

# INTOLERÂNCIA À LACTOSE

## e produtos lácteos com baixo teor de lactose

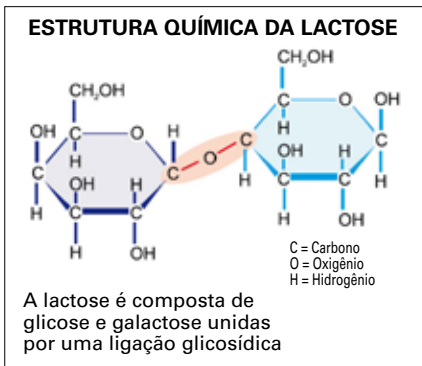


A lactose (galactose  $\beta$ -1,4 glucose) é um tipo de glicídio que possui ligação glicosídica. É o açúcar presente no leite e seus derivados. A lactose é formada por dois carboidratos menores, chamados monossacarídeos, a glicose e a galactose, sendo, portanto, um dissacarídeo. O leite humano contém de 6% a 8% e, o de vaca, de 4% a 6%. É hidrolisada pela ação da lactase. A intolerância à lactose é a incapacidade de digerir a lactose (açúcar do leite) devido à ausência ou quantidade insuficiente de enzimas digestivas.

### INTRODUÇÃO

A lactose, principal carboidrato do leite e outros produtos lácteos, está presente apenas no leite de mamíferos. Até onde se sabe, a lactose não tem especial importância nutricional para adultos; no entanto, é a mais importante fonte de energia durante o primeiro ano de vida de um ser humano, fornecendo quase metade da necessidade energética total em crianças.

A lactose tem várias aplicações na indústria alimentícia. É utilizada, por exemplo, em doces, confeitos, pães e recheios, etc., devido às suas propriedades fisiológicas: a lactose fornece boa textura, cor e fornece liga para água. A lactose tem apenas um terço da doçura da sacarose e menos da metade da glicose.



Para ser absorvida, a lactose precisa ser hidrolisada no intestino por uma β-galactosidase, a lactase-florizina hidrolase, chamada simplesmente de lactase. A lactase é encontrada mais abundantemente no jejuno (a porção do intestino delgado compreendida entre o duodeno e o íleo); sua função é, especificamente, hidrolisar a lactose. A lactase é um dos vários dissacarídeos contidos na borda das células epiteliais do intestino delgado (enterócitos). A lactase hidrolisa a lactose em açúcar, glicose e galactose. Na maioria dos mamíferos, a atividade da lactase diminui após o desmame, mas, em alguns grupos étnicos, como os caucasianos da Europa Ocidental, a atividade da lactase pode persistir na vida adulta, permitindo total digestão de grandes quantidades de lactose na dieta.

**Caucasiano** é uma palavra comumente usada como um adjetivo que descreve pessoas de grupos raciais de pele branca, especialmente as de origem européia. Esse significado foi usado pela primeira vez pelo antropólogo alemão Johann Blumenbach, já que a região do Cáucaso (próxima ao mar Negro) é a terra de origem da maioria das raças brancas do planeta.



## INTOLERÂNCIA A LACTOSE

A intolerância à lactose, ou hipolactasia, pode ser primária ou secundária. É importante entender a clara diferença existente entre três situações possíveis com relação à lactose, a saber, a intolerância, a alergia e a sensibilidade, as quais são constantemente confundidas. A intolerância é uma reação adversa que envolve a digestão ou o metabolismo, porém não o sistema imunitário. A alergia consiste numa resposta do sistema imunitário a componentes alimentares, geralmente proteínas; é quase que exclusivamente limitada aos recém-nascidos. A sensibilidade evidencia-se como uma resposta anormal, por vezes com uma reação semelhante a da alergia.

Identificam-se três tipos de intolerância a lactose.

A deficiência congênita da enzima que é um problema genético muito raro, no qual a criança nasce sem a capacidade de produzir lactase. Devido ao leite materno possuir lactose, a criança é afetada logo após o nascimento. Existem somente algumas dúzias de casos levantados no mundo todo e, curiosamente, a maioria deles na Finlândia.

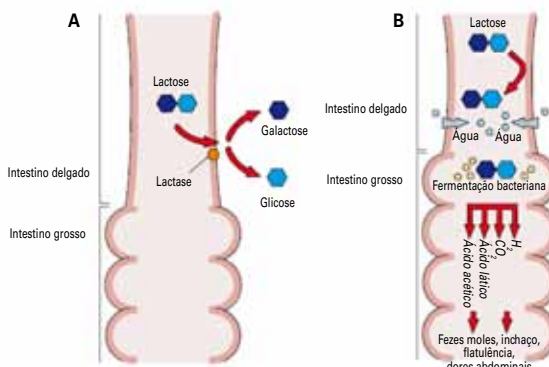
A diminuição enzimática secundária a doenças intestinais que é bastante comum em crianças durante o primeiro ano de vida e ocorre devido a uma diarreia persistente, a qual provoca a morte das células da mucosa intestinal, produtoras de lactase. Esta deficiência é temporária, sendo eliminada à medida que houver recuperação dessas células.

### A LACTASE HIDROLISA A LACTOSE

A atividade da enzima lactase é essencial para a digestão da lactose. Produzidas pelas vilosidades intestinais que bordam o intestino delgado, a enzima lactase destrói as ligações entre glicose e galactose; os açúcares assim separados podem então ser digeridos normalmente. A capacidade do sistema em degradar a lactose depende da quantidade de lactase presente no intestino delgado e de sua atividade relativa.



A intensidade da cor vermelha indica a quantidade de enzima lactase presente.



**Imagem A**  
A lactase hidrolisa a lactose. Não há sintomas de intolerância à lactose

**Imagem B**  
A lactose não absorvida no intestino grosso provoca os sintomas de intolerância à lactose.

A deficiência primária ou ontogênica, que é o tipo mais comum na população, consiste numa tendência natural do organismo em diminuir a produção de lactase com o avançar da idade. Como já mencionado mais acima, tal fato é mais evidente em certas raças, como a negra, em relação a outras, como a branca.

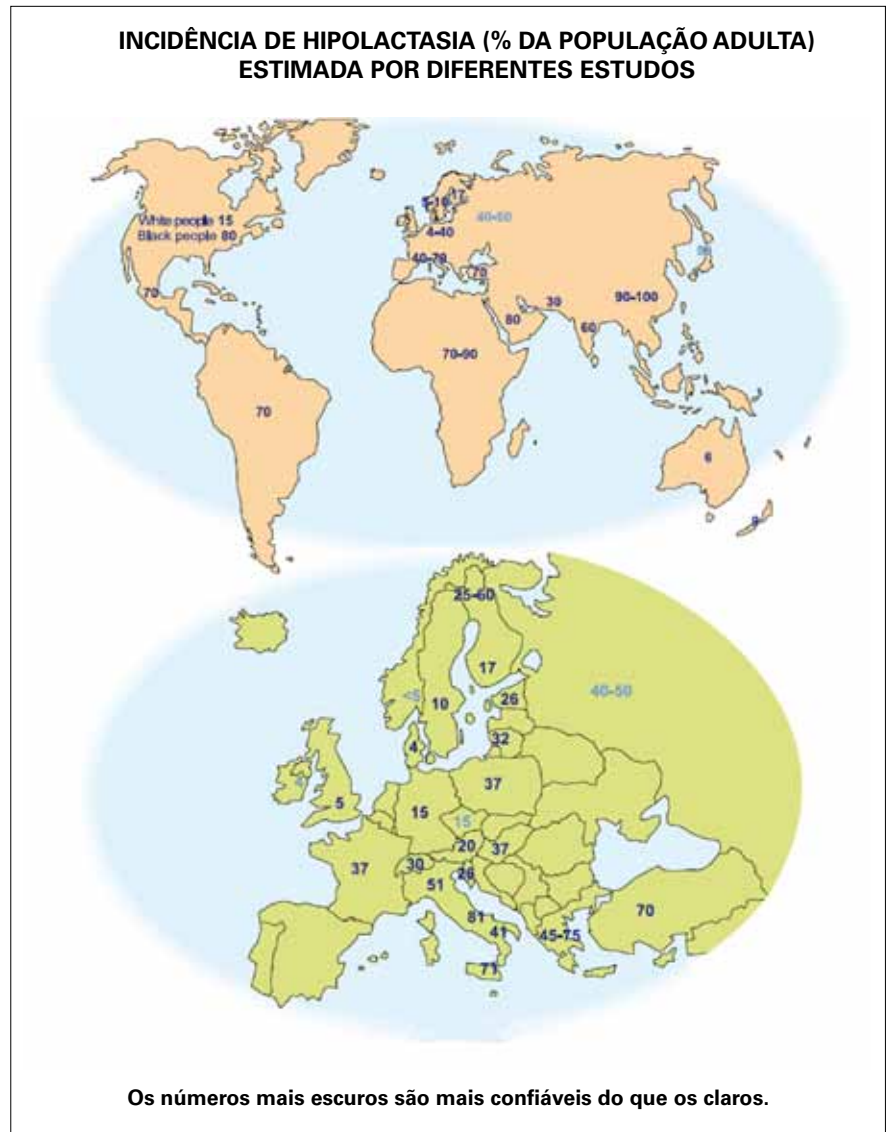
A persistência de atividade da lactase é, de fato, mais comum nas áreas populacionais com uma longa tradição de criação de gado leiteiro. No entanto, a produção da enzima não é induzida pelo consumo de lactose.

Um estudo analisou a prevalência mundial de má digestão de lactose, a qual está acima de 50% na América do Sul, África e Ásia, atingindo quase 100% em alguns países asiáticos. Nos Estados Unidos, a prevalência é de 15% entre os brancos, 53% entre os mexicanos e 80% na população negra. Na Europa, varia em cerca de 2% na Escandinávia, a aproximadamente 70% na Sicília. Austrália e Nova Zelândia apresentam prevalências de 6% e 9%, respectivamente.

No geral, cerca de dois terços da população mundial adulta não apresenta prevalência de lactase.

O sexo parece não exercer nenhuma influência sobre a hipolactasia, porém, as mulheres parecem ser ligeiramente mais sensíveis. A influência da idade sobre a hipolactasia, principalmente nos sintomas de intolerância à lactose, não está muito clara. Embora a prevalência de hipolactasia seja mais comum em adultos do que em crianças, existem algumas evidências que a atividade da lactase no intestino não continua declinando em função da idade. Os estudos existentes apresentam, às vezes, resultados contraditórios.

A digestão da lactose pode ser medida pelo uso de métodos diretos ou indiretos. Os métodos diretos incluem a medição da atividade dissacaridásica da mucosa intestinal por intubação intestinal e uma técnica de perfusão intes-



tinal para uma medição exata da digestão da lactose.

Atualmente, o teste do hidrogênio expirado é uma das técnicas mais empregadas no diagnóstico da má absorção de lactose. A fermentação da lactose não absorvida pela flora colônica resulta na produção de hidrogênio. Parte desse gás será eliminado pelos pulmões, podendo ser detectado no ar expirado. O aumento na concentração de hidrogênio, em amostras de ar expirado, após a administração de lactose, é indicativo de má absorção e fermentação desse carboidrato, uma vez que não existem outras fontes endógenas para a produção de hidrogênio nos mamíferos. A dose-padrão utilizada nesse teste

é de 2g/kg de lactose em solução aquosa a 20%. Contudo, como o teste do hidrogênio expirado pode detectar até 2 gramas de lactose não absorvida, alguns autores têm proposto o uso de doses menores e mais fisiológicas de lactose, assim como o uso do leite ou de iogurte como veículos.

## FATORES QUE INFLUENCIAM OS SINTOMAS DE INTOLERÂNCIA

Entre os fatores que podem influenciar, beneficemente ou não, os sintomas da intolerância à lactose, pode-se citar a quantidade de lacto-

se ingerida, fermentação e adição de bactérias, e a composição dos alimentos.

**Quantidade de lactose ingerida** - A ingestão de 50g de lactose em um teste de tolerância clínica causou sintomas em 80% a 100% das pessoas com má digestão de lactose; de um terço até a metade das pessoas com má digestão de lactose apresentaram os sintomas de intolerância após o consumo de 200 a 250ml de leite. Em vários estudos, a ingestão de leite com lactose hidrolisada reduziu os sintomas, em comparação com a ingestão de leite normal.

O aparecimento dos sintomas com o uso de doses menores (em torno de 10g ou menos) de lactose foi estudada; em vários estudos não houve resposta da dose.

Mesmo após a ingestão de grandes quantidades de lactose, uma pequena porcentagem das pessoas com má digestão de lactose permaneceu livre dos sintomas. A razão para isso é desconhecida, mas a presença de indivíduos livres dos sintomas é uma observação comum que também ocorre com outros carboidratos que causam má digestão; em uma experiência com ingestão de frutose, apenas cerca da metade das pessoas apresentaram sintomas

abdominais após a ingestão de 50g de frutose e após 25g de frutose e 5g de sorbitol.

A maioria dos estudos tem mostrado que o leite com baixo teor de lactose ou o leite sem lactose é melhor tolerado do que o leite contendo lactose. No entanto, novos estudos são necessários devido aos resultados controversos de alguns trabalhos que não revelaram nenhuma diferença na tolerância entre esses leites ou que demonstraram um possível efeito placebo.

**Fermentação e adição de bactérias** - Pessoas com má digestão de lactose digerem e toleram melhor a lactose no iogurte do que uma quantidade equivalente de lactose no leite, contudo, a importância da atividade da lactase no iogurte ainda não está esclarecida. Vários pesquisadores enfatizam a importância das bactérias vivas do iogurte e de outros leites fermentados com relação à digestão da lactose. No entanto, em dois desses estudos, a tolerância a iogurte que sofreu tratamento térmico não foi significativamente inferior ao do iogurte fresco com bactérias viáveis. Da mesma forma, a digestão e a tolerância à lactose foram iguais após a ingestão de três produtos

lácteos fermentados, com atividades de galactosidase quatro vezes maiores entre um e outro!

Além disso, várias pesquisas têm demonstrado que a digestão de lactose foi melhorada quando as células bacterianas foram destruídas por sonicação ou pela presença de biliar, em comparação com células intactas. No entanto, resultados contraditórios também foram relatados, os quais podem ser devidos a diferenças de tolerância ao ácido e biliar, das diferentes espécies bacterianas e cepas presentes nos diversos produtos fermentados.

Em medições *in vivo*, a má digestão de 18g de lactose foi de 9,6% após a ingestão de iogurte, 12,5% após a ingestão de iogurte pasteurizado e de 39% após a ingestão de leite. A ingestão de iogurte causou significativamente menos sintomas em pessoas com má digestão da lactose do que o leite.

Embora a ingestão de alimentos simultaneamente com leite melhore a digestão da lactose, isso não se aplica ao iogurte, presumivelmente porque a digestão da lactose do iogurte já seja muito eficiente. Ainda não está claro quais as propriedades do iogurte ou de suas bactérias são as mais importantes, mas é evidente que o iogurte é bem tolerado pelas pessoas com má digestão de lactose e que essa tolerância varia de acordo com as cepas utilizadas.

**Composição dos alimentos** - Acredita-se que o leite integral provoca menos sintomas em pessoas com má digestão de lactose do que o leite sem lactose. Dois estudos demonstraram que o leite integral reduz a má digestão e a intolerância à lactose em comparação com o leite desnatado ou com uma solução aquosa de lactose; no entanto, outras pesquisas não confirmam estes resultados. Alguns autores relataram uma ligeira diminuição na má digestão da lactose no leite integral, em comparação com o leite desnatado, mas sem melhora dos sintomas. Em outra pesquisa, não foi observada diferença signifi-

Os sintomas de intolerância à lactose surgem quando a quantidade de lactose que chega no intestino é superior a capacidade intestinal de hidrolisá-la. Ao contrário das alergias, o consumo do substrato que causa os sintomas não é prejudicial na intolerância à lactose, mas pode ser muito desagradável.



**OPÇÕES DE TRATAMENTO PARA INTOLERÂNCIA  
À LACTOSE E SEUS POSSÍVEIS EFEITOS**

<b>Soluções</b>	<b>Possíveis efeitos</b>
<b>Menos produtos lácteos</b>	Dieta mais pobre, deficiência de cálcio
<b>Produtos com baixa lactose</b>	
Fermentados	–
Lactose hidrolisada	Sabor doce em alguns produtos
<b>Produtos sem lactose</b>	
Queijos maturados	-
Lactose cromatograficamente separada	Método não disponível economicamente
<b>Preparações de lactose</b>	
Acrescentada ao produto	Sabor doce em alguns produtos, caro
Consumido com os produtos	Não eficiente em todos os indivíduos, caro

ficativa na severidade dos sintomas ou no grau de má digestão de lactose entre pessoas que consumiram sorvete normal e outras que ingeriram sorvete com baixo teor de gordura, mesmo com uma substancial diferença no conteúdo de gordura dos produtos (10% e 3% de gordura, respectivamente). No entanto, a composição do sorvete normal e do sorvete com baixo teor de gordura difere da composição do leite, portanto, os resultados podem não ser aplicáveis ao leite. O retardo no esvaziamento gástrico pode ser uma explicação para a intolerância à lactose após a ingestão de leite integral, em comparação com o leite desnatado ou com a ingestão de leite com mel, ao invés do leite puro.

A taxa de esvaziamento gástrico e o tempo de trânsito intestinal alteram o tempo durante o qual a lactose é exposta a lactase intestinal. Após uma refeição, o conteúdo do estômago é progressivamente esvaziado no duodeno, durante um período de várias horas, dependendo do conteúdo energético e composição da refeição. A temperatura de uma refeição ou de uma bebida também influencia o esvaziamento gástrico. A ingestão de uma bebida fria, de 4°C diminui a fase inicial de esvaziamento gástrico por aproximadamente 10 minutos após a ingestão, em comparação com uma bebida controle de 37°C. Nas pesquisas, houve uma tendência

de atraso no esvaziamento de uma bebida de 50°C, mas a diferença não foi significativa em relação à bebida controle, de 37°C.

A rapidez no esvaziamento gástrico varia em função de muitos fatores fisiológicos. Foi sugerido que um retardamento no esvaziamento gástrico melhora a digestão da lactose e, portanto, a sua tolerância. A lactose é melhor digerida quando consumida no leite, ao invés de água, em leite com chocolate, ao invés de leite simples, ou com comida sólida ou fibra. Esse alívio dos sintomas é considerado como o resultado do retardo no esvaziamento gástrico causado pelo aumento no teor energético, pressão osmolalidade.

A ingestão de iogurte prolonga o esvaziamento gástrico e o tempo de trânsito gastrointestinal em 50%, em comparação com o leite regular. O mecanismo desse atraso não é conhecido, mas não está relacionado às diferenças na digestão da lactose porque o trânsito gastrointestinal foi prolongado, tanto em pessoas com boa ou má digestão de lactose. Uma indicação do retardo no esvaziamento gástrico após a ingestão de iogurte em comparação com o leite, também foi obtido em um estudo com adultos saudáveis, sem status conhecido de digestão ou não da lactose. O prolongamento do tempo de trânsito gastrointestinal pode ser devido à composição mais sólida do iogurte.

## TRATAMENTO DA INTOLERÂNCIA À LACTOSE

Os sintomas de intolerância à lactose surgem quando a quantidade de lactose que chega no intestino é superior a capacidade intestinal de hidrolisá-la. Ao contrário das alergias, o consumo do substrato que causa os sintomas não é prejudicial na intolerância à lactose, mas pode ser muito desagradável. A Tabela ao lado enumera várias opções para resolver o problema, no entanto, alguns delas têm suas próprias desvantagens ou não funcionam para todos.

A escolha do tratamento depende da gravidade da intolerância e, muitas vezes, das opções disponíveis. Evitar produtos lácteos raramente é necessário, porque a maioria das pessoas intolerantes à lactose são capazes de consumir pelo menos algumas gramas de lactose por dia. Além disso, os produtos lácteos fermentados, como o iogurte, são muito bem tolerados, mesmo em quantidades maiores, assim como a maioria dos tipos de queijos maturados não contêm lactose. A tabela a seguir apresenta o teor médio de lactose de alguns produtos lácteos.

Preparações farmacêuticas de fungos ou de β-galactosidase derivado de leveduras foram desenvolvidas para o tratamento da má digestão da lactose. Há evidências de que esses preparados aumentam a digestão da lactose e aliviam os sintomas, mas diferentes preparações variam em sua eficácia e não ajudam a todos os indivíduos da mesma forma. Comparado com a lactose no iogurte ou no leite pré-hidrolisado, esses produtos parecem ser menos eficientes.

Estudos relatam que o consumo de carboidratos contendo galactose poderia levar ao desenvolvimento de catarata e câncer de ovário. Portanto, a hipolactasia protege o indivíduo contra essas doenças e o consumo de produtos sem lactose

TEOR MÉDIO DE LACTOSE NOS PRODUTOS LÁCTEOS

	Lactose (g/100g)	Dose	Lactose (g/dose)
Sorvete	6,0	50 - 100g	3,0-6,0
Leite fresco	4,8	0,2l	9,6
logurte natural	3,5	0,2l	7,0
Queijo Cottage	1,6	50-100g	0,8-1,6
Manteiga	0,7	5-10g	0,04-0,07
Queijo duro	0,0		0,0

hidrolisada inibe a proteção.

A formação de catarata tem sido demonstrada em animais alimentados com grandes quantidades de galactose e em humanos com defeito congênito no metabolismo da galactose. No entanto, outros estudos têm demonstrado que não há relação entre a digestão da lactose e a catarata.

O leite e os produtos lácteos são fontes importantes de muitos nutrientes, como proteínas, cálcio e riboflavina, não sendo aconselhável evitá-los sem uma boa razão; neste caso, modificações dietéticas precisam ser feitas para garantir que não surjam deficiências nutricionais. Por exemplo, se fontes alternativas de cálcio não forem consumidas, a ingestão pode ser tão baixa que irá comprometer a saúde óssea. A má digestão da lactose é um conhecido fator de risco para a fragilidade dos

ossos, o que pode eventualmente levar à osteoporose. Um estudo realizado com mulheres italianas demonstrou que a densidade mineral óssea e a ingestão de cálcio eram significativamente menores nas mulheres com má digestão de lactose e sintomas de intolerância, em relação às mulheres apenas com má digestão. Este resultado corrobora outros estudos que mostram que as mulheres com osteoporose têm prevalência significativamente maior de má digestão de lactose, intolerância ao leite e menor ingestão de cálcio diária, comparado com outras mulheres com idade e origem étnica semelhantes. Embora a etiologia da osteoporose seja multifatorial, a importância de se manter uma ingestão adequada de cálcio, na presença de má digestão de lactose, deve ser enfatizada.

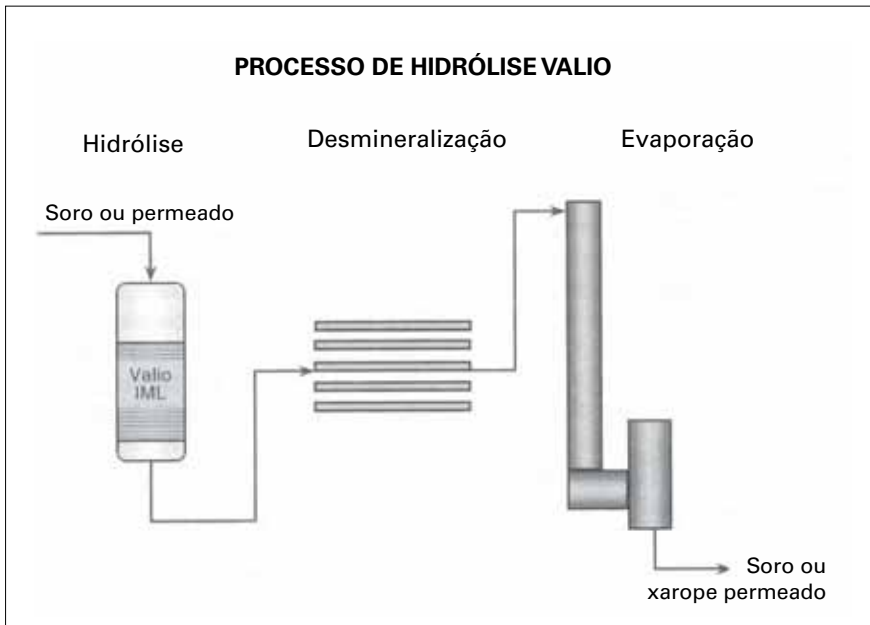
## DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS COM BAIXA LACTOSE

A lactose é o principal carboidrato do leite, assim muitos produtos lácteos contêm lactose como principal carboidrato. No entanto, alguns produtos lácteos também são naturalmente de baixo teor de lactose, como os queijos processados e a manteiga. Queijos duros e semiduros são virtualmente livres de lactose. Quando o leite é fermentado com bactérias ácido-láticas, a lactose é metabolizada em ácido lático; portanto, todos os produtos lácteos fermentados têm menor teor de lactose do que o leite fresco. A hidrólise da lactose por  $\beta$ -galactosidase é uma das principais tecnologias aplicadas para produção de produtos lácteos com baixa lactose; ainda existem outras técnicas para remover a lactose do leite.

**Hidrólise da lactose.** A cristalização da lactose em produtos lácteos, como leite condensado, concentrados de leite e soro de queijo concentrado, e também a restrição ao consumo de tais alimentos por pessoas intolerantes à lactose, podem ser evitadas através de dois processos de hidrólise. O primeiro é o ácido ou catalítico, realizado a altas temperaturas (150°C) e o segundo é o enzimático, que utiliza a enzima  $\beta$ -galactosidase na faixa de temperatura de 30-40°C. O uso de enzimas permite condições amenas de temperatura e pH e não causa algumas alterações indesejáveis nos produtos, tais como a desnaturação de proteínas, reações de escurecimento que ocorrem no processo ácido, além do rendimento ser maior no processo enzimático.

A hidrólise da lactose em leite resulta em economia de sacarose na preparação de produtos açucarados, pois diversos produtos fabricados a partir de leite com baixo teor de lactose requerem pouca ou nenhuma adição de sacarose, e

A hidrólise da lactose por  $\beta$ -galactosidase é uma das principais tecnologias aplicadas para produção de produtos lácteos com baixa lactose; ainda existem outras técnicas para remover a lactose do leite.



também torna o leite um alimento adequado às pessoas intolerantes ao dissacarídeo lactose, já que os monossacarídeos resultantes de sua hidrólise, galactose e glicose, são absorvidos pelas células epiteliais por transporte ativo, evitando os inconvenientes e desconfortos causados pela má absorção da lactose.

A reação de hidrólise de lactose por  $\beta$ -galactosidase de várias fontes, tanto na forma livre como imobilizada, tem sido modelada em termos de inibição pelos produtos, especialmente pela galactose. Na grande maioria das citações, a galactose atua como um inibidor competitivo, ao passo que a glicose não exerce efeito inibidor. O uso de  $\beta$ -galactosidase na forma imobilizada tem se mostrado atrativo e pode ser economicamente viável, apesar das dificuldades e custos de imobilização.

Em produtos hidrolisados por método enzimático, a lactose é hidrolisada para glicose e galactose e o conteúdo de lactose final é geralmente inferior a 20% do que o do leite normal. Isso significa que o conteúdo de lactose é menor do que 1g em 100g do produto acabado. Essa concentração é tão baixa que a maioria das pessoas intolerantes à lactose tolera esses produtos, sem quaisquer problemas.

O desenvolvimento do processo

de hidrólise comercialmente disponível começou no início dos anos de 1970, pelos pesquisadores da empresa finlandesa de laticínios Valio. Hoje, a empresa é a maior do gênero na Finlândia e oferece a maior variedade, a nível mundial, de produtos com baixo teor de lactose e sem lactose, vendidos sob a marca Hyla®. O processo de hidrólise Valio utiliza uma enzima própria, a Valio IML, que é uma galactosidase imobilizada, para separar a lactose em glicose e galactose. Esse processo rende um grau de hidrolisação de até 95%, com as vantagens adicionais de permitir um processamento contínuo e um baixo custo de enzimas.

No centro do sistema Valio tem uma coluna com enzimas Valio IML, as quais, sob condições normais de operações, continuam ativas por vários anos. A enzima é ligada a uma resina adsorvente de qualidade alimentícia. A hidrólise da lactose aumenta a solubilidade e doçura, porém diminui a viscosidade do soro e permeado. Com um evaporador de filme descendente, o soro ou xarope permeado pode ser concentrado entre 55% e 75% com base na matéria seca. Uma unidade de desmineralização pode ser colocada quando se prefere a obtenção de um produto de sabor doce.

A doçura da lactose hidroli-

sada é de aproximadamente 70% da doçura da sacarose. O soro de leite hidrolisado é adequado para adoçar produtos lácteos, tais como iogurtes de frutas, sorvetes e bebidas à base de soro. Os xaropes são utilizados em produtos alimentícios processados, como doces e produtos de panificação. Uma das razões para usar a lactose hidrolisada, além de aumentar a doçura e a solubilidade, é a formação de cores e substâncias aromáticas, devido à reação de Maillard.

Juntamente com a  $\beta$ -galactosidase imobilizada, a aplicação de enzima solúvel também foi pesquisada e é hoje empregada com sucesso por diversos fabricantes.

**Remoção da lactose.** Existe também um método de separação cromatográfico para eliminar a lactose do leite. Com esse processo pode-se obter uma solução sem lactose de proteínas lácteas e seus sais. Esse leite sem lactose (e sem carboidratos) oferece possibilidades totalmente novas para o desenvolvimento de novos tipos de produtos lácteos. O leite sem lactose possui apenas 40% do valor energético do leite normal e não apresenta o gosto doce do leite hidrolisado; outros adoçantes podem ser usados para fornecer doçura, se necessário.

## CONCLUSÕES

Produtos com baixo teor de lactose e sem lactose oferecem novas e grandes oportunidades mercadológicas. A linha de produtos Hyla® da Valio e o leite *in natura* sem lactose, são ótimos exemplos das oportunidades que existem para o setor de laticínios. Um ponto negativo dos produtos lácteos foi transformado em sucesso mercadológico crescente. Embora alguns somente considerem os produtos com baixo teor de lactose como somente um pequeno nicho de mercado, algumas grandes empresas já mostraram que pode ser um negócio altamente rentável dentro do tradicional mercado de produtos lácteos.