



ARQUIVO PESSOAL

POR MAURO DONIZETI BERNI

PESQUISADOR DAS ÁREAS DE MEIO AMBIENTE E ENERGIA DO NÚCLEO INTERDISCIPLINAR DE PLANEJAMENTO ENERGÉTICO (NIPE), DA UNIVERSIDADE DE CAMPINAS (UNICAMP-SP)
✉: MAURO_BERNI@NIPEUNICAMP.ORG.BR

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL E VALORIZAÇÃO ECONÔMICA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Em qualquer organização intensiva no uso de água, a disposição final do efluente é uma etapa problemática no processo operacional de tratamento

As inúmeras mudanças no cenário global têm incentivado as organizações a inovar, gerenciar mudanças e promover o surgimento de novos produtos e serviços de forma sustentável. Esse contexto traz novas barreiras para as organizações, com o aumento da complexidade dos desafios e da velocidade requerida para manutenção e desenvolvimento dos negócios.

Assim, é necessário que as organizações aprimorem o processo de criação e o gerenciamento de alternativas inovadoras de produtos, processos e recursos que sejam cada vez mais eficientes e eficazes. Nesse contexto encontra-se a inovação sustentável. Inovação é algo não feito antes que agrega valor social ou riqueza, podendo ser um produto, por exemplo, de caráter inédito em tecnologias, processos operacionais, práticas mercadológicas ou outras pequenas mudanças ou adaptações, mas capaz de gerar ganhos econômicos por meio da prática (*Inovações sobre patentes na área de valorização de resíduos industriais* – Martins, C.B. et al., Anais do III SINGEP e II S2IS, São Paulo, SP, Brasil, 2014).

O processo de produção de conhecimento e sua implementação por parte das organizações constituem o tema central da literatura sobre gestão da inovação tecnológica. Poucos, no entanto, são os exemplos práticos de uso com fins econômicos que tratam da comercialização desses conhecimentos, assunto relacionado com o processo de transferência de tecnologia entre diferentes organizações. Como exemplos de inovação sustentável e valorização econômica pode-

-se citar o reaproveitamento de efluentes industriais na obtenção de combustíveis e novos produtos.

Em qualquer organização intensiva no uso de água, a disposição final do efluente é uma etapa problemática no processo operacional de tratamento, devendo-se observar os custos crescentes para fazer frente aos requisitos compulsórios estabelecidos por marcos regulatórios ambientais que visam à sustentabilidade. Com tais premissas, nesta e nas próximas duas colunas pretendo mostrar o estado da arte de tecnologias comercialmente disponíveis e passíveis de utilização no tratamento de efluentes e sua aplicabilidade, tendo em vista a valorização de efluentes pela produção de energia e novos produtos, com a vantagem de minimização da pegada hídrica industrial: digestão anaeróbia, microalgas e um sistema híbrido de digestão anaeróbia e microalgas.

O controle ambiental é uma grande preocupação governamental e dos centros de pesquisa que estudam tecnologias adequadas para reverter a tendência à degradação, buscar a resiliência de recursos naturais a fim de assegurar que não ocorram prejuízos irreparáveis e garantir a melhoria de qualidade de vida das gerações atuais e futuras. A crescente consciência de que o tratamento de efluentes tem vital importância para a saúde pública e para o combate à poluição das águas de superfície levou à necessidade de se desenvolver sistemas que combinam alta eficiência a baixos custos de construção e operação.

Entende-se que, atualmente, no Brasil, os sistemas anaeróbios e de microalgas encontram grande

aplicabilidade. As diversas características favoráveis desses sistemas, como custo reduzido, simplicidade operacional e baixa produção de sólidos, aliadas às condições ambientais no País – onde há predominância de elevadas temperaturas –, têm contribuído para colocar em posição de destaque os sistemas anaeróbios e de microalgas no tratamento de efluentes, particularmente os reatores tipo UASB e *raceway* de microalgas.

Tratamento bioquímico: digestão anaeróbia

Os principais parâmetros de poluição de uma organização são a matéria orgânica em suspensão ou dissolvida e os nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo. O tratamento bioquímico de efluentes, como o próprio nome indica, ocorre inteiramente por mecanismos bioquímicos. Esses processos reproduzem, de certa maneira, o que acontece naturalmente em um corpo d'água após o despejo. No corpo d'água, a matéria orgânica carbonácea e nitrogenada é convertida em produtos inertes por mecanismos puramente naturais, caracterizando o chamado "fenômeno da autodepuração". Em uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) dão-se os mesmos fenômenos básicos, mas com a introdução de tecnologia.

Os custos de implantação dos reatores anaeróbios podem ser considerados baixos, mas é na operação que reside a principal vantagem, devido à não necessidade de aeração. A produção de lodo é mais baixa do que a decorrente de processos aeróbios, como lodos ativados ou filtros biológicos. A produção de gás pode ser considerada um benefício, pela possibilidade de purificação e emprego do biogás como fonte de energia, mas isso não se viabiliza facilmente; ao contrário, o gás resultante do processo anaeróbio constitui uma das principais limitações operacionais, devido à produção de pequenas quantidades de gás sulfídrico, suficientes para produzir grandes incômodos às populações circunvizinhas pela proliferação de mau odor. Além disso, o gás sulfídrico provoca corrosão e conseqüentes prejuízos à conservação das instalações.

Muito se investe atualmente em pesquisa, visando ao controle do gás sulfídrico, mas ainda hoje é difícil garantir ausência total de odor o tempo todo na

área em torno da ETE. A esse propósito os professores Marcelo Pestana e Diogenes Gnaghis, do Centro Federal de Educação Tecnológica da Bahia, expõem de forma clara e objetiva a aplicabilidade de sistemas anaeróbios em processos industriais intensivos em água. Os autores indicam que, em decorrência da ampliação de conhecimento na área, os sistemas anaeróbios de tratamento de efluentes, notadamente os reatores tipo UASB, cresceram em maturidade, passando a ocupar posição de destaque não só em nível mundial, mas principalmente no Brasil, devido às favoráveis condições ambientais de temperatura.

Em princípio, todos os compostos orgânicos podem ser degradados pela tecnologia da digestão anaeróbia, sendo que o processo se mostra mais eficiente e econômico quando os dejetos são facilmente biodegradáveis. Os digestores anaeróbios têm sido largamente aplicados para o tratamento de resíduos sólidos, incluindo culturas agrícolas, dejetos de animais e efluentes industriais em plantas da agroindústria, alimentos/bebidas e celulose/papel.

Deve ser observado que a aplicabilidade da tecnologia anaeróbia depende de forma muito mais significativa da temperatura, devido à baixa atividade das bactérias anaeróbias em temperaturas abaixo de 20 °C e à inviabilidade de aquecimento dos reatores. Efluentes domésticos são bem mais diluídos que os efluentes industriais, resultando em baixas taxas de produção volumétrica de biogás, o que torna antieconômica sua utilização como fonte de energia para aquecimento.

Entre as diversas características favoráveis dos sistemas anaeróbios, passíveis de operação com retenção de sólidos altamente duradoura e detenção hidráulica em baixíssimos tempos, está o fato de conferirem grande potencial à sua aplicabilidade em tratamentos de efluentes de baixa concentração. São também tecnologias simples e de custo reduzido, com algumas vantagens quanto à operação e à manutenção.

Nas próximas edições desta coluna prosseguiremos com a abordagem do estado da arte de tecnologias comercialmente disponíveis e passíveis de utilização no tratamento de efluentes e sua aplicabilidade. ■

Os custos de implantação dos reatores anaeróbios podem ser considerados baixos, mas é na operação que reside a principal vantagem devido à não necessidade de aeração