



## **Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais**

### *Bioprocess technology for production of functional foods*

**Rita de Cássia Pompeu de Sousa<sup>1</sup>, Daniela Cavalcante dos Santos<sup>1</sup>,  
Leandro Timoni Buchdid Camargo Neves<sup>2</sup>, Edvan Alves Chagas<sup>3</sup>**

**Resumo** - A busca por tecnologias para produção de alimentos com alto valor agregado tem sido alvo de pesquisas nos últimos anos. A tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais é um exemplo. Os alimentos funcionais têm sido definidos como alimentos que, em virtude da presença de componentes fisiologicamente ativos, fornecem benefícios à saúde, além da nutrição básica. Entretanto, devido as diferentes etapas que a compõem, a tecnologia de bioprocessos para produção desses alimentos encontra-se como um dos desafios da Biotecnologia. Assim, o conhecimento integrado desta temática é imprescindível, principalmente, quando se pretende transformar conhecimento em produto. Além disso, uma visão abrangente de áreas inter-relacionadas é necessária, para estímulo ao conhecimento, reflexões e aplicação prática das ferramentas biotecnológicas existentes. Objetiva-se com esse trabalho fazer uma revisão da tecnologia de bioprocessos na produção de alimentos funcionais. Os mais importantes avanços são citados e discutidos, mostrando que esta é uma das tendências atuais da biotecnologia. Os alimentos funcionais, não possuindo histórico de consumo, são enquadrados na categoria de novos alimentos. Para que o produto possa ser comercializado no Brasil, é necessário que as empresas interessadas apresentem documentação científica comprovando sua segurança de uso e, ainda, que solicitem seu registro na Anvisa. Estudos semelhantes devem ser conduzidos a fim de avaliar o potencial biotecnológico de outros produtos de natureza agroindustrial.

**Palavras-chave** - Biotecnologia. Ferramentas Biotecnológicas. Nutraceutico.

**Abstract** - The use of technologies for obtaining food products with high added value, has been the subject of research in recent years, such as bioprocess technology to produce functional foods. These have been defined as foods because of the presence of physiologically active components, provide a health benefit beyond basic nutrition. Bioprocess technology for the production of these foods because the various stages that make up lies one of the challenges of biotechnology. Therefore, a comprehensive and integrated view of this issue is essential, especially when they intend to transform knowledge into productive reality. As well as a comprehensive overview of interrelated areas is needed to stimulate knowledge, reflections and practical application of biotechnological tools exist. This manuscript provides a review of bioprocess technology in the production of functional foods. The most important advances are also cited and discussed, showing that this is one of the current trends in biotechnology. Functional foods, having no consumption history, are classified as a novel food. For the product to be marketed in Brazil, it is necessary that the interested companies to submit scientific documentation proving its safety use and also requesting their registration with ANVISA. Similar studies should be conducted to evaluate the biotechnological potential of agro-industrial nature of other products.

**Key words** - Biotechnology. Biotechnological Tools. Nutraceutical.

---

\*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 10/02/2013 e aprovado em 19/12/2013

<sup>1</sup>Doutorandas da Rede Bionorte - UFAM/UFRR/Embrapa Roraima, Campus Cauamé, BR 174, Km 12, Boa Vista-RR, rita.sousa@embrapa.br; daniparaense@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Depto de Fitotecnia CCA-UFRR, Boa Vista-RR, rapelbtu@gmail.com

<sup>3</sup>Pesquisador da Embrapa Roraima, Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq, Boa Vista-RR, edvan.chagas@embrapa.br

## Introdução

Os padrões de consumo alimentar variam grandemente em diferentes partes do mundo, dependendo do grau de desenvolvimento e condições econômicas e políticas para sua produção. Os hábitos das pessoas têm sido influenciados, sobretudo, por convicções e valores culturais, religião, clima, localização regional, agricultura, tecnologia, situação econômica (ABREU *et al.*, 2001).

Os consumidores de alimentos têm dado preferência a produtos que contenham elementos com potencial de fortalecer o organismo e ao mesmo tempo prevenir e combater doenças, ou seja, alimentos ricos em nutrientes com diferentes propriedades funcionais. De acordo com International Food Information Council - IFIC (2012), 85% dos consumidores concordam que certos alimentos proporcionam benefícios à saúde e são capazes de reduzir o risco de doenças crônicas ou outros problemas de saúde.

Assim, nos últimos anos tem-se atribuído aos alimentos, além das funções de nutrição e de prover apelo sensorial, uma terceira função relacionada à resposta fisiológica específica produzida por alguns alimentos, que são chamados de alimentos funcionais (ZERAİK *et al.*, 2010).

Por conta disso, o emprego de tecnologias para a obtenção de produtos alimentícios, com alto valor agregado, tem sido alvo de pesquisas nos últimos anos, como por exemplo, a tecnologia de bioprocessos para produção de alimentos funcionais.

Os bioprocessos, processos de natureza biológica, surgiram como tecnologia emergente e promissora, revelando-se como processos eco-compatíveis (PEREIRA Jr., 2009). Já a tecnologia de bioprocessos para produção de alimentos funcionais, devido as diferentes etapas que a compõem encontra-se como um dos desafios da biotecnologia. Portanto, ferramentas biotecnológicas como modelagem e simulação, bem como o controle e a instrumentação são “peças-chaves” na otimização de bioprocessos (PEREIRA Jr., 2008). Bioaromas e oligossacarídeos, por exemplo, são duas classes de substâncias que podem ser produzidas biotecnologicamente por meio de bioprocessos microbiológicos. Estes compostos têm atraído interesse das indústrias farmacêuticas e de alimentos não só devido às suas propriedades tecnológicas, adoçantes/fibras ou aromatizantes, respectivamente, mas também como consequência de outras propriedades funcionais como, por exemplo, benefícios na promoção da saúde (BICAS *et al.*, 2010).

Segundo Hasler (2000), o interesse no consumo de alimentos funcionais aumentou nas últimas décadas, principalmente, devido a uma série de fatores, incluindo o crescente movimento de autocuidado, mudanças na

regulamentação de alimentos e evidência científica esmagadora destacando o elo crítico entre dieta e saúde.

A indústria de alimentos brasileira, responsável por quase 15% do faturamento do setor industrial e por empregar mais de 1 milhão de pessoas (GOUVEIA, 2006), tem conseguido seguir as tendências internacionais na área de produção, mas ainda precisa desenvolver trajetórias mais consistentes na área de inovação. Investimentos em pesquisa e desenvolvimento, com o objetivo de criar novos produtos de maior valor adicionado, podem garantir o sucesso de empresas que se mobilizam para acompanhar a onda de consumo de alimentos saudáveis e de preparo rápido. Algumas empresas, porém, sequer possuem ainda um departamento de pesquisa e desenvolvimento (GOUVEIA, 2006).

A biotecnologia apresenta caráter inter e multidisciplinar, necessitando aqueles que atuam nesta área, conhecimentos fundamentais em Bioquímica, Genética, Microbiologia Aplicada e Engenharia Bioquímica, a fim de ter maior compreensão sobre as diferentes atividades existentes e ainda buscar melhores condições de desempenho (PEREIRA Jr., 2008). No caso desse manuscrito, a tecnologia de bioprocessos para produção de alimentos funcionais.

Assim, este manuscrito traz uma revisão da tecnologia de bioprocessos na produção de alimentos funcionais, sendo abordados os mais importantes avanços e tendências atuais da biotecnologia moderna.

## Alimentos funcionais – definição contextualizada

Os alimentos funcionais podem ser definidos como aqueles que proporcionam benefícios para a saúde além da nutrição básica, incluindo os alimentos fortificados, enriquecidos ou melhorados que têm efeito potencialmente benéfico para a saúde, quando consumido como parte de uma dieta variada, numa base regular em níveis eficazes (HASLER, 2000). O crescimento e consumo dos alimentos funcionais é uma tendência mundial (SIBBEL, 2007). Assim, é importante encontrar formas de avaliar os efeitos da inovação neste setor. Agora, mais amplamente definido, o conceito de sustentabilidade fornece diretrizes para a tomada de decisões e uma estrutura para avaliar o impacto do desenvolvimento de alimentos funcionais como uma panacéia de proteção aos problemas de saúde humana relacionados à dieta (SIBBEL, 2007).

Doyon e Labrecque (2008) relacionaram as implicações práticas em torno da falta de uma definição comum para alimentos funcionais. Há um grande número de definições, bem como grandes variações que tornam

difícil fornecer aos parceiros da indústria informações robustas sobre tendências de mercado e potencial de mercado, ou ainda para proteger adequadamente os consumidores por meio de legislação.

Para melhor compreensão dos vários conceitos e princípios que devem ser considerados ao se definir alimentos funcionais, destaca-se: CSIRO (2004), que os caracteriza como alimentos que podem ser consumidos regularmente, como parte de uma dieta normal, projetados especificamente para fornecer um benefício fisiológico ou médico. Esses alimentos, segundo Doyon e Labrecque (2008), também podem regular as funções do corpo para proteger contra e/ou retardar a progressão de doenças como: doença coronária, câncer, diabetes, hipertensão e osteoporose.

Health Canada (2006) define que a comida funcional é um alimento convencional ou um alimento com aparência semelhante ao alimento convencional, que faz parte da dieta regular e provoca benefícios fisiológicos relacionados à saúde e/ou reduz o risco de certas doenças crônicas acima de suas funções nutricionais básicas.

Carvalho *et al.* (2006), também ressaltam que apesar do termo “alimento funcional” ter sido introduzido pelo Japão na década de 1980, até hoje não existe uma definição universalmente aceita. Uma das definições mais completa, descreve os alimentos funcionais como sendo aqueles que beneficiam uma ou mais funções orgânicas, além da nutrição básica, contribuindo para melhorar o estado de saúde e bem-estar e/ou reduzir o risco de doenças.

Após uma extensa revisão de literatura e consulta a um grupo de norte-americanos e especialistas europeus usando a Técnica Delphi, Doyon e Labrecque (2008) e Carvalho *et al.* (2006) chegaram a seguinte definição: Um alimento funcional é, ou parece semelhante, a um alimento convencional. Faz parte de uma dieta padrão e é consumido de forma regular, em quantidades normais. Traz benefícios à saúde e reduz o risco de doenças crônicas específicas ou age benéficamente sobre funções-alvo, além de suas funções nutricionais básicas.

Segundo a Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF) estes se caracterizam por ser “aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica, sendo que sua eficácia e segurança devem ser asseguradas por estudos científicos”.

Diante de definições tão complexas e vastas, torna-se difícil estabelecer uma fronteira entre as várias possibilidades. Os próprios cientistas entram em

controvérsia e a legislação se torna um problema, quando os alimentos funcionais são apresentados como capazes de prevenir ou reduzir risco de doença. Além disso, é grande a pressão por parte da indústria para a liberação do uso das alegações de saúde, que são estabelecidas pelos governos via agências nacionais. No Brasil, o órgão responsável é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa (BIANCO, 2008).

A legislação Brasileira não contempla definição sobre alimentos funcionais, menciona que determinados alimentos possuem propriedades funcionais. Um produto pode ser registrado, tanto nas categorias de Novos Alimentos e Ingredientes quanto em Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcional e/ou de Saúde (SILVEIRA, 2009).

Portanto, o termo alimento funcional não deve ser utilizado para sugerir que existem alimentos bons e ruins, uma vez que todos os alimentos podem ser incorporados em uma dieta variada e saudável. Dentre as categorias definidas pela American Dietary Association (ADA), pode-se citar: alimentos convencionais, alimentos modificados, alimentos médicos e alimentos para uso em dietas especiais (HASLER, 2004).

## **Processos e ferramentas biotecnológicas para produção de alimentos funcionais**

Os alimentos funcionais constituem atualmente prioridade de pesquisa em todo mundo com a finalidade de elucidar as propriedades e os efeitos que estes produtos podem apresentar na promoção da saúde (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

Em tempos de mudanças climáticas, a população mundial em crescimento, e ainda com clara evidência do esgotamento ou danos a recursos críticos, é imperativo tomar medidas para sustentar e desenvolver a capacidade dos sistemas agrícolas e de fabricação para continuar a fornecer alimentos, o mais básico das necessidades humanas (SIBBEL, 2007).

A fim de contornar esse problema, o crescente uso da biotecnologia em muitos setores da economia vem desempenhando um papel importante, com potencial para oferecer produtos que podem resolver a fome e a desnutrição, melhorar a saúde humana e ainda reduzir o impacto ambiental das atividades industriais (PEREIRA; DUQUE ESTRADA, 2011).

Os processos biotecnológicos têm conquistado lugar de destaque no desenvolvimento tecnológico mundial, exibindo características econômicas e operacionais que

conferem vantagens em relação aos processos químicos convencionalmente utilizados. O uso desses processos possibilita a produção de grande número de metabólitos de interesse industrial, os quais podem ser obtidos a partir do reaproveitamento de recursos naturais e de resíduos e/ou subprodutos da agroindústria, disponíveis abundantemente no Brasil (MACIEL, 2006).

De acordo com Holker e Lens (2005), a aplicação biotecnológica intensiva de determinados processos pode trazer vantagens econômicas diretas, como por exemplo o uso da fermentação com substrato sólido (SSF). O cálculo bruto dos custos de produção de enzimas por fermentação em extrato sólido (FES) mostrou que, por exemplo, no caso da produção de celulase, a eficiência econômica é muito mais elevada do que no caso da fermentação tradicional submersa.

Segundo os mesmos autores, esta diferença tem vários motivos. Além dos substratos de crescimento serem mais baratos, às exigências de esterilidade são minimizadas e os requisitos de instrumentação e equipamentos são baixos, de forma que esta abordagem pode tornar os processos a jusante da produção de produtos, tais como enzimas, desnecessárias.

Rodrigues e Soccol (2009) ressaltam as vantagens do uso de enzimas que estão relacionadas ao alto grau de especificidade das reações e ao fato de serem produtos naturais biológicos, contribuindo com a eficiência do processo, podendo ter sua atividade regulada, e ainda atuarem em baixas concentrações sob condições brandas de pH e temperatura.

A produção de níveis elevados de compostos candidatos funcionais ou ainda versões particularmente adaptadas não regulados ainda pela FDA (Food and Drug Administration) ou pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2002) podem ser gerados por catálise enzimática. O fornecimento de compostos bem definidos e naturalmente estruturados pode, além disso, contribuir para a obtenção do entendimento necessário e melhoria dos benefícios fisiológicos de substâncias naturais complexas (MYER, 2010).

A crescente preocupação com uma alimentação saudável que, além de nutrir, promova a saúde, coloca alguns alimentos e ingredientes funcionais na lista de preferência dos consumidores. O desenvolvimento de novos alimentos funcionais e para fins especiais, contribui para a inserção das indústrias nesse mercado (BERTE *et al.*, 2011).

Os processos biotecnológicos são cruciais para o desenvolvimento de qualquer economia que se esforça para garantir uma posição relevante em mercados futuros. As enzimas são exemplos de produtos gerados

por meio desse processo. Outro exemplo, é o cultivo de microrganismos em bioreatores, com monitorização em tempo real, essencial, para o controle eficiente desse bioprocessos (LOURENÇO *et al.*, 2012).

A produção de ingredientes funcionais, incluindo enzimas, para a indústria alimentícia envolvendo processos biotecnológicos e aqueles envolvendo pesquisa genética, designada como biotecnologia molecular é discutida no meio científico, as relevantes deficiências para aplicações em novos alimentos funcionais, por exemplo, o uso de organismos marinhos, como possíveis fontes de ingredientes alimentares. (FREITAS *et al.*, 2012). Conforme esses autores, para aumentar a disponibilidade e diversidade química de ingredientes marinhos funcionais, muitos estudos e pesquisa têm sido desenvolvidos utilizando ferramentas biotecnológicas a fim de descobrir e produzir novos compostos.

O ecossistema marinho é ainda um reservatório inexplorado de compostos biologicamente ativos, que têm potencial para fornecer ingredientes para o desenvolvimento de novos alimentos funcionais (FREITAS *et al.*, 2012). Portanto, faz-se necessário conhecer os fatores tecnológicos que afetam sua produtividade.

## **Importância dos bioprocessos e fatores tecnológicos que afetam a produção de alimentos funcionais:**

Alimentos funcionais não podem ser desenvolvidos simplesmente pela adição ou mistura de ingredientes apropriados. Efeitos decorrentes do processamento, assim como os atributos sensoriais que afetam a qualidade final do produto devem ser considerados. A aparência, aroma, textura e sabor têm importante papel na escolha e ingestão dos alimentos (KROEZE, 1990). Portanto, a demanda por alimentos saudáveis, práticos e com apelo nutricional representa uma resposta clara ao esclarecimento da população quanto à importância de inseri-los em sua dieta cotidiana (ANVISA, 2002).

A tecnologia de bioprocessos é de extrema utilidade na indústria alimentícia, principalmente, para uso no enriquecimento nutricional de diversos alimentos. Os probióticos e prebióticos são alguns dos exemplos dessa união entre tecnologia e produtos alimentares preventivos (SAAD, 2006).

Os probióticos são micróbios vivos que podem ser incluídos na preparação de uma ampla gama de produtos, incluindo alimentos, medicamentos, e suplementos dietéticos. As espécies de *Lactobacillus* e *Bifidobacterias* são as mais comumente usadas como probióticos, mas o

fermento *Saccharomyces cerevisiae*, e algumas espécies de *E. coli* e *Bacillus*, também são utilizadas como probióticos (GUARNER *et al.*, 2011). Bem como, a pectina e polissacarídeos pécticos que emergiram como ingredientes alimentares bioativos, classificados como “probióticos”, por serem não digeríveis ou seja, não são hidrolisados na parte superior do trato gastrointestinal (UENOJO; PASTORE, 2007). Já os prebióticos são substâncias alimentares (consistem fundamentalmente em polissacarídeo não-amido e oligossacarídeos mal digeridos pelas enzimas humanas) que nutrem um grupo seletivo de microorganismos que povoam o intestino (GUARNER *et al.*, 2011).

A maioria dos prebióticos é utilizada como ingredientes de alimentos - em bolachinhas, cereais, chocolate, cremes de untar, e produtos lácteos, por exemplo. Os prebióticos mais conhecidos são: oligofrutose, inulina, galactooligosacarídeos, lactulose e oligossacarídeos do leite de peito (GUARNER *et al.*, 2011). Portanto, de acordo com Santos *et al.* (2011), os probióticos, assim como os prebióticos, enquadram-se no conceito de alimentos funcionais. A escolha dos nutrientes adequados à geração do produto de interesse está relacionada à atividade metabólica desenvolvida pelo agente biológico. Nesse ponto destaca-se, então, a importância das informações obtidas sobre as exigências nutricionais da população microbiana envolvida no processo. Assim, há que se fortificar a matéria-prima com componentes que faltam e retirar aqueles que inibem, de modo a permitir uma rápida e eficiente conversão do substrato em produto com o rendimento desejado (PEREIRA Jr. *et al.*, 2008).

Segundo Pereira Jr. *et al.* (2008) para compor o meio industrial do Bioprocesso, alguns nutrientes deverão ser selecionados de acordo com suas características não só nutricionais, mas também econômicas, não podendo ser esquecidas as particularidades inerentes ao agente da transformação, quanto ao que será aproveitado para suas reações metabólicas ou a algum efeito de inibição sobre essas reações ou mesmo sobre a síntese do produto final.

Uma grande variedade de matérias-primas, geralmente provenientes da agroindústria, é utilizada como fonte(s) de substrato/carbono/energia e outros nutrientes. De uma forma geral, as matérias-primas para bioprocessos podem ser agrupadas em função da estrutura e complexidade molecular dos substratos (PEREIRA Jr. *et al.*, 2008).

O uso de resíduos agroindustriais como substrato em processos biotecnológicos parece ser uma alternativa valiosa para superar os altos custos de manufatura envolvidos nas fermentações industriais, mostrando que esta é uma tendência crescente na biotecnologia (BICAS *et al.*, 2010).

Vários bioprocessos já foram desenvolvidos utilizando resíduos agroindustriais como substratos para a produção de diversas moléculas com alto valor agregado, tais como: proteínas microbianas, ácidos orgânicos, etanol, enzimas e metabólitos secundários biologicamente ativos, uma vez que o uso de resíduos agrícolas como substratos em bioprocessos, além de ser economicamente viável, ajuda a resolver os problemas ambientais decorrentes do seu acúmulo na natureza (ALEXANDRINO, 2007).

Portanto, de acordo com Pereira Jr. *et al.* (2008) para que os bioprocessos, possam despertar o interesse tecnológico e comercial, seja na criação de um processo novo ou na otimização de um já existente, é essencial entender os fatores tecnológicos que afetam significativamente sua competitividade, nesse caso específico, o processo para produção de alimentos funcionais. Tais processos têm seu desempenho avaliado por meio das seguintes variáveis, que ditarão sua viabilidade:

- Coeficientes de conversão em relação ao substrato consumido e à matéria-prima;
- Taxas cinéticas de consumo de substrato e de formação de produto;
- Estabilidade do biocatalisador ou da cultura;
- Produtividade;
- Concentração de produto do meio reacional.

De uma maneira geral, o programa de desenvolvimento de um bioprocessos envolve as seguintes etapas: seleção e melhoramento de linhagens produtoras, otimização de meio de cultura em frascos agitados, experimentos em biorreatores de laboratório, avaliação em escala piloto e, posteriormente, estudos de ampliação de escala (PEREIRA Jr. *et al.*, 2008).

Os bioprocessos devem ser periodicamente reavaliados e incorporados de inovações tecnológicas, a fim de aumentar seu desempenho e lucratividade. A absorção de inovações tecnológicas, somente conseguidas através de pesquisa, desenvolvimento e inovação, produz grande impacto em diversos setores da indústria alimentar quando há frequência na otimização dos mesmos.

Para as indústrias alimentares, a chave do sucesso no mercado dos alimentos funcionais reside na inovação, o que constitui poderosa barreira à entrada de novas empresas. Para atender às demandas específicas da sociedade em termo de saúde, as indústrias devem cada vez mais se especializar e segmentar seus produtos, o que lhes obriga a realizar investimentos elevados na área da pesquisa, desenvolvimento e mídia (RAUD, 2008).

O papel desempenhado por alimentos dietéticos sobre o estado de saúde das pessoas há tempos vem

sendo reconhecido, porém apenas recentemente, estudos epidemiológicos e clínicos têm proporcionado uma visão mais clara sobre os mecanismos químicos e fisiológicos dos efeitos de alimentos funcionais na saúde humana (SHAHIDI, 2009).

Em consequência da aceitação e necessidade dos alimentos funcionais, a indústria alimentícia passa por transformações. No entanto, a influência do processamento e da estocagem na concentração das substâncias bioativas ainda precisa ser mais detalhada e melhor estudada. Diversos cultivares e várias condições de crescimento, além das diferenças na execução dos processos dificultam as interpretações e comparações entre os estudos. A dificuldade para quantificar essas substâncias está associada a vários problemas técnicos que ainda não foram resolvidos, tais como: (i) disponibilidade de métodos analíticos validados para a quantificação; e (ii) entendimento limitado dos efeitos da estocagem e processamentos na estabilidade das substâncias (PEREIRA Jr., 2009).

## Considerações finais

O uso da biotecnologia para produção de alimentos com alto valor agregado, por meio da tecnologia de bioprocessos se apresenta como um dos mais novos desafios para a comunidade científica neste milênio. Evidentemente, que a biotecnologia não vai resolver todos os problemas de insegurança alimentar e a pobreza de uma região, mas pode ajudar a reduzi-la e ainda melhorar a segurança alimentar e nutricional fazendo o uso dos recursos naturais de forma mais sustentável. Isto é possível somente se houver uma relação mais próxima entre o conhecimento científico e o interesse privado. Necessário não apenas para justificação social, mas como requisito legal.

Os alimentos funcionais, não possuindo histórico de consumo, são enquadrados na categoria de novos alimentos. Para que o produto possa ser comercializado no Brasil, é necessário que as empresas interessadas apresentem documentação científica comprovando sua segurança de uso e ainda, que solicitem seu registro na Anvisa.

Portanto, estudos teóricos e práticos relativos à tecnologia de bioprocessos, área em expansão, são relevantes e úteis para compor a documentação exigida no registro de um produto caracterizado como alimento funcional.

## Literatura científica citada

- ABREU, E. S.; VIANA, I. C.; MORENO, R. B.; TORRES, E. A. F. S. Alimentação mundial: uma reflexão sobre a história. **Saúde e Sociedade**, v.10, n.2, p.3-14, 2001.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Regulamento Técnico de Substâncias Bioativas e Probióticos Isolados com Alegação de Propriedades Funcionais ou de Saúde. Resolução RDC Nº 2, 7 de janeiro de 2002.
- ALEXANDRINO, A. M.; FARIA, H. G.; SOUZA, C. G. M.; PERALTA, R. M. Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus*. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.2, p. 364-368, 2007.
- BERTÉ, K. A. S.; IZIDORO, D. R.; DUTRA, F. L. G.; RIBANI, R. H. Desenvolvimento de gelatina funcional de erva-mate. **Revista Ciência Rural**, v.41, n.2, p.354-360, 2011.
- BIANCO, A. L. (Ed). **A construção das alegações de saúde para alimentos funcionais**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 113 p.; (Texto para Discussão, ISSN 1677-5473; 28).
- BICAS, J. L.; SILVA, J. C.; DIONISIO, A. P.; PASTORE, G. M. Biotechnological production of bioflavors and functional sugars. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.1, p.7-18, 2010.
- CARVALHO, P. G. B.; MACHADO, C. M. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, M. E. N. F. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.397-404, 2006.
- CSIRO, H. N. (2004), "Functional foods", CSIRO Human Nutrition, Australia. Disponível em: <http://www.foodscience.csiro.au/functional-foods.htm>. Acesso Dez 2013.
- DOYON, M.; LABRECQUE, J. Functional foods: a conceptual definition. **British Food**, v.110, n.11, p.1133-1149, 2008.
- FREITAS, A. C.; RODRIGUES D.; ROCHA-SANTOS, T. A.; GOMES, A. M.; DUARTE, A. C. Marine biotechnology advances towards applications in new functional foods. **Biotechnology Advances**, v.30, n.6, p.1506-1515, 2012.
- GOUVEIA, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. **Inovação Uniemp**, v.2, n.5, p.32-37, 2006.
- GUARNER, F.; KHAN, A.G.; GARISCH, J.; ELIAKIM, R.; GANGL, A.; THOMSON, A.; KRABSHUIS, J.; MAIR, T.L.; KAUFMANN, P.; PAULA, J.A.; FEDORAK, R.; SHANAHAN, F.; SANDERS, M.E.; SZAJEWSKA, H. Diretrizes Mundiais da Organização Mundial de Gastroenterologia: Probióticos e prebiótico, p1-29, 2011.
- HASLER, C. M. The Changing Face of Functional Foods. **Journal of the American College of Nutrition**, v.19, p.499-506, 2000.
- HASLER C. M.; BLOCH A. S.; THOMSON C. A.; ENRIONE E.; MANNING, C. Position of the American Dietetic Association: Functional foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v.104, n.5, p.814-26, 2004.

- HEALTH. Canada (2006), “What are functional food?”, Functional Foods and Nutraceuticals: Key Terms, Health Canada, Section 2.2. Disponível em [http://www.oeufs.fsa.ulaval.ca/uploads/tx\\_centrecherche/DOYON-LABRECQUE\\_Functional\\_Food\\_Conceptual\\_Approach.pdf](http://www.oeufs.fsa.ulaval.ca/uploads/tx_centrecherche/DOYON-LABRECQUE_Functional_Food_Conceptual_Approach.pdf). Acesso em dez 2013.
- HOLKER, U., LENZ, J. Solid-state fermentation - Are there any biotechnological advantages? *Current Opinion in Microbiology*. Elsevier, v.8, n.3, p.301–306, 2005.
- KROEZE, J. H. A. The perception of complex taste stimuli. In: MCBRIDE, R. L.; MACFIE, H. J. H. Psychological basis of sensory evaluation. Elsevier Applied Science, p. 41-68, 1990.
- LOURENÇO, N. D.; LOPES, J. P. M. A.; ALMEIDA, C. F.; SARRAGUÇA, M. C.; PINHEIRO, H. M.; Bioreactor monitoring with spectroscopy and chemometrics: a review. *Analytical and Bioanalytical*, v.404, n.4, p.1211-1237, 2012.
- MACIEL, G. M. **Desenvolvimento de bioprocesso para produção de xilanases por fermentação no estado sólido utilizando bagaço de cana de açúcar e farelo de soja.** Dissertação de Mestrado em Processos Biotecnológicos, Universidade Federal do Paraná, 2006. 129 p.
- OLIVEIRA, M. N.; SIVIERI, K.; ALEGRO, J. H. A.; SAAD, S. M. I. Aspectos tecnológicos de alimentos funcionais contendo probióticos. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.38, n.1, p1-21, 2002.
- PEREIRA, C. Efeito do processamento e estocagem na concentração de substâncias bioativas em alimentos. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, América do Norte, 28, jul. 2010.
- PEREIRA Jr., N. **Tecnologia de bioprocessos.** Rio de Janeiro: Escola de Química/UFRJ, Séries em Biotecnologia, v. 1, 436 p. 2008.
- PEREIRA Jr., N. **Biodegradação de Hidrocarbonetos,** Rio de Janeiro: Escola de Química/UFRJ; FAPERJ; CNPq; PETROBRA. Séries em Biotecnologia, v.3, 75 p., 2009.
- PEREIRA, S. L.; DUQUE, E. D. O. Biotechnology, biopharmaceuticals for human use and environmental auditing: an important association for Brazil. *Revista BSP*, São Paulo, 2011.
- RAUD, C. Os alimentos funcionais: a nova fronteira da indústria alimentar: Análise das estratégias da Danone e da Nestlé no mercado brasileiro de iogurtes. *Revista de Sociologia e Política*, v.16, n.31, p.85-100, 2008.
- RODRIGUES, C.; SOCCOL, C. R. *Tecnologia Enzimática.* Curitiba: SENAI, 2009.
- SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*, v.42, n.1, p.1-16, 2006.
- SIBBEL, A. A sustentabilidade dos alimentos funcionais. *Social Science & Medicine*, v.64, n.3, p.554-561, 2007.
- SHAHIDI, F. Nutraceuticals and functional foods: whole versus processed foods. *Trends Food Science Technologic.* v.20, p.376–387, 2009.
- SANTOS, R.B.; BARBOSA, L. P. J. L.; BARBOSA, F. H. F. Probióticos: Microorganismos funcionais. *Revista Ciência Equatorial*, v.1, n.2, p.26-38, 2011.
- SILVEIRA, T. F. V.; VIANNA, C. M. M.; MOSEGUI, G. B. G. Brazilian legislation for functional foods and the interface with the legislation for other food and medicine classes: contradictions and omissions. *Physis*, v.19, n.4, p.1189-1202, 2009.
- UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. *Revista Química Nova*, v.30, n.2, p.388-394, 2007.
- ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A. M.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá: um alimento funcional? *Revista Brasileira de Farmacologia*, v.20, n.3, p459-471, 2010.