

# FEA obtém açúcar funcional

Processo para a produção de FOS foi mais rápido que os métodos convencionais

SILVIO ANUNCIÇÃO  
silviojp@reitoria.unicamp.br

A cientista de alimentos Juliana Bueno da Silva desenvolveu um processo mais rápido e diferenciado para a obtenção de um açúcar com propriedades funcionais, o frutooligosacarídeo (FOS). Este tipo de açúcar, que já é comercializado no país, foi sintetizado pela biotransformação. Neste processo, um microrganismo vivo e íntegro, imerso em uma solução com sacarose (açúcar), forma o FOS. Ao contrário dos métodos convencionais, como a reação enzimática, a biotransformação permite a produção direta do açúcar, eliminando a etapa da produção, separação e purificação das enzimas.

“Este açúcar não é absorvido pelo organismo, pois não é hidrolisado pelas enzimas do trato digestivo e, apenas no intestino grosso, é fermentado pelas bifidobactérias ou lactobacilos, que são as bactérias benéficas presentes na microbiota intestinal. Por isso, há uma melhora no funcionamento do intestino. Além disso é um açúcar que não provoca cáries e possui baixo teor calórico. Ele tem outros apelos funcionais, como o aumento da síntese de vitaminas do complexo B, diminuição dos microrganismos patogênicos da flora e ação com propriedades anticâncer”, aponta a pesquisadora da Unicamp.

O trabalho integrou tese de doutorado defendida por Juliana Bueno na Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA). Ela foi orientada pela professora Gláucia Maria Pastore, da FEA, e coorientada pelo docente Luiz Carlos Basso, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da USP. A pesquisadora também contou com a colaboração da professora Maria Isabel Rodrigues (FEA). Ela também participou, como parte do estudo, de um estágio em San Diego, EUA, no Departamento de Bioquímica e Biofísica da Universidade da Califórnia.



Foto: Antoninho Perri

Juliana Bueno da Silva, autora da tese: “O principal objetivo dos bioprocessos é estabelecer procedimentos não dispendiosos”

“Ao contrário dos processos convencionais, a biotransformação é feita em uma única etapa. Minha pesquisa consistiu em utilizar um microrganismo íntegro diretamente em soluções com altas concentrações de sacarose. Este microrganismo sobrevive e transforma a sacarose em FOS. A levedura utilizada no estudo permitiu que as etapas de produção e purificação da enzima fossem eliminadas, isso foi o nosso diferencial. Entre as vantagens estão o tempo de produção e, consequentemente, a possibilidade de se obter o FOS em larga escala. É um processo que poderia ser facilmente reproduzível em usinas de cana-de-açúcar, por exemplo”, conclui Juliana Bueno.

A cientista de alimentos esclarece que a produção do açúcar funcional, pela biotransformação, foi realizada em solução aquosa com elevada concentração de sacarose. Esta solução exerce alta pressão osmótica sobre o microrganismo. Neste caso foi necessária a escolha de um microrganismo tolerante a esta pressão. “O *Aureobasidium pullulans* é uma levedura que foi isolada do favo de mel e que se enquadra neste tipo de processo, mostrando excelente produtividade e crescimento em meios com sacarose”, revela.

Ela informa ainda que utilizou o melaço, resíduo da agroindústria de açúcar, para promover o crescimento do microrganismo *Aureobasidium pullulans*, antes de inseri-lo na solução com sacarose. O melaço forneceu os nutrientes necessários para o processo de biotransformação, descartando a necessidade de realizar uma suplementação do meio com sais minerais e outros suplementos nutricionais.

“A biotransformação da sacarose em frutooligosacarídeos, utilizando células íntegras, ainda é pouco explorada, uma vez que a maioria dos processos emprega enzimas como biocatalisadores em meios contendo altas concentrações de sacarose. Entretanto, existe a possibilidade de se utilizar microrganismos osmofílicos, capazes de sobreviver em meios ricos em açúcar. Eles se desenvolvem em altas concentrações de açúcar, além de possuírem características altamente desejadas para bioprocessos.”

Juliana Bueno explica que também realizou um processo experimental, substituindo o açúcar convencional (sacarose) pelo xarope de cana-de-açúcar para promover a síntese do FOS. “O xarope possui altas concentrações de sacarose, algo em torno de 50%. A composição restante é constituída por glicose,

frutose e outros açúcares. Esse substrato se mostrou uma ótima fonte alternativa para o bioprocessos, o qual apresentou o mesmo desempenho quando comparado às condições validadas com a sacarose”, pontua.

## RENDIMENTO E RENTABILIDADE

Aproximadamente 80% da sacarose disponível no meio foi transformada em frutooligosacarídeo. Este rendimento é compatível com os processos convencionais empregados para a produção de FOS, ressalta Juliana Bueno. Ela acrescenta que o emprego de microrganismos previamente selecionadas em um meio de sacarose, por meio da biotransformação, é uma alternativa aos processos de extração de fontes vegetais que vem se destacando nos últimos anos pela rentabilidade.

“Além disso, há outras vantagens nos processos que utilizam microrganismos e células para a obtenção de novos produtos. Os cultivos microbianos não estão sujeitos às variações climáticas e à quantidade que está presente no ambiente. Outra vantagem está na utilização da biomassa ou resíduos da agroindústria como substratos para serem convertidos em materiais de maior valor agregado. Portanto, o principal objetivo dos bioprocessos é estabelecer procedimentos não dispendiosos e que apresentem altos rendimentos de produção.”

## Publicação

**Tese:** “Síntese de frutooligosacarídeos pela biotransformação da sacarose por microrganismos osmofílicos”  
**Autora:** Juliana Bueno da Silva  
**Orientadora:** Gláucia Maria Pastore  
**Coorientador:** Luiz Carlos Basso  
**Unidade:** Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA)  
**Financiamento:** CNPq e Capes

# Metodologia ensina a ‘engenheirar’

Para pesquisador, ambiente adequado é um forte motivador para o aprendizado

ISABEL GARDENAL  
bel@unicamp.br

Uma metodologia para o ensino de engenharia elétrica acaba de ser desenvolvida pelo pesquisador Ivan Cardoso Monsão em sua tese de doutorado, defendida na Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec). Essa ferramenta, que deve gerar um livro, já em fase de redação, busca complementar a formação dos estudantes para aprenderem a “engenheirar” antes de concluírem a sua formação na Universidade.

Essa metodologia inclui a transmissão do conhecimento tácito (aquele adquirido ao longo da vida, pela experiência) de um profissional atuante na engenharia para os estudantes, a criação de um ambiente adequado (um laboratório paradidático) e a participação dos envolvidos em projetos reais.

O conhecimento técnico é embasado em estudo dirigido e por meio da atuação de professores tutores voluntários em um papel consultivo (mentores/coaches), sob demanda, nas suas áreas de especialidade.

Um modelo paradidático foi escolhido por conta da complexidade dos procedimentos convencionais como a reforma curricular, a criação de novas disciplinas ou modificações nas já existentes e requalificação dos professores, frisa o engenheiro eletricitista. A ideia é simplificar tudo.

Ivan relata que atuou profissionalmente em muitos projetos em engenharia que envolveram parcerias universidade-empresa,



Foto: Divulgação

O pesquisador Ivan Cardoso Monsão: transmissão do conhecimento tácito e participação em projetos reais

além do trabalho conjunto com professores, pesquisadores e estudantes. “Apesar de a Universidade ter em vista o ensino, a pesquisa e a extensão, observei que ela dá maior ênfase à pesquisa e menos às diferenças na formação, aos ambientes e metodologias de trabalho dos dois tipos de perfis necessários para desenvolver a tecnologia e a inovação: o pesquisador e o engenheiro”, comenta.

Em sua opinião, esta ênfase na pesquisa faz surgir uma assimetria que se reflete diretamente na formação da maioria dos estudantes de engenharia que conclui a graduação com o perfil mais voltado à pesquisa e mais habituado a conviver no ambiente e com as metodologias de pesquisa.

O doutorando diz que o estudante típico de engenharia realiza pelo menos um trabalho de iniciação científica, publica pelo menos um trabalho acadêmico e escreve um trabalho de graduação ou de conclusão de curso, cujo formato de redação, apresentação e avaliação é feito nos moldes de uma tese acadêmica.

A Confederação Nacional da Indústria (CNI), o Instituto Evaldo Lodi (IEL) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

(Senai) publicaram dois manifestos – um em 2006 chamado Inova Engenharia e outro em 2010 denominado Engenharia para o Desenvolvimento – apontando a necessidade de modernizar o ensino de engenharia e dar relevo às atividades práticas.

Essa necessidade foi verificada também por outros países como os EUA, ao criar o Olin College em 1997 e o projeto CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) em 2000, este último liderado pelo Massachusetts Institute of Technology (MIT), a mais respeitada escola de engenharia do mundo. Em 2011 foi criado o laboratório de inovação de Harvard (iLab).

## AUTONOMIA

A pesquisa de Ivan foi realizada entre 2006 e 2013 com resultados obtidos de trabalhos desenvolvidos no BiLab Business and Innovation Lab, idealizado e implantado por ele em uma universidade privada. Os resultados da pesquisa mostraram que alguns estudantes do segundo e do quarto semestres do curso de engenharia elétrica participaram de projetos reais (que tinham de ser entregues a clientes). “Eles foram capazes de resolver os problemas dos projetos contratados, que tinham um alto grau de complexidade, e mais: conseguiram criar ferramentas para resolvê-los de modo autônomo e começaram a fazer engenharia enquanto aprendiam”, garante.

Ivan notou que a criação de um ambiente adequado (paralelo ao curso) é um forte motivador para o aprendizado, para que os estudantes possam atuar com engenheiros em projetos reais. Assim, eles não apenas absorvem o conhecimento tácito deste profissional, mas também entendem o que é a engenharia na prática (ainda dentro da universidade), aprendem a buscar o conhecimento por si mesmos e começam a assumir a responsabilidade pela sua formação.

Outro aspecto é que a adaptação da metodologia utilizada no laboratório paradidático – sob a forma de seminários para turmas de uma disciplina curricular chamada Labora-

tório Integrado – mostrou uma evolução na qualidade dos trabalhos apresentados no fim do semestre, indicando que a adaptação da metodologia para a sala de aula também traz resultados positivos.

“Este trabalho então contribui para chamar a atenção para o fato de que a maior parte do conhecimento prático está no próprio profissional”, considera Ivan. “E toda a informação teórica, necessária para a solução de problemas, está disponível em livros e na internet.”

A metodologia de ensino atual, lamenta o pesquisador, ainda é expositiva e acompanhada de modo passivo pelos estudantes. O ambiente de ensino ainda é o mesmo da clássica sala de aula com quadro negro ou branco.

Em sua opinião, a pesquisa básica é estratégica à manutenção de vantagens competitivas na indústria e, para isso, a formação de recursos humanos nesta área é imprescindível. “É preciso, porém, que a Universidade dê mais atenção à formação efetiva dos engenheiros, para que estejam aptos a transformar conhecimento obtido nas pesquisas em bens e serviços, e colaborar para minorar problemas locais”, salienta.

Ivan obteve o seu título de mestre na área de Microeletrônica na Unicamp, onde trabalhou como pesquisador por oito anos no LED (Laboratório de Eletrônica e Dispositivos), ligado ao Departamento de Eletrônica e Microeletrônica (Demic) da Feec. Trabalhou em projetos de engenharia e biotecnologia na Alemanha, na Suíça e na China.

## Publicação

**Tese:** “Uma nova metodologia de ensino de engenharia elétrica usando um laboratório paradidático”  
**Autor:** Ivan Cardoso Monsão  
**Orientador:** José Antonio Siqueira Dias  
**Unidade:** Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (Feec)