

revista

# TAE

especializada em tratamento de  
**água & efluentes**

Secagem do lodo proveniente  
de ETAs e ETEs: **economia e  
sustentabilidade**

**Remoção de nutrientes  
no tratamento de esgotos**

**Tratamento de efluentes nas  
indústrias têxteis**



**MÉTODOS MODERNOS E  
RÁPIDOS DE CONTROLE E  
ANÁLISE DE ÁGUA**

Nº 18 - Abril/Maio de 2014





Foto: Divulgação

## Técnicas de biotecnologia revelam atividades microbianas

**Os avanços da biotecnologia estão lançando um novo conjunto de inovações na área de tratamento de águas residuais. Matt Livingston da empresa Novozymes explica como duas técnicas moleculares rastreiam e identificam cepas de bioacumulação nas instalações de tratamento, a fim de entender melhor o processamento microbiano com o objetivo de aprimorar as operações.**

**D**esde que o processo de lodo ativado foi descoberto, cerca de 100 anos atrás, a indústria de águas residuais vem continuamente trazendo inovações

e aperfeiçoamentos. Considerando-se que as primeiras experiências com lamas ativadas foram precursoras do sequenciamento de reatores em batelada, tem havido muitas inovações operacionais para o processo convencional de lamas ativadas - a adição de clarificadores secundários e tecnologias de seletor, por exemplo. Além disso, tem havido inovações em produtos químicos (por exemplo, floculantes), equipamentos (por exemplo, biorreatores de membrana) e processos biológicos (por exemplo, tecnologias de remoção de nutrientes biológicos). Essas inovações concentram-se principalmente no controle da colônia mi-

crobiana, naturalmente predominante, por meio de mudanças de engenharia.

O núcleo de qualquer sistema de lodos ativados é a biomassa - a colônia de microrganismos responsáveis pela remoção de poluentes orgânicos e nutrientes de águas residuais. Os tipos de microrganismos que compõem a biomassa são intensamente influenciados pelas características influentes, esquema de tratamento e as condições operacionais; no entanto, pouco se sabe sobre como identificar, quantificar e atribuir níveis de importância para espécies individuais. Sem esse conhecimento específico, os dados da usina podem ser coletados e analisados para se compreender o seu desempenho. Têm sido desenvolvidos métodos clássicos para a resolução de proble-

mas das águas residuais, os quais podem ser usados para aprimorar seu tratamento por meio de modificações operacionais. Uma compreensão maior da parte biológica pode advir da realização de microexames, os quais também podem ajudar a orientar estratégias operacionais, através do entendimento da qualidade da camada flutuante, o crescimento de filamentosos e as formas de vida superiores. Embora o objetivo das mudanças operacionais seja o de melhorar o desempenho da usina, as mudanças na colônia microbiana são o que na realidade fazem diferença.

Saber qual deve ser o aspecto ideal da colônia e entender os melhores meios para alcançá-la está se tornando possível devido aos avanços nas ferramentas de biologia molecu-

## **Novas ferramentas para a bioacumulação em águas residuais**

Os operadores de usinas estão otimizando continuamente os sistemas de tratamento de águas residuais, a fim de estabilizar a atividade biológica, cumprir os regulamentos e melhorar a eficiência. Muitos estão se voltando para os métodos de bioacumulação para atingir esses objetivos; no entanto, a eficácia dos produtos comerciais de bioacumulação são difíceis de verificar, porque o papel específico que as cepas microbianas exógenas exercem nestas mudanças ainda não foi totalmente compreendido.

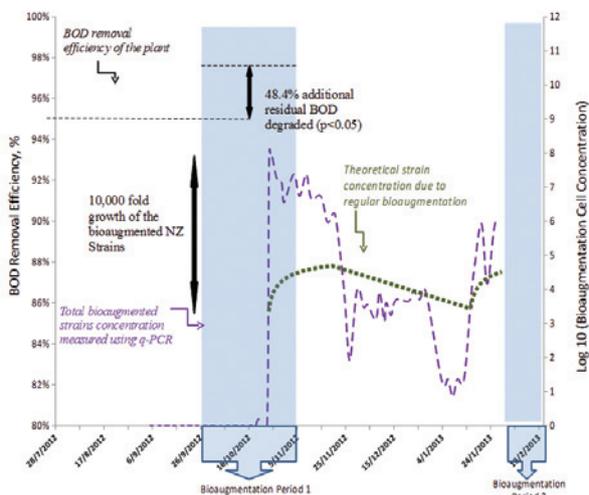
As perguntas permanecem a respeito da estratégia de aplicação, otimização de formulação do produto e o vínculo direto entre a bioacumulação e o desempenho da usina. Para agravar o problema, a maioria dos produtos da bioacumulação contém uma mistura de cepas microbiológicas, muitas das quais são filogeneticamente relacionadas com aquelas encontrados endogenamente em sistemas de tratamento de águas residuais. Além disso, as decisões sobre a aplicação destes

produtos são geralmente fundamentadas em parâmetros operacionais que podem não representar com precisão o estado de atividade microbiana no sistema. A empresa de biotecnologia dinamarquesa Novozymes utiliza sequências inteiras do genoma de cepas de bioacumulação específicas, a fim de utilizar duas técnicas moleculares - Reação em Cadeia de Polimerase Quantitativa (qPCR) e Reconhecimento da Hibridização In Situ da Fluorescência Individual de Genes (RING-FISH) - que permitem uma melhor compreensão de sua atividade no processo de tratamento. A combinação dessas técnicas ajuda a determinar a presença, quantidade e distribuição espacial de várias cepas de bioacumulação em usinas de tratamento de águas residuais de grande escala. A aplicação destas ferramentas avançadas permitiram que a Novozymes estabelecesse o "elo perdido" entre a melhoria de desempenho do tratamento e a persistência dos micróbios bioacumulados em uma instalação de tratamento de águas residuais de grande escala.

lar disponíveis, tais como a “metagenômica.” A metagenômica permite uma análise aprofundada da colônia microbiana por amostragem do material genético diretamente do ambiente, aplicando a tecnologia de sequenciamento de DNA de próxima geração. Antes do desenvolvimento de tais técnicas independentes de cultura, os investigadores estavam limitados ao isolamento de organismos, um de cada vez e estudá-los independentemente. Algo que limita os pesquisadores que usam esses métodos é o fato de que a maioria dos organismos não são cultiváveis em um ambiente laboratorial, o que gera uma atitude tendenciosa em relação aos organismos que são capazes de ser produzidos em laboratório.

Uma das principais áreas de estudo que está superando os limites da metagenômica é o Projeto Microbioma Humano (HMP), patrocinado pelos Institutos Nacionais de Saúde dos EUA (NIH). O HMP é uma tentativa concentrada para caracterizar as colônias microbianas encontradas em vários locais do corpo humano com o objetivo de desenvolver um conjunto de referência de sequências do genoma microbiano e elucidar a relação entre a doença e as alterações no microbioma humano.

O mesmo conceito pode ser aplicado ao tra-



O gráfico mostra os resultados de um estudo que testou o desempenho de cepas de bioacumulação em uma instalação petroquímica de tratamento de águas residuais

tamento de águas residuais. A compreensão da relação entre as condições de tratamento e as alterações na colônia microbiana poderá um dia ser base para diagnosticar e remediar problemas do tratamento. Uma melhor compreensão sobre a composição da colônia microbiana, as interações microbianas e o modo como alterar essa colônia através da bioacumulação e/ou mudanças operacionais podem influenciar não somente a solução de problemas, mas também os controles de projetos e processos.

Como o objetivo do HMP é entender melhor a ecologia microbiana do corpo humano e ganhar perspectiva sobre as doenças humanas, os probióticos ingeridos e tópicos estão recebendo maior atenção como tratamentos médicos potenciais. Do mesmo modo, a bioacumulação recebe maior atenção como um meio para alterar a colônia microbiana e melhorar o tratamento de águas residuais.

## Rastreamento da bioacumulação

Bioacumulação é a prática de adição de cepas microbianas especializadas com a finalidade de aumentar a capacidade da colônia de degradar determinados compostos ou reagir a flutuações de processo. As aplicações abrangem a abertura de novas usinas, o aumento da eficiência do tratamento, a melhora na estabilidade da usina e a simplificação da recuperação do equilíbrio. Enquanto que o sucesso de qualquer aplicação é determinado pelos dados operacionais coletados a partir da usina, a melhor maneira de compreender e otimizar os produtos da bioacumulação é através do monitoramento do crescimento e da persistência dos organismos adicionados.

A Novozymes é a primeira empresa a acompanhar de forma abrangente os produtos comerciais de bioacumulação em águas residuais. Empregando uma técnica denominada reação em cadeia da polimerase quantitativa (qPCR), a Novozymes pode controlar a concentração de determinadas

cepas ao longo do tempo para determinar como elas estão se desenvolvendo e/ou sendo removidas do sistema. Usando uma técnica diferente, denominada Reconhecimento da Hibridização In Situ da Fluorescência Individual de Genes (RING-FISH), a Novozymes pode identificar visualmente as cepas utilizando sondas fluorescentes para entender se elas estão sendo incorporadas em partículas da camada de lodo flutuante ou apresentando crescimento planctônico. Combinadas, essas técnicas tornam-se uma ferramenta poderosa, não somente para validar as aplicações bioacumulação, mas também para entender que as cepas são mais adequadas para a aplicação em determinados ambientes. Informações como essas são utilizadas no desenvolvimento de produtos e para otimizar produtos para as condições específicas do local.

A Novozymes demonstrou a capacidade de rastrear e identificar cepas de bioacumulação durante um teste de 30 dias para melhorar a eficiência do tratamento em uma instalação petroquímica de tratamento de águas residuais de 31.000 metros cúbicos por dia. Durante o período experimental, a concentração de cepas bioacumuladas cresceu cerca de 10.000 vezes acima da concentração da dose real. Durante o período de tratamento, houve uma redução adicional de 48,4 por cento da demanda bioquímica de oxigênio residual (CBO) no efluente em comparação com o período de 60 dias imediatamente antes do ensaio (272 mg/L vs 528 mg/L) e o rendimento da remoção BOD aumentado de 94,8 por cento para 97,4 por cento. As cepas identificadas via RING-FISH foram encontradas principalmente associadas com partículas da camada flutuante.

## Liderando o caminho

Inovações na biotecnologia de águas residuais surgirão continuamente com a colabo-

ração de engenheiros e cientistas especializados em ecologia microbiana, fisiologia microbiana e triagem microbiana. Tal colaboração pode possibilitar a seleção dos microrganismos certos para o tratamento de águas residuais, de maneira mais eficiente e sustentável. O sucesso também dependerá de estudos e da eliminação da mentalidade de “Caixa Preta” em relação ao tratamento biológico (“Não importa o que aconteça ou está acontecendo, desde que o resultado seja aprovado pela legislação”).

O funcionamento das colônias microbianas está se tornando mais bem compreendido e mais acessível do ponto de vista operacional. Influenciadores da indústria e usuários pioneiros precisam entender a tecnologia, a fim de adotá-la e novas informações precisam ser compartilhadas abertamente para permitir a validação independente. **TAE**

### Referências:

Citações: S. D’Imperio, S. Leach, M. R. Livingston, V.R Tale, C. T. Edwards, J. Terra, and G.L. Lucas (2013). Rastreamento de cepas de bioacumulação em instalações de tratamento de águas residuais em grande escala e de alta especificidade.

Anais da 86ª Exposição Técnica Anual e Conferência da Federação da Água e do Meio Ambiente.

---

#### Matt Livingston

Gerente regional de marketing da divisão de Soluções para Águas Residuais da Novozymes (Américas de Norte e do Sul) e trabalha em Salem, Virginia, EUA. A Novozymes é uma empresa de biotecnologia especializada no desenvolvimento e aplicação de enzimas industriais e microrganismos e está em busca de parcerias com empresas de engenharia, operadores de usinas e outras partes interessadas para criar novas oportunidades de melhorias no tratamento de águas residuais.

E-mail.: [mliv@novozymes.com](mailto:mliv@novozymes.com)

#### Representante no Brasil

Cygnus Consultoria  
Tel.: (11) 2325-1973  
[www.cygnusconsultoria.com.br](http://www.cygnusconsultoria.com.br)

Material traduzido por: Tarcisio Góes

---