentabilidade e às regulamentações que desestimulam o uso de produtos químicos. A desinfecção por UV representa, portanto, uma solução moderna que atende simultaneamente aos desafios operacionais e ambientais.

## **Aplicações Práticas e Resultados**

Diversos setores já estão comprovando a eficácia da desinfecção por UV. Usinas hidrelétricas e termelétricas adotaram esses sistemas para impedir a colonização por mexilhões em circuitos de resfriamento, reduzindo significativamente a necessidade de limpezas químicas e de manutenção mecânica. Na aquicultura, a desinfecção por UV protege organismos cultivados ao evitar a propagação de algas e patógenos invasores. Empresas de saneamento também utilizam esses sistemas para cumprir regulamentações ambientais e de segurança, garantindo a integridade da infraestrutura crítica a longo prazo.

Em aplicações independentes de fornecedores, a tecnologia UV demonstrou minimizar a macroincrustação, reduzir custos operacionais e reduzir a frequência de paradas. Esses resultados oferecem um argumento convincente para uma adoção mais ampla em setores que dependem de fluxo de água limpo e ininterrupto.

## **Conclusão**



Espécies aquáticas invasoras representam uma ameaça crescente e persistente às operações industriais no mundo todo. Sua capacidade de se infiltrar e comprometer sistemas hídricos as torna um risco que nenhuma instalação pode ignorar. À medida que as mudanças climáticas se intensificam e as pressões regulatórias aumentam, a necessidade por soluções sustentáveis, eficazes e escaláveis se torna cada vez mais evidente.

O investimento em desinfecção UV HOD de média pressão oferece um caminho para operações mais resilientes e gestão ambiental responsável. A questão não é se as AIS impactarão seus sistemas, mas quando. Sua instalação pode se dar ao luxo de ignorar a presença crescente desses convidados indesejados?

