



Indústria de **Laticínios**

Ano XVIII - Set/Oct 2013 - nº 104 - R\$ 18,00 - www.revistalaticinios.com.br - ISSN 1678-7250



**Inovações em
EQUIPAMENTOS
E INGREDIENTES**

**Cobertura da
EXPOMAQ/
MINAS LÁCTEA 2013**

LACTOSE: ALTERNATIVA PARA O USO DO SORO E PARA A DIVERSIFICAÇÃO DO SETOR DE LÁCTEOS

Boza, Y.; Gomes, R. A. R.; Blumer, P.

Resumo

Há varias possibilidades para o aproveitamento do soro de queijo com agregação de valor aos produtos a partir dele obtidos, com conseqüente redução dos custos com tratamento de efluentes. Este artigo apresenta possibilidades de aplicações da lactose e derivados nos diversos setores das indústrias de alimentos, farmacêuticas, química entre outras. Também são apontados os desafios logísticos da matéria-prima, do desenvolvimento de novas tecnologias e da adequação de processos, impostas para a eficácia dessa diversificação.

Palavras chave: soro; lactose; derivados da lactose.

Introdução

O segmento de laticínios é um dos mais expressivos da indústria de alimentos. Segundo o CEPEA (2013), ainda que o volume de leite captado tenha aumentado, essa elevação na produção foi insuficiente para suprir o forte aumento do consumo de lácteos impulsionando os preços desses produtos. A incapacidade de suprimento da demanda interna aumentou em 52% as importações de lácteos nos últimos meses, principalmente dos países vizinhos, Argentina e Uruguai, sendo que mais de 90% do volume total importado compreende leite em pó e queijos.

Esse fato evidencia a necessidade de maior produtividade no campo, através de melhor tecnificação e especialização da produção leiteira. Além da oferta de matéria-prima de qualidade para favorecer melhor rendimento na indústria de laticínios, é necessário adoção de medidas pelo setor, tais como: a diversificação/diferenciação através da adequação de práticas de manejo animal, introdução de novas tecnologias e valorização co-produtos, através do desenvolvimento de novos produtos para promoção do melhor desempenho econômico do setor laticinista.

Os dados do CEPEA (2013) evidenciam ainda, a forte expansão do mercado de queijo, cujo principal co-produto é o soro. Atualmente, o soro produzido nos laticínios tem como principais destinos: o lançamento em cursos d'água, matéria-prima para fabricação de ricota e uso na alimentação animal. Contudo, a indústria de laticínios brasileira tem gradativamente adotado práticas para adequação da disposição do soro e aumentado o processamento deste. Isso se deve a uma combinação de fatores incluindo o alto custo do tratamento imposto pelas regulamentações ambientais dos despejos com elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO); as crescentes comprovações científicas do valor nutricional dos componentes do soro e das inúmeras aplicações desses setores alimentício, farmacêutico, cosmético e de embalagens. A crescente importância do soro como matéria-prima pode ser evidenciada na pauta de exportações brasileira. De acordo com Wilkinson (2010) o volume de importações superam o total de soro exportado no mesmo período.

Abstract

There are different technologies for processing the cheese whey and obtain final products with high market prices, reducing the costs of wastewater treatment. This article presents the applications of lactose and its derivatives in food, chemical and pharmaceutical industry. It is also demonstrated the challenges related to transport, development of new technologies and adaptations of the industrial processes.

Key words: cheese whey, lactose, lactose derivatives.

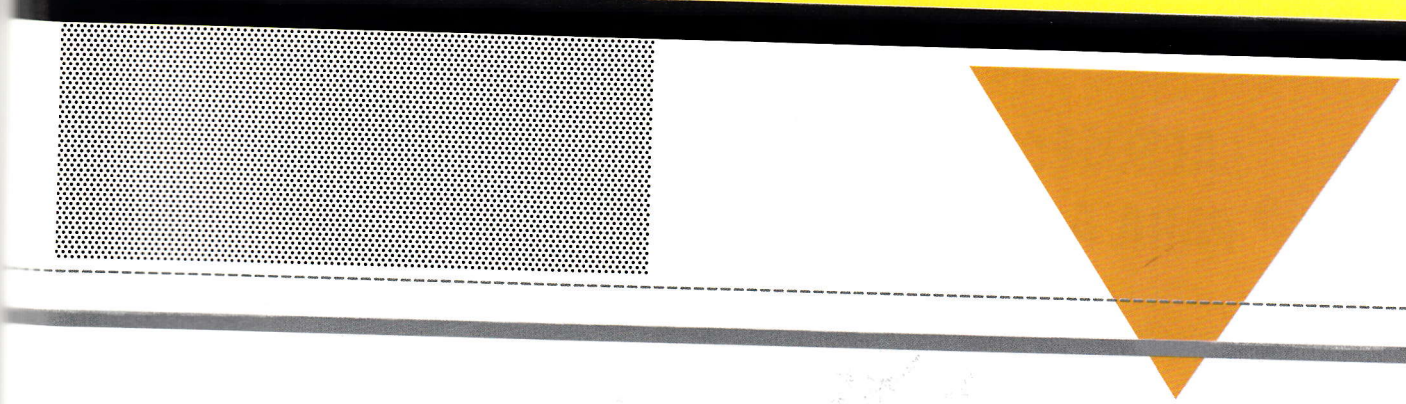
Este trabalho tem como escopo apresentar o potencial do soro como maximizador de receita para indústria de laticínios através das possibilidades de aplicações da lactose - o componente do soro cuja utilização é ainda pouco explorada pelo setor laticinista e relativamente pouco estudada pelas Instituições de pesquisa do País. Esse panorama contrapõe-se com o fato da lactose ser o componente presente em maior concentração no soro, sendo um dos principais responsáveis pelos altos valores de DBO dos efluentes na indústria de laticínios e com a crescente demanda de produtos lácteos deslactosado.

Lactose: consumo e possibilidades de aplicações na indústria

A lactose (Galactose β -1,4 glucose) é um dissacarídeo que consiste de moléculas de galactose e glicose unidas por uma ligação glicosídica β - 1,4, existindo naturalmente na forma de 2 isômeros: alfa lactose e beta lactose. A lactose é um açúcar encontrado somente no leite e derivados, representando cerca de 2% a 8% do leite, contudo esse percentual varia em função da espécie (Bobbio & Bobbio, 2003).

Açúcar de sabor agradável, a lactose é um ingrediente amplamente utilizado na fabricação de diversos produtos, como: pães e recheios, sorvetes, farinhas, alimentos enlatados e produtos lácteos (queijo, iogurte). Devido suas propriedades físico-químicas, influi na textura, na cor e na quantidade de água ligada desses produtos e, ainda apresenta apenas um terço da doçura da sacarose e menos da metade da glicose (http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias). Em produtos lácteos, a lactose é um componente essencial na fabricação de produtos fermentados, influi na textura de certos produtos concentrados e congelados e pode estar associada a mudanças desejáveis ou não de cor e de sabor, induzidas pelo calor em produtos aquecidos (Fox & Mc Sweeney, 1998).

A lactose serve como fonte de energia necessária para o desenvolvimento do sistema nervoso central, facilita a absorção de cálcio, fósforo e vitamina D; favorecendo a retenção de cálcio e prevenindo a oste-



oporose. Contudo, a lactose ainda é vista com reservas em razão da intolerância à lactose e a galactosemia (Mattar & Mazo, 2010; Camelo Junior et al 2011).

O uso do soro e a obtenção da lactose

Para viabilizar o uso industrial do soro e de seus componentes é necessária a remoção de água, processo fundamental para redução dos custos com transporte e armazenagem, além de aumentar sua vida útil (Perrone et al, 2008). A obtenção do soro em pó pode ser realizada através do uso de processos de filtração por membranas, evaporação a vacuo e secagem por atomização.

Na obtenção do soro em pó, a técnica de ultrafiltração é altamente promissora para separar as proteínas, dos outros componentes incluindo lactose e minerais. Nesse processo, o concentrado ou retentado, representado pela fração proteica, é retido pela membrana, enquanto o permeado - material que passa através da membrana, é composto basicamente por água, lactose e sais minerais. Por outro lado, o processo de secagem de soro por atomização é bastante versátil e conveniente, embora quando usado de forma empírica pode ocasionar agregação de partículas e adesão dos pós nos equipamentos, logo para minimizar problemas de funcionalidade e de rendimento são necessários estudos sobre os parâmetros de secagem (Silveira et al., 2013). Segundo Perrone et al (2008), a secagem de soro e de seus derivados implica em desafios à ciência e à tecnologia, uma vez que o comportamento dos produtos durante a secagem e o armazenamento é distinto do comportamento do leite, demandando estudos sobre os efeitos das condições de processamento sobre os componentes do soro.

Nesse contexto, Sgarbieri (2004) enfatiza que as propriedades funcionais fisiológicas das proteínas do soro, através do uso nas formas de concentrados e isolados proteicos bem como de peptídeos, estão condicionadas à manutenção da integridade estrutural dessas proteínas, assim métodos especiais de obtenção devem ser adotados para a preservação das estruturas das proteínas e de suas propriedades.

A obtenção da lactose a partir do soro é feita envolvendo as seguintes operações: a remoção de proteínas (por coagulação ou ultrafiltração), a evaporação a vácuo, a refiltração seguida de outra evaporação, a indução à cristalização por membrana, a indução à cristalização por sementeira, a centrifugação para remoção dos cristais e a secagem (Brandão, 1994).

Assim, para eficácia do fracionamento do soro é necessária a adequação de técnicas e das condições de processamento deste para maximizar a recuperação de seus componentes, contudo preservando suas propriedades funcionais e físico-químicas. Cabe salientar que a composição do soro depende de variações da composição do leite bem como da tecnologia usada na produção de queijos (Robinson, 1994).

Potenciais aplicações da lactose

Usos e aplicações de derivados da lactose se intensificaram a partir da década de 60, como matéria-prima/insumos especialmente nas indústrias de alimentos, farmacêutica e química para obtenção de inúmeros produtos entre os quais o ácido lactobiônico, lactitol, β - galactosidases, lactulose, galactooligosacarídeo, a lactosacarose, ácido láctico, polilactato e ainda etanol (Colognesi et al, 2013).

Ácido Lactobiônico

É um ácido orgânico obtido a partir da oxidação química ou microbiana da lactose, conhecido como ácido galacto-glucônico, é composta por uma molécula de galactose unida à outra de gluconolactona (ou ácido glucônico - um alfa-hidroxiácido) através de uma ligação semelhante ao éter. Carra et al. (2006) avaliou a produção de ácido lactobiônico por células de *Zymomonas mobilis* livres e imobilizadas em alginato de cálcio, obtendo uma taxa de bio-transformação de lactose com o rendimento de 85% de ácido lactobiônico ocorrendo ainda a formação equimolar de sorbitol.

O ácido lactobiônico apresenta propriedades como emulsionante, estabilizante de espuma e alta solubilidade em água podendo ser usado em detergentes de louças e sabão em pó para uso doméstico, como substituto do fosfato (Valle, 2009). Contudo, sua maior aplicação comercial é em fluidos conservantes de órgãos transplantados, devido à ação antioxidante capaz de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais livres sobre o tecido armazenado. Segundo o mesmo autor, outra potencial aplicação do ácido lactobiônico é em formulações para vetorização de drogas, estratégia terapêutica que consiste na liberação do fármaco nos sítios específicos de ação (células, tecidos ou órgãos) possibilitando o aumento da eficácia terapêutica do ativo, a redução da toxicidade e a restrição da ação do fármaco ao tecido lesado. Em 2004, Kim et al. desenvolveram um novo processo no qual o ácido lactobiônico SIGMA® foi conjugado à quitosana hidrossolúvel com o objetivo de atingir a hepatócito-seletividade.

Os ácidos lactobiônicos (AL) de grau farmacêutico apresentam lactona, sub-produto do processo industrial de sua produção. A lactona devido a sua ação umectante e antienvhecimento, pode ser utilizada em dermocosméticos. Por outro lado, o ácido lactobiônico possui elevada ação antioxidante e hidratante pode ser usado na formulação de produtos anti-fotoenvhecimento, hidratantes e rejuvenescedores. O poder cicatrizante do AL também permite seu uso em produtos antiacneicos e em peles sensíveis (Nardin & Guiterres, 1999).

LACTOSE: ALTERNATIVA PARA O USO DO SORO E PARA A DIVERSIFICAÇÃO DO SETOR DE LÁCTEOS

Boza, Y.; Gomes, R. A. R.; Blumer, P.

Pesquisadores do Itai/SP

Lactitol

O lactitol foi descoberto em 1920, e teve seu primeiro uso em alimentos na década de 80. Ele consiste em um dissacarídeo constituído por galactose e sorbitol, em decorrência de sua estabilidade, solubilidade, higroscopicidade e gosto similar ao da sacarose, pode ser usado em chicletes, biscoitos, bolos, produtos forneados e produtos lácteos. Obtido através da hidrogenação catalítica da lactose na presença de hidrogênio gasoso e catalisadores. A lactose do soro de queijo como fonte desse ingrediente é uma alternativa promissora para suprir as necessidades de lactitol pelas indústrias farmacêuticas e alimentícias (Timmermans, 1997).

O lactitol é um edulcorante cujo valor calórico é de apenas 2,4kcal/g, sendo que uma de suas principais aplicações é como substituto dos açúcares, especialmente na dieta para diabéticos e obesos. (<http://www.danisco.com/product-range/sweeteners/lactitol/>). Além de ser considerado um adoçante não cariogênico, por não ser metabolizado pelas bactérias da cavidade bucal, - não ocorre liberação de ácidos corrosivos ao esmalte dos dentes. Ao ser metabolizado, reduz o pH intestinal, restringindo o crescimento de vários patógenos e bactérias putrefativas. Segundo Playne et al. (2003) a ingestão de lactitol (20g/dia) promove o aumento de bifidobactérias ativas no colón.

Ainda nesse contexto, o lactitol é um fármaco utilizado pela medicina como laxante osmótico, em decorrência de sua metabolização produzir ácidos carbônicos com poucos carbonos na cadeia, tais como: os ácidos láctico, butírico, propiônico e acético, aumenta a osmolaridade da região intestinal, provocando aumento do bolo fecal.

Produção de β -Galactosidases

As β -galactosidases, conhecidas como lactases e classificadas como hidrolases, catalisam o resíduo terminal β -galactopiranosil da lactose para formar glicose e galactose. Apresentam importância industrial especialmente devido a sua aplicação na indústria de laticínios (Husain, 2010).

Segundo o mesmo autor, a ação hidrolítica das β -galactosidases sobre a lactose produz glicose e galactose, resultando em alimentos com baixos teores de lactose, melhorando a solubilidade e a digestibilidade do leite e derivados, sendo indicado para consumidores intolerantes à lactose. Adicionalmente, previne a cristalização da lactose em produtos lácteos tais como doce de leite, leite condensado, leite concentrado congelado, misturas para sorvetes e iogurtes, além de melhorar as características sensoriais desses alimentos.

β -galactosidase tem sido usada principalmente na forma livre nas indústrias de laticínio, contudo devido ao custo relativamente elevado, pesquisas com objetivo de redução dos custos tem sido voltadas à imobilização da lactase, bem como à redução

dos custos de obtenção. Santiago (2004), utilizando *Kluyveromyces marxianus* ATCC 46537 para a síntese da enzima β -galactosidase, verificou que o uso de lactose como fonte de carbono em meio formulado com soro de queijo suplementado apresentou grande potencial como meio de cultura da levedura e uma opção atrativa para reduzir os custos na obtenção da β -galactosidase.

Lactulose

A lactulose (4-O- β -D-galactopiranosil-D-frutose) é um dissacarídeo sintético, formado a partir de molécula de frutose e de uma molécula de galactose via β -1,4-ligação glicosídica. Atualmente, a lactulose é obtida quimicamente através da isomerização da lactose, onde muitas vezes para alcançar bons rendimentos requer o uso de catalizadores, tais como hidróxido de sódio e cálcio, sulfitos, aluminatos, fosfatos e boratos. O processo químico envolve etapas subsequentes de purificação, para remoção do elevado nível de produtos secundários co-produtos. Uma alternativa na obtenção de lactulose com alto grau de pureza é através de processos de bioconversão.

Nesse sentido, processos de bioconversão da lactose à lactulose têm sido estudados através da ação das enzimas β -galactosidases glicose isomerase e celobiose 2-epimerase, oriundas de diferentes microrganismos. Cabe salientar que o rendimento de lactulose em torno de 88 % (v/v) foi obtido através da atividade de celobiose 2-epimerase a partir de *Caldicellulosiruptor saccharolyticus* DSM 8903 com adição de ácido bórico (Wang et al, 2013).

A lactulose apresenta vários campos de aplicação na área médica, incluindo o tratamento de constipação crônica, encefalopatia hepática, carcinogênese do cólon, acidente vascular cerebral isquêmico. Em alimentos é aplicada em fórmulas para alimentação infantil, iogurte, leite de soja fermentado, leite fermentado desnatado, bem como aditivo alimentar. A Comissão Europeia (n° 575/2011) *Quality and Safety of Feeds and Food for Europe*; European Commission (2011) aprovou o uso de lactulose como ingrediente alimentar na produção de alimentação animal, por reduzir o consumo de antibióticos, assim como, ter ação prébiotica, aumento da absorção de minerais, efeitos hipoglicêmico e hipocolesterolêmico, auxílio na prevenção/ redução de infecção do trato urinário e ainda reduzir o tempo de trânsito intestinal. A produção de lactulose em escala comercial é urgente e necessária.

Galactooligosacarídeos

Galactooligosacarídeos (GOS) são os oligossacarídeos provenientes da galactose e estão incluídos como carboidratos não-digeríveis, possuem propriedades prebióticas e efeitos fisiológicos semelhantes aos das fibras dietéticas. No intestino grosso, os GOS são consumidos apenas por bifidobactérias e lactobacilos, estimulan-

do seu crescimento e influenciando benéficamente a saúde do hospedeiro, sendo, por isso denominado fator de crescimento Bifidus. Comercialmente disponíveis em países como o Japão na forma de mistura, contendo oligossacarídeos, lactose, glicose e galactose, no estado líquido ou em pó (Tomal et al. 2010)

Os GOS são produzidos pela reação de transgalactosilação entre lactose e β -galactosidase, a partir da lactose pura ou na forma de soro de queijo. Cabe salientar que as galactosidases podem originar-se de distintas fontes, porém para obtenção GOS destinada à aplicação em alimentos, as enzimas extraídas de *A. niger*, *A. oryzae* e *Saccharomyces sp* (*lactis* ou *fragillis*) são consideradas seguras, devido, também aos numerosos estudos realizados e histórico de aplicação (Pessela et al., 2003; Martins & Burkert, 2009; Tomal et al. 2010).

Segundo Tomal et al. (2010) um aspecto importante na obtenção de GOS e determinante da pureza e do rendimento é a técnica de separação/purificação empregada, sendo encontrada na literatura usos das técnicas: - adsorção/desorção em carvão ativo e etanol, respectivamente; - cromatografia por exclusão, através de filtração em gel utilizando Sephadex (dextrana) ou Bio-Gel P-2 (gel de poliacrilamida) e; - resina de troca catiônica Dowex 50W-X4 (K+) utilizando água como eluente.

Lactosacarose

A lactosacarose é um oligossacarídeo com produção anual estimada de 1600 ton, sendo os maiores produtores mundiais a Ensuiko Sugar Refining Co. (Japão) e a Hayashibara Shoji Inc. (Japão), cujo nome comercial dos produtos são Nyuka-Onigo e Newka-Oligo, respectivamente (Torres et al., 2008). A lactosacarose é um açúcar de baixo teor calórico e apresenta um tempo total de duração do estímulo doce maior que o da sacarose (aproximadamente 3 vezes ao da sacarose), além de estimular o crescimento seletivo de bifidobactérias no intestino humano (Ikegaki & Park, 1997).

A lactosacarose é produzida a partir de lactose e sacarose por bioconversão modulada pela atividade da enzima β -frutofuranosidase microbiana a qual transfere resíduo de frutose proveniente da sacarose para o aceptor, a lactose (Torres et al., 2008). Cabe salientar que β -frutofuranosidase possui dois tipos de atividade: a de hidrolisar a sacarose em glicose e frutose e a outra é a de transferir a molécula de frutose (proveniente da sacarose) para o aceptor, a lactose (Ikegaki & Park, 1997).

Ácido láctico

O ácido láctico (ácido 2-hidroxiopropanóico ou ácido β -hidroxiopropanóico) foi descoberto pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele, no leite coalhado e sua produção comercial se iniciou nos Estados Unidos com Charles E. Avery, em 1881. Produto químico intensamente usado em diferentes setores da indústria,

incluindo a indústria alimentícia, farmacêutica, cosmética, química e têxtil. Apresentando um β -carbono assimétrico (centro quiral), o ácido láctico pode ser produzido nas formas isoméricas L(+), D(-) ou forma de mistura racêmica (DL) por meio de via de fermentativa ou por reação química. Através de biossíntese a partir de lactose, amido ou da cana-de-açúcar (sacarose) utilizando *Bacillus Delbrücki* (Vijayakumar et al., 2008)

A produção biotecnológica do ácido láctico apresenta como vantagens: - o baixo custo de substratos (carboidratos renováveis), - menor temperatura de processo, menor consumo de energia e dependendo da cepa microbiana, do substrato e das condições do processo há possibilidade da obtenção de D- ou L-ácido láctico opticamente puro ou uma mistura em diferentes proporções dos dois isômeros. A obtenção biotecnológica do ácido láctico pode ser realizada através de inúmeros microrganismos, contudo o uso de bactérias lácticas homofermentadoras e como substrato, o soro de queijo ou ainda açúcares simples, como a lactose produz especialmente ácido láctico, (Xavier, 2011; Vijayakumar et al., 2008).

De acordo com a Resolução - RDC Nº 45, de 3 de novembro de 2010, que "Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF)" o ácido láctico e seus derivados (sais de sódio, potássio e de cálcio) apresentam inúmeras funções, incluindo o uso como acidulante, regulador de acidez, umectante, antioxidante, agente de corpo ou massa, melhorador de farinha na produção de produtos de panificação.

Entre as aplicações industriais, incluem-se as bebidas, a produção de cerveja e sucos de frutas. Nas conservas, o ácido láctico é usado em azeitonas verdes, repolho, pepino e maxixe como conservante, melhorador da turbidez da salmoura e do sabor. No setor cárneo, o uso de ácido láctico na descontaminação de carnes, aves e carcaças suínas em matadouro reduz a infecção por *Salmonella* e a contaminação por *E. coli* (Vijayakumar et al., 2008).

Segundo os mesmos autores, na formulação de cosméticos o ácido láctico é usado principalmente como hidratante e regulador de pH. Contudo, apresenta outras propriedades como a de clareamento e a de hidratação da pele, além da atividade antimicrobiana. Os derivados de ácido láctico, como os ésteres de ácido láctico com alcoóis alifáticos de cadeia longa são usados como emulsificantes e estabilizantes em produtos de higiene pessoal. Na indústria química, o ácido láctico apresenta inúmeras aplicações como matéria-prima na obtenção de óxido de propileno, acetaldeído, ácido acrílico, PLA, ácido propanoico, enquanto no setor têxtil, o ácido láctico é usado no curtimento e acabamento têxtil incluindo: o tingimento da seda, na descalcificação de vegetais, como neutralizador, agente regulador de pH.

Polilactatos (PLA)

O PLA é um bioplástico biodegradável, reciclável, bioabsorvível e compostável, transparente, com excelente biocompatibilidade. Polilactatos são poliésteres alifáticos obtidos por polimerização do ácido láctico. A produção do PLA é principalmente a partir do ácido láctico obtido através de processo biotecnológico e, transformado em plástico por meio de processos químicos, envolvendo reações de dimerização subsequente e polimerização moduladas pela ação de catalisadores. Cabe salientar que, a produção de PLA requer ácido láctico de alta pureza óptica e química, pois as propriedades físicas e biológicas do PLA estão relacionadas com o grau de pureza enantiomérica dos estereocopolímeros de ácido láctico. (Drumond et al., 2007)

Atualmente, a principal aplicação do PLA produzida é na área de embalagens, cerca de 70%, sendo o restante nos setores de fibras e têxtil, agricultura, eletrônicos e, produção de aparelhos e aparatos domésticos.

Há interesse especial do PLA na área médica principalmente em engenharia de tecidos e implantes ósseos, devido à possibilidade de serem utilizados em implantes temporários. No caso de implantes temporários, o PLA, por tratar-se de material bioabsorvível, à medida que se degrada transfere a tensão gradualmente para o osso em cicatrização e, também elimina a necessidade de uma segunda cirurgia para retirada do implante, fatos que promovem melhor recuperação do paciente e reduzem custos com o tratamento (Rezende & Duek, 2003)

O PLA ainda não é amplamente utilizado devido ao alto custo e propriedades térmicas e mecânicas inferiores em relação aos polímeros sintéticos convencionais. Como são crescentes as preocupações ambientais e sustentáveis associados aos polímeros petroquímicos convencionais, as aplicações do PLA tendem a aumentar. Nesse contexto, visando aumentar a aplicabilidade do PLA tem sido intensivamente estudadas alternativas para melhorar suas propriedades mecânicas e térmicas, bem como a processabilidade e a cristalinidade, admitindo-se que uma das alternativas mais promissoras é através da mistura com diferentes plastificantes e polímeros (Drumond et al, 2007, Falcone et al. 2007). Cabe ainda salientar que um dos principais obstáculos ao aumento das aplicações/uso do PLA é o custo, assim para viabilizar o aumento das aplicações são necessários: escala de produção e disponibilidade de matéria-prima (ácido láctico).

Conclusão

As possibilidades de aplicações para a lactose elencadas nesse artigo vêm a somar as inúmeras razões para se processar o soro de queijo, incluindo a proteção ao meio ambiente, a produção de insumos para outros ramos industriais e a sustentabilidade econômica do setor. Contudo, desafios logísticos da matéria-prima, desenvolvimento de novas tecnologias e adequação de processos devem ser equacionados.

Referencias

- Bobbio, F.O.; Bobbio, P.A. *Introdução à química de alimentos*. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003. 238p.
- Brandão, S. C.C. *Soro: um desafio para as fábricas*. Leite e Derivados, 15, 13-19, 1994.
- Camelo Junior, J. S. et al. *Avaliação econômica em saúde: triagem neonatal da galactosemia*. Cadernos de Saúde Pública, v. 27, 666-676, 2011.
- CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP. *Boletim do leite*, 19, nº 221, Agosto 2013.
- Colognesi G. O. et. al. *Produção de etanol em concentrado de soro de queijo por Saccharomyces fragilis*. Anais do Simpósio sobre Inovação da Indústria de Lácteos: 23 - 24 de maio de 2013. Campinas: ITAL, 2013. CD - ROM.
- Drumond, W. S. et al. - *Síntese e caracterização do copolímero poli(ácido láctico-b-glicol etilênico)*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v.17, 308-317, 2007.
- Falcone, D. M. B. et al. *Panorama Setorial e Perspectivas na Área de Polímeros Biodegradáveis*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, v. 17, 5 - 9, 2007.
- Fox, P. F.; Mc Sweeney, P.L.H. *Dairy Chemistry and Biochemistry*, First Edition, London: Thomson Science, 378 p. 1998.
- Husain, Q. *Beta galactosidases and their potential applications: a review*. Critical Reviews in Biotechnology, v.30, 41- 62, 2010.
- Ikegaki, M. e Park, Y. K. *Produção de lactosacarose por β -frutofuranosidase de Bacillus sp nº417 a partir de lactose e sacarose*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 17, 188-191, 1997.
- Martins, A. R. e Burkert, C. A. V. *Revisão: Galacto-oligossacarídeos (GOS) e seus efeitos prebióticos e bifidogênicos*. Brazilian Journal of Food Technology, v. 374, 230 - 240 2009.
- Mattar, R.; Mazo, D. F. C. *Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular*. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 56, 230 - 236, 2010.
- Nardin, P.; Guiterres, S. S. *Alfa-hidroxiácidos: aplicações cosméticas e dermatológicas*. Cadernos de Farmácia, v. 15, p. 7 - 14, 1999.
- Perrone, I. T.; et. Al. *Aspectos Tecnológicos da produção do leite em pó instantâneo*. Revista do Instituto Candido Tostes, v. 63, 35 - 37, 2008.
- Pessela, B. C.; et al. *The immobilization of a thermophilic β -galactosidase on sepabeads supports decreases product inhibition: complete hydrolysis of lactose in dairy products*. Enzyme and Microbial Technology, v. 33, 199 - 205, 2003.
- Playne, M. J.; Bennett, L. E.; Smithers, G. W. *Functional dairy foods and ingredients*. Australian Journal of Dairy Technology, v. 58, 242 - 264, 2003.
- Santiago, Patrícia A. et al. *Estudo da produção de b-galactosidase por fermentação de soro de queijo com Kluyveromyces marxianus*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, 567 - 572, 2004.
- Sgarbieri, V. C. *Propriedades fisiológico-funcionais das proteínas do soro de leite*. Revista de Nutrição, Campinas, v. 17, 397 - 409, 2004.
- Silveira A. C. P. et al. *Secagem por spray: uma revisão*. Revista do Instituto Candido Tostes, v. 68, 51- 58, 2013.
- Rezende, C. A.; Duek, E. A. R. *Blendas de poli (ácido láctico-co-ácido glicólico)/poli (ácido láctico): degradação in vitro*. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol. 13, 36-44, 2003.
- Robinson, R. K. *Advances in milk processing*, London: Chapman & Hall, 1994. v. 1. p. 313 - 374.
- Timmermans, E. *Lactose derivatives: functions and applications*. International Dairy Federation, v. 34, 233 - 250, 1997.
- Tomal; A. B. et al. *Avanços Tecnológicos na Obtenção, Purificação e Identificação de Galactooligossacarídeos e Estudo de suas propriedades Prebióticas*. UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde; v. 12, 41- 49, 2010.
- Torres, D. et al. *Ingredientes para alimentos funcionais: uma área de futuro?*. Engenharia Química - Indústria, Ciência e Tecnologia, v. 8, 21- 25, 2008.
- Valle, T. A. *Ácido lactobiônico produzido por Zymomonas Mobilis: uma alternativa para vetorização de drogas*. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Joinville, Joinville. 2009.
- Vijayakumar, J.; et al. *Recent trends in the production, purification and application of lactic acid*, Chemical and Biochemical Engineering Quarterly v. 22, 245-264, 2008
- Xavier, M. C. A. *Bioconversão de xilose em ácido láctico* Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química. 2011.
- Wang, H. et al. *Enzymatic production of lactulose and 1-lactulose: current state and perspectives*. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 97, 6167-6180, 2013.
- Wilkinson, J. (Coord.). *Perspectivas do investimento no agronegócio*. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 306 p. Relatório integrante da pesquisa "Perspectivas do Investimento no Brasil", em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES. 2010