

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS ITUMBIARA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

PEDRO PAULO DE SOUZA SILVA

**INTOLERÂNCIA À LACTOSE: UM LEVANTAMENTO SOBRE OS
PRODUTOS EXISTENTES NO MERCADO, DIFICULDADES DOS
PORTADORES DA DOENÇA E ASPECTOS DE ANÁLISES
LABORATORIAIS**

**ITUMBIARA-GO
2024**



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Pedro Paulo de Souza Silva.

Matrícula: 20201040030237.

Título do Trabalho: Intolerância à lactose: um levantamento sobre produtos existentes no mercado, dificuldades dos portadores da doença e aspectos de análises laboratoriais.

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Itumbiara-GO, 25 / 11 /2024.



Documento assinado digitalmente
PEDRO PAULO DE SOUZA SILVA
Data: 25/11/2024 15:43:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

PEDRO PAULO DE SOUZA SILVA

**INTOLERÂNCIA À LACTOSE: UM LEVANTAMENTO SOBRE OS
PRODUTOS EXISTENTES NO MERCADO, DIFICULDADES DOS
PORTADORES DA DOENÇA E ASPECTOS DE ANÁLISES
LABORATORIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Avaliadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de Concentração: Ciências Exatas e da Terra – Química – Química Analítica

Orientador: Dr. João Paulo Victorino Santos

Coorientadora: Dra. Simone Machado Goulart

**ITUMBIARA-GO
2024**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

S586 SILVA, Pedro Paulo de Souza
Intolerância à lactose: um levantamento sobre os produtos existentes no mercado, dificuldades dos portadores da doença e aspectos de análises laboratoriais. / Pedro Paulo de Souza Silva. -- Itumbiara, 2024.
41 p. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Itumbiara, 2024.

Orientadora: Prof. Dr. Dr. João Paulo Victorino Santos.

1. Intolerância a lactose. 2. Leite. 3. Dieta sem leite. I. Título. II. Silva, Pedro Paulo de Souza IV. Santos, João Paulo Victorino. V. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

CDD 641.371

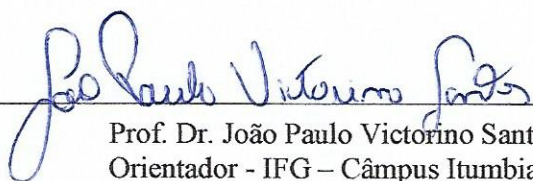
PEDRO PAULO DE SOUZA SILVA

**INTOLERÂNCIA À LACTOSE:
um levantamento sobre produtos existentes no mercado, dificuldades dos
portadores da doença e aspectos de análises laboratoriais**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca examinadora do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), Câmpus Itumbiara, como parte dos requisitos para a conclusão do Curso de Licenciatura em Química e obtenção do título de Licenciado em Química.

Área de concentração: Ciências Exatas e da Terra; Química; Química Analítica.

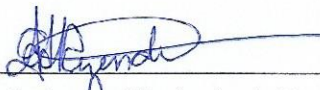
Aprovado em 10 de outubro de 2024.



Prof. Dr. João Paulo Victorino Santos
Orientador - IFG – Câmpus Itumbiara



Prof. Dr. Fernando dos Reis de Carvalho
Avaliador - IFG – Câmpus Itumbiara



Profa. Dra. Gláucia Aparecida Andrade Rezende
Avaliadora - IFG – Câmpus Itumbiara

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por toda sabedoria e discernimento proporcionados durante a carreira acadêmica.

Aos meus pais, que desde pequeno me incentivaram a trilhar o caminho dos estudos. São meus maiores exemplos e sempre farei de tudo para dar-lhes orgulho.

Meu irmão que sempre foi um apoio no meu dia a dia, a pessoa para quem sempre quero ser exemplo e ajudar a crescer.

A minha noiva, que apareceu em um momento turbulento da graduação, me apoiou e incentivou todos os dias para que este trabalho fosse realizado.

Aos meus amigos Matheus e Erick, que são como irmãos e compartilhamos a vida.

A toda minha família de Goiânia, e ao Gui em Bruxelas, uma honra enorme ser o primeiro a formar e espero um dia compartilhar esse sentimento com vocês.

E por fim, aos meus orientadores, professores, técnicos de laboratório e demais colaboradores do IFG - Campus Itumbiara, que fizeram tudo isso ser possível.

RESUMO

A intolerância à lactose é uma condição em que o organismo tem dificuldade de digerir a lactose, açúcar presente no leite e derivados, devido à deficiência ou ausência da enzima lactase. Essa condição é frequentemente confundida com a alergia ao leite, mas os sintomas são distintos. Os produtos lácteos zero lactose representam um segmento de mercado em crescimento. Diante do contexto, este trabalho visa buscar informações sobre como as empresas do setor de alimentos desenvolvem seus produtos voltados para o público intolerante à lactose, servindo de base de informações para outras pessoas. O objetivo desse trabalho foi realizar um levantamento dos aspectos relacionados à intolerância à lactose através de entrevistas, levantamento do quantitativo de produtos livres de lactose disponíveis no mercado atual; entrevistar portadores de intolerância à lactose sobre suas dificuldades de hoje e no passado em relação à disponibilização de produtos; realizar um levantamento das principais metodologias de análises existentes para detecção da lactose. Foi possível concluir que é igualmente essencial assegurar que produtos zero lactose sejam acessíveis com maior facilidade ao consumidor e que possam chegar a todas as cidades do Brasil, oferecendo uma gama diversificada de opções.

Palavras-chave: Intolerância à lactose; Lactase; Leite; Produtos zero lactose.

ABSTRACT

Lactose intolerance is a condition in which the body has difficulty digesting lactose, a sugar present in milk and dairy products, due to the deficiency or absence of the lactase enzyme. This condition is often confused with milk allergy, but the symptoms are distinct. Lactose-free dairy products represent a growing market segment. Given the context, this work aims to seek information on how companies in the food sector develop their products aimed at the lactose intolerant public, serving as an information base for other people. The objective of this work was to carry out a survey of aspects related to lactose intolerance through interviews, survey of the quantity of lactose-free products available on the current market; interview people with lactose intolerance about their difficulties today and in the past in relation to the availability of products; carry out a survey of the main existing analysis methodologies for detecting lactose. It was possible to conclude that it is equally essential to ensure that lactose-free products are more easily accessible to consumers and can reach all cities in Brazil, offering a diverse range of options.

Keywords: *Lactose intolerance; Lactase; Milk; Lactose-free products.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Formação da lactose.	13
Figura 2 – Forma alfa (α) de lactose presente no leite.	14
Figura 3 – Forma beta (β) da lactose presente no leite.....	14
Figura 4 – Mecanismo esquemático de hidrólise da lactose por β -galactosidase.	17
Figura 5 – Reações químicas do método enzimático de determinação de lactose	26
Figura 6 – Princípio da cromatografia de troca iônica.	30

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Faixa etária dos entrevistados.....	20
Gráfico 2 – Principais sintomas da intolerância à lactose.	21
Gráfico 3 – Forma de diagnóstico da intolerância à lactose pelos participantes do questionário.	22
Gráfico 4 – Período em que os entrevistados descobriram ser intolerantes à lactose.	22
Gráfico 5 – Porcentagem de participantes que relataram fazer uso de medicamentos para aliviar os sintomas da intolerância à lactose.....	23
Gráfico 6 – Porcentagem referente aos 8 participantes que fazem uso do medicamento em relação à satisfação do alívio dos sintomas.	23
Gráfico 7 – Tipos de produtos que contêm lactose e costumam ser consumidos por 57% dos questionados	24
Gráfico 8 – Principais produtos zero lactose consumidos pelos entrevistados.	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivos	10
1.1.1 Objetivo Geral	10
1.1.2 Objetivos Específicos	10
1.2 Justificativa	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Leite e derivados	12
2.2 Lactose	13
2.3 Intolerância à lactose	14
2.4 Diagnóstico de IA	15
2.5 Regulamentação para produtos zero lactose ou baixo teor de lactose	15
2.6 Hidrólise da lactose em produtos lácteos	16
2.6.1 Enzima β -galactosidase	16
2.6.2 Hidrólise com enzimas solúveis	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Análise de mercado	18
4.2 Aplicação do questionário	20
4.3 Levantamento das principais metodologias de análises existentes para detecção de lactose	25
4.3.1 Enzimático	25
4.3.2 Titulométrico	26
4.3.2.1 Método de Lane-Eynon	26
4.3.2.2 Método da Cloramina-T	27
4.3.3 Biossensor	27
4.3.4 Espectroscopia RAMAN	29
4.3.5 Glicosímetro	29
4.3.6 Cromatográfico	29
4.3.6.1 Cromatografia líquida de alta eficiência	29
4.3.6.2 Cromatografia de íons	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33
APÊNDICE A – Questionário	38

1 INTRODUÇÃO

O leite é considerado um alimento rico em nutrientes e está presente em todas as espécies de animais mamíferos, sem outra especificação, é definido como o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (Brasil, 2011). O ser humano tem uma necessidade de ter alimentos saudáveis e o leite se torna de importante para o organismo humano, tendo em sua constituição água, proteínas, cálcio, carboidratos, gordura, vitaminas entre outras substâncias. O principal carboidrato do leite, e consequentemente de outros produtos lácteos, é a lactose, presente em todas as espécies de mamíferos (Embrapa, 2019).

A lactose é o açúcar presente no leite e a fonte de energia mais importante durante as primeiras etapas de vida dos mamíferos. É também de extrema importância para a indústria alimentícia, pois possui várias aplicações em produtos e processos produtivos, como doces, confeitos, pães e recheios (Ramalho *et al.*, 2016).

A lactose é um carboidrato presente no leite e sua digestão é feita por meio da enzima lactase, onde a sua deficiência ou ausência se caracteriza como intolerância à lactose, visto que o corpo não hidrolisa essa molécula. Com isso, o sistema digestivo fica limitado ou impossibilitado de decompor a lactose (que é um açúcar) em 2 carboidratos mais simples (glicose e galactose), que facilitaria a sua absorção. Desta forma, sua má absorção causa sintomas como gases, diarreia, vômito, entre outros sintomas (Brasil, 2018).

A intolerância à lactose se define pela sintomatologia acompanhada de dores abdominais, diarreia, flatulência, náuseas e vômitos provenientes da ingestão da lactose. Quando sistêmicos, ocorrem sintomas secundários, que se caracterizam por dores de cabeça, dificuldades de concentração e redução de memória, dores musculares, arritmia cardíaca, úlceras bucais e reações alérgicas, como rinites, eczemas, sinusite e asma (Dietrich, 2011).

Embora os produtos lácteos zero lactose sejam atualmente um segmento de mercado, eles apresentam um potencial considerável em longo prazo. As oportunidades mais significativas estão em mercados com uma prevalência de intolerância à lactose e onde o consumo de produtos lácteos está aumentando (IFT, 2012).

Há vários métodos de se analisar a quantidade de lactose de algum produto. Esses processos auxiliam para uma maior qualidade de vida para as pessoas que sofrem com essa intolerância, seja em qualquer faixa etária. A química tem um papel fundamental na qualidade de vida desses pacientes, já que, aliado à indústria alimentícia, puderam revolucionar o

mercado, seja com a produção da enzima para consumo instantâneo quanto em alimentos que já venham preparados para este consumo (Dantas, Verruck, Prudencio, 2019).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um estudo sobre alguns aspectos relacionados à intolerância à lactose, com ênfase no levantamento de produtos destinados aos indivíduos intolerantes à lactose disponíveis no mercado, identificação de algumas características da intolerância à lactose por meio da aplicação de questionários para indivíduos intolerantes e identificação das principais metodologias de análises para detecção e quantificação de lactose em alimentos.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Fazer um levantamento do quantitativo de produtos livres de lactose disponíveis no mercado atual;
- Aplicar o questionário a portadores de intolerância à lactose sobre suas dificuldades de hoje e no passado em relação à disponibilização de produtos;
- Realizar um levantamento das principais metodologias de análises existentes para detecção da lactose;

1.2 Justificativa

Nos últimos anos observamos não o aumento de casos de intolerância, mas sim de diagnósticos e produtos em prateleiras intitulados “Zero Lactose” ou “Baixo teor de lactose”, mas qual o real efeito disso? Como é feito o processo para que estes produtos possam ter uma dessas duas frases em seus rótulos? Quem fiscaliza e quais são os parâmetros? Com isso, analisar alguns produtos com o que a Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) define que sejam zero ou baixo teor de lactose através de um processo que seja regulamentado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)

É visível a importância não somente da elaboração de novos produtos sem lactose voltados para intolerantes à lactose, mas também para a inovação no setor. Para Lima e Mendes (2003), inovação se relaciona com o conceito de mercado e com o ambiente de oferta e demanda de bens e serviços e produtos, já que equivale a introdução de novidades de produtos e serviços

no mercado e referem-se à aplicação comercial pioneira de invenções, conhecimentos, práticas organizacionais, técnicas e processos de produção.

O presente trabalho visa buscar informações sobre como as empresas do setor de alimentos desenvolvem seus produtos voltados para o público intolerante à lactose, este trabalho pretende servir como base de informações para outras pessoas, já que irá verificar a quantidade de lactose presente em seus produtos e comparar com o que está dentro das normas.

De acordo com Bauermann e Santos (2019), 1 a cada 3 brasileiros sofre de intolerância à lactose. O acesso a produtos zero lactose também se mantém mais restrito, principalmente para crianças que gostam de alimentos como chocolates, sorvetes, entre outros alimentos. A falta de opções, preço elevado e falta de clareza nos rótulos acabam dificultando a vida de quem procura alimentos zero lactose, principalmente para os pais que poderiam utilizar esses alimentos como opções para refeições nas escolas (Fiovarante; Severo; Nascimento, 2021).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Leite e derivados

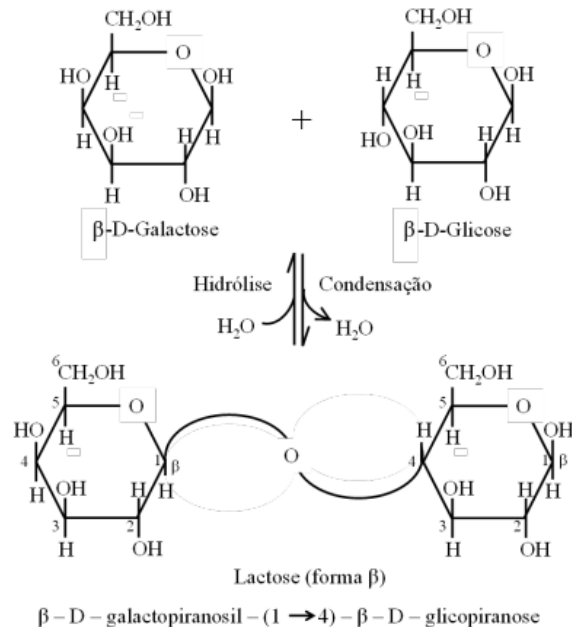
O consumo de leite, bem como seus derivados é de grande importância para os seres humanos, pois estão atrelados a índices de nutrição e saúde. O leite é conhecido na nutrição por ser um aliado no crescimento e fortalecimento dos dentes e ossos, além da capacidade de prevenir doenças como a osteoporose (Macdonald, 2008).

O leite e seus derivados possuem diversos constituintes como a lactose, proteínas, minerais, triglicerídeos de cadeia média e ácidos orgânicos. Tais componentes apresentam benefícios relacionados ao peso, nível de lipídios, pressão sanguínea e sensibilidade a insulina, seja de forma direta ou indireta (Pfeuffer; Schrezenmeir, 2006). Além disso, o soro de leite é rico em uma série de aminoácidos essenciais, possuindo quantidades superiores aos recomendados, com exceção dos aminoácidos aromáticos, que apesar de não apresentarem quantidades superiores à recomendada, ainda são capazes de atender às quantidades adequadas para todas as faixas etárias. Outros aminoácidos encontrados em abundância são triptofano, isoleucina, leucina e lisina (Sgabieri, 2004).

Mesmo apresentando uma série de benefícios, o leite é um alimento considerado muito alergênico, e possui componentes no qual o homem pode ser intolerante, como é o caso da lactose, esses fatores fazem com que o seu consumo seja restrito (Carvalho Júnior, 2001).

2.2 Lactose

Figura 1 – Formação da lactose.



Fonte: Adaptado de Dantas *et al.*, 2019

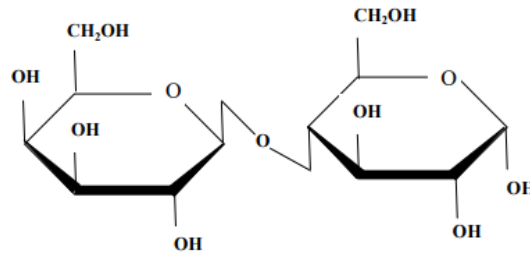
A lactose está totalmente em solução na fase aquosa do leite, é o único dissacarídeo que está presente exclusivamente do leite dos mamíferos, representando aproximadamente a metade dos sólidos não gordurosos e contribuindo para o valor energético do leite, uma vez que cerca de 30% das calorias fornecidas pelo leite são devidos à lactose (quatro calorias por grama). Pequenas quantidades de outros carboidratos são encontradas no leite, parcialmente ligados a fosfatos, lipídeos e ou proteínas e parcialmente livres, como por exemplo, os monossacarídeos glicose e galactose a uma concentração de aproximadamente 10 mg/L e os oligossacarídeos a aproximadamente 100 mg/L (Renner, 1983; Schaafsma, 2008; Vinhal, 2001).

A molécula de lactose é opticamente ativa e pode ser encontrada nas formas α e β , de acordo com a posição da hidroxila (-OH) do carbono número 1 da glicose (Figura 2). A mudança de posição faz com que o ângulo de desvio da luz polarizada da forma α seja 89° e o da forma β , seja 35° (Figura 3). Do ponto de vista funcional, há diferenças entre as duas formas da molécula com relação à solubilidade, tamanho e forma dos cristais, capacidade edulcorante e higroscopicidade ou grau de hidratação (Fox, 2009).

Geralmente, α -lactose cristaliza como hidrato, contendo quantidades equimolares de lactose e água, sendo seus cristais bastante duros e não higroscópicos. temperatura ambiente a β -lactose anidra se dissolve mais rapidamente que o hidrato de α -lactose e sua solubilidade é

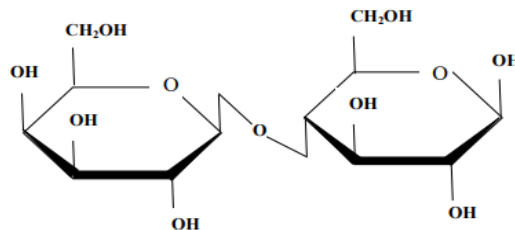
aproximadamente dez vezes maior, sendo seus cristais menores, mas com uma maior área superficial (Walstra; Jenness, 1984).

Figura 2 – Forma alfa (α) de lactose presente no leite.



Fonte: Ganzle, Haaze e Jelen, 2008.

Figura 3 – Forma beta (β) da lactose presente no leite.



Fonte: Ganzle, Haaze E Jelen, 2008.

A lactose atua como precursora de alguns derivados bioativos, estes por sua vez, podem ser aplicados na indústria de fármacos e alimentos (Schaafsma, 2008).

O aumento da absorção de cálcio e minerais pelo organismo vem sendo relacionada a ingestão de lactose (Shah, 2002).

2.3 Intolerância à lactose

A intolerância à lactose é representada pela falta ou deficiência na produção da enzima lactase no sistema digestivo, apresenta sintomas como diarreia e gases, já que o carboidrato lactose não é hidrolisado em glicose e galactose, seguindo para o intestino sem sua digestão. Há algumas divergências em alguns artigos onde alguns citam que acima de 50% da população mundial possuam IA e em outros se aproxima de 70% (Swallow, 2011).

Essa má absorção, também chamada de hipolactasia, acomete pessoas de todas as faixas etárias, sendo observada também em vários desconfortos e sintomas, dor abdominal, diarreia,

azia, entre outros. Dentre todos os sintomas possíveis, cerca de dois terços da população não sentem nenhum desconforto, porém, a estimativa é que na Europa seja de 70% de pessoas intolerantes, enquanto na América do Sul e na África está acima dos 50%. Curiosamente, a população asiática possui quase 100% de intolerantes à lactose (Milkpoint, 2018).

Já no estudo de Baumermann e Santos (2019), este valor seria 1 em cada 3 brasileiros, lembrando que neste trabalho foi feito por autorrelato, onde os participantes respondiam um questionário mais completo, desde sexo, escolaridade até perguntas de fato sobre IA.

2.4 Diagnóstico de IA

O diagnóstico se dá através de exames, onde pode ser feito através de biópsia, exame de urina, testes genéticos e até mesmo da avaliação da acidez das fezes. Porém, o mais comum e utilizado é através do exame de sangue, onde o paciente que possua a suspeita da IA faz uma coleta de sangue em jejum. Após a coleta, consome a lactose e a cada 30 minutos são feitas novas coletas a fim de obter uma curva glicêmica. No caso de não intolerante, a taxa irá aumentar com a absorção da glicose. Um teste parecido já pode ser encontrado, mas ao contrário do exame de sangue, avaliam através de um teste respiratório, onde verifica-se a quantidade de hidrogênio expelida (Mattar; Mazo, 2010).

2.5 Regulamentação para produtos zero lactose ou baixo teor de lactose

No Brasil, estão em vigor duas resoluções que tratam das regras para rotulagem de produtos que contenham ou não lactose em sua composição. Sendo uma para tratar dos requisitos técnicos para os alimentos para dietas com restrição de lactose e outra para estabelecer os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos demais alimentos. A primeira é a Resolução da Diretoria Colegiada número 135/2017 da ANVISA que inclui os alimentos para dietas com restrição de lactose no regulamento de alimentos para fins especiais (Brasil, 2017a). A segunda é a Resolução da Diretoria Colegiada número 136/2017 da ANVISA que define como as informações de lactose devem ser colocadas no rótulo, independentemente do tipo de alimento (Brasil, 2017b).

Sendo assim de acordo com a RDC 135/2017, onde trata dos alimentos com restrições a lactose, a ANVISA define que os alimentos que sejam rotulados como “baixo teor de lactose” devem conter de 100mg a 1g de lactose a cada 100mL ou 100g de leite. Quando se trata da “zero lactose”, deve conter menos de 100mg a cada 100mL ou 100g de leite. A RDC 136/2017

define que todas as informações venham descritas nos rótulos, onde qualquer alimento que contenha mais de 1g de lactose esteja rotulado que contém lactose (Brasil, 2017a).

2.6 Hidrólise da lactose em produtos lácteos

2.6.1 Enzima β -galactosidase

A lactase é uma substância que pode ser encontrada nos mais diversos tipos de fontes como: plantas animais, bactérias, fungos e leveduras (Richmond Gray; Stine, 1981). Industrialmente a lactase é chamada de β -galactosidase e após seu isolamento tem capacidade de hidrolisar galactosídeos (Husain, 2010). As β -galactosidases presente em células de plantas e órgãos de mamíferos (com exceção da β -galactosidase intestinal) atuam sobre polissacarídeos, galactolipídeos ou glicoproteínas da parede celular, contudo esse tipo de enzima possui pouca ou nenhuma atividade sobre a lactose (Dekker; Daamen, 2011).

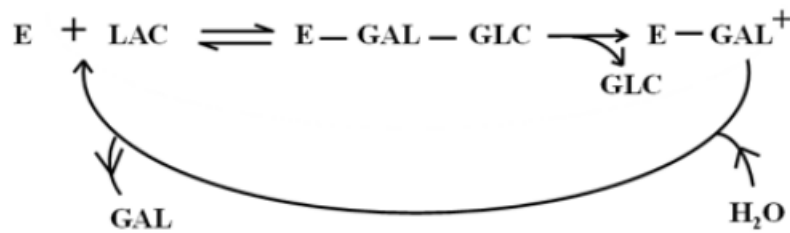
A lactose tem como produto de sua hidrólise D-galactose e D-glicose, conforme pode ser observado na Figura 1. Como outros açúcares redutores, a lactose existe parcialmente sob a forma de cadeia aberta com um grupo aldeído, que pode formar uma estrutura hemiacetal e, portanto, um anel (Fox, 2009). A reação inicia-se com uma α -galactosidase reagindo por condensação com uma substância que tenha em sua composição galactose e glicose, dessa forma é possível que ocorra formação de gerando um oligossacarídeo, que por sua vez, apresenta os grupos α -galactosil e β -galactosil. Em seguida, uma β -galactosidase atua na reação de hidrólise desse oligossacarídeo, formando dissacarídeos não redutores, que por fim são isolados do meio reacional (Hashimoto *et al.*, 2008).

2.6.2 Hidrólise com enzimas solúveis

Em 1973 Kosikowski e Wierzbicki apresentaram uma metodologia capaz de hidrolisar a lactose no leite cru e pasteurizado. Frente a isso as indústrias mostraram-se favoráveis a esse procedimento, o qual utilizava-se lactase a fim de reduzir os teores de lactose nos produtos. Dessa forma foi possível dar início a produção de produtos sem lactose ou com teor reduzido, chegando a até 70% de hidrólise da lactose (Kosikowski e Wierzbicki, 1973). O mecanismo de hidrólise da lactose, apresentado na Figura 4, consiste resumidamente em forma de um complexo enzima-galactose com simultânea liberação da glicose. Posteriormente, o complexo

enzima-galactose chega até um aceptor que possua um grupo hidroxil. Caso a solução contenha baixa concentração de lactose, a água apresentará maior afinidade para ser o aceptor deste complexo, neste caso, ocasionando na formação de galactose é formada para posterior liberação do sítio ativo. Entretanto, há possibilidade de o intermediário enzima-galactose⁺ reagir com outro açúcar (lactose, glicose ou galactose) em vez de água, neste caso, ocorrerá a síntese de oligossacarídeos por uma reação de transglicosilação. (Mahoney, 1998; Zhou; Chen, 2001).

Figura 4 – Mecanismo esquemático de hidrólise da lactose por β -galactosidase.



Fonte: Adaptado de Mahoney, 1998.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Levantamento de produtos zero lactose no mercado

Foram levantados os principais produtos zero lactose existentes no mercado através de pesquisas em supermercados de Itumbiara-GO, onde foram escolhidos através da disponibilidade de produtos zero lactose nos dois meses pesquisados (dezembro de 2023 e fevereiro de 2024) e também através de levantamento feito em sites de compras online onde possuía disponibilidade de produtos zero lactose. Serão considerados produtos disponíveis os que estiverem presentes em pelo menos dois pontos de vendas em levantamento feito em dois meses diferentes durante o período da pesquisa. O levantamento foi baseado no trabalho de Marciana *et al.* (2019) em que foram entrevistadas 125 pessoas sobre a disponibilidade, disposição e variedade de produtos “zero Lactose” comercializados em nove supermercados do município de São Luís de Montes Belos-GO.

3.2 Questionário com pessoas com IA

Para a execução dessa fase da pesquisa foi realizado um levantamento de dados de caráter quantitativo, tendo o questionário estruturado como forma de coleta de informações através da aplicação de questionários para pessoas com intolerância à lactose (Ludke; André, 1986). Foi utilizado o Google forms como forma de aplicação do questionário.

Os participantes do estudo foram selecionados através de convite e envio do formulário via WhatsApp, informando critérios de inclusão, ser adulto e apresentar intolerância à lactose. Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos do estudo e convidados a participar voluntariamente.

O questionário foi dividido em duas partes: uma parte inicial, buscando informações sociodemográficas (idade, sexo) e a autoavaliação sobre o diagnóstico. A segunda parte foi composta por perguntas elaboradas com base nos principais produtos zero lactose que encontram no mercado.

Os resultados foram organizados em um banco de dados do programa Excel, as variáveis quantitativas foram descritas através de percentual e as variáveis categóricas foram descritas através de frequências absolutas e relativas (Bauerman; Santos, 2019).

3.3 Levantamento sobre os métodos disponíveis para análise da detecção de lactose em alimentos

Foi realizado um levantamento sobre os principais métodos para a detecção de lactose presente em leite e produtos derivados, sendo comparados através de sua eficiência, viabilidade econômica e complexidade do processo. O levantamento teve como base o trabalho de Silva, Lopes (2019) com busca na plataforma Google Acadêmico para atualizações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise de mercado

Com os resultados da análise de mercado, foi observada uma incidência baixa de produtos zero lactose em mercados mais afastados do centro, onde alguns ofereciam baixa quantidade e variedade de marcas. O oposto do que se viu nos sites pesquisados, onde a gama de produtos era bem maior e sempre com disponibilidade. Como a pesquisa foi feita em um processo de repetição, podemos ver a variabilidade de marcas nos mercados locais de Itumbiara, onde a maioria fornecia as mesmas marcas, evidenciando a regionalização de marcas. Assim como visto no trabalho de Marciana *et al.* (2019), o produto mais encontrado foi o próprio leite, seguido do creme de leite, leite condensado e doce de leite. Conforme o Quadro 1, onde os locais de A F representam mercados locais e G a J representam mercado online, fica claro como a internet proporciona um mercado mais vasto e atraente para portadores de IA por oferecer maior variabilidade de marcas, porém, fretes e valores unitários se tornam uma barreira.

Quadro 1 - Disponibilidade de produtos zero lactose em dezembro de 2023.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Leite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Requeijão	X	X		X						
Iogurte	X	X								
Queijo	X	X								
Creme de leite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Leite condensado	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Doce de leite	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Manteiga	X									
Achocolatado	X	X		X		X	X	X	X	X

*A F = mercados locais; G a J = mercado online

Fonte: Autoria própria

Quadro 2: Disponibilidade de produtos zero lactose em fevereiro de 2024.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Leite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Requeijão	X	X		X		X				
Iogurte	X	X				X				
Queijo	X	X				X				
Creme de leite	X	X			X	X	X	X	X	X
Leite condensado	X	X	X			X	X	X	X	X
Doce de leite	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Manteiga	X	X				X				
Achocolatado	X	X		X		X	X	X	X	X

*A F = mercados locais; G a J = mercado online

Fonte: Autoria própria

Desta forma, o acesso de portadores da doença fica mais restrito, principalmente em cidades menores e mercados mais locais, tendo que buscar em locais mais centralizados, atacados e até mesmo comprar em maior quantidade para que não sejam pegos de surpresa por uma possível escassez. Os grandes mercados, por serem únicas opções, podem trazer um preço mais elevado também. Nesta pesquisa, ficou evidente a variação de disponibilidade em relação

a mercados mais centralizados e alguns mais afastados, porém, os derivados apresentaram maior variação na sua oferta, tendo o leite como produto mais ofertado.

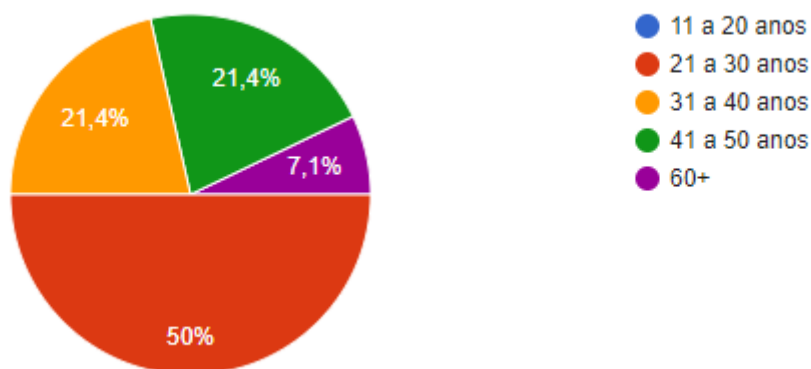
Pensando no mercado virtual, nos 4 escolhidos um dado ficou evidente, produtos que não precisam manter refrigerados apresentou 100% de disponibilidade com uma variedade de opções e marcas, pois além dos próprios sites venderem, possuem lojas parceiras em todas as regiões, se tornando opções atrativas e alguns até com frete grátis e compra por assinatura, onde todo mês aquela quantidade será debitada automaticamente tendo um preço mais atrativo ainda, com frete grátis.

4.2 Aplicação do questionário

O questionário teve como objetivo realizar uma pesquisa descritiva de caráter quantitativo. Para a obtenção dos dados foram questionadas 14 pessoas de ambos os sexos, todos diagnosticados com intolerância à lactose. O questionário abordou o perfil dos participantes, sintomas decorrentes da intolerância à lactose, principais alimentos consumidos por esses participantes e as dificuldades que são encontradas e estão relacionadas ao consumo de produtos com lactose.

Para fazer a coleta de dados foi utilizada a plataforma do Google Forms e os entrevistados responderam ao questionário de forma virtual. Dentre as 14 pessoas entrevistadas, 8 eram do sexo feminino e 6 do sexo masculino, sendo que a faixa etária dos entrevistados variou de 21 anos a pessoas com mais de 60 anos.

Gráfico 1 – Faixa etária dos entrevistados.

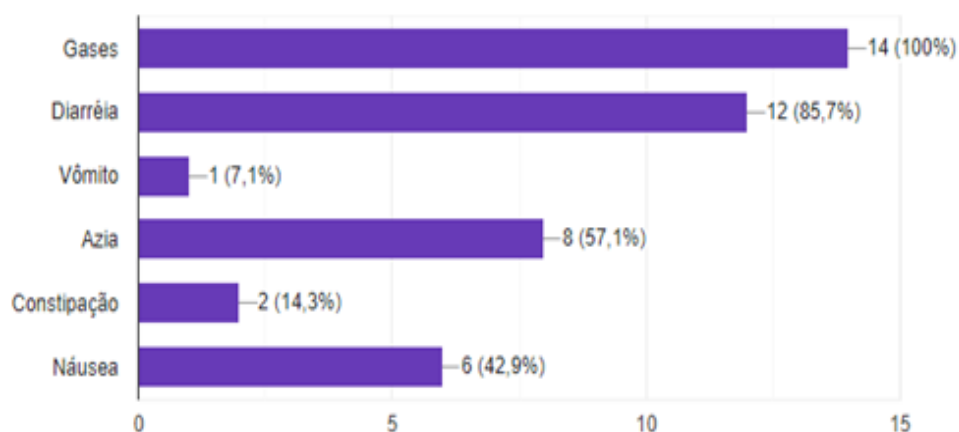


Fonte: Autoria própria

A intolerância à lactose apresenta alguns sintomas, dentre eles, o mais comum entre os relatados pelos entrevistados foi a formação de gases. Outros sintomas como diarreia, vômito, azia, constipação e náusea também foram citados pelos entrevistados, e encontram-se quantificados na Figura 2.

Gráfico 2 – Principais sintomas da intolerância à lactose.

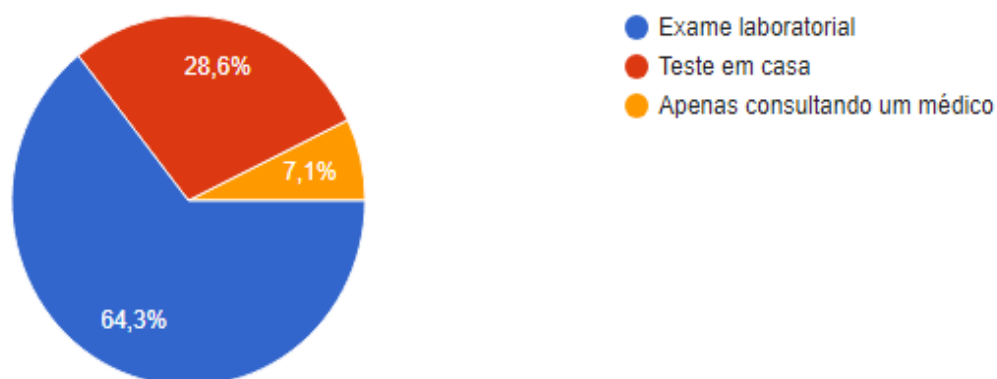
Qual ou quais principais sintomas devido a intolerância?



Fonte: Autoria própria.

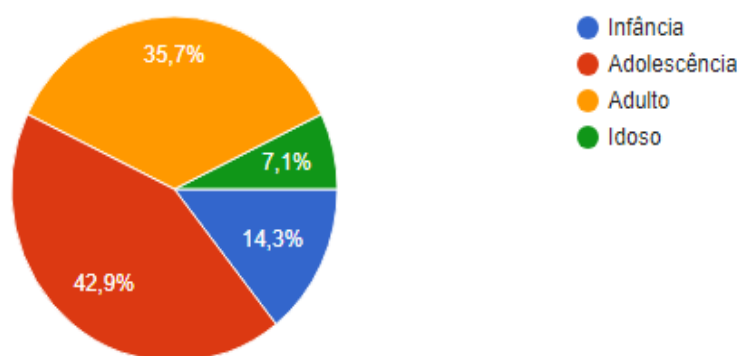
Os sintomas apresentados foram determinantes para que os entrevistados buscassem a causa desses problemas. Diante disso, questionou-se as pessoas como ocorreu a descoberta da intolerância à lactose e em qual período ao longo da vida ocorreu a percepção de que poderia se tratar de intolerância à lactose, onde fizeram algum exame laboratorial, teste em casa através da retirada de produtos com lactose ou através de consulta médica. Os resultados encontram-se expressos nos gráficos 3 e 4.

Gráfico 3 – Forma de diagnóstico da intolerância à lactose pelos participantes do questionário.



Fonte: Autoria própria.

Gráfico 4 – Período em que os entrevistados descobriram ser intolerantes à lactose.



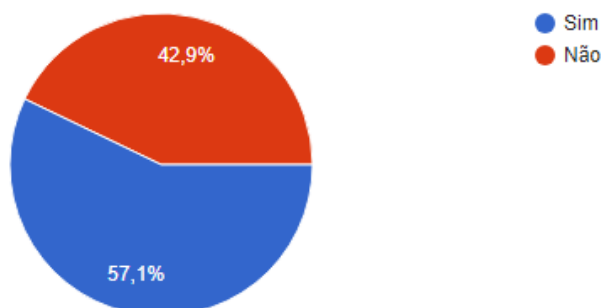
Fonte: Autoria própria.

Com base na pesquisa, é possível observar que a maioria dos participantes descobriram que seus sintomas se tratavam de intolerância à lactose passando previamente por um médico, o qual recomendou que fosse realizado o teste de intolerância à lactose.

Nos dias atuais, sabe-se que o mercado dispõe de medicamentos à base de enzimas que são capazes de aliviar os sintomas causados pela intolerância à lactose. Frente a isso, questionou-se os entrevistados se os mesmos faziam o uso dos medicamentos e se de fato é perceptível o alívio dos sintomas. Dentre os 14 entrevistados, apenas 8 afirmaram fazer o uso do medicamento e dentre os 8, um deles afirmou estar satisfeito com o resultado do medicamento, tendo o consumo de produtos com lactose sem sintomas, enquanto os outros 7 relataram sentir apenas o alívio dos sintomas, não o fim. Isto se deve ao fato de nem todos saberem a forma correta de utilizar a enzima. Sendo assim, seu uso apenas alivia tais sintomas,

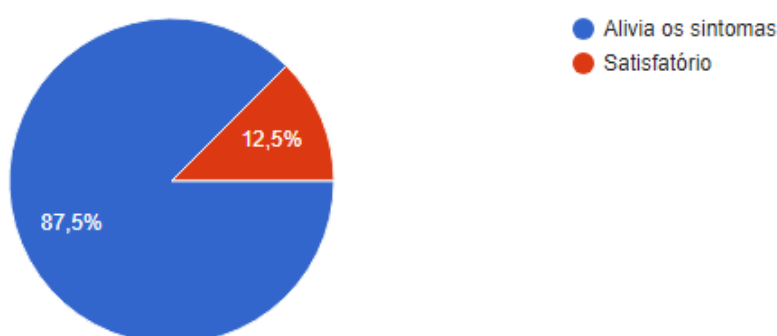
não tendo o resultado satisfatório que seria esperado através de seu uso. Tais dados encontram-se apresentados nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5 – Porcentagem de participantes que relataram fazer uso de medicamentos para aliviar os sintomas da intolerância à lactose.



Fonte: Autoria própria.

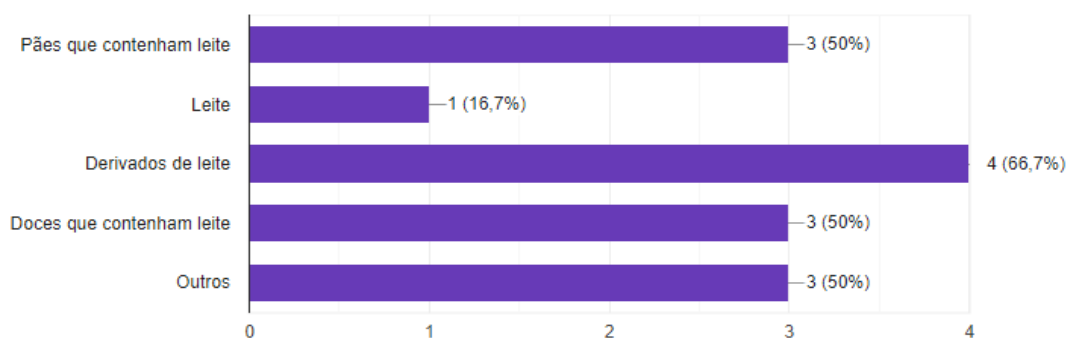
Gráfico 6 – Porcentagem referente aos 8 participantes que fazem uso do medicamento em relação à satisfação do alívio dos sintomas.



Fonte: Autoria própria.

Mesmo com todos os sintomas causados pela intolerância à lactose, 57% dos entrevistados afirmaram que consomem produtos e não sentem desconforto após o consumo, enquanto 43% afirmam sentir desconforto ao consumir qualquer tipo de produto que possua lactose em sua composição. Os principais produtos que contêm lactose consumidos estão apresentados no gráfico 7.

Gráfico 7 – Tipos de produtos que contêm lactose e costumam ser consumidos por 57% dos questionados

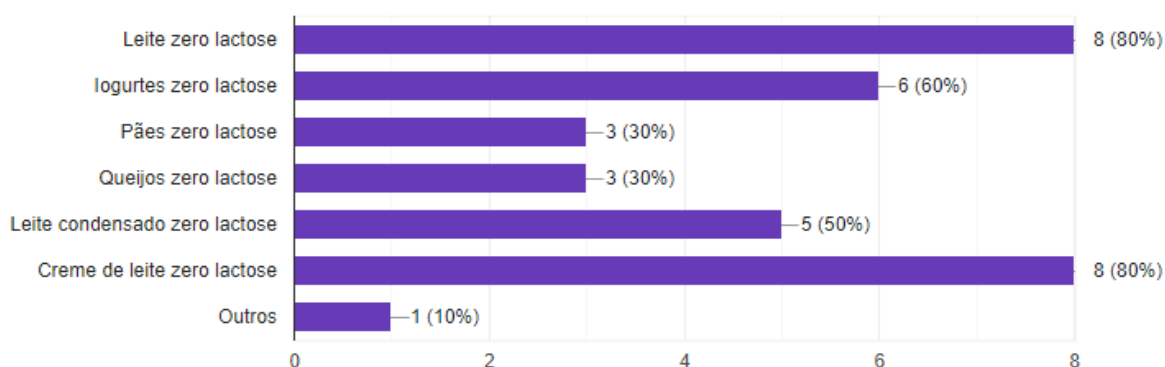


Fonte: Autoria própria

Em decorrência dos diversos sintomas causados pela intolerância à lactose, é comum que as pessoas busquem por produtos zero lactose, a fim de minimizar os sintomas que são acarretados pelo consumo de lactose. Quando perguntados a respeito do consumo de produtos zero lactose, 79% dos participantes afirmaram fazer o consumo dos produtos zero lactose, enquanto 21% afirmaram que não possuem o costume de consumir esse tipo de produto.

Dentre os produtos sem lactose disponíveis no mercado, os mais consumidos pelos participantes são o leite e o creme de leite. Demais itens também costumam ser consumidos, porém em menor quantidade, como pode ser observado no gráfico 8.

Gráfico 8 – Principais produtos zero lactose consumidos pelos entrevistados.



Fonte: Autoria própria.

Apesar do consumo dos produtos zero lactose, dentre os 11 entrevistados que costumam consumir, 5 afirmaram ainda sentir os sintomas decorrentes do consumo de lactose, mesmo que de forma mais branda. Alguns dos sintomas relatados são gases, diarreia, azia e náuseas.

Quando perguntados em relação a facilidades de encontrar produtos zero lactose para venda, 36% dos participantes afirmaram possuir dificuldades em encontrar esses tipos de produto, quando os demais entrevistados, que representam 64 % dos participantes, disseram não ter problemas em encontrar produtos zero lactose. Os participantes ainda foram questionados com relação a dificuldade em ler e compreender os rótulos dos produtos zero lactose e entre os 14 participantes, apenas 1 afirmou ter dificuldade em compreender os rótulos. Isso fica claro no trabalho de Fioravante, Severo e Nascimento (2021), mostrando como a falta de informações nos rótulos, preço e disponibilidade nas prateleiras podem tornar a vida de quem possui a intolerância bem mais complicada.

Por fim, foram feitas perguntas abertas aos entrevistados, visando saber quais as dificuldades ligadas à doença. Diante disso, os participantes relataram a dificuldade de encontrar produtos que realmente sejam zero lactose; os produtos zero lactose não são facilmente encontrados no comércio e costumam ter um preço mais elevado, principalmente comércios menores; em alguns casos ocorre contaminação cruzada; e grande parte das lactases disponíveis no mercado são de baixa qualidade, sendo necessário adquirir a enzima em laboratórios maiores para que se tenha um resultado mais eficiente.

Visando melhorar a qualidade de vida dos intolerantes a lactose, foi perguntado quais ações ajudariam a sanar suas dificuldades em relação aos produtos zero lactose. Assim, os entrevistados sugeriram algumas mudanças, como a redução do valor dos produtos zero lactose; maior variedade de produtos e uma rotulagem mais clara de que se tratasse de um produto zero lactose; maior cuidado no manejo dos alimentos para garantir que os produtos realmente sejam zero lactose; testes para garantir a confiabilidade das lactases disponíveis no mercado; e um setor específico nos comércios para produtos zero lactose, a fim de facilitar que os produtos sejam encontrados.

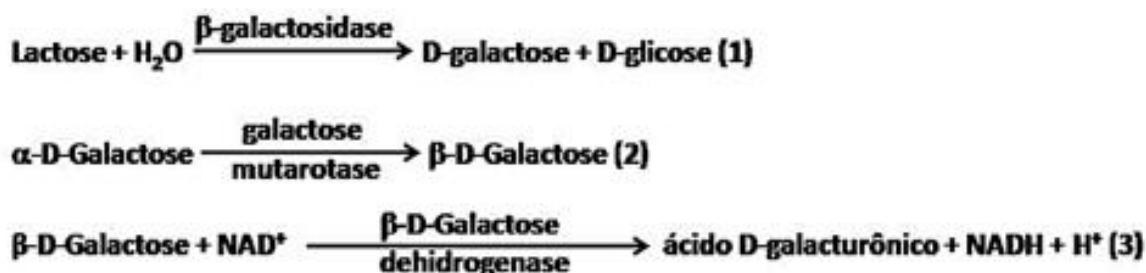
4.3 Levantamento das principais metodologias de análises existentes para detecção de lactose

4.3.1 Enzimático

Nos métodos enzimáticos a quantificação é feita através de técnicas de espectrofotometria. O princípio do método baseia-se em promover a hidrólise da lactose e açúcares mais simples através da enzima β -galactosidase. Em seguida é provocada uma reação de oxirredução fazendo o que com que o oxidante nicotinamida-adenina (NAD^+) seja reduzido a NADH enquanto a D-galactose é oxidada a ácido D-galacturônico. A partir desse processo a

galactose é capaz de formar uma reação estequiométrica com o NADH, e o produto obtido é capaz de ser lido através de espectrofotometria na banda de 340 nm. As reações químicas que ocorrem durante a determinação enzimática de glicose são representadas na Figura 5.

Figura 5 – Reações químicas do método enzimático de determinação de lactose



Fonte: Megazyme, 2011.

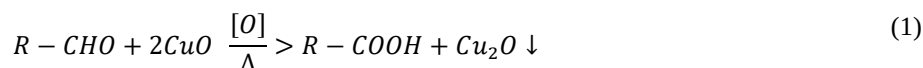
Por tratar-se de um método reconhecido internacionalmente atualmente é possível encontrar kits os quais já disponibilizam os reagentes necessários para análise. Contudo, apesar de o kit parecer ser uma boa alternativa inicialmente, trata-se de materiais que são importados e por sua vez possuem um alto custo, além disso, seus reagentes são limitados, assim uma vez que haja perda de reagentes faça necessário a compra de um novo kit, pois não há fabricantes que estejam aptos a substituição do material perdido (Acquaro Júnior *et al.*, 2013).

4.3.2 Titulométrico

4.3.2.1 Método de Lane-Eynon

O método titulométrico baseia-se no teste de Lane-Eynon (LE) o qual tem como objetivo determinar a concentração de açúcares redutores necessária para reduzir uma solução de Fehling de concentração conhecida. A solução de Fehling é composta por íons de cobre na forma Cu^{2+} os quais formam complexos na presença de tartarato em meio alcalino. Os carboidratos por sua vez são oxidados a ácidos aldônicos e quanto os íons cobre passam a formar óxido de cobre I, podendo ser evidenciado na reação como um precipitado de coloração vermelho tijolo (Brasil, 2018).

A determinação dos ácidos aldônicos ocorre de acordo com a reação:



Para que a reação de Lane-Enyon seja possível é necessário que alguns parâmetros sejam controlados, os quais são: temperatura, concentração de reagente e tempo máximo de titulação em 3 minutos. Tais medidas são necessárias devido a necessidade de que a amostra esteja em constante ebulição a fim de evitar que o cobre volte a ser oxidado a óxido cúprico pelo oxigênio, entretanto, um tempo de ebulição em excesso causa a decomposição dos açúcares presentes (Tavares *et al.*, 2010). Além desses fatores, nenhum agente redutor pode estar presente na amostra, pois implicaria em um erro na análise (Birch, 1985).

4.3.2.2 Método da Cloramina-T

Esse método foi desenvolvido como uma alternativa à técnica de Lane-Eynon, apresentando vantagens frente ao método, uma vez que para tal determinação não há necessidade de aquecimento, além de possuir percepção do ponto de viragem de mais fácil observação. Esse procedimento se baseia na técnica de iodometria. Diante disso, inicialmente a amostra é desproteinizada em reação com o ácido wolfrâmico, em seguida ocorre a reação entre a lactose e a cloramina-T com iodeto de potássio em excesso, havendo então a formação de iodo reduzido, que será quantificado através da titulação com tiosulfato de sódio (Wolfschoon-Pombo; Casagrande, 1982).

4.3.3 Biossensor

Os biossensores baseiam-se em reações que aconteceriam na natureza, esse tipo de análise acontece através de um equipamento que detecta e traduz o sinal que é emitido pelo composto em que se tem interesse de ser analisado após entrar em contato com a biocamada. Para que essa análise seja possível, faz-se o uso de algum componente biológico, como por exemplo, anticorpos, enzimas e ácidos nucleicos. O mecanismo de um biossensor possui um sistema de amostra, o qual tem como função entrar em contato diretamente com a amostra; um transdutor, responsável por traduzir a reação ocorrida em uma resposta que seja um sinal mensurável; e por fim, o processador de sinal, que irá filtrar, amplificar, analisar e transferir o sinal para um monitor (Calil; Silva, 2011)

Uma das principais aplicações de biossensores é na detecção de açúcares, sendo o mais comum entre eles a glicose (Donermann, 2016). Outra substância capaz de ser detectada por biossensores é a lactose. Salvo-Comino juntamente com seus colaboradores desenvolveram um multissensor utilizando ftalocianina de cobre sulfonado como camada aniônica, tetrafluoroborato de 1-butil-3-metilimidazólio com quitosana como camada catiônica e

galactose oxidase imobilizada. A partir do sensor foram realizadas análises com amostra de leite com concentrações de gordura e lactose variadas, obtendo êxito em suas determinações. Além disso, os pesquisadores também avaliaram a acidez e gordura presentes nas amostras, obtendo resultados satisfatórios nos testes. Contudo, esse método se mostrou bastante vantajoso, uma vez que não foi necessário realizar o pré-tratamento da amostra e as análises foram feitas de forma simples e rapidamente (Salvo-Comino, *et al.*, 2018).

Gursoy e colaboradores foram responsáveis por produzir biossensores a base de polímeros e eletrodo de platina utilizando como enzimas a galactose oxidase e a β -D-galactosidase. Os sensores produzidos por essa técnica apresentaram limite de detecção de 14 μ M (Gursoy, *et al.*, 2018).

Um dos métodos mais eficientes para determinação de glicose é a cromatografia líquida. Com o intuito de superar a eficiência desse método cromatográfico, Caron e Trowell (2018) desenvolveram um biossensor capaz de separar amostra de leite, o qual foi baseado em um regulador de transcrição encontrado na bactéria *Clostridium perfringens*, que possui um componente extremamente seletivo a lactose. Com a realização dos testes, o biossensor apresentou um limite de detecção de 0,2 μ M e além disso não foi necessário remover previamente a gordura presente no leite, tão pouco suas proteínas. (Caron; Trowell, 2018)

Atualmente, já existem biossensores capazes de avaliar a concentração de lactose em matrizes mais diversificadas, como iogurte, manteiga, maionese e demais produtos que possuem leite e, conseqüentemente, a lactose em sua composição. Um desses biossensores utilizados trata-se de um eletrodo composto por uma monocamada de ácido 3-mercaptopropiônico, enzimas β -galactosidase, glicose oxidase, peroxidase em ouro modificado e um mediador, coimobilizados em uma membrana de diálise. Esse biossensor tem como princípio a hidrólise da lactose rápida conversão da glicose em ácido glucônico por oxidação, obtendo-se também peróxido de hidrogênio que será reduzido pela peroxidase (Conzuelo, *et al.*, 2010).

O método de utilização dos biossensores à primeira vista parece ser muito complexo, entretanto, as reações envolvidas que ocorrem entre o eletrodo e a amostra possuem uma resposta rápida, alta sensibilidade, baixo limite de detecção e, além disso, pode ser realizado facilmente pelo operador (Silva, *et al.*, 2019).

4.3.4 Espectroscopia RAMAN

A técnica de espectroscopia RAMAN fundamenta-se nas propriedades de espalhamento de radiação eletromagnética monocromática da matéria, levando em consideração a diferença de frequência propagada entre o início e o final. A instrumentação dessa técnica é dependente de um laser, que será responsável por incidir a radiação monocromática (Almeida, 2011).

A técnica de espectroscopia RAMAN apresenta vantagens frente a outras técnicas, pois para que as análises sejam realizadas não há necessidade de destruição da amostra. Além disso, as amostras são preparadas de formas simplificadas e os reagentes, bem como os subprodutos gerados são atóxicos. Outra grande vantagem da técnica é a possibilidade de determinar mais de uma substância ao mesmo tempo e a quantidade de água presente na amostra não interfere nas características dos espectros obtidos (Almeida, 2011; Yang; Ying, 2011).

4.3.5 Glicosímetro

O glicosímetro trata-se de um equipamento utilizado diariamente por muitos diabéticos, pois tem como funcionalidade medir o nível de glicemia presente na amostra de sangue. A análise é feita através de fitas que ao entrarem em contato com o sangue desencadeiam reações bioquímicas as quais são analisadas através de um detector. Os detectores podem quantificar a amostra através de métodos fotométricos. Métodos fotométricos baseiam-se na avaliação da mudança de intensidade de cor em quantos métodos amperométricos baseiam-se na variação da intensidade de carga elétrica que passa pela amostra. A adaptação de sua aplicabilidade em amostras lácteas foi viabilizada por ser um método rápido, prático e eficiente, apresentando uma faixa de medição de 10 a 600 mg/dL (Accu-Chek, 2008; Maciel, 2014).

4.3.6 Cromatográfico

4.3.6.1 Cromatografia líquida de alta eficiência

A cromatografia líquida de alta eficiência tem se destacado frente às técnicas de detecção de lactose, pois se trata de um método que apresenta alta sensibilidade, resultados detalhados e a quantidade de amostra necessária para a realização do teste é muito pequena. A técnica também permite a quantificação de outras substâncias além da lactose em paralelo, em geral outros sacarídeos.

Análise consiste em passar a amostra em uma fase móvel líquida, a qual tem como função promover a separação de seus componentes da amostra por interação com a fase estacionária. Por fim, a fase móvel posta pelo detector, que tem como função gerar o sinal

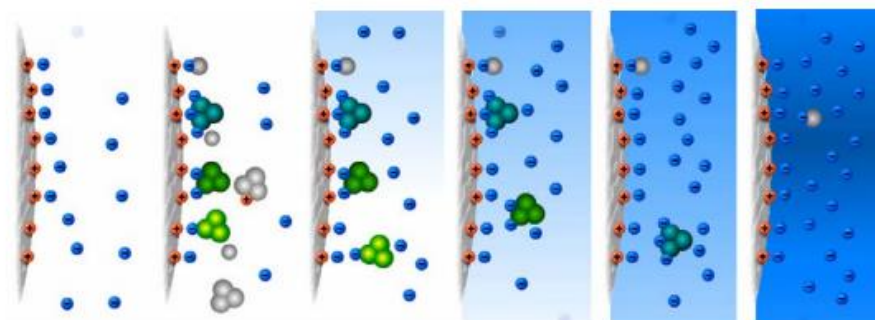
proporcional à concentração dos analitos que foram separados durante a passagem pela fase estacionária.

4.3.6.2 Cromatografia de íons

Uma das grandes vantagens da troca iônica é a capacidade de purificar diversos compostos produzidos através da fermentação (Asenjo, 1990). A troca iônica fundamenta-se na afinidade entre os componentes presentes na amostra e os sítios iônicos presentes em uma matriz sólida. Para que a separação ocorra, uma fase estacionária deve estar eletricamente e por sua vez terá a capacidade atrair os compostos presentes no soluto da fase móvel, os quais possuem cargas de sinais opostos. A adsorção ocorre com base em parâmetros como força iônica e pH (Borzani *et al.*, 2001). A cromatografia de troca iônica é uma técnica amplamente utilizada, podendo ser executada em análises, processos de purificação e auxiliar na contribuição de pesquisas, principalmente na área de proteínas, uma vez que seu custo é baixo e capaz de suportar protocolos de limpeza minuciosos (Cutler, 2004).

O procedimento consiste em primeiramente passar uma solução tampão no trocador, a fim de determinar as condições de adsorção. Em seguida a amostra é inserida e começa o processo de adsorção da proteína de acordo com suas cargas, sendo absorvidas as moléculas com cargas opostas às presentes no trocador. São os diferentes graus de afinidade eletrostática entre a fase estacionária e os íons da fase móvel que regem esse tipo de cromatografia (Collins, 1990). Contudo, o princípio da troca iônica pode ser observado na Figura 6.

Figura 6 – Princípio da cromatografia de troca iônica.



Fonte: Amersham Biosciences (adaptado).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do levantamento realizado no questionário, a carência de produtos zero lactose no mercado, principalmente em cidades e bairros menores. Além disso, faltam enzimas de alta eficiência que realmente eliminam os sintomas causados pela intolerância à lactose. Assim, o desenvolvimento de novos produtos nessa linha pode ser mais explorado pelas indústrias, a fim de trazer mais opções e qualidade de vida para os consumidores e maior variedade na hora da escolha.

Sobre as metodologias de análises, o método de Lane-Eynon é um dos mais simples e de baixo custo para a determinação de açúcares redutores, como a lactose. Apesar disso, tal método é inviável na detecção de lactose em produtos alimentícios, pois além da lactose, muitas vezes os alimentos possuem mais tipos de açúcares redutores em sua composição. Além disso, a técnica possui algumas condições especiais para realizar a titulação, que é a necessidade de controlar o tempo e a temperatura em que a reação ocorre. A indústria dispõe de outras técnicas de análise para identificar a presença de lactose nos alimentos, uma vez que é inegável o desconforto sofrido pelas pessoas diagnosticadas com intolerância à lactose.

Também é importante garantir que produtos zero lactose sejam disponibilizados com mais facilidade para o consumidor e consigam atender a todas as cidades do Brasil com uma variedade significativa.

REFERÊNCIAS

- Accu-Check. **Monitor de Glicemia. Manual de Instruções**. Disponível em: https://debemcomavida.accuchek.com.br/media/6114/manual_active.pdf. Acesso em: 25 out de 2023.
- ACQUARO JÚNIOR, Vinicius Ricardo *et al.* **Desenvolvimento e validação de método para extração e quantificação através de HPLC com índice de refração para lactose em leite pasteurizado**. Scientia Chromatographica, v. 5, n. 2, p. 137-145, 2013.
- ALMEIDA, Mariana Ramos de. **Avaliação da qualidade e variedade de leite em pó e leite condensado por espectroscopia Raman e análise multivariada**. 2011. Dissertação (Mestrado em Química) – Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.
- ASENJO, Juan. **Separation Processes in Biotechnology**, v. 9, USA: Editora Marcel Dekker, 1990.
- BAUERMAN, Andreia. SANTOS, Zilda de Albuquerque. (2019). **Prevalência de intolerância à lactose (por auto relato) em adultos e suas adaptações alimentares**. RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva, 13(79), 306-311. Recuperado de <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1331>. Acesso: 09 set. 2024.
- BIRCH, Gordon Gerard (ed.). **Analysis of Food Carbohydrates**. New York: Elsevier Applied Science Publishers, 1985.
- BORZANI, Walter *et al.*, v.2, São Paulo, SP: Editora Edgard Blücher, 2001.
- Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite Cru Refrigerado**, Brasília, DF, 30 dez 2011. Diário Oficial da União, 2011.
- Brasil. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal**. 1. ed. Brasília: MAPA, 2018. 140 p. ISBN 978-85-7991-111-8.
- Brasil. Resolução - RDC No 135, DE 8 DE FEVEREIRO DE 2017. **Altera a Portaria SVS/MS no 29, de 13 de janeiro de 1998, que aprova o regulamento técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose**. Brasília, DF, 08 fevereiro de 2017. Diário Oficial da União, 2017a.
- Brasil. Resolução - RDC Nº 136, DE 8 DE FEVEREIRO DE 2017. **Estabelece os requisitos para declaração obrigatória da presença de lactose nos rótulos dos alimentos**. Brasília-DF, 08 fevereiro de 2017. Diário Oficial da União, 2017b.
- CALIL, Simone Saad; SILVA, Paulo Roberto Queiroz. **Biossensores: estrutura, funcionamento e aplicabilidade**. In: MOSTRA DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA DA PÓS-

GRADUAÇÃO LATO SENSU DA PUC GOIÁS, 6., 2011. Goiânia: PUC Goiás, 2011. p. 1-20.

CARON, Karine; TROWELL, Stephen. **Highly sensitive and selective biosensor for a disaccharide based on an AraC-like transcriptional regulator transduced with bioluminescence resonance energy transfer**. *Analytical Chemistry*, v. 90, n. 21, p. 12986-12993, 2018.

CARVALHO JUNIOR, Fábio. Ferreira. **Apresentação clínica da alergia ao leite de vaca com sintomatologia respiratória**. *Jornal de Pneumatologia* v. 27, n. 1, p. 17-24, 2001.

COLLINS, Carol.; BRAGA, Gilberto.; BONATO, Pierina. **Introdução a métodos cromatográficos**. 2ª ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 1990.

CONZUELO, Felipe. *et al.* **An integrated amperometric biosensor for the determination of lactose in milk and dairy products**. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 58, n. 12, p. 7141-7148, 2010.

CUTLER, Paul. **Protein Purification Protocols**, v. 244, USA: Editora Humana Press, 2004.

DAMODARAN, Srinivasan.; PARKIN, Kirk. **Química de alimentos de Fennema**. Artmed Editora, 2009.

DANTAS, Adriana; VERRUCK, Silvani; PRUDENCIO, Elane Schwinden. **Ciência e tecnologia de leite e produtos lácteos sem lactose**. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019.

DEKKER, Peter J. T.; DAAMEN, C. B. G. **Enzymes exogenous to milk in dairy technology: β -dGalactosidase**. In: FUQUAY, J.; FOX, P.; MCSWEENEY, P. (Eds.). . *Encyclopedia of dairy sciences*. 2nd. ed. London, UK: Elsevier Ltd, 2011, p. 2:276.

DIETRICH, Jaime. **Intolerância à lactose, um nicho de mercado a ser explorado**. *Revista Leite* 2011.

DORNEMANN, Guilherme Moraes. **Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e não-redutores**. 2016. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

Embrapa. **Anuário Leite 2019: sua excelência, o consumidor**. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa Embrapa Gado de Leite, 2019.

FIORAVANTE, Bruna Matos; SEVERO, Jaícera Neves.; NASCIMENTO, Natália Martins do. **Alimentos industrializados voltados ao público infantil: avaliação da disponibilidade de produtos industriais voltado ao público infantil intolerante à lactose, 2021**. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Alimentos) - Escola Técnica Estadual ETEC de Sapopemba (Fazenda da Juta - São Paulo), São Paulo, 2021.

FOX, Patrick F. Lactose: Chemistry and Properties. In: MCSWEENEY, P. e FOX, P. F. (Ed.). **Advanced dairy chemistry: lactose, water, salts and minor constituents**. New York, NY: Springer New York, 2009, p.1-15.

GÄANZLE, Michael.; HAASE, Gottfried.; JELEN, Paul. **Lactose: Crystalization, Hidrolysis an Valueadded Derivatives**. International Dairy Journal Elsevier. Canadá, p. 685-694, 2008. growth potential.

GURSOY, Oguz. *et al* **Development of a new two-enzyme biosensor based on poly(pyrroleco-3,4-ethylenedioxythiophene) for lactose determination in milk**. Polymer Engineering & Science, v. 58, n. 6, p. 839-848, 2018.

HASHIMOTO, H. *et al*. AMANO PHARM KK (AMAN-C) ENSUIKO SUGAR REFINING CO LTD (ENSU-Non-standard). **Preparing non-reducing disaccharide useful as health food, by reacting alpha-galactosidase with galactose and glucose to obtain oligosaccharide having alphagalactosyl group, and hydrolyzing oligosaccharide using beta-galactosidase**. Int CI07H 001/00. JP4759028-B2. 31 Jul. 2008, Acesso em: janeiro de 2024.

IFT - Institute Of Food Technologists (2012). **Lactose-free dairy market shows growth potential**.

KOSIKOWSKI, Frank. V. WIERZBICKI, Leopold E. **Lactose hydrolysis of raw and pasteurized milks by Saccharomyces lactis lactase**. Journal of Dairy Science, v. 56, n. 1, p. 146-148, 1973.

LIMA, Marcos Antônio Martins; MENDES, José Piragibe Figueiredo. (2003). **Inovação na gestão organizacional e tecnológica: conceitos, evolução histórica e implicações para as micros, pequenas e médias empresas no Brasil**. Produção Online, 3(2), 1-24. doi:10.14488/1676-1901.v3i2.622.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, M.E., Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACDONALD, Helen Bishop. Dairy nutrition: **What we knew then what we know now**. International Dairy Journal v. 18, p. 774- 777, 2008.

MACIEL, Tavany Elisa Santos. **Correlação de medidas de glicosímetros e dosagem laboratorial**. 2014. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/971/1/CT_PPGE_B_M_Maciel%2c%20Tavany%20Elisa%20Santos_2014.pdf. Acesso em: outubro de 2023.

MAHONEY, Raymond R. **Galactosyl-oligosaccharide formation during lactose hydrolysis**: A review. Food Chemistry, v. 63, n. 2, p. 147-154, 1998.

MARCIANA, Mariane Vieira, MARCIANO, Maxwell Vieira, RAUECKER, Ursula Nunes, COELHO, Karine Oliveira. **Consumo e acesso de produtos lácteos sem lactose**. Revista Uningá, 56(1), 58–65. 2019. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/view/2139/1882>. Acesso em 15 mai. 2024.

MATTAR, Rejane; MAZO, Daniel Ferraz De Campos. **Intolerância à lactose: mudança de paradigmas com a biologia molecular**. Revista da Associação Médica Brasileira, v. 56, n. 2, p. 322, 2010.

Megazyme. **Microplate Format Assay Procedure for Lactose and D-Galactose (Rapid)**. 2011. Disponível em: https://secure.megazyme.com/files/Other_automated_assay_procedures/K-LACGAR_ALT.pdf Acesso em: novembro de 2023.

MESQUITA JÚNIOR, Gilmar Alves de; *et al.* **Disponibilidade de iogurtes para consumidores intolerantes à lactose**. Yogurts availability for lactose intolerant consumers. DOI:10.34117/bjdv7n5-070. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.5, p. 44722-44736 may 2021.

Milkpoint. **Euromonitor: consumo de alimentos sem glúten e lactose cresce no Brasil** | Giro de Notícias | MilkPoint, 2018.

PFEUFFER, Maria; SCHREZENMEIR, Jurgen. **Impact of trans fatty acids of ruminant origin compared with those from partially hydrogenated vegetable oils onCHDRisk**. International Dairy Journal v. 16, p. 1383-1388, 2006.

RAMALHO, Maria Eduarda Oliverio.; *et al.* **Intolerância à Lactose e o Processamento dos Produtos Zero Lactose**. Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga – São Paulo – Brasil. 119-133p. 2016.

RENNER, Edmund. **Milk and Dairy Products in Human Nutrition**. Germany: W. G. Mott, University of Glessen Munich, 1983. p 1-450.

RICHMOND, Michael L.; GRAY, J. I.; STINE, C. M. **Beta-galactosidase: review of recent research related to technological application, nutritional concerns, and immobilization**. Journal of Dairy Science, v. 64, n. 9, p. 1759-1771, 1981.

SALVO-COMINO, Coral. *et al.* **Discrimination of milks with a multisensor system based on layer-by-layer films**. Sensors, v. 18, n. 8, p. 2716, 2018.

SCHAAFSMA, Gertjan. **Lactose and lactose derivatives as bioactive ingredients in human nutrition**. International Dairy Journal v. 18, p. 458-465, 2008.

SGARBIERI, Valdemiro Carlos. **Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite**. Revista de Nutrição v. 17, n. 4, p. 397- 409, 2004.

SHAH Nagendra Prasad. **Probiotic bacteria: selective enumeration, and survival in dairy foods**. *J Dairy Sci* 83: 894–907, 2002.

SILVA, Jussara Goulart da; LOPES, Evandro Luiz. **Determinação da lactose ante às metodologias contemporâneas**. Gestão & Regionalidade, v. 35, n. 103, 2019.

SWALLOW, D. M. **Lactose intolerance**. In: FUQUAY, J.; FOX, P.; MCSWEENEY, P. (Eds.). *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2nd. ed. London, UK: Elsevier Ltd, 2011. p. 3:236.

TAVARES, José Torquato de Queiroz *et al.* **Interferência do ácido ascórbico na determinação de açúcares redutores pelo método de Lane e Eynon**. Química Nova, v. 33, n. 4, p. 805-809, 2010.

VINHAL, E.F. **Hidrólise da lactose no leite por β -galactosidase de *Kluyveromyces fragilis***. 2001.100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, MG.

WALSTRA, Pieter; JENNESS, Robert. **Química y física lactológica**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1984. 423 p.

WOLFSCHOON-POMBO, Alan. CASAGRANDE, Homero. **Nova técnica para a determinação da lactose e sacarose no doce de leite**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 37, n. 222, p. 3-7, 1982.

YANG, Danting.; YING, Yibin. **Applications of RAMAN spectroscopy in agricultural products and food analysis: A review**. Applied Spectroscopy Reviews, v. 46, n. 7, p. 539-560, 2011.

ZHOU, Quinn Z. K.; CHEN, Xiao Dong. **Effects of temperature and pH on the catalytic activity of the immobilized β -galactosidase from *Kluyveromyces lactis***. Biochemical Engineering Journal, v. 9, n. 1, p. 33-40, 2001.

APÊNDICE A – Questionário

20/11/2024, 21:28

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

* Indica uma pergunta obrigatória

Seção sem título

1. Qual seu sexo? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Feminino
☐ Masculino

2. Qual sua faixa etária? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 11 a 20 anos
☐ 21 a 30 anos
☐ 31 a 40 anos
☐ 41 a 50 anos
☐ 60+

3. Como descobriu a intolerância? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Exame laboratorial
☐ Teste em casa
☐ Apenas consultando um médico

20/11/2024, 21:28

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

4. Qual ou quais principais sintomas devido a intolerância? *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Gases
- ☐ Diarréia
- ☐ Vômito
- ☐ Azia
- ☐ Constipação
- ☐ Náusea

5. Utiliza algum tipo de lactase? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

6. Se a resposta acima for sim, sente um resultado satisfatório ou apenas diminui os sintomas?

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Alivia os sintomas
- ☐ Satisfatório

7. Quando percebeu que poderia ter intolerância? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Infância
- ☐ Adolescência
- ☐ Adulto
- ☐ Idoso

20/11/2024, 21:28

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

8. Consome algum alimento com lactose em que não sinta desconforto? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

9. Se a resposta acima for sim, quais?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Pães que contenham leite
☐ Leite
☐ Derivados de leite
☐ Doces que contenham leite
☐ Outros

10. Consome algum produto zero lactose? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

11. Se a resposta acima foi sim, quais produtos zero lactose você consome no seu dia a dia?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Leite zero lactose
☐ Iogurtes zero lactose
☐ Pães zero lactose
☐ Queijos zero lactose
☐ Leite condensado zero lactose
☐ Creme de leite zero lactose
☐ Outros

20/11/2024, 21:28

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

12. Se a resposta acima for outros, quais produtos zero lactose consome?

13. Ainda sobre os produtos zero lactose que consome, algum ainda chega a causar um ou mais sintomas, mesmo que seja leve?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Sim
☐ Não

14. Se a resposta acima for sim, quais?

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Gases
☐ Diarréia
☐ Vômito
☐ Azia
☐ Constipação
☐ Náusea

15. Em relação aos produtos zero lactose, encontra dificuldade em encontrá-los em mercados locais? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

20/11/2024, 21:28

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

16. Faz compra destes produtos através da internet? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

17. Possui dificuldade em ler e compreender os rótulos? *

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

18. Se a resposta acima for sim, comente brevemente suas dificuldades.

19. Na sua condição de intolerante a lactose, comente suas maiores dificuldades *
no dia a dia, como encontrar alimentos, lactase, receitas sem leite ou qualquer
dificuldade que esteja amplamente ligada a essa doença.

20/11/2024, 21:28

Levantamento de dados de intolerantes à lactose

20. Finalizando o questionário, sugira mudanças que faria no mercado para sanar suas dificuldades. *

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários