

Recursos de biomassa renovável são eficientes no tratamento de efluentes líquidos e gasosos

# Pesquisador desenvolve peneira de carbono à base de bagaço de cana

JEVERSON BARBIERI

jeverson@reitoria.unicamp.br

Uma nova tecnologia capaz de atuar no tratamento de efluentes líquidos e gasosos e também em tanques de sorção para remoção e recuperação de solventes orgânicos, concebida a partir de recursos de biomassa renovável, foi desenvolvida no Instituto de Física Gleb Wataghin (IFGW) da Unicamp. São as peneiras moleculares de carbono (PMC), um tipo especial de carvão ativado, cujas propriedades físico-químicas são bem definidas. Para o pesquisador Gino Capobianco, do Grupo Combustíveis Alternativos, do IFGW, a grande vantagem da nova tecnologia está no aproveitamento do bagaço de cana-de-açúcar e da casca de macadâmia e de coco verde, resíduos renováveis antes descartados, para a fabricação dessas peneiras. “A produção brasileira é incipiente. Importamos 3 mil toneladas todos os anos. Trata-se de uma descoberta muito importante na área”, afirma Capobianco.

**Produção nacional ainda é incipiente**

Gino explica que o Brasil é um grande produtor de carvão ativado convencional e a diferença entre um carvão ativado e uma peneira molecular de carbono é a distribuição dos poros, de como a matriz carbonosa está distribuída pelos poros e quais os tamanhos de poros que são encontrados em uma peneira. O pesquisador explica que, pelas normas da International Union of Pure and Applied Chemistry (Iupac), existe uma escala que determina os tamanhos dos poros. Nessa escala, os poros cujas medidas se situam entre 2 e 50 nanômetros são chamados de mesoporos. Abaixo de 2 nanômetros ficam os microporos e acima de 50 nanômetros, os macroporos.

Essas dimensões, segundo Gino, significam que uma peneira molecular é um carvão ativado cuja distribuição de poros está em uma determinada região, ou seja, a maioria dos poros está concentrada em uma mesma faixa de escala. Em um carvão ativado convencional não existe essa distribuição, existem poros de todos os tamanhos. O que difere o carvão ativado de uma peneira molecular é quando essa distribuição



O pesquisador Gino Capobianco, do Instituto de Física: “Foi um avanço conseguir desenvolver um material nano-estruturado a partir de resíduos de biomassa”.

está localizada em uma região onde vai haver algum tipo de aplicação. Um importante processo de aplicação da peneira molecular é a hemodíalise, onde a qualidade da água é fundamental para a vida do paciente que recebe o tratamento. Como as moléculas bacterianas geralmente são maiores que 50 nanômetros, seriam necessárias peneiras com dimensões na faixa de mesoporos para filtrar a água com extrema eficiência. O processo de utilização de plasma torna possível a obtenção desse material, com variadas distribuições de poros.

O pesquisador ressalta que o Brasil é auto-suficiente em carvões ativados, chegando a exportar para outros países. Carvões especiais são utilizados tanto na separação de gases especiais (na petroquímica atuam como catalisadores) como em reatores de adsorção, onde são feitas as separações e recuperações de materiais voláteis. Trata-se, portanto, de aplicação para peneira molecular. “Esse material é quase 100% importado, e é nesse campo que estamos

entrando”, afirma Capobianco.

Para isso é necessário um planejamento integrado de recursos. A partir da transformação de rejeitos da biomassa, por meio de um processo de ativação inovador de plasma, é possível agregar valor para atender um mercado do qual até hoje o Brasil é totalmente dependente. A diferença de preço entre o produto brasileiro e o produto importado é bastante grande. Gino mostra que o Brasil importa 2 mil toneladas de PMC anualmente, ao custo de US\$ 3,00 o quilo. Na contra-mão dessa importação, exporta 3 mil toneladas de carvão ativado convencional e recebe US\$ 1,00 por quilo. Ele cita como exemplo o setor de criogenia do IFGW da Unicamp, que utiliza a peneira molecular para separação de nitrogênio e oxigênio para fazer o nitrogênio líquido. “Eles pagam US\$ 50 o quilo pela importação dessa peneira, proveniente da Alemanha. Aqui, pelo nosso processo, o preço do quilo ficaria em torno de US\$ 5,00. Chegamos a esse valor a-

través de um estudo de viabilidade técnico-financeira. É apenas uma estimativa, mas revela um valor muito menor”, compara.

**Metodologia** – O processo de obtenção da PMC teve várias etapas. A primeira foi a seleção e conformação da matéria-prima. A seguir, a carbonização e pré-ativação envolvendo tecnologias convencionais de ativação física ou química. Finalmente, a obtenção de PMC em um reator de plasma com catodo oco para ativação. O estudo incluiu o projeto e construção de equipamentos para sua implementação em uma unidade piloto, a realização dos testes operacionais, a apreciação da influência dos parâmetros de processo, que foram monitorados com caracterizações dos precursores em cada etapa até a obtenção das PMC. Também foi realizada uma avaliação sobre possíveis aplicações em indústrias químicas e eletro-metais, através de estudo de caso, com a remoção de metais pesados nos efluentes industriais. Foi feita comparação do desempenho das PMC com os de amostras comerciais disponíveis no mercado.

Finalmente, para análise da viabilidade técnico-econômico-financeira, foi realizado um levantamento sobre a evolução de exportação e importação de carvão ativado no Brasil, sua demanda e oferta, assim como os principais consumidores, que são os setores industriais e ligados ao saneamento básico e saúde. Gino observa que o Brasil é auto-suficiente na produção do carvão ativado convencional. Entretanto, a produção de carvão ativado com características e propriedades específicas da PMC ainda é incipiente, sendo necessária a importação de 3 mil toneladas anualmente. Segundo Capobianco, para atender inicialmente 10% da demanda nacional seria necessária uma planta industrial com capacidade de produção de 300 toneladas por ano.

Com relação ao rendimento da biomassa em carvão ativado especial, próprio para a confecção de peneira molecular de carbono, Gino informa que esse percentual atingiu entre 25% a 30%. O percentual restante, segundo o pesquisador, é material volátil que também mereceu atenção nessa fase de pesquisa. “Du-

rante o processo recuperamos e tratamos os voláteis resultantes da queima da biomassa, objetivando aproveitar esse subproduto”, ressalta. Cerca de 40% a 45% desse material volátil é alcatrão e 25% são gases não-condensáveis, que são queimados após o tratamento.

O alcatrão é aproveitado como elemento aglutinante dos finos de carvão, surgindo aí um outro tipo de carvão ativado convencional. Como a composição do alcatrão é rica em produtos químicos, ele serve também com insumo para alguns setores de bioóleo e biocombustíveis. Gino explica também que o Grupo Combustíveis Alternativos está repassando a pesquisa sobre o alcatrão para a Bioware, uma empresa constituída a partir da Incubadora de Empresas de Base Tecnológica da Unicamp (Incamp), cujo objetivo é a obtenção de biodiesel a partir desse subproduto. A Bioware desenvolve tecnologias de transformação de biomassa em energia, materiais e combustíveis renováveis de alto valor agregado.

**Pipe** – O projeto da peneira molecular de carbono recebeu financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), por meio do Programa Inovação Tecnológica em Pequenas Empresas (Pipe). A empresa que participa dessa parceria é a Multivácuo Tecnologia de Sistemas de Vácuo, de Campinas (SP). O proprietário da empresa, Aparecido dos Reis Coutinho, é ex-aluno de doutoramento do Grupo Combustíveis Alternativos e trabalha há vinte anos na área de carvão ativado. “Foi um avanço conseguir fazer um material nano-estruturado a partir de resíduos de biomassa”, reconhece Gino.

O projeto, em fase experimental na Multivácuo, recebeu contatos de empresas interessadas. O objetivo agora, segundo Gino, é passar a produção para escala industrial visando a produção em larga escala. “As empresas estão interessadas em alta produção, algo em torno de 500 quilos por mês. A produção ainda é muito baixa e a infra-estrutura necessária para a ampliação está sendo disponibilizada pela empresa. Vamos sair dos 10 quilos por mês para alcançar as toneladas exigidas”, complementa Capobianco.

# FEC faz ensaio pioneiro de estrutura metálica

RAQUEL CARMO DOS SANTOS

kel@unicamp.br

Ensaios pioneiros de resistência em uma estrutura metálica, com 900 metros quadrados, estão sendo realizados pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC), em parceria com a empresa de siderurgia V&M do Brasil. Em âmbito nacional, é a primeira vez que se monta uma estrutura tubular, em tamanho real, para avaliar sua segurança estrutural. Professores, engenheiros, técnicos e alunos da pós-graduação realizaram, em agosto, a segunda etapa do projeto que consiste nas medições com estrutura invertida para simular a sucção do vento. Os resultados finais das provas, feitas de acordo com normas brasileiras e internacionais, devem garantir a certificação do produto à multinacional europeia V&M para posterior comercialização.

**Terceira etapa será realizada este mês**

O convênio de P&D firmado com a V&M prevê, além dos ensaios, a doação da estrutura para a FEC com a finalidade de transformá-la no primeiro Laboratório de Estruturas Me-

tálicas Tubulares de Aço e Mistras do Brasil. Segundo o diretor da faculdade e coordenador geral do projeto, professor João Alberto Venegas Requena, trata-se de um dos principais projetos da faculdade, pois alia a parceria entre universidade e empresa e a geração de produção científica. “Temos alunos de mestrado, doutorado e, mesmo de iniciação científica, envolvidos com pesquisa nesta área”, destaca.

Para dar um exemplo, se a Universidade tivesse que arcar com os custos de construção de um laboratório desse porte, desembolsaria em torno de R\$ 1,5 milhão.

**Pioneirismo** – O engenheiro da V&M, Afonso Henrique Mascarenhas de Araújo, explica que ensaios em escala real não são feitos no Brasil por exigir elevados investimentos. Neste caso, a empresa fez a solicitação por considerar que os modelos reduzidos não atenderiam as análises completas da concepção diferente de estrutura tubular proposta pela empresa. Não existe produto semelhante no mercado e este aspecto exige medições mais precisas. As simulações em menores escalas não contemplam, por exemplo, a obtenção



Ensaio na Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo: medições com estrutura invertida

de dados detalhados sobre o comportamento das ligações formadas por parafusos e soldas em casos de ventos fortes.

O projeto está definido em três etapas. Há cerca de dois meses, foram feitos testes com carregamentos gravitacionais ou permanentes. Desta forma, as medidas foram tomadas com cargas da ordem de 42 toneladas. A segunda etapa consiste nos ensaios com a estrutura invertida. Cerca de 52 toneladas de cargas foram suspensas na estrutura em fases. Neste mês, a terceira e última etapa será realizada com a elevação da estrutura a 10 metros de altura para ensaios gravitacionais e horizontais. A certificação junto ao Inmetro será feita graças à parceria com o Centro de Tecnologia da Unicamp – representado pelo engenheiro José Ricardo Lenzi Mariolani –, que possui o credenciamento necessário.

A equipe envolvida no projeto é formada pelos professores da FEC Newton de Oliveira Pinto Junior, Jorge Luiz Alves Trabanco e Maurício Dario. O engenheiro Maurício Dario Filho, representante da V&M, o aluno da FEC Fábio Samarra e os técnicos do laboratório também fazem parte do grupo.