



SUPLEMENTOS ALIMENTARES: OBTENÇÃO POR BIOPROCESSOS

Autores: Cristina Beatriz Manjabosco Scheuermann¹,
Danieli Cristina Hübner², Francine Daiana Seibt³, Gisele
Natali Hanauer⁴, Joseana Severo⁵, Melissa Oliveira⁶

1 Instituto Federal Farroupilha - *Campus* Santa Rosa | tinamanjabosco@hotmail.com

2 Instituto Federal Farroupilha - *Campus* Santa Rosa | danieliludwig4@gmail.com

3 Instituto Federal Farroupilha - *Campus* Santa Rosa | francid_seibt@hotmail.com

4 Instituto Federal Farroupilha - *Campus* Santa Rosa | giselehanauer5@gmail.com

5 Instituto Federal Farroupilha - *Campus* Santa Rosa | joseana.severo@iffarroupilha.edu.br

6 Instituto Federal Farroupilha - *Campus* Santa Rosa | melissa.oliveira@iffarroupilha.edu.br

SUPLEMENTOS ALIMENTARES: OBTENÇÃO POR BIOPROCESSOS

*Cristina Beatriz Manjabosco Scheuermann,
Danieli Cristina Hübner,
Francine Daiana Seibt,
Gisele Natali Hanauer,
Joseana Severo, Melissa Oliveira*

RESUMO

A população em geral vem mudando seus hábitos alimentares, e em decorrência desta mudança, a busca por alimentos fortificados ou suplementos alimentares tem aumentado. A produção desses alimentos, em sua grande maioria, tem custos elevados, sendo necessária à avaliação dos processos e a busca por alternativas que gerem produtos de alto valor agregado, com baixo custo e baixa produção de resíduos. O presente artigo propôs uma revisão da literatura trazendo exemplos de bioprocessos na produção de suplementos como aminoácidos, Spirulina, extrato de leveduras, vitaminas e suplementos proteicos, ampliando os conhecimentos e buscando atualizações sobre este tema, trazendo as principais vantagens econômicas, o interesse científico e os benefícios da bioprodução dos suplementos alimentares. Verificou-se a possibilidade de utilização de alguns resíduos da indústria de alimentos na bioprodução de suplementos alimentares e, além disso, permitiu-se ampliar o conhecimento sobre a funcionalidade e atuação dos suplementos no organismo dos consumidores.

Palavras-chave: Biotecnologia. Alimentos. Suplementos. Subprodutos.

1 INTRODUÇÃO

Em decorrência das mudanças no estilo de vida e no padrão alimentar da população brasileira, tem-se observado uma maior preocupação com a relação a saúde e a alimentação, no entanto, o consumo de alimentos processados com alta densidade calórica e pobres em nutrientes essenciais em substituição ao consumo de alimentos mais nutritivos é muito alto, tornando a suplementação da dieta com micronutrientes uma prática que visa minimizar essas deficiências nutricionais. A preocupação com a saúde e a facilidade de comercialização dos suplementos vitamínicos e/ou minerais, aliadas ao forte apelo publicitário, tem estimulado a população ao uso indiscriminado desses produtos que são utilizados com as mais diversas finalidades, tais como retardar o envelhecimento, combater o estresse, prevenir doenças e melhorar a saúde e a qualidade de vida (ABE-MATSUMOTO; SAMPAIO; BASTOS, 2015).

O Brasil é o terceiro maior mercado de suplementos alimentares do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da Austrália, sendo que, para atender esta demanda, o uso da biotecnologia tem auxiliado na produção desses suplementos, focando em vitaminas e aminoácidos (TONIAL, 2018).

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. A utilização da biotecnologia pode ajudar a reduzir e melhorar a segurança alimentar e nutricional da população, além de, reduzir os impactos ao meio ambiente, fazendo uso dos recursos naturais de forma mais sustentável (DE SOUSA *et al.*, 2013).

Os suplementos alimentares podem ser obtidos por diferentes técnicas, como biotecnológicas, pelo uso de processo de extração e síntese, fermentação, extração de hidrolisados proteicos através dos métodos químicos e enzimáticos para obtenção de hidrolisados a partir de matérias-primas ricas em nutrientes, como alimentos, algas e resíduos industriais.

Inúmeros fatores afetam a qualidade da vida moderna, de forma que a população deve conscientizar-se da importância de alimentos contendo substâncias que auxiliam a promoção da saúde, trazendo com isso uma melhora no estado nutricional (MORAES e COLLA, 2006).

Dessa forma, a bioprodução de suplementos alimentares pode apresentar vantagens econômicas e à saúde dos consumidores, despertando interesse científico e industrial. Por isso, este artigo de revisão tem o objetivo de apresentar exemplos de bioprocessos na produção de suplementos como aminoácidos, *Spirulina*, extrato

de leveduras, vitaminas e suplementos proteicos, ampliando os conhecimentos e buscando atualizações sobre este tema, abordando vantagens econômicas, o interesse científico e os benefícios da bioprodução dos suplementos alimentares.

2 METODOLOGIA

Foram realizadas pesquisas na Internet, nas bases de dados: a) Portal Periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), disponível no site: <http://www.periodicos.capes.gov.br>; b) Google Acadêmico, disponível no site: <https://scholar.google.com.br>; c) Plataforma Scielo, disponível no site: <http://www.scielo.org/php/index.php>; d) Science Direct, disponível no site: <http://www.sciencedirect.com>, sendo os mesmos lidos e debatidos, para melhor explanação e descrição do conteúdo. Para a realização da pesquisa foram utilizados os termos: bioprodução de alimentos, aminoácidos, *spirulina*, extrato de leveduras. O estudo teve como objetivo buscar artigos que exemplificam, ampliam os conhecimentos e descrevem detalhadamente este tema.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A tecnologia de bioprocessos para produção de alimentos, devido às diferentes etapas que a compõem encontra-se como um dos desafios da biotecnologia (DE SOUSA *et al.*, 2013). 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).

Muitos micro-organismos são utilizados nas mais diversas áreas da biotecnologia, tendo a maioria se concentrado em aplicações na agricultura, saúde, energia e meio ambiente (VERSTRAETE *et al.*, 1996). As aplicações da biotransformação dos resíduos e subprodutos (sólidos e líquidos) trouxeram como consequências à melhoria do saneamento do ambiente, o estabelecimento de indústrias secundárias e melhoria de estrutura de preços (SANTOS, 2008).

A fermentação semi-sólida (FSS), também chamada de fermentação sólida ou em estado sólido, tem se destacado nos estudos e avanços obtidos no aproveitamento destes resíduos. De um modo geral a FSS é um processo microbiano que se desenvolve na superfície de materiais sólidos, que apresentam a propriedade de absorver ou de conter água, com ou sem nutrientes solúveis. Estes materiais sólidos podem ser biodegradáveis ou não. Para a FSS, é necessário que os micro-

-organismos cresçam com nutrientes difusíveis sob ou sobre a interface líquido-sólido (VINIEGRA-GONZALEZ, 1997).

3.1 Suplementos alimentares

Segundo a Portaria nº 32 de 13 de janeiro de 1998, da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS) suplementos nutricionais são alimentos que servem para complementar a dieta diária de pessoas saudáveis com certos nutrientes e calorias, quando a dieta por si só não consegue suprir as necessidades diárias, ou quando há a necessidade específica de algum nutriente (BRASIL, 1998). O *Codex Alimentarius*, através do “Documento de base para discussão regulatória de Suplementos Alimentares” de 03 de junho de 2017, define os suplementos alimentares como produtos para ingestão oral, apresentados em formas farmacêuticas e destinados a suplementar a alimentação de indivíduos saudáveis com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas e/ou probióticos, isolados ou combinados (ANVISA, 2017).

Os suplementos podem ser definidos como produtos feitos de vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, produtos vegetais, fibras, entre outros produtos (GOMES, 2010). Zanin (2018) define os suplementos alimentares como substâncias químicas produzidas especialmente para complementar a alimentação, podendo ser compostos de todas as vitaminas e minerais e por isso são conhecidos como multivitamínicos ou podem conter apenas determinadas substâncias, como ocorre no caso da creatina e da *Spirulina*, que são indicados especialmente para quem pratica algum tipo de atividade física.

Os suplementos de vitaminas e minerais como fontes de nutrientes na forma concentrada, isolados ou em combinação, podem ser apresentados e comercializados em formas sólidas, semi sólidas, líquidas e aerossol, tais como: em cápsulas, comprimidos, pós, soluções, tabletes, drágeas, cápsulas, granulados e pastilhas mastigáveis, sendo formulados para serem ingeridos em pequenas quantidades com o propósito de suplementar a ingestão destes na dieta normal. Os suplementos alimentares devem conter um mínimo de 25% e no máximo até 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas e/ ou minerais, na porção diária indicada pelo fabricante, não podendo substituir os alimentos, nem serem considerados como dieta exclusiva (BRASIL, 1998).

Através de processos biotecnológicos pode-se introduzir construções gênicas em um organismo, usando a tecnologia do DNA recombinante, ou através de técnicas de engenharia genética, para alterar os seus processos metabólicos favoravelmente. Sendo assim, a biotecnologia pode contribuir para a produção de alimentos

nutricionalmente fortificados, podendo ser utilizados para suprir as deficiências nutricionais ou então para reduzir os fatores antinutricionais (COSTA, 2004¹).

A suplementação alimentar é indicada quando o organismo necessita de complementação na alimentação, e foram projetados para eliminar quaisquer deficiências possíveis ou existentes na dieta (LINHARES; LIMA, 2010). Além do uso em dietas com carências destes compostos, o uso de suplementos nutricionais com a intenção de melhorar o rendimento físico tem contribuído para que atletas e pessoas fisicamente ativas sejam seus maiores consumidores. O desejo de alcançar resultados rápidos tem tornado o uso de tais substâncias muito atraente, estando hoje, facilmente disponíveis em todo o mundo (TOULSON; GOSTON, 2009).

Atualmente, diversos tipos de suplementos são comercializados com variados propósitos. Em geral, são anunciados e oferecidos como meio de melhorar algum aspecto do desempenho físico, principalmente, aumentar massa muscular, reduzir gordura corporal, prolongar a resistência, melhorar a recuperação, e/ou promover alguma característica que determinará melhor rendimento esportivo (TOULSON; GOSTON, 2009). Os suplementos alimentares mais utilizados pelos atletas são as proteínas e os aminoácidos, as vitaminas e sais minerais, a L-carnitina, a creatina, as bebidas energéticas e os esteroides anabolizantes (GOMES, 2010).

Os suplementos ergogênicos são utilizados para auxiliar e melhorar o rendimento e o desempenho dos atletas, como é o caso da creatina. Os suplementos termogênicos são aqueles que causam aumento da temperatura corporal, auxiliando no gasto calórico e redução de apetite entre outros fatores emagrecedores, tais como auxiliar na metabolização da gordura, transformando em ácido graxo para ser utilizada como fonte de energia, sendo o termogênico mais conhecido a L-carnitina. Já os suplementos anabólicos agem ajudando no crescimento das células musculares, como temos a valina, a leucina, a isoleucina e a glutamina (LINHARES; LIMA, 2010).

3.2 Suplementos proteicos obtidos a partir de subprodutos

Os hidrolisados protéicos são utilizados principalmente na gestão nutricional de indivíduos que não conseguem digerir totalmente a proteína pura. No método enzimático, o princípio básico para obtenção do hidrolisado proteico envolve a quebra hidrolítica das cadeias de moléculas protéicas pela adição de enzimas vegetais ou por proteases microbianas (DE OLIVEIRA, DE LIMA FRANZEN, TERRA; 2015).

A produção de hidrolisados proteicos a partir da corvina (*Micropogonias furnieri*) ocorre através de métodos químicos e enzimáticos. Segundo estudos realizados por Martins, Costa e Hernández (2009), foram utilizadas duas enzimas, Alcalase 2.4 L,

endopeptidase bacteriana produzida a partir do *Bacillus licheniformis*, e *Flavourzyme*, complexo de protease/peptidase produzido por fermentação submersa de uma linhagem selecionada do fungo *Aspergillus oryzae*, não modificado geneticamente, e utilizadas para hidrólise de proteínas sob condições neutras ou levemente ácidas. Os autores ainda citam que foram realizados dois tipos de processo de extração química para a obtenção do hidrolisado protéico, sendo estes por solubilização ácida e alcalina, e posterior precipitação das proteínas. Como agente alcalinizante foi utilizado o NaOH 1M e como agente acidificante, HCl 1N (MARTINS; COSTA; HERNÁNDEZ, 2009).

Os substratos utilizados mostraram-se adequados para a produção dos hidrolisados, porém os resultados realçaram que seria mais vantajoso utilizar o resíduo que o filé. Os hidrolisados provenientes do resíduo da corvina apresentaram resultados satisfatórios em todas as propriedades funcionais avaliadas, além disso, o resíduo de pescado, que geralmente é utilizado para produzir farinha ou ração animal, poderia ser utilizado para a elaboração de um produto com maior valor agregado (MARTINS; COSTA; HERNÁNDEZ, 2009).

Outros estudos têm explorado as qualidades das proteínas do farelo de arroz, que na forma de concentrados, podem ser incorporadas a produtos alimentícios de alto valor agregado. Hamada *et al.* (1998), através de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), investigaram peptídeos de proteínas de farelo de arroz, por sua potencial utilização na indústria de alimentos. Estes autores afirmam que o alto valor nutricional e hipoalergênico destas proteínas, podem fazer deste um produto particularmente atrativo no caso de crianças alérgicas ao leite e/ou proteínas de soja. Pesquisas avaliando diferentes concentrados de farelo de arroz desengordurado, verificaram que as propriedades funcionais dos concentrados de proteínas de farelo de arroz são comparáveis com as da caseína e têm bom potencial na indústria de alimentos. Nestas pesquisas foram empregadas emulsões estáveis sob diferentes condições de pH, além de concentrações de sal e açúcar (CHAUD; ARRUDA; FELIPE, 2009).

O teor de proteínas contidas no farelo de arroz ratifica seu potencial para compor alimentos funcionais ou nutracêuticos. Estes autores demonstraram que extratos enzimáticos de farelo de arroz, com alta capacidade antioxidante, induzem a morte de células leucêmicas e assim, podem suplementar dietas para pacientes portadores de alguns tumores com mínimo de efeitos tóxicos (CHAUD; ARRUDA; FELIPE, 2009).

Além do alto teor proteico, o farelo de arroz apresenta-se como uma fonte de fibras, vitaminas e sais minerais. Segundo Chaud, Arruda, Felipe (2009) dietas

com 10% de hemicelulose proveniente do farelo de arroz, aumentam o número de leucócitos e de linfócitos no sangue periférico de ratos. Ainda revelam que um polissacarídeo derivado do farelo de arroz, possui atividade antitumoral contra fibrossarcomas de camundongos, quando administrado por via oral, sendo que “*in vitro*” estimula macrófagos, aumenta a produção de interleucina e induz a atividade tumoricida. Por ser um subproduto rico em nutrientes e minerais, pode ser considerado um alimento funcional, ajudando a prevenir algumas doenças crônicas degenerativas, como colesterol alto, alguns tipos de câncer e o diabetes (EMBRAPA, 2004).

O elevado valor nutritivo do farelo de arroz aliado à sua relativa disponibilidade e baixo custo, propicia o interesse nas pesquisas biotecnológicas, como tem sido evidenciado em diversos trabalhos nos quais este subproduto foi aproveitado como suplemento na composição de meios de cultivo para diferentes micro-organismos, com evidência para os trabalhos que enfocam a produção de xilitol, um açúcar álcool de várias aplicações terapêuticas (CHAUD; ARRUDA, FELIPE, 2009).

Desta forma, serão abordados os suplementos L-lisina, L-triptofano, L-carnitina e creatina devido a sua importância para a saúde em diferentes situações e/ou necessidades individuais.

3.3 Importância dos aminoácidos

Os aminoácidos possuem no corpo humano função estrutural, sendo considerados os “tijolos” para a construção das proteínas. Nosso corpo é capaz de sintetizar vinte tipos no total, dentre estes, oito são considerados essenciais, que são as proteínas L-leucina, L-valina, L-isoleucina, L-lisina, L-fenilalanina, L-treonina, L-metionina, L-triptofano, exigindo que o seu consumo seja necessário diariamente por meio dos alimentos ou suplementos (TONIAL, 2018).

Segundo Pastore (2013) os aminoácidos são os constituintes básicos das proteínas e importantes nutrientes para os seres humanos e animais. São utilizados nas empresas de alimentos como suplementos em rações animais e nutrição humana. Os aminoácidos podem ser obtidos através síntese química, reações enzimáticas e fermentação. A produção de aminoácidos por processo fermentativo tem a vantagem de ser obtido L-aminoácidos, que podem ser usados como nutrientes. A síntese química para a produção requer alta temperatura e pressão.

3.3.1. L-lisina

Aminoácido essencial para o corpo humano é encontrado em proteínas vegetais em baixas concentrações, produzidas normalmente por bactérias do gênero

Corynebacterium por fermentação submersa. A principal fonte de carbono na fermentação da L-lisina são açúcares presentes no melão de cana (TONIAL, 2018).

3.3.2.L-triptofano

Desempenha papel importante nos processos bioquímicos do sono e humor, por ser um precursor da serotonina, um neurotransmissor, e da melatonina, um hormônio. Pode ser ingerido com o consumo de bananas, semente de abóbora, soja e grão de bico. O processo utilizado para produzir o triptofano é a via fermentativa da serina e indol, usando bactérias como *Bacillus amyloliquefaciens* e cepas especiais que possuem mutações que impedem a recaptação desse aminoácido produzindo um excesso de triptofano que posteriormente é utilizado purificado (TONIAL, 2018).

3.3.3. L-carnitina

A L-carnitina é um aminoácido muito utilizado como suplemento termogênico por praticantes de atividades físicas principalmente em academias, com o objetivo de emagrecimento, pois a L-carnitina atua no metabolismo dos ácidos graxos de cadeia longa, no intuito de utilizar mais gordura como fonte de energia. Para isto ocorrer a gordura passa por diversas alterações, primeiro sendo transformada em ácidos graxos e glicerol, o glicerol é metabolizado pela mesma via da glicose, a via glicolítica, porém o ácido graxo é mais complexo, passa por diversas reações até serem metabolizados dentro das mitocôndrias. A L-carnitina carrega estas moléculas de gordura até a mitocôndria para serem oxidadas (LINHARES; LIMA, 2010).

A carnitina (3-hidroxi-4-N-trimetilamino-butilato) é uma amina quaternária com função fundamental na geração de energia pela célula. É sintetizada no organismo a partir de dois aminoácidos essenciais, lisina e metionina, exigindo para sua síntese a presença de ferro, ácido ascórbico, niacina e vitamina B6 (COELHO, *et al.*, 2005).

3.3.4.Creatina

A utilização da creatina em forma de suplemento alimentar vem sendo estudada em diversos campos da saúde e com públicos diferenciados como idosos, enfermos, atletas e praticantes de atividade física. Dentre os resultados positivos já encontrados com a utilização da creatina, estão a melhora entre portadores de miopatias inflamatórias, distrofias musculares, síndromes de deficiência em creatina, condicionamento pré e pós isquêmico, déficit cognitivo e também a melhora no desempenho de praticantes de atividade física e atletas (ZANELLI, 2015).

De acordo com Gualano (2010), os ganhos de massa magra com o uso da suplementação com creatina são consequência do aumento da retenção hídrica, expressão gênica e eficiência da tradução de proteínas relacionadas à hipertrofia, além da proliferação e ativação de células satélites. Contudo, os efeitos da suplementação de creatina na promoção de ganho de massa magra e força são contundentes, podendo ser utilizadas com fins ergogênicos. Esse substrato energético teve seu descobrimento por Michael Eugene Chivireul, na terceira década do século XIX, quando a realização de um experimento possibilitou o isolamento desse componente da carne proveniente de fonte animal (REZENDE, 2009).

3.4 Cianobactéria *Spirulina*

A cianobactéria *Spirulina* possui propriedades potenciais, não só de um alimento funcional, mas também de um nutracêutico, já que este se relaciona diretamente com a prevenção e o tratamento de doenças. As cianobactérias eram anteriormente denominadas algas verdes-azuis, mas atualmente se sabe que são micro-organismos unicelulares que realizam fotossíntese (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Espécies de *Spirulina* têm sido utilizadas mundialmente na alimentação humana e animal, assim como na obtenção de aditivos utilizados em formas farmacêuticas e em alimentos. Esta bactéria é uma fonte rica em proteínas, vitaminas, aminoácidos essenciais, minerais, ácidos graxos poliinsaturados e outros nutrientes, sendo seu principal uso como suplemento alimentar. As propriedades nutricionais da *Spirulina spp.* têm sido relacionadas com possíveis atividades terapêuticas, caracterizando o micro-organismo no âmbito dos alimentos funcionais e nutracêuticos (AMBROSI *et al.*, 2008).

Segundo Ambrosi *et al.* (2008), a ação da *Spirulina spp.* é comprovada a nível experimental '*in vivo*' e '*in vitro*', verificando-se sua efetividade na inibição da replicação de alguns vírus, na ação citostática e citotóxica no tratamento de câncer, na diminuição dos lipídios e da glicose no sangue e da pressão sanguínea, na redução de peso em obesos, no aumento da população de micro-organismos da flora intestinal, na melhoria da resposta imunológica, na proteção renal contra metais pesados e fármacos, além de apresentar atividade rádio protetora e de ser eficiente na desnutrição, aumentando a absorção de minerais. A biomassa de *Spirulina spp.*, além de ser um excelente suplemento alimentar, é uma fonte potencial no tratamento de diversas enfermidades. Para Oliveira *et al.* (2013), a *Spirulina* possui efeitos contra a anemia, efeitos antioxidantes, antilipidêmicos, hipotensores, contra a desnutrição, antiobesidade, prebióticos/imunomoduladores e antidiabetogênicos.

A *Spirulina* pode ser legalmente comercializada nos Estados Unidos como ali-

mento desde que seja rotulada com precisão e não contenha substâncias contaminantes ou adulterantes (MORAES *et al.*, 2013). No Brasil, a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) permite sua comercialização desde que o produto final, no qual o micro-organismo tenha sido adicionado, esteja devidamente registrado (BRASIL, 1999). O Brasil apresenta abundância de água e clima apropriado na maioria de sua extensão para o cultivo de *Spirulina* e, ainda assim, o país não produz a microalga em grande escala, estando sua produção concentrada em países como China, Estados Unidos, Japão e Israel (ANDRADE; COSTA, 2008).

Pesquisas sobre o cultivo mostram que o enriquecimento do meio de cultivo com melão líquido (MEL) ou melão em pó (MEP) resulta em crescimento da *S. platensis* por no mínimo 35 dias e atingindo maiores concentrações e produtividades que em cultivo autotrófico, manteve crescimento por 30 dias (ANDRADE; COSTA, 2008).

As ficobiliproteínas são proteínas presentes nas cianobactérias, como a *Spirulina*. Para a obtenção, normalmente é necessário o rompimento da célula. Uma das técnicas de rompimento celular mais utilizadas é o choque osmótico, que pode ser com um tampão fosfato, ou acetato, ou ainda com água destilada. A extração pode ser feita apenas com adição destes solventes, mas também associando os métodos químicos aos físicos, como congelamento/descongelamento, maceração, digestão, sonicação (uso de ultrassom), homogeneização por pressão, entre outros (SILVA, 2008²).

A desintegração enzimática da parede celular, para obtenção de ficobiliproteínas, provocada por uma enzima, lisozima, por exemplo, foi documentada por Santiago-Santos *et al.*, (2004), e pode ser uma alternativa para os métodos químicos e físicos existentes (SILVA, 2008²).

Após o rompimento celular é necessária a separação do extrato com uma nova centrifugação. O precipitado é descartado, pois contém células rompidas (debris) e compostos que não são de interesse. Por sua vez, o sobrenadante contém o composto de interesse, outras proteínas, tampão (quando houver) e ainda pode conter pigmentos como a aloficocianina e a ficoeritrina. Esse sobrenadante é reservado para o próximo passo, a purificação (SILVA, 2008²).

Vários métodos têm sido reportados para a purificação de ficobiliproteínas envolvendo a combinação de várias técnicas como a centrifugação, precipitação com sulfato de amônio ((NH₄)₂SO₄), diálise, cromatografia de troca iônica, cromatografia em gel de filtração, cromatografia em hidroxiapatita e cromatografia de adsorção em leito expandido (SILVA, 2008²).

3.5 Carboidratos e vitaminas

Os carboidratos estão amplamente difundidos no reino vegetal nas mais variadas formas, tal como amido, hemicelulose, celulose, pectina e lignina, além de açúcares como a glicose, frutose e a sacarose, e são importantes fontes de reserva. O processamento de sucos, geleias, doces, aromas, essências, entre outros produtos fabricados a partir de frutas, geram, anualmente, grandes quantidades de resíduos, entre eles o bagaço de maçã (VILLAS BÔAS, 2001). Este resíduo, obtido através da prensagem para a extração do suco de maçã, constitui-se de uma mistura heterogênea de polpa, sementes e cascas e caracteriza-se por apresentar em sua composição elevadas quantidades de fibras, constituídas por biopolímeros de alto peso molecular, tal como amido, hemicelulose, celulose, pectina e lignina, além de outros mono e dissacarídeos (ALBUQUERQUE, 2003).

A inulina é um polissacarídeo solúvel, também classificada como frutooligosacarídeo (FOS), extraído de raízes como a Chicória (*Cichorium intybus*, L.), que vem sendo amplamente estudado em razão de seus efeitos benéficos a microbiota intestinal humana por possuírem efeito prebiótico amplamente divulgado no meio científico, promovendo benefícios à saúde (BICAS *et al.*, 2010). A inulina também identificada como substituto da gordura e/ou do açúcar. Os frutooligosacarídeos (FOS) apresentam cerca de um terço do poder adoçante da sacarose e não são calóricos, portanto, não podem ser considerados carboidratos ou açúcares, nem fonte de energia. Os FOS podem ser obtidos comercialmente por hidrólise enzimática de inulina e consistem de unidades lineares de furtosil com ou sem uma unidade final de glicose (SILVA, 2008¹). A produção de inulina também pode ser realizada através da extração aquosa, que tem alto custo energético devido às etapas de separação (OLIVEIRA, *et al.*, 2004).

As vitaminas são componentes presentes naturalmente em alimentos e são relacionadas com muitas reações no organismo humano, sendo classificadas como micronutrientes (GOMES, 2010). A denominação genérica vitamina é dada a substâncias orgânicas complexas de diferente classificação química encontradas em alimentos, geralmente em quantidades pequenas, e indispensáveis no metabolismo animal ou vegetal (CARVALHO *et al.*, 2005).

As vitaminas denominadas lipossolúveis são as vitaminas A, D, E e K, já as vitaminas hidrossolúveis são as vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, ácido pantotênico, piridoxina, biotina, ácido fólico, cianocobalamina) e também a vitamina C (ácido ascórbico) (GOMES, 2010).

As quantidades necessárias das vitaminas e minerais dependem de vários fatores como o gênero, a idade, a fase de vida em que os indivíduos se encontram. A

deficiência de vitaminas pode causar aumento de sensibilidade muscular ao esforço físico, fadiga e redução de rendimento. Não é recomendado o uso de suplementos vitamínicos se a pessoa fizer uma alimentação balanceada, pois se acredita que o uso de altas doses não acresce no rendimento esportivo (GOMES, 2010).

Industrialmente, as vitaminas eram obtidas apenas por processos de extração e síntese. Mais recentemente, têm sido desenvolvidos processos para a obtenção de vitaminas por fermentação. Embora quase todas as vitaminas sejam formadas no metabolismo de micro-organismos, a produção por fermentação tem sido relatada para riboflavina (vitamina B2), cobalaminas (onde está situada a cianocobalamina ou vitamina B12), biotina e ácido ascórbico (vitamina C) (CARVALHO, *et al.*, 2005).

3.6 Extrato de leveduras

Diferentes micro-organismos podem substituir os suplementos proteicos usados na alimentação humana e animal, com destaque para as leveduras. Consideradas como fonte de proteína unicelular, o interesse na utilização desses micro-organismos na alimentação deve-se a sua velocidade de crescimento e ao seu elevado teor proteico (SILVA, 2008¹).

As leveduras são micro-organismos e, assim como bactérias e fungos, têm sido utilizadas na alimentação humana e animal. Estes micro-organismos unicelulares são as mais antigas fontes de proteínas unicelulares consumidas pelo homem através de produtos naturais, bebidas e alimentos elaborados por processos fermentativos, oriundas do processo de fermentação alcoólica (COSTA, 2004²). O interesse na produção e comercialização de extratos de leveduras surgiu em função da disponibilidade de uma matéria prima barata, normalmente resíduo de indústrias de bebidas fermentadas (RÉVILLION; BRANDELLI; AYUB, 2000).

As leveduras são aplicadas em um grande número de processos fermentativos, onde elas utilizam o açúcar para obter energia para a sua manutenção. Do ponto de vista tecnológico, as leveduras possuem vantagens em relação à outros micro-organismos, principalmente em razão da sua capacidade de assimilar grande variedade de substratos, de sua alta velocidade de crescimento e da facilidade de separação da sua biomassa (SILVA, 2008¹). O gênero *Saccharomyces* é largamente utilizado devido a sua fácil manipulação e crescimento (SILVA, 2008¹).

O melaço é um subproduto da fabricação do açúcar, apresenta-se como um líquido viscoso, de cor escura e muito doce, do qual não é possível extrair maior quantidade de sacarose cristalizada. Empregado, principalmente, nas indústrias de fermentação alcoólica, de panificação e de alimentos para animais. Diante da quantidade abundante gerada nas usinas, o melaço é uma fonte barata e alternativa

para a produção de frutooligossacarídeos. Trata-se do produto ideal para a fermentação, uma vez que, além de conter em média 90 °Brix, sendo 60% de açúcares redutores, possui outros elementos necessários para que a fermentação ocorra sem a adição de nutrientes (SILVA, 2008¹).

A utilização de soro de queijo produzido pela indústria de laticínios representa uma importante fonte de matéria prima barata para a produção de extrato de leveduras, já que constitui um descarte, gerando um efluente de grande potencial poluente (RÉVILLION; BRANDELLI; AYUB, 2000).

O cultivo de *Kluyveromyces marxianus* em soro de queijo desproteínizado é uma forma de diminuir a carga poluente desse material, uma vez que ocasiona uma diminuição de sua DBO (demanda biológica de oxigênio) de ordem de 90-95%, através da conversão da lactose em biomassa (RÉVILLION; BRANDELLI; AYUB, 2000). A espécie é reconhecida como um micro-organismo seguro para o consumo humano pelo FDA (Food and Drug Administration) (SILVA, 2008¹).

A conversão de lactose em biomassa pode atingir níveis de 50-57%. Esse rendimento pode ser otimizado se o meio de crescimento for suplementado com extratos de leveduras em níveis de 0,1 a 5% (RÉVILLION; BRANDELLI; AYUB, 2000).

Quanto à bioconversão de resíduos agroindustriais, Albuquerque (2003) apud Villas Bôas (2001), realizou um estudo com *Candida utilis* visando produzir um suplemento proteico para ração animal, a partir de bagaço de maçã. A levedura foi utilizada para diminuir os teores de açúcares livres no substrato, além de aumentar o conteúdo protéico e a digestibilidade do resíduo. A adição de sulfato de amônio ao bagaço favoreceu o aproveitamento dos açúcares, além de um aumento significativo dos parâmetros cinéticos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de processos biotecnológicos na produção de suplementos alimentares é uma prática que vem sendo amplamente aprimorada e utilizada na busca de melhoria na saúde e qualidade de vida, além de proporcionar redução dos custos de produção, através das diferentes técnicas de produção e de aproveitamento de resíduos industriais, contribuindo para produção de suplementos e alimentos nutricionalmente fortificados e seguros.

REFERÊNCIAS

ABE-MATSUMOTO, L. T.; SAMPAIO, G. R.; BASTOS, D. H. M. Suplementos vitamínicos e/ou minerais: regulamentação, consumo e implicações à saúde. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, p. 1371-1380, 2015.

ALBUQUERQUE, P. M. **Estudo da produção de proteína microbiana a partir do bagaço de maçã**. Florianópolis: UFSC, 2003. Tese de Doutorado. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/85208>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

AMBROSI, M. A. *et al.* Propriedades de saúde de *Spirulina* spp. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 29, n. 2, p. 109-117, 2008.

ANDRADE, M. da R.; COSTA, J. A. V. Culture of microalga *Spirulina platensis* in alternative sources of nutrients. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras v. 32, n. 5, p. 1551-1556, set./out., 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542008000500029&script=sci_arttext&tlng=es>. Acesso em: 6 dez. 2018.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gerência Geral de Alimentos (GGALI). **Suplementos Alimentares: Documento de Base para Discussão Regulatória**. 03 jun. de 2017. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/3845226/0/Documento+Base.pdf/8a931dd3-6de7-4bd7-8546-23e91f73f331>>. Acesso em: 4 dez. 2018.

BICAS, J. L. *et al.* Biotechnological production of bioflavors and functional sugars. **Food Science and Technology**, v. 30, n. 1, p. 07-18, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612010000100002&script=sci_arttext>. Acesso em: 22 dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 32 de 13 de janeiro de 1998. Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de suplementos vitamínicos e ou de minerais. **Diário Oficial da União**. 1998; 15 janeiro.

BRASIL. Resolução nº 16, de 30 de abril de 1999: **Regulamento técnico de procedimentos para registro de alimentos e ou novos ingredientes**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, p. 6-8, 1999.

CARVALHO, W. *et al.* Aditivos alimentares produzidos por via fermentativa parte I: ácidos orgânicos. **Revista Analytica**, v. 18, p. 70-76, 2005.

CHAUD, L. C. S.; ARRUDA, P. V.; FELIPE, M. das G. de A. Potencial do farelo de arroz para utilização em bioprocessos. **Nucleus**. Ituverava, v. 6, n. 2, p. 33-46, out. 2009. Disponível em: <<http://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/>>

[nucleus/article/view/268](#)>. Acesso em: 2 dez. 2018.

COELHO, C. de F. *et al.* Aplicações clínicas da suplementação de L-carnitina. **Revista de Nutrição**. Campinas, v.18, n. 5, p. 651-659, Set/Out, 2005. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/14099/S1415-52732005000500008.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

COSTA, N. M. B. Biotecnologia aplicada ao valor nutricional dos alimentos. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, n. 32, p. 47-54, 2004¹.

COSTA, L. F. Leveduras na Nutrição Animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n°1, p.01-06, jul/ago. 2004².

DE OLIVEIRA, M. S. R.; DE LIMA FRANZEN, F.; TERRA, N. N. Utilização de enzimas proteolíticas para produção de hidrolisados proteicos a partir de carcaças de frango desossadas manualmente. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 3, p. 199, 2015.

DE SOUSA, R. de C. P. *et al.* Tecnologia de bioprocesso para produção de alimentos funcionais. **Revista Agro@ambiente** [online], v. 7, n. 3, p. 366-372, 2013. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/agroambiente/article/view/1240/1194>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Utilização do farelo de arroz**. 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/957286/a-embrapa-o-arroz-e-voce-juntos-por-um-brasil-melhor-utilizacao-do-farelo-de-arroz>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

GOMES, R. M. L. **Consumo de suplementos alimentares em frequentadores de ginásio na Cidade de Coimbra**. 2010. Dissertação de Mestrado. Disponível em: < <https://core.ac.uk/download/pdf/144022826.pdf> > Acesso em 05 dez. 2018.

GUALANO, B. *et al.* Efeitos da suplementação de creatina sobre força e hipertrofia muscular: atualizações. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. Niterói, v. 16, n. 3, p. 219-223, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922010000300013>. Acesso em: 11 dez. 2018.

HAMADA, J. S. *et al.* Preparative separation of value-added peptides from rice bran proteins by high-performance liquid chromatography. **Journal of chromatography A**, v. 827, p. 319-327, 1998.

LINHARES, T. C.; LIMA, R. M. Prevalência do uso de suplementos alimentares por praticantes de musculação nas academias de Campos dos Goytacazes/RJ, Brasil. **Vértices**, v. 8, n. 1, p. 101-122, 2010. Disponível em: <<http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.20060008/55>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

MARTINS, V. G.; COSTA, J. A. V.; HERNÁNDEZ, C. P. Hidrolisado protéico de pes-

cado obtido por vias química e enzimática a partir de corvina. **Química Nova**, vol. 32, n. 1, p. 61-66, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/handle/1/1760>>. Acesso em: 2 dez. 2018.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista eletrônica de farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MORAES, I. de O., *et al.* *Spirulina platensis*: otimização de processos para obtenção de biomassa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, vol.33 supl.1 fev. de 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612013000500026&lng=en&nrm=iso&tlng=en>. Acesso em: 5 dez. 2018.

OLIVEIRA, R. A. de, *et al.* Otimização de extração de inulina de raízes de chicória. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.6, n.2, p.131-140, 2004. Disponível em: <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev62/Art624.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2019.

OLIVEIRA, C. A. *et al.* Potencial nutricional, funcional e terapêutico da cianobactéria *Spirulina platensis*. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, v. 5, n. 1, p. 52-59, 2013. Disponível em: <<https://rasbran.emnuvens.com.br/rasbran/article/view/7/9>>. Acesso em: 3 dez. 2018.

PASTORE, G. L. *et al.* **Biotecnologia de Alimentos**. Editora Atheneu. v. 12., 2013. 520 p.

REZENDE, A. R. A. Suplementação de creatina no treinamento de musculação e influência no aumento de massa muscular. 2009. Disponível em: <http://www.revistadigitalvidaesaude.hpg.com.br/artv2n1_01.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2018.

RÉVILLION, J. P.; BRANDELLI, A.; AYUB, M. A. Z. Produção de extratos de leveduras de uso alimentar a partir do soro de queijo: abordagem de elementos técnicos e mercadológicos relevantes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, SP. Vol. 20, n. 2 (maio/ago. 2000), p. 246-249, 2000. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/19328>>. Acesso em: 6 dez. 2018.

SANTIAGO-SANTOS, M. C. *et al.* Extraction and purification of phycocyanin from *Calothrix* sp. **Process Biochemistry**, v. 39, p. 2047-2052, 2004.

SANTOS, D. T. dos *et al.* Potencialidades e aplicações da fermentação semi-sólida em biotecnologia. **Janus**, v. 3, n. 4, 2008. Disponível em: <<http://www.publicacoes.fatea.br/index.php/janus/article/view/44/47>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

SILVA, C. E. V. **Produção enzimática de frutooligosacarídeos (FOS) por leveduras a partir de melão de cana-de-açúcar**. 2008¹. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-10032009-085546/en.php>>. Acesso em: 6 dez. 2018.

SILVA, L. A. **Estudo do processo biotecnológico de produção, extração e recuperação do pigmento ficocianina da *Spirulina platensis***. 2008². Disponível em: <<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/19583/Dissertacao-Finalll.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 dez. 2018.

TONIAL, G. **Suplementos alimentares: como a biotecnologia atua na sua produção?** [online] 2018. Disponível em: <<http://profissaobiotec.com.br/suplementos-alimentares-como-a-biotecnologia-atua-na-sua-producao>>. Acesso em 03 dez. 2018

TOULSON, M. I.; GOSTON, J. L. Suplementos nutricionais: histórico, classificação, legislação e uso em ambiente esportivo. **Nutrição e Esporte**. set/out 2009. Disponível em: <http://www.janainagoston.com/artigos/09_ESPORTE_2a_via.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2018.

VERSTRAETE, W. *et al.* Anaerobic bioprocessing of organic wastes. **World J. Microbiol. Biotechn.**, v. 12, n. 3, p. 221-238, 1996.

VILLAS BÔAS, S. G. **Conversão do bagaço de maçã por *Candida utilis* e *Pleurotus ostreatus* visando a produção de suplemento para ração animal**. Florianópolis: UFSC, 2001. 125f. Dissertação (mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

VINIEGRA-GONZALEZ, G. Solid state fermentation: definition, characteristics, limitation and monitoring, p. 5-22. In: ROUSSOUS, S. *et al.* (Eds.) **Advances in solid-state fermentation**. Dordrecht: **Kluwer Academic Publishers**, 1997.

ZANELLI, J. C. S., *et al.* Creatina e treinamento resistido: efeito na hidratação e massa corporal magra. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 1, p. 27-31, Jan/Fev, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbme/v21n1/1517-8692-rbme-21-01-00027.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2018.

ZANIN, T. **Suplementos alimentares: O que são, para que servem e como usar**. [online] 2018. Disponível em: <<https://www.tuasaude.com/suplementos-alimentares>>. Acesso em: 3 dez. 2018.