



POR MAURO BERNI

Pesquisador das áreas de meio ambiente e energia do Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético (NIPE), da Universidade de Campinas (Unicamp-SP)  
E-mail: mauro\_berni@nipeunicamp.org.br

## BIORREFINARIA E O TRATAMENTO DE EFLUENTES: CONTROLE AMBIENTAL E RECUPERAÇÃO DE ENERGIA

As biorrefinarias na indústria de papel e celulose têm tido como principal foco a extração de lignina – pré-tratamento de biomassa para plataforma dos açúcares, explosão a vapor para fabricação de pellets, pirólise para produção de bio-óleo, gaseificação e, mais recentemente, tecnologia de carbonização hidrotérmica para tratamento de lodo.

Entretanto, uma janela de oportunidades para a indústria papelreira abre-se para biorrefinarias no tratamento secundário de efluentes industriais com a produção de biogás por meio de digestão anaeróbia em reatores UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*).

A aplicação do conceito de biorrefinaria para a produção de biogás por meio de digestão anaeróbia em reator UASB, tendo-se como substrato efluentes do tratamento primário, permite a busca das melhores condições ambientais e operacionais para maximização do aproveitamento energético em uma planta de papel e celulose.

Os reatores UASB foram desenvolvidos na Holanda, Universidade de Wageningen, na década de 1970, pelo Prof. Gatzte Lettinga e sua equipe, que viabilizaram técnica e economicamente o tratamento de efluentes industriais com elevados potenciais de poluição na forma orgânica. O produto biogás tem condições de concorrer comercialmente na geração de energia elétrica (motor Ciclo Otto) e térmica (caldeiras). Agregue-se a essa vantagem o fato de que o biogás, uma vez purificado, possui custos de produção competitivos ao do gás natural do Pré-Sal.

O gás natural do Pré-Sal tem, como principal característica, o seu alto teor de CO<sub>2</sub> associado, necessitando de investimentos para a sua limpeza e injeção em gasodutos. Nessa condição, os custos necessários para a purificação do biogás começam a ser viáveis *vis-à-vis* aos custos de purificação do gás natural do Pré-Sal.

A produção de energia (biogás) pode ser utilizada diretamente em motores estacionários produzindo eletricidade e, em caldeiras, deslocando parte de gás natural adquirido de concessionárias, visando à produção de energia térmica. Com a purificação do biogás tem-se o biometano, que pode ser utilizado em microturbinas, injeção no grid de gás natural e em empilhadeiras, entre outras.

A biorrefinaria, baseada em um sistema UASB (Figura 1) possui a vantagem de um menor consumo de energia elétrica comparativamente a um tratamento secundário tradicional, pois não precisa de sistemas de aeração. Além disso, tem-se a redução no volume de geração de lodo e a redução no consumo de produtos químicos, bem como a menor necessidade de equipamentos consumidores de eletricidade, pois o UASB não possui equipamentos eletromecânicos, diferente dos digestores de lodos ativados convencional. Por fim, tem-se a ocupação de menor área de construção. Como desvantagem está a possível geração de maus odores, porém, controláveis.

O reator UASB consiste em uma coluna de escoamento ascendente, composta de uma zona de digestão, outra de sedimentação e o dispositivo separador de fases gás-sólido-líquido. O efluente do tratamento primário entra no reator UASB e, após ser distribuído pelo seu fundo, segue uma trajetória ascendente, desde a sua parte mais baixa, até encontrar a manta de lodo. Após a mistura, a biodegradação e a digestão anaeróbia do conteúdo orgânico possui como subproduto a geração de biogás composto, entre outros produtos químicos, como o Metano, o Dióxido de Carbono e o Ácido Sulfídrico.

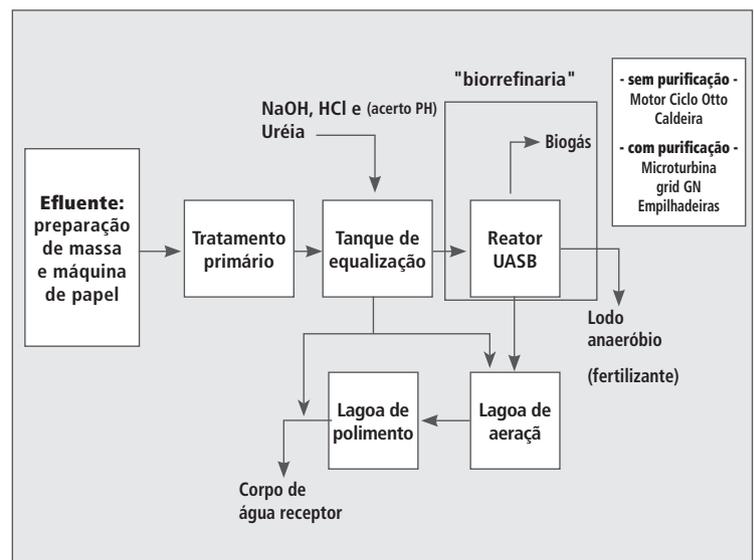


Figura 1. Biorrefinaria anexa a ETE de uma planta de papel

A digestão anaeróbia pode ser descrita como um processo de três etapas, envolvendo a hidrólise dos compostos orgânicos complexos, a produção de ácidos (acidogênese e metanogênese) e a produção de biogás.

O material lenhoso e os efluentes de processo da produção de papel e celulose podem ser considerados fonte abundante de Carbono renovável, potencialmente convertido em energia, combustíveis e materiais. A utilização desse tipo de matérias-primas com vista à produção integrada de bioenergia, biomateriais e bioprodutos de alto valor agregado, por intermédio de processos tecnológicos avançados de separação e conversão que permitam minimizar o impacto no ciclo de Carbono, representa o conceito de "biorrefinaria".

Atualmente, preconiza-se que outros processos, tecnologicamente mais complexos, possam vir a ser embarcados em plataformas tecnológicas para implantação de biorrefinarias e, dessa forma, faz uso das oportunidades de integração associadas ao próprio processo produtivo, mas também da estrutura logística associada ao processamento da matéria orgânica residual disponível.

Nesse sentido, novas metodologias para avaliação da performance de plataformas de biorrefinaria são propostas. A principal delas possui como referência o "Índice de Complexidade de Nelson", utilizada para refinarias de petróleo, a partir do qual foi desenvolvido o "Índice de Complexidade de Biorrefinarias (BCI).

O BCI é formado pelo nível de prospecção tecnológica, conhecido em Inglês como "Technology Readiness Level - TRL", que pode variar entre o nível 1 (pesquisa básica) e o nível 9 "sistema comprovado e pronto para implantação comercial completa". – mais quatro características básicas de uma biorrefinaria. Com base no TRL, a Complexidade de Funcionalidade (FC) e o Índice de Complexidade da Funcionalidade (FCI), para cada uma das principais características de uma biorrefinaria, são calculados: i) plataforma tecnológica, ii) matéria-prima, iii) produtos e iv) processos.

O Perfil da Complexidade de Biorefinaria (BCP) é calculado a partir do BCI e dos quatro FCIs "IEA Bioenergy Task 42, Biorefining" e "The Biorefinery Complexity Index, Jungmeier G." e "Biorefinery Concepts in Comparison to Petrochemical Refineries, Jungmeier G". ■



## Curso Reciclagem de Aparas para Fabricação de Papel

Realização



Patrocínio



Apoio

