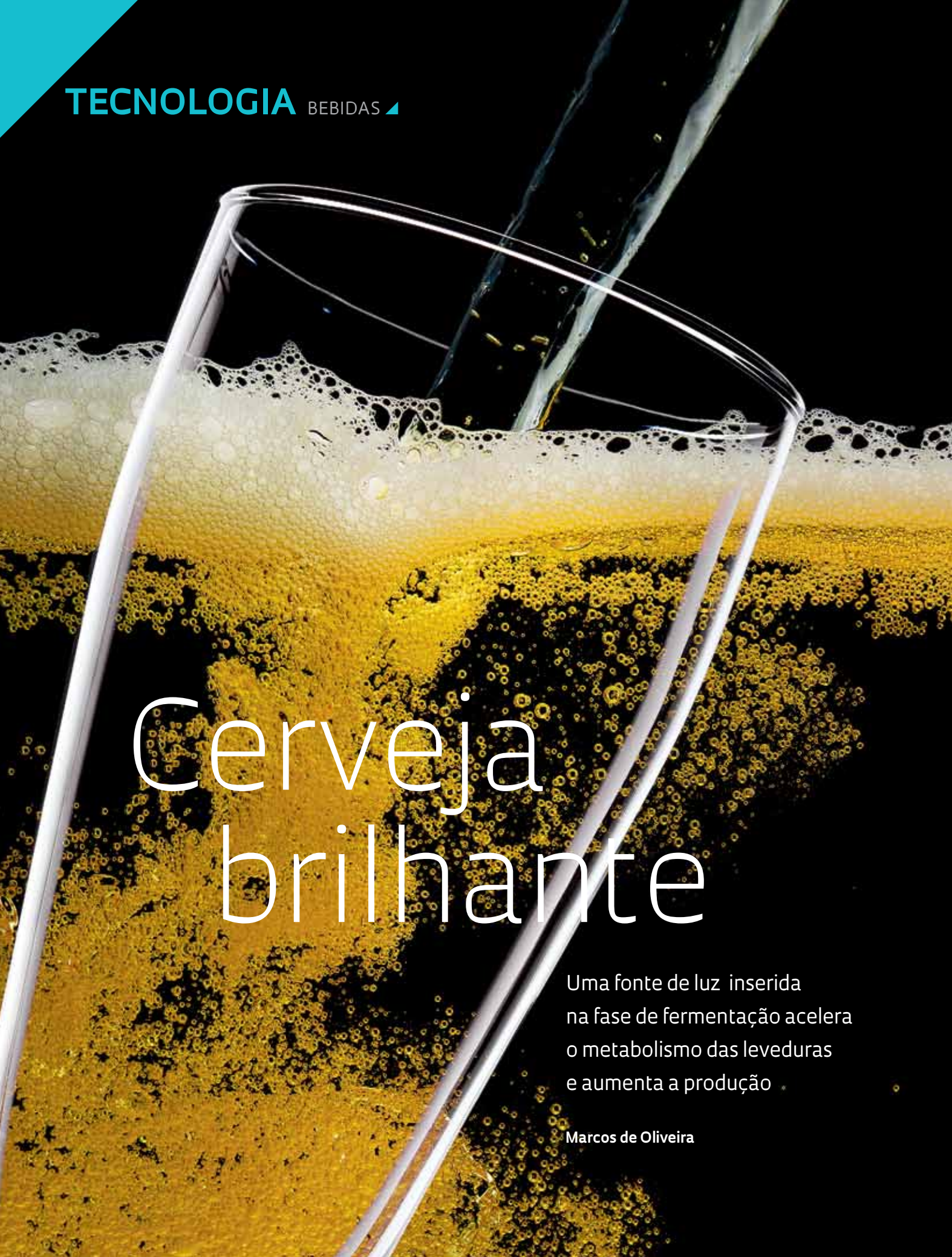


Cerveja brilhante

Uma fonte de luz inserida na fase de fermentação acelera o metabolismo das leveduras e aumenta a produção

Marcos de Oliveira

CHRIS STEIN / GETTY IMAGES

Ícones recentes do mundo da eletrônica, presentes em telas de TV ou de computadores, ou ainda usados para substituir lâmpadas comuns, os LEDs acabam de ganhar uma nova e inusitada função. Eles agora servem também para acelerar a fase de fermentação na produção de cerveja, reduzindo o tempo gasto nesse processo de 15% a 20% sem alterar a qualidade da bebida. Isso acontece quando fontes de LEDs, diodos emissores de luz fabricados com material semicondutor na forma de dispositivos semelhantes a lanternas, são mergulhadas nas dornas em que as leveduras *Saccharomyces cerevisiae* se nutrem dos carboidratos do malte de cevada para produzir álcool, gás carbônico e consequentemente cerveja. A novidade foi elaborada no Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC-USP) e já está em uso na microcervejaria Kirchen na mesma cidade.

Os pesquisadores da USP descobriram que sob determinados comprimentos de onda característicos de uma faixa do espectro vermelho e de outra do infravermelho o metabolismo da levedura se acelera. "A luz melhora a permeabilidade da membrana celular da *Saccharomyces* e isso favorece a troca entre o meio interno e externo da levedura. Assim ela metaboliza de forma mais rápida o açúcar contido no malte e excreta etanol e CO_2 para fora do meio celular", diz o pesquisador Éverton Estracanholli. Ele teve a ideia de usar a luz no processo de fabricação de cerveja enquanto

Processo de produção de cerveja

Os LEDs são inseridos durante a fase de fermentação e podem encurtar o tempo do preparo da bebida em 20%

INFOGRÁFICO ANA PAULA CAMPOS ILUSTRAÇÃO ALEXANDRE AFFONSO

1 PREPARO DO MOSTO

A produção da cerveja começa com malte de cevada, água e, se for o caso, adjuntos cervejeiros como arroz e milho, formando um caldo, o mosto. Ele é aquecido para beneficiar algumas reações enzimáticas e depois fervido com a adição de lúpulo

2 FERMENTAÇÃO E MATURAÇÃO

O mosto é resfriado e adiciona-se a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Nessa fase, segundo os estudos realizados pela USP, os LEDs são mergulhados no líquido para acelerar o metabolismo das leveduras. A fase seguinte é a maturação por períodos de até 21 dias, quando uma série de reações bioquímicas confere o aroma e o sabor definitivo da cerveja

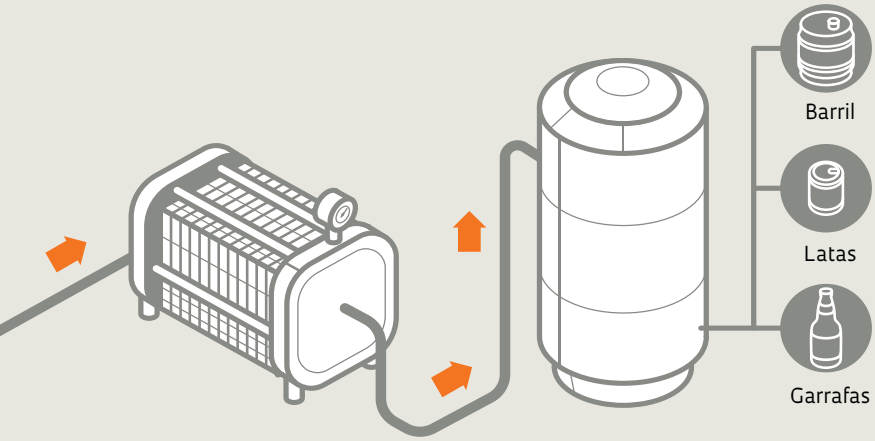
fazia seu doutorado no IFSC, desenvolvendo pesquisas junto com os professores Vanderlei Bagnato, orientador da tese, e Igor Policarpov. O alvo era o uso de luz para quantificar carboidratos em amostras de mosto cervejeiro na fase de fermentação.

O mosto é formado por água e malte, além de outros cereais dependendo da cerveja, que são misturados e aquecidos até a formação de um caldo açucarado. Depois da separação dos grãos, o mosto recebe o lúpulo (inflorescência de uma planta aromática em forma de *pellets*), que confere o amargor e parte do aroma da bebida, e é fervido. Então, ele segue para a fermentação em que são adicionadas as leveduras. "A incidência da luz nas células da levedura facilita a troca de elétrons no ciclo de Krebs, que é uma sequência de reações químicas associada ao processo respiratório das células. Assim os elétrons ficam pulando de uma cadeia para outra e aceleram as reações", diz o pesquisador.

"Ao interagir com a luz, vários tipos de moléculas apresentam estados eletrônicos excitados, o que altera o processo biológico no nível molecular", diz Bagnato. "A reação química que ocorre dentro do mosto cervejeiro envolve grandes transferências de elétrons de certas moléculas para outras e a luz aumenta a velocidade dessas transferências", explica. "Mas não é qualquer luz que serve, é preciso determinar os parâmetros, porque existem doses e faixas de luz que matam as leveduras. Nosso estudo identificou as cores [comprimentos de onda], a intensidade de luz utilizada, a dose fornecida e o tempo de iluminação necessária", explica Estracanholli.

A fotoestimulação em sistemas biológicos é um fenômeno conhecido. A utilização de lasers e LEDs em leveduras como a própria *Saccharomyces* ou *Endomyces magnusii*, ou bactérias como a espécie *Escherichia coli*, já demonstrou ser estimulante da atividade respiratória desses microrganismos e assim favorecer a reprodução celular. "Porém, até agora, não encontramos na literatura científica citações sobre o uso de radiação eletromagnética [a luz visível ou infravermelho] para acelerar os processos de fermentação, sejam alcoólicos ou não alcoólicos", diz o pesquisador. O novo processo gerou um depósito de patente com os três pesquisadores como inventores e a USP como provedora. O físico que já tinha o *hobby* de fazer cerveja em casa herdado do pai resolveu utilizar os LEDs em sua produção caseira que logo se transformou na microcervejaria Kirchen. Estudioso do assunto, ele chegou a ganhar um prêmio como a melhor cerveja do tipo Irish Red Ale – cerveja de cor vermelho-escura com sabor seco e de malte bem acentuado – na edição 2012 do Concurso Nacional das Acervas, as associações regionais de cervejeiros artesanais.

Outro equipamento com LEDs poderá quantificar e monitorar a presença de álcool e carboidratos na fabricação da bebida



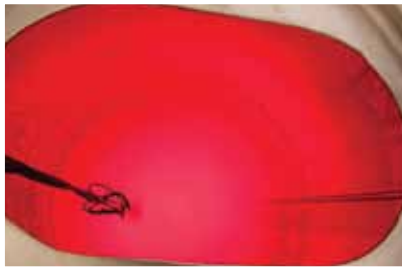
3 FILTRAGEM

Impurezas e materiais particulados, como leveduras residuais, são retirados e a cerveja torna-se transparente

4 ENVASE PARA CONSUMO

A cerveja em garrafas e latas é pasteurizada para eliminar microrganismos e ter validade maior. Nos barris é para consumo rápido

FONTE ÉVERTON ESTRACANHOLI



Acima, difusores na ponta dos LEDs deixam todo o líquido iluminado. Ao lado, experimento na empresa Kirchen, em São Carlos

FOTOS EDUARDO CESAR

Outro experimento realizado no IFSC e com depósito de patente dos mesmos três pesquisadores e a USP é a aplicação de técnicas de análise para monitorar e quantificar a presença de carboidratos e álcool, em curto espaço de tempo, na produção de cerveja. A técnica que eles desenvolveram determina a quantidade de açúcares e álcool presente no mosto em fermentação. "Ela age a partir da absorção obtida pela reflexão da luz incidida sobre uma amostra de cerveja ou qualquer alimento industrial, como massa de tomate, por exemplo." Os pesquisadores também acreditam que o uso será possível na indústria sucroalcooleira tanto para monitorar produção de etanol como para verificar a quantidade de açúcar presente na cana ainda no campo. A emissão de luz sobre o caule, a análise da resposta espectral, que é a parte de luz absorvida pelo material, e o consequente processamento das informações por um computador, em poucos segundos, podem mostrar a hora certa do corte da cana. Os primeiros protótipos desses aparelhos deverão ser iniciados ainda neste ano.

"Durante a elaboração da tese de doutorado de Éverton, ele demonstrou a viabilidade de monitoramento em tempo real do álcool e dos carboidratos. Agora, por meio do convênio da USP com a empresa que ele constituiu, deverá ser dado um passo adiante para mostrar a funcionalidade desse conceito. Na produção-piloto que ele está montando, que já é diferente de um pequeno protótipo de laboratório, a ideia é gerar um equipamento que possa ser empregado na fabricação de vários tipos de bebida", diz Bagnato. "O objetivo é usar feixes de fibras ópticas que levarão a luz até o material a ser analisado e farão a coleta dos componentes da luz que não foram absorvidos. Com isso será possível fazer o monitoramento em tempo real do processo produtivo", diz. O sistema também utiliza redes neurais artificiais que são programas baseados em neurônios biológicos capazes de aprender por meio de exemplos utilizando interconexões computacionais e matemáticas.

EM TEMPO REAL

Dentre os processos de fermentação possíveis de serem analisados com arranjos de LEDs em faixas de luz visível e infravermelho estão a fermentação de caldo de cana para obtenção de etanol combustível ou produtos destilados como a cachaça, além de vinagres e derivados. Na produção específica de cerveja o novo sistema de análise em tempo real na linha de produção poderá quantificar os principais carboidratos presentes na fermentação do mosto da bebida, como glicose, maltose, maltotriose e dextrina, além do etanol.

A prática fabril atual em todo o mundo é a coleta de amostras na linha de produção e a posterior análise em laboratório, que quase sempre está dentro da própria fábrica. "A realização dessas análises na própria linha de produção é pouco ou quase nada usada", diz Bagnato. Para o professor Waldemar Venturini Filho, da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista (Unesp) na cidade de Botucatu, que trabalha há mais de 20 anos com fermentação e estudos de cerveja – e também participou da banca de doutorado de Estracanholli –, o novo equipamento de análise em

tempo real da produção é fantástico e deve favorecer principalmente o controle da fermentação alcoólica, considerado o coração do processamento da cerveja. "É um sistema promissor e poderá inclusive ser usado na academia em estudos dos processos fermentativos", diz Venturini.

APOIO DA UNIVERSIDADE

O professor Bagnato acredita que o projeto em parceria da USP com a Kirchen poderá gerar um produto inovador. "Quem sabe, no futuro, combinar a análise em tempo real com a estimulação fotônica deverá produzir uma forma totalmente diferente de promover e controlar a fermentação. Assim, a luz injetada no sistema se tornará um novo parâmetro na área", diz. "A minha filosofia é que as empresas nascentes devem ter apoio dos laboratórios que as produziram, no caso o IFSC. A empresa do Éverton não poderá de imediato ter toda a infraestrutura que temos na USP. Dessa forma, é essencial que tenhamos uma colaboração, disponibilizando nossos equipamentos para que ele realize as caracterizações e outros estudos que se tornam difíceis de outro modo. Essa é a verdadeira forma de gerar um *spin-off* no meio acadêmico", acredita Bagnato, que também é coordenador-geral da Agência USP de Inovação.

Os equipamentos de controle e estimulação fotônicos deverão servir, principalmente no início, às microcervejarias, um ramo que cresce no país levado pela curiosidade dos consumidores brasileiros e pela melhor aceitação de cervejas premium ou gourmet. Elas são mais caras porém feitas com ingredientes mais refinados, maiores porcentagens de malte e lúpulos especiais, além do maior tempo na maturação, a fase

Microcervejarias que produzem cervejas especiais ou premium podem ser as primeiras fábricas a experimentar os LEDs na produção

FOTOS 1 E 2 EDUARDO CESAR 3 E 4 FÁBIO COLOMBINI 5 IAC

Frutas tropicais e mel

A relação cerveja e academia também já ganhou outros caminhos, além da presença da bebida nos centros acadêmicos. Os estudos têm se concentrado em encontrar formulações inovadoras e agregar novos adjuntos cervejeiros, como são chamados os outros ingredientes que substituem parte do malte de cevada e servem para diminuir o custo de produção e tornar a bebida mais leve. As grandes cervejarias utilizam milho e arroz para esse fim. Eles aparecem nos rótulos como cereais não maltados. No Brasil, o caminho mais recente em pesquisa de adjuntos cervejeiros em ambiente acadêmico vem da Bahia. Um grupo de pesquisadores na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) estuda a produção de cerveja, com frutas encontradas no semiárido nordestino, como umbu, cajá e cacau, entre outras. "Queremos aproveitar a alta fonte de carboidratos encontrados nessas frutas e também os compostos aromáticos que podem incrementar as cervejas feitas nesta região do país", diz o professor Giovani Brandão Carvalho, coordenador do grupo.

Para estudar essas composições ele montou uma minicervejaria no Laboratório de Fermentação da UEFS dentro do Programa de Apoio a Núcleos Emergentes (Pronem) com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). "Queremos trazer microcervejarias e fortalecer a agricultura familiar na região", diz Carvalho. Os estudos com cerveja começaram no seu doutorado na Escola de Engenharia de Lorena da USP. Sob a orientação do professor João Batista de Almeida e Silva, ele desenvolveu uma cerveja pilsen tendo banana como adjunto misturado em forma de suco ao mosto cervejeiro.

Banana, cajá, umbu-cajá e arroz-preto estão entre os ingredientes que podem substituir parte do malte de cevada nas cervejas e são objeto de pesquisa acadêmica

Além de um leve gosto da fruta na bebida, ela possui alto teor de potássio. "Ela tem 600 miligramas [mg] de potássio ante 200 mg em 1 litro de uma pilsen comum", diz Carvalho. "Publicamos dois artigos em revistas científicas internacionais e agora ela já está sendo fabricada na Costa Rica", diz o professor, revelando que foi inocente ao não fazer uma patente do processo. Para as próximas ele já cuida da propriedade intelectual. O professor Almeida e Silva acredita que esse tipo de cerveja seria ideal se tivesse até 1% de álcool porque serviria para repor nutrientes em esportistas. Ele também já fez experimentos com o uso de

O Brasil passou, em 2010, a ser o terceiro produtor mundial de cerveja, atrás da China e dos Estados Unidos

final da fermentação da cerveja, responsável pela harmonização do sabor e aroma da bebida. No Brasil, existem cerca de 180 microcervejarias, além de 30 cervejarias de médio porte com mais de 60 marcas. Juntas, elas ainda estão longe da produção das grandes cervejarias como Ambev – detentora das marcas Brahma, Antarctica, Skol e Bohemia –, Schincariol e Heineken, também proprietária das marcas Kaiser e Bavaria. "Nosso mercado futuro tanto para o equipamento que leva o LED para acelerar a fermentação como o que faz análise em tempo real da produção está voltado principalmente para as microcervejarias, mas também deve atingir unidades da grande indústria", prevê Estracanholli.

Ao saber do potencial da estimulação de LEDs nas leveduras durante o processo de fermentação, André Oliveira, sócio da microcervejaria Mão na Roda, de Botucatu, há dois anos no mercado, disse que seria muito bom ter um equipamento desse porque a produção poderia crescer sem a necessidade de aumentar a área da fábrica. "Acredito que para as grandes empresas o uso dos LEDs na fermentação também poderá ser uma boa novidade", diz Estracanholli. "Não existe equipamento semelhante no mercado."

Conforme o relatório Global Beer Consumption by Country in 2010, do Instituto de Alimentação e Estilo de Vida, da empresa de bebidas Kirin do Japão, que em 2011 comprou a brasileira Schincariol, o Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, com 12,1 bilhões de litros produzidos em 2010, atrás da China, 44,6 bilhões, e dos Estados Unidos, 24,1 bilhões, e ficando à frente da Rússia e da Alemanha.

Em consumo *per capita* de cerveja os brasileiros estão em 27º lugar, com 65 litros por habitante, enquanto os líderes são a República Tcheca com 131 litros, seguida da Alemanha, com 106, Áustria, 105, e Irlanda, 103. A líder em produção, a China, está em 49º lugar com 31 litros em consumo. Segundo a Kirin, o crescimento da produção cervejeira no Brasil foi de 16% em relação a 2009. No total, o faturamento das vendas totais de cerveja no país atingiu a marca de R$ 62 bilhões em 2010. ■

Projeto

Estímulo a projeto de inovação em biofotônica – nº 1998/14270-8. **Modalidade:** Centros de Pesquisa, Inovação e Difusão (Cepid), Centro de Pesquisa em Óptica e Fotônica de São Carlos. **Coordenador:** Vanderlei Bagnato – USP. **Investimento:** R$ 180.000,00 apenas para o subprojeto que durou três anos (FAPESP)

3

4

5

arroz-preto, do Instituto Agronômico (IAC) de Campinas, como adjunto de cerveja. "Nosso intuito foi aproveitar a perda de até 25% do arroz-preto durante o beneficiamento, que se quebra facilmente e não tem valor de mercado. O resultado foi uma cerveja tipo pilsen um pouco escura, quase marrom, que possui o processo patenteado", diz. Em um projeto com a Universidade Estadual do Amazonas, ele já experimentou com bons resultados a semente da palmeira pupunha, muito utilizada para extração de palmito. "A semente é pouco aproveitada e tem alto teor de amido", diz. Entre os atuais experimentos do professor Almeida e Silva estão o uso do pinhão e do caldo de cana, também como adjuntos.

Outro experimento, dessa vez realizado pelo professor Waldemar Venturini Filho, da Unesp de Botucatu, resultou em uma cerveja com mel na formulação. "Para uma bebida ser considerada cerveja pela legislação brasileira é preciso que ela tenha pelo menos 55% de malte. Assim, entre as cervejas do tipo comum, extra e forte, definidas pelo tempo de maturação e teor alcoólico crescente, apenas a última apresentou sabor e aroma mais evidente em relação ao mel", diz Venturini Filho. "Nas cervejarias industriais os adjuntos, milho e arroz, devem ser neutros e não conferir sabor e aroma à cerveja. Nas microcervejarias os adjuntos, como frutas, mel e outros, são usados para enriquecer o aroma e o sabor da cerveja."

Projetos

1. Utilização de mel como adjunto de malte na elaboração de cerveja – nº 2011/21823-0; **2.** Obtenção de cerveja pelo processo de alta densidade, utilizando como adjunto o arroz-preto iac 600 (*Oryza sativa*) – nº 2007/01347-3. **Modalidades: 1.** e **2.** Auxílio Regular a Projeto de Pesquisa. **Coordenadores: 1.** Waldemar Venturini Filho – Unesp; **2.** João Batista de Almeida e Silva – USP. **Investimento: 1.** R$ R$ 17.921,50 e US$ 13.290,00 (FAPESP); **2.** R$ 102.818,27 e US$ 26.708,00 (FAPESP).