

# CONCEPÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS BIOTECNOLÓGICOS

António Vicente<sup>1</sup>

Rui Martins<sup>1</sup>

João Silva<sup>1</sup>

Pedro Araújo<sup>2</sup>

Gustavo Ariel<sup>2</sup>

Eurico Seabra<sup>2</sup>

Luís F. Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Departamento de Engenharia Biológica, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal*

<sup>2</sup>*Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho, Campus de Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal*

## Abstract

In a simple and succinct form the authors intend to present the research and development activities that are being undertaken at the University of Minho in the area of biotechnology applied to the study, design, development and construction of equipment goods, which are being carried out together with important Iberian and European industrial companies.

The projects are as follows:

- Real time monitoring of beer fermentation using optical fiber sensors – MONI®TOR;
- EggReady – Development of a prototype for a continuous industrial production of fried eggs, and
- HealthyCream – Development of innovative dietetical solutions for the deli shop industry.

These projects have been submitted and approved, and are all funded by the Portuguese National Strategic Reference Framework (QREN operational programmes 2007-2013). They are being developed with the following partner companies, all based in Portugal: UNICER Bebidas, S.A. – Innovation and Quality Department (Leça do Balio, Matosinhos); Derovo – Derivados de Ovos, S.A. (Pombal); Decorgel, S.A. (Trofa); Valinox – Indústrias Metalúrgicas, Lda. (Arouca), and the Departments of Biological Engineering (Braga) and Mechanical Engineering (Guimarães), School of Engineering, University of Minho.

**Keywords:** *conceptual design; biotechnology; products and food technology*

## Resumo

Pretende-se dar a conhecer, de uma forma simples e sucinta, os projectos de investigação e desenvolvimento que decorrem, actualmente, na Universidade do Minho, na área da biotecnologia aplicada ao estudo, concepção, projecto, desenvolvimento e construção de

bens de equipamento, os quais são realizados em consórcio com empresas importantes do tecido industrial ibérico e europeu.

Os projectos são:

- Monitorização em tempo real da fermentação de cerveja na região do UV-Vis e IVPOC (SWNIR) com recurso a sondas de fibra óptica – MONI@TOR”;
- EggReady - Protótipo para produção industrial, em contínuo, de ovos estrelados para consumo no canal HORECA, e
- HealthyCream - Desenvolvimento de soluções dietéticas inovadoras para a indústria de pastelaria.

Estes projectos foram submetidos e aprovados, sendo financiados pelo programa de incentivos do Quadro de Referência Estratégico Nacional Português, QREN (2007-2013). Estão a ser realizados em parceria com as empresas UNICER Bebidas, S.A. – Núcleo de Investigação e Desenvolvimento (Leça do Balio, Matosinhos); Derovo – Derivados de Ovos, S.A. (Pombal); Decorgel, S.A. (Trofa); Valinox – Indústrias Metalúrgicas, Lda. (Arouca), e os Departamentos de Engenharia Biológica (Braga) e Engenharia de Mecânica (Guimarães) da Escola de Engenharia da Universidade do Minho, todas estas instituições sediadas em Portugal.

**Palavras-chave:** *projecto conceptual; biotecnologia; produtos e tecnologia alimentar*

## 1. Introdução

De uma forma sucinta, os três projectos QREN decorrem, nesta altura, na Universidade do Minho sob a coordenação do Departamento de Engenharia Biológica e conta com a participação do Departamento de Engenharia Mecânica e outras três empresas do ramo da indústria alimentar, líderes no mercado ibérico.

Este artigo está organizado da seguinte forma:

- No tópico 1 é efectuada uma breve introdução aos projectos em curso;
- No tópico 2 são apresentados os aspectos de higienização a ter em conta para a concepção, o projecto e o desenvolvimento de equipamentos para a indústria alimentar, e
- Nos tópicos seguintes, 3, 4 e 5, são apresentados os propósitos, objectivos, bem como os participantes em cada um dos projectos biotecnológicos em curso, respectivamente, o “Projecto MONI@TOR”, o “Projecto EggReady” e o “Projecto HealthyCream”.

O artigo termina com uma breve “Nota Final” sobre o andamento dos trabalhos e perspectivas de trabalho futuro nestas áreas.

## 2. Higienização nos Equipamentos para a Indústria Alimentar

A higiene na indústria alimentar poderá ser descrita/definida, segundo a DIRECTIVA 93/43/CEE, como a “... *higiene dos géneros alimentícios*”, nos quais se englobam “... *todas as medidas necessárias para garantir a segurança e a salubridade dos géneros alimentícios. Estas medidas abrangem todas as fases após a produção primária (incluindo, por exemplo, a colheita, o abate e a ordenha), durante a preparação, transformação, fabrico, embalagem,*

*armazenagem, transporte, distribuição, manuseamento e a venda, ou a colocação dos géneros alimentícios à disposição do consumidor*” (Conselho das Comunidades Europeias, 2010).

O principal objectivo do projecto de equipamentos, é que, estes sejam capazes de suportar todas as exigências da sua função (esforços mecânicos, movimento, etc.). Estas exigências entram muitas vezes em conflito com os requisitos da higiene. Deve-se então procurar encontrar uma solução equilibrada entre estas exigências, no entanto, a segurança alimentar nunca poderá ser posta em risco.

Realizar melhoramentos em equipamentos existentes para cumprir requisitos higiénicos poderá ser bastante dispendioso tornando-se insuportável, portanto, será mais eficiente incorporar na fase de projecto as preocupações relacionadas com a higiene. Os benefícios a longo prazo não são exclusivamente relacionados com a segurança alimentar, mas também, com a vida do equipamento, reduzindo os períodos de manutenção e consequentemente os custos de operação.

A susceptibilidade do produto à actividade microbiológica determinará o balanço entre as exigências normais de engenharia e as de higiene. Por exemplo, os produtos secos não favorecem o crescimento de microrganismos, logo, os requisitos não serão tão exigentes, como para produtos húmidos. No entanto, se o equipamento for utilizado para produtos destinados a grupos de consumidores «de risco» (e.g. crianças), as exigências de higiene na concepção serão mais rigorosas.

O EHEDG<sup>1</sup> descreve os critérios para o projecto higiénico de equipamentos, nomeadamente, para equipamentos envolvidos no processamento de produtos alimentares. O principal objectivo é prevenir eventuais contaminações microbiológicas dos produtos alimentares. Estas contaminações podem surgir em qualquer fase de produção destes produtos. Podendo ocorrer numa fase anterior ao processamento, com os alimentos em «cru», bem como no processamento ou embalagem. Se o equipamento tiver um desenho higiénico pobre será difícil de limpar. Os resíduos podem-se acumular em zonas mortas, tais como, fendas, proporcionando um «alojamento» para os microrganismos sobreviverem e se multiplicarem. Isto poderá originar a contaminação de sucessivos lotes do produto.

A limpeza é uma questão muito importante. Equipamentos que sejam difíceis de limpar terão procedimentos de limpeza muito mais severos, exigindo produtos químicos, descontaminação e ciclos de limpeza mais agressivos. Os resultados serão custos maiores, redução da disponibilidade do equipamento para produção, redução da vida útil do equipamento e mais efluentes. Sob condições favoráveis, os microrganismos crescem muito rapidamente.

Na concepção, fabricação e instalação higiénica de equipamentos devem ter-se em conta os seguintes critérios básicos:

- Forma – evitando zonas de acumulação de resíduos, por exemplo, zonas mortas, lacunas e fendas, onde os microrganismos se possam «hospedar»;
- Ligações – são preferíveis ligações soldadas, e deve-se ter atenção à forma como se concebem outros tipos de ligações (roscadas, de pressão, com vedantes, etc.), pelos motivos descritos anteriormente;
- Materiais – devem ser utilizados materiais que não reajam com o meio circundante ou com os produtos resultantes do processo produtivo, incluindo os produtos de higienização;

---

<sup>1</sup> EHEDG – acrónimo de European Hygienic Engineering & Design Group, consórcio europeu que promove a segurança alimentar no projecto de equipamentos para a indústria alimentar.

- Superfícies – a rugosidade das superfícies deve ser controlada, para evitar a adesão de resíduos, são preferíveis baixos valores de rugosidade. Estas devem ainda estar dispostas, de forma a drenar todos os fluidos externos ao processo (e.g.: condensados), de tal modo que, estes não entrem em contacto com o produto.

A limpabilidade do equipamento, incluindo o CIP (*Clean-in-Place* – Limpeza no local) se for caso disso, deve ser demonstrada. A prática demonstrou que a inspecção, ensaio e validação do modelo resultante, para verificar se são cumpridos os requisitos, é muito importante. Em casos críticos, pode ser necessário verificar o nível de higiene, como parte dos procedimentos de manutenção. O designer tem de se certificar que as áreas são acessíveis para inspecção e/ou validação (EHEDG, 2002 e EHEDG, 2010).

### 3. Projecto MONI®TOR

Os principais objectivos e metas deste projecto são:

- Desenvolver estratégias de aquisição de sinal do processo fermentativo laboratorial;
- Desenvolver protótipo do sensor para monitorização on-line de fermentações piloto, e
- Implementar um sistema de monitorização protótipo (Software e Interface) em reactor-piloto.

Relativamente à pertinência da sua realização em face dos objectivos propostos há a referir os seguintes pontos abordados a seguir.

A crescente tendência de utilização de tecnologias estado da arte na automatização e monitorização nos processos fermentativos reforçam a: i) melhoria da qualidade dos produtos acabados; ii) o cumprimento da legislação em vigor; iii) a redução de custos de implementação e de operação; iv) ganhos de eficiência de trabalho; v) optimização operacional, manutenção e decisões de engenharia; e vi) aumento da capacidade de resposta em caso de emergências.

O grau de automatização nas instalações mais recentes é já bastante elevado. Na generalidade, os set-points de controlo são pré-definidos e proporcionais ao processamento e apresentando como parâmetros de monitorização on-line a medição automática da temperatura, densidade óptica, pH e pressão. Estes permitem alguns diagnósticos automáticos processados remotamente sobre factores importantes que afectam a qualidade da cerveja, como o aroma, sabor, cor e consistência da espuma.

Contudo, os sistemas de controlo existentes estão ainda dissociados da informação obtida por monitorização laboratorial, onde amostragens regulares at-line são efectuadas nos próprios pontos de recolha nos fermentadores. O uso sinérgico de toda a informação disponível, num sistema multivariado de monitorização com sensores de fibra óptica, permite a implementação de um sistema de previsão, monitorização e diagnóstico multi-paramétrico do processo fermentativo. Dada a elevada variabilidade do processo de fermentação, a utilização do diagnóstico por sensores de espectroscopia UV-VIS-SWNIR é essencial.

A espectroscopia é uma técnica analítica de elevada resolução em termos de informação física e química, bastante utilizada a nível laboratorial para a caracterização de material biológico, como lipídios, proteínas, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, aminoácidos, álcoois, açúcares e outros metabolitos. A espectroscopia UV-VIS-SWNIR é capaz de fornecer igualmente informação sobre a estrutura química de biomoléculas, mas igualmente informação física sobre os materiais biológicos, como tamanho de partículas e textura.

Recentemente a fibra óptica bem como a fabricação de sensores baseados na sua tecnologia está mais disponível com a era das telecomunicações. Isto permite hoje em dia

acoplar sensores de fibra óptica a sistemas de photonica miniaturizados por forma a recolher informação espectral detalhada, tanto em termos de resolução espectral como de resolução espacial e temporal. Assim, hoje em dia é possível monitorizar a composição fisico-química de processos ao longo do processo fermentativo, o que permite desenvolver estratégias de monitorização, diagnóstico e controlo multivariado do processo fermentativo, acedendo a variáveis do processo anteriormente apenas disponíveis em laboratório, como por exemplo a caracterização de metabolitos da levedura, permitindo aferir o estado do microorganismo e suas colónias, bem como por exemplo, compostos que definem a qualidade nutricional e sensorial dos alimentos fermentados. Sem este tipo de ferramentas, os produtores não podem diagnosticar potenciais problemas, e intervir no processo de fermentação de forma a corrigi-los.

A obtenção de informação de processo detalhada permite igualmente com o aumento do conhecimento aumentar a taxa de desenvolvimento de novos produtos e instalação de novos processos fermentativos.

Este projecto tem como participantes, pela Universidade do Minho, os Departamentos de Engenharia Biológica e de Mecânica, e as empresas UNICER Bebidas, S.A. (coordenador do projecto) e Valinox, Indústrias Metalúrgicas, Lda.

**Figure 1: Projecto MONI@TOR, (a) Fermentador industrial; (b) Cerveja produzida**



#### **4. Projecto EggReady**

A indústria de ovoprodutos, em termos europeus, assenta a sua produção nas necessidades das indústrias de transformação alimentar, focando a sua tecnologia para ovoprodutos líquidos pasteurizados ou ovoprodutos em pó.

No entanto, para a indústria dos derivados de ovos, o mercado da hotelaria, restauração e catering (Canal Horeca) representa um forte volume de facturação, onde muitas áreas ainda estão por explorar. Atenta ao mercado, a Derovo, empresa participante neste projecto, tem vindo com êxito a diversificar os seus produtos, fortificando várias áreas de negócio, para além das grandes indústrias de transformação. Esta sua estratégia tem mantido a Derovo, única indústria de ovoprodutos e derivados de ovos nacional, como empresa líder do seu mercado e tem-lhe permitido alcançar grande destaque a nível europeu.

Neste âmbito, surgiu o projecto EggReady que tem por objectivo a construção de um protótipo para a produção em contínuo de ovos estrelados com vista a produzir inovação na área da tecnologia europeia de produção de derivados de ovos, que possa responder às necessidades do canal Horeca, às exigências de segurança alimentar e às exigências do consumidor em geral, tendo em consideração uma redução substancial da quantidade de gordura utilizada, o uso de matéria-prima (ovo) controlada (isenta de salmonela) e as características organolépticas associadas ao ovo estrelado tradicional.

Em resumo pretende-se desenvolver:

- Um processo inovador para produção industrial de ovo estrelado (patenteável);
- O protótipo de uma máquina para produção em contínuo de ovo estrelado, e
- Um produto (ovo estrelado, embalado individualmente), pronto a ser consumido após um aquecimento em micro-ondas.

Este projecto intervém na área alimentar sendo potencialmente gerador de significativas mais-valias económico-financeiras visto tratar-se de uma oportunidade real de desenvolvimento tecnológico, técnico-científico e de vendas para consumo.

Este projecto tem como participantes, pela Universidade do Minho, os Departamentos de Engenharia Biológica e de Mecânica, e as empresas Derovo - Derivados de Ovos, S.A. (coordenador do projecto) e Valinox, Indústrias Metalúrgicas, Lda.

**Figure 2: Projecto EggReady, Elementos de trabalho e esboço conceptual inicial do equipamento**



## 5. Projecto HealthyCream

O princípio adoptado pelo Consórcio na elaboração deste projecto é uma forte orientação para os consumidores e para os mercados com o objectivo de incrementar as vendas, em particular para o mercado externo, e aumentar a quota de mercado. Este princípio vai de encontro à definição de inovação de marketing, segundo a mais recente edição do Manual de Oslo pela OCDE (OECD, 2007).

A crescente preocupação dos consumidores com a conservação aliada à segurança alimentar e à saúde é um motor de inovação. Em resposta a estes desafios, validados por diversas instâncias nacionais e europeias de saúde pública (exemplo: problemas de obesidade e diabetes), resulta uma oportunidade para o desenvolvimento e posterior introdução no mercado nacional e internacional do produto que, com este projecto, se pretende obter. Trata-se de um creme de pasteleiro, pronto a utilizar, pobre em calorias, sem adição de açúcar, com um perfil organoléptico e funcional idêntico ao creme de pasteleiro tradicional, mas com um aumento significativo do seu período de conservação à saída da fábrica (pelo menos 12 meses) e de pós-aplicação em pastelaria diversa (7 dias) sem recurso a conservação em frio. Isto implicará também o desenvolvimento do processo para obter este produto, incluindo a concepção, construção e implementação de um sistema inovador para o seu embalamento. O interesse do projecto ultrapassa, porém, estes desideratos, dado que este produto e este sistema servirão de base a toda uma linha de produtos/equipamentos a lançar pelas empresas promotoras, pelo que o sucesso deste projecto é crucial para as suas estratégias de expansão de mercado.

Este produto não existe, tanto no mercado nacional como a nível internacional. Também é inovador o sistema de embalamento que se pretende desenvolver. Assim, é intenção das empresas promotoras o registo de patentes resultantes do desenvolvimento destas inovações.

Este projecto tem como participantes, pela Universidade do Minho, os Departamentos de Engenharia Biológica e de Mecânica, e as empresas Decorgel, S.A. (coordenador do projecto) e Valinox, Indústrias Metalúrgicas, Lda.

## **6. Notas Finais**

Este artigo pretendeu resumir os projectos actualmente em curso na Universidade do Minho, ao nível da concepção, projecto, desenvolvimento, construção, optimização e teste de produtos e bens de equipamento destinados à área da tecnologia alimentar.

Como requisito importante nestes desenvolvimentos, começou-se por identificar os aspectos de higienização a ter em conta neste tipo específico de equipamentos, os quais têm de obedecer a requisitos e normas muito restritas.

Foram referidos e identificados os três projectos de investigação e desenvolvimento mais representativos de que os autores desta comunicação estão envolvidos, e que contam com a participação de empresas importantes no tecido industrial ibérico e europeu. Estes três projectos contam com o patrocínio e financiamento do Quadro de Referência Estratégico Nacional Português (QREN).

Como desenvolvimentos futuros estão previstos:

- A validação dos projectos em ambiente industrial;
- O refinamento de cada uma das soluções encontradas, e
- A construção dos diferentes protótipos industriais.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem a colaboração do Dr. Pedro Rodrigues (UNICER Bebidas, S.A., Núcleo de I&D), da Eng<sup>a</sup>. Cecília Gaspar (Derovo-Derivados de Ovos, S.A., Direcção de I&D) e do Eng<sup>o</sup>. Francisco Miranda (Decorgel, S.A., Director-Geral).

## Referências

- CONSELHO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, 2010. *Directiva 93/43/CEE. Acesso ao direito da União Europeia*. Retirado em Janeiro de 2010 de <http://eur-lex.europa.eu>.
- EHEDG, 2002. Challenge tests for the evaluation of hygienic characteristics of packing machines for liquid and semi-liquid products. *Trends in Food Science & Technology*.
- EHEDG. 2010. *European Hygienic Engineering & Design Group*. Retirado em Janeiro de 2010 de <http://www.ehedg.org/index.php?nr=112&lang=en>
- OECD, 2007. *Manual de Oslo 2006 - Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação*, 3ª Edição. Retirado em Janeiro de 2010 de [http://www.finep.gov.br/imprensa/sala\\_imprensa/oslo2.pdf](http://www.finep.gov.br/imprensa/sala_imprensa/oslo2.pdf)

## Correspondencia (Para más información contacte con):

Prof. António Vicente  
Departamento de Engenharia Biológica  
Escola de Engenharia  
Universidade do Minho  
Campus de Gualtar  
4710-057 Braga (Portugal)  
Telefone: +351 253 604400/19  
Fax: +351 253 604429  
E-mail: [avicente@deb.uminho.pt](mailto:avicente@deb.uminho.pt)  
URL: <http://www.deb.uminho.pt>