

**UNIVERSIDADE TIRADENTES
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO**

**ELLINY SÁ SOUZA
GEISE DOS SANTOS LIMA VIEIRA
INGRID ARAUJO FERREIRA**

**INULINA: UM NOVO CONTRIBUINTE PARA O TRATAMENTO NUTRICIONAL DA
OBESIDADE E ALTERAÇÕES METABÓLICAS ASSOCIADAS**

ARACAJU/SE

2023

ELLINY SÁ SOUZA
GEISE DOS SANTOS LIMA VIEIRA
INGRID ARAUJO FERREIRA

**INULINA: UM NOVO CONTRIBUINTE PARA O TRATAMENTO NUTRICIONAL DA
OBESIDADE E ALTERAÇÕES METABÓLICAS ASSOCIADAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Tiradentes - UNIT, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Nutrição sob orientação do Prof. Msc. Marcus Vinicius.

ARACAJU/SE

2023

RESUMO

A obesidade é uma doença que envolve excesso de gordura corporal e está associada ao acometimento de comorbidades como o diabetes e doenças cardiovasculares. O presente trabalho propõe-se apresentar como se dá a ação da inulina no tratamento da obesidade e para isso faz-se uma análise geral sobre a mesma. O objetivo dessa pesquisa é esclarecer a função e a utilização de uma fibra solúvel denominada Inulina, diante de seus inúmeros benefícios em sua aplicabilidade e no auxílio do tratamento de alterações que possam acometer o organismo humano nas desordens metabólicas. Trata-se de um estudo de revisão narrativa de literatura, realizada a partir de artigos em inglês e português, publicados entre os anos de 2001 e 2023 e citações pertinentes nas bases de dados eletrônicas Scientific Electronic Library Online Brasil (SciELO), PubMed (US National Library of Medicine, Bethesda, MD) e Google Acadêmico. Nas pesquisas realizadas para a execução desse trabalho, investigou-se as ações da inulina no tratamento da obesidade e a sua importância para o equilíbrio das funções metabólicas. Nesse sentido ressalta-se que uma das descobertas importantes dessa pesquisa é que com a ingestão da inulina podem ser obtidos benefícios que favorecem a perda de peso já que ela contribui para o atraso da absorção dos carboidratos a nível intestinal, controlando os níveis de glicose no sangue minimizando assim o desenvolvimento da resistência à insulina e DM2, minimiza e previne doenças cardiovasculares, pois auxilia na diminuição da inflamação decorrente dessas doenças.

Palavras-chave: Dieta. Inulina. Microbiota Intestinal. Obesidade.

ABSTRACT

Obesity is a disease that involves excess body fat and is associated with comorbidities such as diabetes and cardiovascular diseases. The present work proposes to present how the action of inulin occurs in the treatment of obesity and for this it will be made a general analysis of it. The objective of this research is to clarify the function and use of a soluble fiber called Inulin, in view of its numerous benefits in its applicability and in the treatment of alterations that may affect the human organism in metabolic disorders. This is a narrative literature review study, based on articles in English and Portuguese, published between 2001 and 2023 and pertinent citations in the electronic databases Scientific Electronic Library Online Brazil (SciELO), PubMed (US National Library of Medicine, Bethesda, MD) and Google Scholar. In the research carried out for the execution of this work, the actions of inulin in the treatment of obesity and its importance for the balance of metabolic functions were investigated. In this sense, it is emphasized that one of the important findings of this research is that with the ingestion of inulin benefits can be obtained that favor weight loss, since it contributes to the delay of the absorption of carbohydrates at the intestinal level, controlling blood glucose levels, thus minimizing the development of insulin resistance and DM2. It minimizes and prevents cardiovascular diseases, as it helps to decrease inflammation resulting from these diseases.

Keywords: Diet. Inulin. Gut Microbiota. Obesity.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA	7
3 REVISÃO DE LITERATURA	7
3.1 O processo fisiopatológico da obesidade	7
3.2 Alterações no controle glicêmico causadas pela obesidade	9
3.3 Associação da obesidade com alterações no perfil lipídico	10
4 DIETA X OBESIDADE	11
4.1 A diversidade da microbiota intestinal	12
4.2 Impacto da dieta e função da microbiota intestinal	13
5 INULINA	15
5.1 A fermentação da inulina e seus efeitos sobre a produção de ácidos graxos	15
5.2 Efeito da inulina sobre a microbiota intestinal	16
5.3 Suplementação da inulina e melhoria das funções metabólicas	17
6 CONCLUSÕES	20
REFERÊNCIAS	21

1- INTRODUÇÃO

A obesidade, decretada e categorizada como doença pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (WHO, 2018), está associada a várias comorbidades como doenças cardiovasculares (DCVs), Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2), entre outras patologias. Além disso, tem sido considerada uma pandemia moderna onde há um grande efeito epidemiológico para a população, apresentando elevadas taxas de incidência e prevalência a nível mundial (JAYNE *et al.*, 2020). Caracterizada pelo aumento do tecido adiposo, sua origem tem etiologia multifatorial tendo como suas causas principais fatores ambientais, genéticos, culturais e sociais (JACCKS *et al.*, 2019).

A nível clínico, uma medida que vem sendo utilizada na classificação da obesidade é o índice de massa corporal (IMC), que leva em consideração a altura e o peso do indivíduo. Índices maiores que 30 Kg/m² recebem o diagnóstico clínico de obesidade, que nesse contexto se limita apenas à detecção do aumento de massa corporal e não do percentual ou distribuição de gordura (NCD, 2016). Alterações em hormônios intestinais, hepáticos e reguladores da saciedade (Grelina e Leptina) em circuitos neurais também são utilizados para auxiliar na definição e diagnóstico da obesidade (MELDRUM *et al.*, 2017).

Dados brasileiros, indicam um crescimento exponencial das taxas de obesidade no país, dados da pesquisa de vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico (Vigitel), apontaram que houve aumento de 67,8% do índice de obesidade nos últimos anos, saindo de um percentual de 11,8% em 2006 para 19,8% em 2018. Em relação às classificações por gênero, no ano de 2018 as mulheres apresentaram índices maiores de obesidade, 20,7%, em relação aos homens, 18,7% (BRASIL, 2019).

Frente ao impacto fisiológico e social causados pela obesidade, alguns estudos permeiam abordagens que objetivam reduzir ou minimizar suas consequências danosas. Nesse aspecto tratamento dietoterápicos não farmacológicos, têm ganhado relevância, sendo um deles, a ingestão de inulina (BESSESEM, GAAL, 2018). Devido à sua composição e estrutura química, a inulina quando ingerida não sofre hidrólise pela porção superior do Trato Gastrointestinal (TGI) superior, fazendo que não ocorra

a digestão. Desse modo, ela percorre o (TGI) onde sofre fermentação bacteriana pela microflora intestinal, principalmente pelas Bifidobactérias, onde assume a função de prebiótico (LEE, SALMINEN, 2001).

O presente estudo tem, portanto, o objetivo de esclarecer a utilização da fibra solúvel denominada Inulina no controle da obesidade e alterações metabólicas associadas, diante de seus inúmeros benefícios e aplicabilidade.

2 - METODOLOGIA

Trata se de um estudo de revisão narrativa de literatura, realizada a partir de artigos em inglês e português, publicados entre os anos de 2001 e 2023 e citações pertinentes nas bases de dados eletrônicas Scientific Electronic Library Online Brasil (SciELO), PubMed (US National Library of Medicine, Bethesda, MD) e Google Acadêmico. Os artigos foram buscados entre os meses de março e novembro do presente ano, incluindo citações relevantes a respeito da obesidade e aplicabilidade da fibra Inulina no seu tratamento.

Utilizando as palavras para busca: Suplementação e inulina, Uso da Inulina Sobre a Microbiota Intestinal e Tratamento da Obesidade com a Inulina, Doenças Cardiovasculares e Inulina, Perfil Glicêmico (Supplementation and inulin, Use of Inulin on the Intestinal Microbiota and Treatment of Obesity with Inulin, Cardiovascular Diseases and Inulin, Glycemic Profile). Sendo assim, por meio de leitura dos documentos encontrados, foram escolhidos os que continham informações de acordo com os propósitos da pesquisa, selecionando os mais atualizados.

3- REVISÃO DE LITERATURA

3.1– O PROCESSO FISIOPATOLÓGICO DA OBESIDADE

O processo fisiopatológico da obesidade determinada pela progressão crônica no aumento do peso relacionado a alterações metabólicas e fisiológicas o que mostra

que o aumento do peso está diretamente relacionado ao aumento do tecido adiposo, levando dessa forma a um acúmulo excessivo de gordura (JACCKS *et al.*, 2019).

O aumento do tecido adiposo, juntamente com outros mecanismos imediatos que funcionam como indutores da resposta inflamatória, estão associados aos desequilíbrios dos níveis centrais de leptina, alterando assim suas propriedades metabólicas, consequentemente contribuindo para o processo de inflamação (APOSTOLOPOULOS *et al.*, 2016).

Desse modo, células imunológicas como os macrófagos, agem como imunomoduladoras na estimulação da produção de citocinas anti-inflamatórias pelos adipócitos e na neutralização das citocinas pró inflamatórias, ainda a nível tecidual, buscando equilibrar a resposta inflamatória sistêmica (BRIMELOW *et al.*, 2017).

A produção elevada de citocinas pró-inflamatórias como (IL-8, IL-6, IL-1, TNF-, entre outras) associada à desregulação e expansão do tecido adiposo, impulsiona a um estado inflamatório, esse que é caracterizado pela literatura como um quadro de inflamação, crônica sistêmica e de baixo grau (GALMES *et al.*, 2019).

Essa nomenclatura, diz respeito a inflamação ocasionada pela obesidade, não apresenta os sinais típicos de uma inflamação comum, mas que é semelhante aos demais quadros inflamatórios por apresentar os mesmos distúrbios gerados pelos mediadores celulares assim como a ativação das mesmas vias de sinalização intracelular (BRIMELOW *et al.*, 2017).

Nos últimos anos, crescentes evidências ligando a obesidade à microbiota intestinal (MI), também têm sido relatadas. O desenvolvimento do Projeto Microbioma Humano (HMP) que consistia em demonstrar a praticabilidade da caracterização do Microbioma Humano abre espaços para o estudo das suas variações em função da população, genótipo, doença, idade, nutrição, medicação e meio ambiente, promoveu o estudo aprofundado da microbiota intestinal. A partir da hipótese de que a microbiota intestinal pode ser um fator ambiental relevante na obesidade levou-se ao estudo dos microbiomas intestinais de indivíduos obesos. Muitos microrganismos intestinais têm sido identificados e relacionados à obesidade, eles induzem a ocorrência e o desenvolvimento da obesidade ampliando a absorção de energia do hospedeiro, aumentando o apetite central, o armazenamento de gordura, contribuindo para a inflamação crônica (LIU *et al.*, 2021).

A diversidade da MI é outro importante fator relacionado à obesidade (LIU *et al.*, 2021). Diante dos estudos sobre diversidade da MI, é relatado que pessoas que sofrem de obesidade têm a tendência de ter uma microbiota menos diversificada em comparação a indivíduos que possuem a prevalência de certos grupos de organismos associados a uma flora intestinal equilibrada e saudável (GUARINO *et al.*, 2020).

3.2 ALTERAÇÕES NO CONTROLE GLICÊMICO CAUSADAS PELA OBESIDADE

O fígado é um órgão que contribui para a manutenção das concentrações de glicose, tanto no jejum, por fornecer glicose por meio da gliconeogênese e/ou glicogenólise, assim como no estado pós-prandial por inibir esses processos, e o pâncreas responsável pela produção dos hormônios insulina e glucagon. Contudo, quando ocorre redução da sensibilidade hepática, à degradação da gliconeogênese, exercida pela insulina, pode estar reduzida, causando uma elevação da glicemia caso não haja compensação pancreática (NG, 2013).

O músculo e o tecido adiposo também são atingidos, no qual a diminuição da sensibilidade à insulina pode minimizar a capacidade de captação de glicose por esses tecidos. Indivíduos acometidos pelas compensações pancreáticas, como hipersecreção de insulina e aumento da massa de células beta, podem não conseguir secretar concentrações de insulina suficiente para manutenção da homeostase glicêmica nessa condição, apresentando o aumento da glicemia ou até mesmo o desenvolvimento da DM2 (NG, 2013).

A homeostase glicêmica, sucede quando existe o metabolismo harmônico das concentrações de glicose e sua utilização pelas diversas células do organismo por meio de uma adequada sensibilidade à insulina circulante, se tornando afetada por disfunções metabólicas e imunitárias presentes na obesidade (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2014).

A resistência à insulina, condição na qual tecidos não conseguem responder adequadamente a insulina circulante, parece ser uma das primeiras condições responsáveis pela alteração da homeostase. As células hepáticas, musculares e

adipócitos são as mais acometidas pela resistência insulínica, estado comum relacionado à obesidade e que também pode preceder o desenvolvimento do DM2 (LEE; LEE, 2013).

3.3 ASSOCIAÇÃO DA OBESIDADE COM ALTERAÇÕES NO PERFIL LIPÍDICO

Evidências clínicas e epidemiológicas têm associado a obesidade a um amplo espectro de DCVs. A Obesidade pode aumentar morbimortalidade por DCV direta que tem seus efeitos diretos mediados por adaptações estruturais funcionais do sistema cardiovascular, que são induzidas pela obesidade para acomodar o excesso de peso corporal, bem como pelos efeitos da adipocina na inflamação e homeostase vascular. São mediados por fatores de risco de DCV coexistentes como resistência à insulina, hiperglicemia, hipertensão e dislipidemia que são efeitos indiretos (KOLIAKI *et al.*, 2019).

A obesidade tem um papel importante na aterosclerose e na doença arterial coronariana, altera as estruturas funcionais do coração causando insuficiência cardíaca. A patogênese da obesidade e da aterosclerose tem vários fatores comuns, em ambos os casos, lipídios, partículas de LDL oxidada e ácidos graxos livres ativam o processo inflamatório e desencadeiam a doença (CSIGE *et al.*, 2018).

Cerca de 31% de todas as mortes no mundo são causadas pelas DCVs, que incluem as patologias: doença arterial coronariana (DAC), a doença cerebrovascular (AVC) e a doença vascular periférica, que são as doenças não transmissíveis mais comuns em todo mundo (TRAUTWEIN, MCKAY, 2020).

A DCV é um problema de alta prevalência e uma de suas principais manifestações, a dislipidemia, que compreende níveis séricos elevados de colesterol, de lipoproteína, de baixa densidade (LDL-C), triglicérides (TG) e colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL-C) baixo, apresentando elevado risco pré-estabelecido para a doença arterial coronariana (DAC). Além de ser influenciada por fatores genéticos e do hábito de vida de cada um, incluindo as dietas e a gordura consumida na alimentação em particular requerendo a necessidade de maior atenção

(SANTOS *et al.*, 2018; POLLIN, QUARTUCCIO, 2013).

4- DIETA X OBESIDADE

A dieta é considerada uma das principais estratégias para tratar a obesidade, várias são os tipos e combinações de dietas, dentre as quais estão as abordagens dietéticas com baixo teor de gordura e baixo teor de carboidratos simples (aqueles de rápida absorção), dieta mediterrânea, entre outras que constam na literatura, são recomendadas. Elas frequentemente são prescritas baseando-se em mudanças em diferentes grupos de alimentos para alcançar um déficit calórico diário e contínua. A estimulação da fome, a saciedade e o gasto de energia podem ser influenciados por diversos modelos de dietas, pois as mesmas podem alterar a secreção hormonal e a sinalização intestino-cérebro (AASETH *et al.*, 2021). O quadro abaixo representa a dinâmica da dieta mediterrânea:



“Figura 1 - Quadro representativo da dieta Mediterrânea”.

Sendo uma das doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) mais acometidas na população a nível global, a obesidade é caracterizada como uma pandemia moderna afetando diversas pessoas no mundo ao ano. De acordo com a OMS, estima-se que um a cada oito adultos jovens está obeso, e projeções futuras apontam que em 2025 cerca de 2,3 bilhões de pessoas desenvolvam sobrepeso, sendo que destas, mais de 700 milhões serão obesas (WHO, 2018).

4.1 - A DIVERSIDADE DA MICROBIOTA INTESTINAL

Diante dos estudos sobre diversidade da microbiota intestinal, é relatado que pessoas que sofrem de certas condições de saúde tal como o diabetes, que têm a tendência de ter uma microbiota menos diversificada em comparação a indivíduos que possuem a prevalência de certos grupos de organismos associados a uma microflora intestinal estável e saudável (GUARINO *et al.*, 2020).

De acordo com Cani (2009), uma vez que o intestino é exposto constantemente a patógenos e que a barreira imunológica é amplamente construída nesse ambiente, é necessário uma visão mais abrangente sobre qual maneira os nutrientes impactam na prevenção de doenças (CANI *et al.*, 2009).

A MI tem uma composição microbiana que compreende vários táxons de microrganismos, como bactérias, vírus, protozoários e fungos, por isso, é vista como um ecossistema complexo, ela exerce um papel relevante na maioria dos aspectos da saúde e bem-estar humano. Estima-se que o trato gastrointestinal humano abriga aproximadamente 100 trilhões de microrganismos, compreendendo mais de 1000 espécies bacterianas. Dada a sua importância, a microbiota gastrointestinal tem sido extensivamente estudada (RINNINELLA *et al.*, 2019; RAJILIĆ STOJANOVIĆ, 2014).

Dessa maneira, o microbioma intestinal humano se apresenta mais diverso que o das células humanas, trazendo uma maior dificuldade de compreender sua totalidade de como os metabólitos desses organismos impactam na saúde e como agem no desenvolvimento das doenças (YANG *et al.*, 2020).

A composição da MI não é igual em todos os humanos, sendo que existe uma larga variabilidade e distinção entre cada indivíduo. Transições infantis, como a idade gestacional do nascimento, tipo de parto, práticas de alimentação do leite, e desmame infantil, hábitos alimentares, idade, consumo de probióticos e prebióticos, uso de antibióticos, comorbidades intestinais e até mesmo doenças metabólicas são fatores que podem alterar continuamente a diversidade e a função da microbiota (SAKKAS *et al.*, 2020; TOMOVA *et al.*, 2019).

4.2- IMPACTO DA DIETA E FUNÇÃO DA MICROBIOTA INTESTINAL

Dentre os fatores influentes na microbiota intestinal, a dieta (macro e micronutrientes) é a que exerce maior influência na modulação da microbiota como um todo. A maneira como esses fatores intervêm na microbiota, abre uma infinidade de possibilidades para o desenvolvimento de novos tratamentos de saúde humana. (YANG *et al.*, 2020). Visto que, os micróbios intestinais estão envolvidos na digestão, absorção, metabolismo e transformação de macronutrientes não digeridos, extraindo compostos benéficos e bioativos para o hospedeiro humano (BORDING *et al.*, 2021).

A MI pode ser considerada uma importante reguladora do estado metabólico e imunológico, exercendo diversas reações bioquímicas no hospedeiro que poderão influenciar diretamente indivíduos com obesidade como: aumento da extração energética proveniente dos alimentos, modulação da adiposidade pela mudança na expressão de genes que são envolvidos na oxidação e armazenamento de gorduras, produção de hormônios do sistema enteroendócrino e alteração da permeabilidade gastrointestinal (MORAN; SHANAHAN, 2014). Diante disso define-se que o MI desempenha um papel importante na manutenção da homeostase intestinal e está envolvido na ocorrência e progressão de doenças metabólicas, como obesidade e diabetes (LUO *et al.*, 2022).

Mostrando que a MI depende de resíduos alimentares que o corpo humano não digere, muco secretado pelo intestino e células mortas que são derramadas como nutrientes para manter seus altos níveis populacionais. A MI ativa produzirá um

grande número de substâncias fisiologicamente intensificadas, incluindo ácidos graxos de cadeia curta, vitaminas e produtos benéficos à saúde, como produtos anti-inflamatórios, analgésicos e antioxidantes, juntamente com produtos potencialmente nocivos, como neurotoxinas, carcinógenos e imunotoxinas. Esses produtos podem entrar no sangue, regular diretamente a expressão de genes e afetar os processos imunológicos e metabólicos humanos (CANFORA *et al.*, 2019).

Embora controvérsias em torno das especificidades de uma microbiota saudável permaneçam, tem sido sugerido que ela pode ser definida por resistência (capacidade de resistir a perturbações) e resiliência (retorno ao estado basal). Da mesma forma, a riqueza microbiana (número de micróbios) e a diversidade (a quantidade de micróbios diferentes), ou seja, a diversidade são frequentemente marcadores associados de uma microbiota saudável. Além disso, certos gêneros bacterianos podem ser considerados simbioses benéficos, o que significa que vivem em uma relação mutuamente benéfica como hospedeiro humano. Ao mesmo tempo, outros gêneros bacterianos têm sido classificados como patógenos potenciais e um desequilíbrio na proporção dessas bactérias poderia aumentar a suscetibilidade do hospedeiro à doença (VALDES *et al.*, 2018).

Para que a MI esteja saudável é necessário que a mesma encontre-se em simbiose (relação entre as bactérias presentes no sistema digestivo e o nosso organismo funciona de maneira benéfica para ambos), o contrário chama-se disbiose que pode levar a produção anormal de metabólitos e à ruptura da barreira intestinal (LUO *et al.*, 2022).

A saúde da MI é um fator relevante para o desenvolvimento de DM2, além dos fatores genéticos e ambientais (HAN *et al.*, 2014). Algumas bactérias existentes na MI se diferem das Gram-negativas e Gram-positivas. Quando as Gram-negativas estão em maioria, obtém o papel de estimular a inflamação, de modo a cumprir um papel significativo no desenvolvimento de DM2, e para obter equilíbrio da microbiota, os probióticos, que são bactérias Gram-positivas, auxiliam na diminuição dessa inflamação (TORTORA *et al.*, 2012).

Ultimamente, as modulações da MI com uso dos probióticos estão ganhando muito interesse no controle da patologia, pois controlam a disbiose intestinal, repara a função da barreira, a sensibilidade insulínica e reduz inflamações sistêmicas crônicas

(KADOOKA *et al.*, 2010).

5 - INULINA

A inulina, é uma espécie de planta perene encontrada abundantemente na Europa e na Ásia Oriental, que pode ser naturalmente obtida em raízes de chicória, alcachofras, aspargos, alho-poró, cebolas, banana, trigo e alho (STOJANOVIĆ-RADIĆ *et al.*, 2012) (APOLINÁRIO *et al.*, 2014; ROBERFROID, 2007; GANGTA *et al.*, 2023; SANTANA *et al.*, 2016).

Caracterizada como um polissacarídeo de reserva, tendo solubilidade em água e pertencendo ao grupo dos frutanos, grupo de carboidratos não digeríveis (SHOAIB *et al.*, 2016), os frutanos que são oligossacarídeos e polissacarídeos à base de frutose de origem natural, geralmente ligados a uma molécula de glicose (KORCZAK, SLAVIN, 2018; GARCÍA-VILLALBA *et al.*, 2023;). Sua estrutura molecular a torna indigerível no intestino delgado humano. No entanto, pode ser fermentado no intestino grosso pela microflora intestinal (APOLINÁRIO *et al.*, 2014). O seu uso vem sendo estudado e utilizado para obtenção de resultados mais eficazes, principalmente em se tratando de adesão às dietas (STOJANOVIĆ-RADIĆ *et al.*, 2012).

Frutanos do tipo inulina são aceitos pela *International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics* (ISAPP), como prebióticos, que são substâncias seletivamente utilizadas por microrganismos hospedeiros fornecendo assim benefícios à saúde (HUGHES *et al.*, 2022).

5.1 - A FERMENTAÇÃO DA INULINA E SEUS EFEITOS SOBRE A PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS

Tradicionalmente, as fibras alimentares são divididas em categorias solúveis e insolúveis. As fibras solúveis dissolvem-se em água, como a inulina, formando géis viscosos, eles não são digeridos no intestino delgado e são facilmente fermentadas

pela microflora do intestino grosso. Entretanto, há as fibras insolúveis que não são solúveis em água, portanto não formam géis, e sua fermentação é limitada. A maioria dos alimentos que contêm fibras é constituída de um terço de fibras solúveis e dois terços de insolúveis (WONG, 2007).

A inulina é resistente à digestão e suas moléculas não são absorvidas pela parte superior do intestino, após serem ingeridas suas moléculas chegam sem sofrer alterações na região do cólon. São posteriormente hidrolisados e fermentados por bactérias produzindo ácidos graxos de cadeia curta - AGCC (ROBERFROID, 2007).

A produção de AGCC vão ser metabolizados e absorvidos em diversas partes do corpo (FLAMM *et al.*, 2001), dos quais é importante destacar o butirato, acetato e o propionato, estas substâncias são utilizadas pelas células epiteliais da mucosa, em algum grau, para obter energia (ALONSO, GUARNER, 2013). Dessa maneira, o valor desses carboidratos que não são digeridos, e sim fermentados, vai depender do grau de fermentação da colônia onde foi inserido. Seus valores podem variar entre 0 e 2,5 kcal e pode produzir até 17 mol de ATP/mol provenientes da quebra dos ácidos graxos de cadeia curta (ROBERFROID, 2007).

O aditamento na produção de AGCCs, como resultado da fermentação, resulta na diminuição do pH intracelular e colônico. O meio mais ácido impede o desenvolvimento de organismos patogênicos bem como a formação de produtos de degradação tóxicos, além de reduzir a solubilidade dos ácidos biliares (SCOTT *et al.*, 2008).

5.2 - EFEITO DA INULINA SOBRE A MICROBIOTA INTESTINAL

Muitos estudos têm demonstrado que os frutanos do tipo inulina (FOS) exercem um efeito prebiótico sobre a MI, promovendo a abundância de *Bifidobacterium*, *Lactobacillus* e *Faecalibacterium prausnitzii*. Os efeitos benéficos para a saúde relatados após o consumo de ITF incluem melhora da função de barreira intestinal, diminuição dos triglicerídeos e melhora do perfil lipídico (HUGHES *et al.*, 2022).

Como a fermentação de prebióticos promove a produção de substâncias benéficas essas, por sua vez, competem com espécies prejudiciais e se mostram com

propriedades imunomoduladoras. Os metabólitos da fermentação prebiótica também apresentam capacidades anti-inflamatórias, sugerindo um papel interessante no tratamento de algumas condições patológicas (GUARINO *et al.*, 2020).

Os principais produtos finais do metabolismo são ácidos os graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), mas uma variedade de outros metabólitos também são produzidos como lactato, piruvato, etanol, hidrogênio e succinato (LUO *et al.*, 2022).

Um dos maiores objetivos da ciência dos alimentos funcionais é identificar componentes alimentares que tenham capacidade de atuar positivamente na microbiota ajudando no fortalecimento, restauração e reequilíbrio dos indivíduos (ROBERFROID, 2005).

5.3 - SUPLEMENTAÇÃO DA INULINA E MELHORIA DAS FUNÇÕES METABÓLICAS

A simbiose intestinal sustentada pela suplementação de inulina exerce opções preventivas e/ou terapêuticas para muitos distúrbios metabólicos, incluindo obesidade, DM2 e doenças cardiometabólicas (TAWFICK *et al.*, 2022).

A maioria dos benefícios da ingestão de inulina, estão relacionados ao seu papel fermentável e prebiótico. Os efeitos prebióticos benéficos gerados da inulina dentro do intestino, especificamente, ajudam o crescimento de bactérias intestinais benéficas que são necessárias para várias funções metabólicas, isso ocorre porque as bactérias prebióticas fermentam os carboidratos não-digeríveis provenientes dos alimentos no intestino (DEGHAN *et al.*, 2014). Sua atuação na redução do peso através da diminuição do tecido adiposo (ação na lipogênese e lipólise) ocorre porque ela produz butirato, principal produto da fermentação da inulina, aumentando a produção de peptídeos anorexígenos (hormônios que influenciam no controle da fome e saciedade) (MISTRY *et al.*, 2018).

O uso da inulina faz com que os frutooligossacarídeos (FOS) ajudem a reduzir a absorção de glicose pelos mesmos mecanismos dos quais as fibras altamente

fermentáveis podem afetar o requerimento e a sensibilidade à mesma, por sua capacidade de aumentar a produção de peptídeo-1 semelhante ao glucagon (GLP-1), um hormônio que aumenta à medida que a glicose é absorvida e diminui a produção de glucagon (ROBERFROID, 2007).

O uso de frutanos tipo inulina, têm sido testados quanto à sua capacidade de modular e melhorar o metabolismo lipídico (HAN *et al.*, 2013). Os ácidos graxos de cadeia curta resultantes da sua fermentação possivelmente causam diminuição das concentrações sistêmicas dos lipídeos sanguíneos, através da inibição da síntese de colesterol hepático e/ou da redistribuição do colesterol do plasma para o fígado (DEGHAN *et al.*, 2014).

Além disso, a inulina, como não é digerida, reduz a eficiência de hidrólise de enzimas e torna mais lenta a velocidade na qual a glicose entra na corrente sanguínea, por isso tem a capacidade de prolongar o período de saciedade. Outra influência no metabolismo em geral está relacionada com os ácidos graxos de cadeia curta, que são produzidos durante a fermentação, e aumentando a tolerância à glicose (BROERS *et al.*, 2020).

Seu uso como suplemento auxilia na diminuição de marcadores inflamatórios devido a sua ação prebiótica. Isso ocorre porque há um aumento na atividade bacteriana de cepas como *Lactobacillus* spp e *Bifidobacterium* ssp, uma vez que o consumo de fibras como a inulina está ligada a modulação gênica que pode auxiliar na melhoria dos quadros de acúmulo de gordura hepática e redução do risco de arterosclerose através da regulação da inflamação. (DEGHAN *et al.*, 2014).

Sendo assim os probióticos, *Lactobacillus*, tem sido o mais explorado, destacando-se a espécie *Lactobacillus Acidophilus*, na forma isolada ou em associação com multicepas fator que demonstra resultados significativos no manejo de alterações glicêmicas em indivíduos com DM2, esses benefícios dos probióticos contendo diferentes espécies de Lactobacilos, ocorrem devido sua capacidade de aderirem à mucosa gastrointestinal, ajudando a eliminar microrganismos que causam doenças, mantendo o equilíbrio da microbiota local, já que fortalecem o sistema imunológico (CANI *et al.*, 2009).

De acordo com Kim, *et al.*, (2017), há evidências de administração de multicepas de probióticos na redução significativa da glicemia de jejum, hemoglobina

glicada e HOMA-IR, e apontamento que resultam em maior efetividade no controle destes parâmetros em indivíduos com DM2. Outros estudos apontam que probióticos contendo cepas com *bifidobacterium* possuem ações anti-inflamatórias e imunomoduladoras, já que agem como moduladores no sistema imunitário da mucosa intestinal do hospedeiro, diminuindo assim, a produção de bactérias patogênicas como por exemplo a *escherichia coli* e *enterococos*, que são responsáveis por desenvolver infecções no (TGI) (BELIAVSKAIA *et al.*, 2001).

A Organização Mundial da Saúde - OMS também recomenda a ingestão de 27 a 40 g de fibra ao dia, que podem ser solúveis ou insolúveis. Nesse sentido, a inulina se classifica como uma forte candidata para a depleção das consequências danosas relacionadas à obesidade (SHOAIB *et al.*, 2016). No quadro a seguir as recomendações do uso da inulina:



“Figura 2 – Recomendações do uso da inulina”.

É importante identificar estratégias de manejo e alimentação para otimizar a saúde intestinal, por exemplo, o consumo das doses sugeridas para adultos saudáveis de 10 g/dia de inulina nativa ou 5 g/dia de extrato de chicória naturalmente rico em em

inulina. O efeito combinado de probióticos e inulina parece mais ser mais eficaz, eficiente, e com melhores resultados para indivíduos com DM2 e obesidade (TAWFICK, *et al.*, 2022).

O enriquecimento de bactérias produtoras de AGCC com o uso da suplementação torna a inulina mais categórico como um prebiótico, pois inibe a progressão de doenças, regulando a inflamação intestinal e a imunidade do hospedeiro e até mesmo diminuindo a sensibilidade à insulina e melhorando o metabolismo energético (LUO *et al.*, 2022). Aponta-se também que a ingestão de fibras (prebióticos) possibilita mudanças na composição e quantidade de microrganismos, com aumento da síntese de AGCCs, que agem na manutenção da integridade da barreira intestinal, na síntese de muco, como propriedade anti-inflamatória, além de diminuir a proliferação celular descontrolada no colorretal; tudo isso pode influenciar secundariamente no tratamento da resistência à insulina (SILVA *et al.*, 2020; NOGAL *et al.*, 2021). A inulina também estimula o aumento de bactérias produtoras de butirato, como *Faecalibacterium prausnitzii*, espécie menos abundante em diabéticos e indivíduos com obesidade (VULEVIC *et al.*, 2013).

6 - CONCLUSÕES

A inulina por ser considerada um alimento funcional e que exerce benefícios ao organismo humano e também a nutrição propriamente dita, serve de alimento para as bactérias benéficas do intestino, diminuindo a probabilidades de possíveis danos a flora intestinal, mantendo-a saudável e evitando inflamações. Como não é digerida e nem absorvida no decorrer do trato digestório, e sim fermentada por um grupo de bactérias no cólon que beneficiam a saúde do hospedeiro, traz potencial efeito benéfico ao organismo. Dentre os potenciais efeitos benéficos desse prebiótico ao organismo tem-se a redução de peso corporal, ou seja, favorecem o tratamento contra a obesidade por beneficiar o aumento da digestão dos alimentos, prolongando a sensação de saciedade e diminuindo a fome.

Nas pesquisas realizadas para a execução desse trabalho, investigou-se as ações da inulina no tratamento da obesidade e a sua importância para o equilíbrio das funções metabólicas. Nesse sentido ressalta-se que uma das descobertas importantes

dessa pesquisa é que com a ingestão da inulina podem ser obtidos benefícios que favorecem a perda de peso já que ela contribui para o atraso da absorção dos carboidratos a nível intestinal, controlando os níveis de glicose no sangue minimizando assim o desenvolvimento a resistência à insulina, possível desencadeamento do DM2, diminuição e prevenção a doenças cardiovasculares, e auxiliando a redução de marcadores inflamatórios decorrente dessas doenças.

Quanto ao tratamento da obesidade, a inulina pode ser consumida na forma de pó ou cápsulas, tem o potencial de ajudar o indivíduo a emagrecer por formar um tipo de gel no estômago, que aumenta o tempo de digestão dos alimentos, prolongando a sensação de saciedade e diminuindo a fome. No entanto, para ajudar no emagrecimento, a inulina deve fazer parte de uma dieta saudável, associada à prática regular de atividades físicas e até fazer uso da variedade de alimentos ricos em inulina como por exemplo: alho cru, cevada crua, raiz de chicória, aspargo cozido, cebola crua, centeio cozido, folhas cruas de dente de leão, trigo, banana e alho poró cru e outros alimentos que também contêm inulina são a batata yacon, o agave, a bardana e o inhame selvagem, tudo isso alinhado a consultas com um médico ou nutricionista para indicar a dosagem adequada do suplemento inulina.

REFERÊNCIAS

AASETH, J. et al. **Diets and drugs for weight loss and health in obesity– An update.** *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 140, p. 111789, 2021.

ALONSO, V. R; GUARNER, F. **Linking the gut microbiota to human health.** *British Journal of Nutrition*, v. 109, n. S2, p. S21-S26, 2013.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. **Therapy for Diabetes Mellitus and Related Disorders.** Alexandria, VA. American Diabetes Association, 2014.

APOLINÁRIO, A. C., et al. **Inulin-type fructans: A review on different aspects of biochemical and pharmaceutical technology.** *Carbohydrate Polymers*, 101, 368–378, 2014.

APOSTOLOPOULOS. V, DE COURTEN MPJ, STOJANOVSKA L, BLATCH GL, TANGALAKISK, DE COURTEN B. **The complex immunological and inflammatory network of adipose tissue in obesity.** Mol Nutr Food Res. 2016;60(1):43-57.

BELIAVSKAIA, V.A. et al. **Adjuvant properties of subalin, a recombinant interferon-producing probiotic.** Zhurnal Mikrobiologii Epidemiologii i Immunobiologii, Moskva, v.78, n.6, p.77-82, 2001.

BESSESEN, D. H; GAAL, L. F. V. **Progress and challenges in anti-obesity pharmacotherapy.** The Lancet: Diabetes & Endocrinology. Volume 3. Issue 3. 2018: 237-248.

BORDING, K. et al. **Diet and the microbiota–gut–brain axis: sowing theseeds of good mental health.** Advances in Nutrition, v. 12, n. 4, p. 1239-1285, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigitel Brasil 2019: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico.** Brasília, DF: MS, 2019. Disponível em: www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-controle/publicacoes/svsa/vigitel. Acessado em: 17 de outubro de 2023.

BRIMELOW, R. E. et al. **Um papel da lactoferrina e das imunoglobulinasderivadas do soro de leite na atenuação da inflamação e doenças relacionadas à obesidade.** Resenhas críticas em ciência de alimentos e nutrição, v. 57, n. 8, pág. 1593-1602, 2017.

BROERS, J; VAN D. B, S et al. **Determinants of prebiotic vegetable consumption: the extended theory of planned behaviour.** Archives of Public Health. Vol.78. 1-9, 2020.

CANFORA, E. E. et al. **Gut microbial metabolites in obesity, NAFLD and T2DM.** Nature Reviews Endocrinology, v. -273, 201915, n. 5, p. 261.

CANI PD, POSSEMIERS S, VAN, W T, G. Y, EVERARD A, ROTTIER O, et al. **Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability.** Gut. 2009;58(8):1091-103.

CSIGE, Imre et al. **The impact of obesity on the cardiovascular system.** Journal of diabetes research, v. 2018, 2018.

DEHGHAN, P.; POURGHASSEM G.B., & ASGHARI JAFAR-ABADI, M. **Oligofructose enriched inulin improves some inflammatory markers and metabolic endotoxemia in women with type 2 diabetes mellitus: A randomized controlled clinical trial.** *Nutrition*. Irã. Vol 30. Num 4. 2014. p. 418–423.

FLAMM, G. et al. **Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence.** *Critical reviews in food science and nutrition*, v. 41, n. 5, p. 353- 362, 2001.

GALMÉS, S. et al. **A genetic score of predisposition to low-grade inflammation associated with obesity may contribute to discern population at risk for metabolic syndrome.** *Nutrients*, v. 11, n. 2, p. 298, 2019.

GANGTA, R, et al. **Optimization of pre-drying treatment and drying mode for reducing browning to produce shelf stable fructooligosaccharide rich yacon (Ground Apple) powder.** *South African Journal of Botany*, 2023, 157: 96- 105.

GARCÍA-VILLALBA, W. G. et al. **Agave fructans: a review of their technological functionality and extraction processes.** *Journal of Food Science and Technology*, v. 60, n. 4, p. 1265-1273, 2023.

GUARINO, M. P. L. et al. **Mechanisms of action of prebiotics and their effects on gastro-intestinal disorders in adults.** *Nutrients*, v. 12, n. 4, p.1037, 2020.

HAN, K. et al. **Inulin-type fructans with different degrees of polymerization improve lipid metabolism but not glucose metabolism in rats fed a high-fat diet under energy restriction.** *Digestive diseases and sciences*, v. 58, p. 2177-2186, 2013.

HUGHES, R. L. et al. **The prebiotic potential of inulin-type fructans: a systematic review.** *Advances in Nutrition*, v. 13, n. 2, p. 492-529, 2022.

JAACKS, L. M. et al. **The obesity transition: stages of the global epidemic.** *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 2019.

JAYNE, J. M. et al. **Body weight status, perceived stress, and emotional eating among.** 2020.

KADOOKA. Y, SATO M, IMAIZUMI K, OGAWA A, IKUYAMA K, AKAI Y, et al. **Regulation of abdominal adiposity by probiotics (Lactobacillus gasseri SBT2055) in adults with obese tendencies in a randomized controlled trial.** *Eur J Clin Nutr*. 2010;64(6):636-43.

KIM, Y.A.; KEOGH, J.B.; CLIFTON, P. M. **Probiotics, prebiotics, synbiotics and insulin sensitivity.** Nutrition Research Reviews. Austrália. Vol 31. Num 01.2017. p. 35–51.

KOLIAKI, C; LIATIS, S; KOKKINOS, A. **Obesity and cardiovascular disease: revisiting an old relationship.** Metabolism, v. 92, p.98-107, 2019.

KORCZAK, R; SLAVIN, J. L. **Fructooligosaccharides and appetite.**CurrentOpinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, v. 21, n. 5, p. 377-380,2018.

LEE, B. C.; LEE J. **Cellular and molecular players in adipose tissue inflammation in the development of obesity-induced insulin resistance.** Biochimica et Biophysica Acta, 2013.

LEE, Y.K.; SALMINEN, S. **The coming age of probiotics.** Trends Food Sci. Technol., Amsterdam, v.6, p.241-245, 2001.

LIU, B. N. et al. **Gut microbiota in obesity.** World journal of gastroenterology, v. 27, n. 25, p. 3837, 2021.

LUO, L. et al. **Inulin-type fructans alter the gut microbiota and prevent the development of diabetic nephropathy.** Pesquisa Farmacológica, v. 183,p. 106367, 2022.

MELDRUM, D. R.; MORRIS, M. A.; GAMBONE, J. C. **Obesity pandemic: causes, consequences, and solutions—but do we have the will?**Fertility and sterility, v. 107, n. 4, p. 833-839, 2017.

MISTRY, S., HARRISON, J.R., SMITH, D.J., ESCOTT-PRICE, V., ZAMMIT, S., 2017. **The use of polygenic risk scores to identify phenotypes associated with genetic risk of schizophrenia: Systematic review.** Schizophrenia Research. pii: S0920-9964(17)30665-5. doi: 10.1016/j.schres.2018.10.037.

MORAN, C. P.; SHANAHAN, F. **Gut microbiota and obesity: Role in aetiology potential therapeutic target.** Best Practice & Research ClinicalGastroenterology, v. 28, p. 585-597, 2014.

NCD RISK FACTOR COLLABORATION et al. **Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based**

measurement studies with 19- 2 million participants. TheLancet, v. 387, n. 10026, p. 1377-1396, 2016.

NG, D. S. **Dislipidemia diabética: da evolução do conhecimento fisiopatológico aos alvos terapêuticos emergentes.** Revista canadense de diabetes, v. 5, pág. 319-326, 2013.

NOGAL, A., VALDES, A. M., & MENNI, C. (2021). **The role of short-chain fattyacids in the interplay between gut microbiota and diet in cardio-metabolic health.** *Gut microbes*, Vol.13, n.1, p.1–24, 2021.

POLLIN, T. I.; QUARTUCCIO, M. **What we know about diet, genes, and dyslipidemia: is there potential for translation?.** Current nutrition reports,v. 2, p. 236-242, 2013.

RAJILIĆ-STOJANOVIĆ, M; DE VOS, W. M. **The first 1000 cultured species of the human gastrointestinal microbiota.** FEMS microbiology reviews, v. 38, n. 5, p. 996-1047, 2014.

RINNINELLA, Emanuele *et al.* **What is the healthy gut microbiota composition? A changing ecosystem across age, environment, diet, and diseases.** Microorganisms, v. 7, n. 1, p. 14, 2019.

ROBERFROID, M. B. **Introdução aos frutanos do tipo inulina.** British Journal of Nutrition , v. 93, n. S1, pág. S13-S25, 2005.

ROBERFROID, M. B. **Inulin-type fructans: functional food ingredients.** The Journal of nutrition, v. 137, n. 11, p. 2493S-2502S, 2007.

SAKKAS, H. *et al.* **Nutritional status and the influence of the vegan diet on the gut microbiota and human health.** Medicina, v. 56, n. 2, p. 88, 2020.

SANTANA L, S. *et al.* **Extracción y evaluación de inulina a partir de dalias silvestres mexicanas (Dahlia coccinea Cav.).** Phytion (Buenos Aires),v. 85, n. 1, p. 63-70, 2016.

SANTOS, *et al.*,. **The effect of artichoke on lipid profile: A review of possible mechanisms of action.** Pharmacological research, v. 137, p. 170-178, 2018.

SILVA, Y. P., BERNARDI, A., & FROZZA, R. L. **The Role of Short-Chain Fatty Acids From Gut Microbiota in Gut-Brain Communication.** *Frontiers in Endocrinology*, 11. V. 4, n. 7, p 234-240, 2020.

SHOAIB, M. *et al.* **Inulin: Properties, health benefits and food applications.** *Carbohydrate polymers*, v. 147, p. 444-454, 2016.

SCOTT KP, DUNCAN SH, Flint HJ. **Dietary fibre and the gut microbiota.** *Nutrition Bulletin.* v.33, n1, p.201/11, 2008.

STOJANOVIĆ-RADIĆ, Z. *et al.* **Antistaphylococcal activity of Inula helenium L. root essential oil: eudesmane sesquiterpene lactones induce cell membrane damage.** *European journal of clinical microbiology & infectious diseases*, v. 31, p. 1015-1025, 2012.

TAWFICK, M. M. *et al.* **Inulin fructans in diet: Role in gut homeostasis, immunity, health outcomes and potential therapeutics.** *International journal of biological macromolecules*, v. 208, p. 948-961, 2022.

TOMOVA, A. *et al.* **The effects of vegetarian and vegan diets on gut microbiota.** *Frontiers in nutrition*, v. 6, p. 47, 2019.

TORTORA, G.J., FUNKE, B.R., CASE, C.L. **Microbiologia.** 10^a Ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. 967p.

TRAUTWEIN, Eike A.; MCKAY, Sue. **The role of specific components of a plant-based diet in management of dyslipidemia and the impact on cardiovascular risk.** *Nutrients*, v. 12, n. 9, p. 2671, 2020.

VALDES, Ana M. *et al.* **Role of the gut microbiota in nutrition and health.** *Bmj*, v. 361, 2018.

VULEVIC, J. *et al.* **A mixture of transgalactooligosaccharides reduces markers of metabolic syndrome and modulates the fecal microbiota and immune function of overweight adults.** *The Journal of Nutrition*, v. 143, p. 324-331, 2013.

WHO. **Obesity and overweight. World Health Organization.** Available from: URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesityandoverweight>. 2018. Acesso em: 17 de outubro de 2023.

WONG JM, Jenkins DJ. **Carbohydrate digestibility and metabolic effects**. J Nutr. V.137, p. 234- 236, 2007.

YANG Q, et al. **Role of Dietary Nutrients in the Modulation of Gut Microbiota: A Narrative Review**. Nutrients. V. 12, n.2, p. 381, 2020.