

CENTRO UNIVERSITÁRIO BRASILEIRO
NÚCLEO DE SAÚDE
CURSO DE NUTRIÇÃO

BIANCA SALES GOMES DA SILVA
CAMILA PEREIRA ALBUQUERQUE
ISABELLE BRAGA MENDES

**DIABETES MELLITUS TIPO II (DM 2): A
IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS
NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA DOENÇA**

RECIFE/2021

BIANCA SALES GOMES DA SILVA
CAMILA PEREIRA ALBUQUERQUE
ISABELLE BRAGA MENDES

**DIABETES MELLITUS TIPO II (DM 2): A
IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS
NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA DOENÇA**

Artigo apresentado ao Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Professor(a) Orientador(a): Doutora. Tássia Karin Ferreira Borba.

RECIFE/2021

Ficha catalográfica elaborada pela
bibliotecária: Dayane Apolinário, CRB4- 2338/ O.

S856d Silva, Bianca Sales Gomes
Diabetes mellitus tipo II (DM 2): a importância dos alimentos funcionais na prevenção e tratamento da doença / Bianca Sales Gomes da Silva, Camila Pereira Albuquerque, Isabelle Braga Mendes. - Recife: O Autor, 2021.
34 p.
Orientador(a): Dra. Tássia Karin Ferreira Borba.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário Brasileiro – UNIBRA. Bacharelado em Nutrição, 2021.
Inclui Referências.
1. Alimentos Funcionais. 2. Diabetes Mellitus Tipo 2. I. Albuquerque, Camila Pereira. II. Mendes, Isabelle Braga. III. Centro Universitário Brasileiro - UNIBRA. IV. Título.

CDU: 612.39

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus por nos permitir chegar até aqui, com muita luz e sabedoria.

A nossa orientadora Tassia Karin Ferreira Borba, que tanto nos ajudou nessa jornada sempre com muita atenção, dedicação e paciência.

Aos nossos maiores incentivadores que são nosso pais, maridos e familiares

E por fim, aos nossos amigos que nos apoiaram.

*“Cada sonho que você deixa para trás,
é um pedaço do seu futuro que deixa de
existir.”*

(Steve Jobs)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
2. REFERENCIAL TEÓRICO	08
2.1 Definição da fisiopatologia do Diabetes Mellitus Tipo II	08
2.2 Alimentos Funcionais e Definições	11
2.3 Alimentos Funcionais como prevenção e tratamento do Diabetes Mellitus Tipo II	12
3. MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	16
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
 REFERÊNCIAS.....	 29

DIABETES MELLITUS TIPO II (DM 2): A IMPORTÂNCIA DOS ALIMENTOS FUNCIONAIS NA PREVENÇÃO E TRATAMENTO DA DOENÇA

Bianca Sales Gomes da Silva
Camila Pereira Albuquerque
Isabelle Braga Mendes

Tássia Karin Ferreira Borba ¹

RESUMO: O diabetes mellitus é considerado uma doença metabólica com uma alta prevalência e incidência em todo o mundo. Essa doença tem como característica uma hiperglicemia crônica, levando o indivíduo a diversos sintomas. Variando do tipo de diabetes (tipo 1 ou tipo 2) o tratamento terá algumas mudanças. Há a possibilidade de alguns indivíduos se tratarem apenas com mudanças de estilo de vidas e outros além de mudança no estilo de vida necessitam de tratamento medicamentoso. De forma geral, segundo a SBD (Sociedade Brasileira de Diabetes) uma boa alimentação, saudável e rica em nutrientes tem relação com a melhora significativa da patologia e sua prevenção. Foi visto que os alimentos funcionais e constância com exercícios físicos tem relevância no processo de tratamento. Os alimentos funcionais têm em sua composição compostos bioativos capazes de melhorar o estado de saúde e diminuir riscos de doenças. Podendo citar as fibras, linhaça, alho, probióticos, farinha da casca do maracujá, dentre outros, já consolidados pelos estudos mais antigos e estudos mais recentes destacam outras possibilidades de alimentos funcionais como algas marinhas, pão funcional com redução de amido e rico em fibras, framboesas vermelhas, *Lactobacillus paracasei*, amora fermentada, suco de mirtilo fermentado e Okara fermentada atuando como antioxidantes e anti-inflamatórios auxiliando no controle da absorção de glicose. O seu consumo deverá ser regular para obter melhores resultados associado a um estilo de vida saudável. Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar e identificar alguns alimentos que tem função significativa no controle dos níveis glicêmicos para tratamento do diabetes mellitus tipo 2. Se trata de uma revisão integrativa elaborada a partir da seleção de diversos artigos científicos, publicados em três bases: Pubmed, Lilacs e Biblioteca Virtual em Saúde.

Palavras-chave: Functional Food. Diabetes Mellitus Type 2. Alimentos Funcionais. Diabetes Mellitus Tipo 2.

1 INTRODUÇÃO

O diabetes mellitus pode ser conceituado como um grupo de doenças metabólicas caracterizada pela alta concentração de glicose no sangue (hiperglicemia crônica), que é resultado da disfunção ou insuficiência pancreática em relação à secreção de insulina ou resistência à insulina. Os sintomas mais

¹ Professora da UNIBRA. Doutora. E-mail ftassiakarin@yahoo.com.br

comuns da DM (Diabetes mellitus), além da elevação de glicose no sangue, são fraqueza muscular, perda de peso, polidipsia e polifagia (BRASIL, 2006).

Diabetes mellitus (DM) é considerada uma epidemia do século atual, por ser um importante problema de saúde pública em todos os países. Em 2017, a Federação Internacional de Diabetes (International Diabetes Federation, IDF) estimou que 8,8% (intervalo de confiança [IC] de 95%: 7,2 a 11,3) da população mundial com 20 a 79 anos de idade (424,9 milhões de pessoas) vivia com diabetes – sendo 12,5 milhões só no Brasil. Caso as tendências persistam, em 2045, o número de pessoas com diabetes será superior a 628,6 milhões no mundo todo e 20,3 milhões no Brasil. Cerca de 79% dos casos vivem em países em desenvolvimento, tendendo o aumento da porcentagem nos próximos anos (SBD, 2019-2020).

De acordo com a SDB (Sociedade Brasileira de Diabetes), podemos classificar etiologicamente essa doença crônica não transmissível (DCNT) em quatro tipos, são eles o DM tipo 1, que há deficiência absoluta de insulina, graças à destruição autoimune das células β ; DM tipo 2, em que há perda gradativa de secreção insulínica e resistência da mesma; DM gestacional, quando a hiperglicemia varia durante a gestação, sem histórico de DM e outros tipos de diabetes, como a diabetes neonatal, secundário a infecções, secundário a medicamentos etc.

O estilo de vida e a alimentação saudáveis estão diretamente ligados à prevenção e ao tratamento do diabetes. Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), algumas mudanças nos hábitos alimentares e cotidianos, como a redução e manutenção do peso (5-10%), o aumento da ingestão de fibras, a restrição energética moderada, restrição de gorduras saturadas e o aumento da atividade física, juntos reduziram 58% da incidência de diabetes em três anos.

A alimentação é um dos fatores mais importantes na prevenção e tratamento do diabetes mellitus, visto que muitas vezes se torna a única mediação necessária. Os alimentos funcionais, embora ainda pouco estudados, surtem diversos benefícios a saúde, auxiliando na prevenção de doenças infecciosas, cardiovasculares, câncer, osteoporose, e diabetes mellitus tipo 2 (PERIN e ZANARDO, 2015).

De acordo com a legislação brasileira, alimentos funcionais são “todos aqueles alimentos ou ingredientes que, além das suas funções básicas de

nutrientes, exercem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos no organismo, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica”. A obtenção desses, se dá pelo consumo de frutas, verduras, oleaginosas, fibras, cereais integrais, probióticos dentre outros. Alguns alimentos funcionais merecem destaques na prevenção e tratamento do diabetes, visto que interferem na viscosidade intestinal e na absorção de glicose (ZAPAROLLI *et al.*, 2013).

Dos nutrientes que auxiliam o controle da glicemia, as fibras – principalmente as solúveis - destacam-se justamente por terem esse poder de formação de géis e consequente aumento da viscosidade do bolo alimentar, o que facilita na diminuição da absorção de alguns nutrientes (inclusive os carboidratos) além de retardar o esvaziamento gástrico, contribuindo para a saciedade. Elas são carboidratos não digeríveis, por serem resistentes às enzimas alfa-amilase, e, possuem vários benefícios se usadas dentro da recomendação correta, como aumento da saciedade, redução do colesterol e controle da glicemia (WASZAK e FERREIRA, 2011).

Visto que o DM constitui um problema de saúde pública de elevada ordem e suas relações com a nutrição, o principal objetivo desta revisão bibliográfica é dar mais importância aos alguns dos alimentos funcionais ainda desconhecidos por boa parte da população, visando aumentar seu consumo e relacioná-los à prevenção e tratamento do diabetes mellitus tipo 2, combinados à prática de hábitos saudáveis, para dessa forma obter-se consciência da nutrição como principal parte do tratamento de DCNT.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definição da fisiopatologia do Diabetes Mellitus Tipo II

O diabetes mellitus tipo 2 (DM 2) é caracterizada pela intolerância à glicose e hiperglicemia de jejum. Sua principal modificação fisiopatológica é a resistência periférica à ação da insulina no fígado, nos adipócitos e nos músculos esqueléticos, associada a uma insuficiência na secreção de insulina e a produção hepática excessiva de glicose, que levam à hiperglicemia (OLIVEIRA, KABUKI, 2004; SÁ, 2009).

A insulina é extremamente importante para o organismo, pois, regula a homeostase de glicose em vários níveis, reduz sua produção hepática (via diminuição da gliconeogênese e glicogenólise) e aumenta a captação periférica de glicose, nos tecidos musculares e adiposos. Esse hormônio também estimula

a lipogênese no fígado e nos adipócitos, reduz a lipólise, assim como, aumenta a síntese e inibe a degradação das proteínas. Observa-se que a insulina interfere em outros nutrientes além da glicose (SOUZA, 2008). A insuficiência da insulina reduz o poder da glicose, fornecida pelos alimentos ingeridos, de ser metabolizada, desta forma, esse nutriente fica acumulado no sangue e não se transforma em energia (KATZER, 2007).

O diabetes mellitus tipo 2 (DM 2) corresponde a 90 a 95% de todos os casos de DM (Diabetes Mellitus). Possui etiologia complexa e multifatorial, envolvendo componentes genético e ambiental. Normalmente, o DM 2 é mais comum em indivíduos a partir dos 40 (quarenta) anos de vida, embora seja observado, em alguns países, aumento na sua incidência em crianças e jovens. Refere-se à doença poligênica, com intensa herança familiar, ainda não completamente esclarecida, cuja ocorrência tem contribuição significativa de fatores ambientais. Dentre eles, hábitos dietéticos e sedentarismo, que contribuem para a obesidade, destacam-se como os principais fatores de risco (SBD, 2019-2020).

Na obesidade, a capacidade da insulina de estimular a utilização da glicose fica comprometida, uma vez que as citocinas pró-inflamatórias produzidas pelo tecido adiposo são capazes de reduzir a fosforilação dos substratos do receptor de insulina (IRS) e a sinalização da *phosphoinositide 3-kinases* (PI3K), com redução da síntese e translocação do GLUT-4 para a membrana celular (CHISSINI RBC *et.al.*, 2015). Conseqüentemente a estes mecanismos, a supressão da lipólise é prejudicada, elevando a circulação de ácidos graxos livres que, ao alcançarem os tecidos sensíveis à insulina, inibem sua ação ligando-se aos receptores e modificando a sinalização celular, alterando ainda mais o transporte de glicose para os tecidos-alvo (ROMUALDO MC *et al.*, 2014).

Níveis elevados de ácidos graxos livres prejudicam a sinalização de insulina por ativarem proteínas de membrana plasmática denominados *toll like receptors 4* (TLR-4), desencadeando a ativação de vias inflamatórias que vão interferir na captação de glicose (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Induzem, assim, um recrutamento de macrófagos aos adipócitos e liberação de citocinas pró-inflamatórias como fator de necrose tumoral α (TNF- α) e a interleucina-6 (IL-6), estando relacionada também a outras conseqüências metabólicas, como

disfunção endotelial, hipertrofia vascular, rigidez arterial e elevação da pressão sanguínea (VÁZQUEZ-JIMÉNEZ JG, *et al.*, 2017).

Os principais sintomas do DM 2 (Diabetes Mellitus tipo 2) são: polidipsia, poliúria, polifagia e perda de peso. Antes de ser iniciado o tratamento, a incapacidade de reabsorção de todo o excesso de glicose pelos rins resulta em glicosúria, que desencadeia diurese osmótica e poliúria. A diurese osmótica acontece quando há alta concentração de glicose no sangue. Não ocorrendo a reabsorção pelos rins da glicose filtrada, surge a glicosúria, acarretando perda excessiva de líquidos e eletrólitos pela urina. Com o aumento da perda de líquido, ocorre também o aumento de urina (poliúria), como consequência do aumento da sede (polidipsia). Pela deficiência de insulina, o metabolismo de proteínas e gorduras fica prejudicado, levando à perda de peso devido à reserva diminuída de calorias, mesmo com aumento do apetite (polifagia). Outros sintomas tais como fraqueza, fadiga e perda de massa magra estão presentes (BRUNNER E SUDDARTH, 2005).

Nesse sentido, é importante observar as complicações agudas grave da DM, tendo com a mais crítica a Cetoacidose Diabética (CAD) que é causada pela deficiência de insulina e estar relacionada principalmente a DM tipo 1, porém também pode ocorrer em pacientes com DM tipo 2, caracteriza-se por hiperglicemia, hipercetonemia e acidose metabólica, sendo sua predominância na DM1, causando náuseas, vômitos e dor abdominal, podendo evoluir para edema cerebral, coma e morte (SANTOS *et al.*,2020).

O diagnóstico laboratorial do diabetes mellitus (DM) pode ser realizado por meio de glicemia de jejum, glicemia 2 horas após teste oral de tolerância à glicose (TOTG) e hemoglobina glicada (HbA1c), (SBD, 2019-2020).

QUADRO 1 - Critérios diagnósticos para Diabetes Mellitus recomendados pela Sociedade Brasileira de Diabetes.

Exame	Normal	Pré Diabetes	Diabetes
Glicemia de jejum (mg/dL)	<100	100 a 125	≥ 126
Glicemia 2 horas após TOTG com 75 g de glicose (mg/dL)	<140	140 a 199	≥ 200
Hemoglobina glicada (%)	< 5,7	5,7 a 6,4	≥ 6,5

Fonte: SBD (2019-2020).

Nota: TOTG: teste oral de tolerância à glicose.

O tratamento consiste nas restrições alimentares, e quando a adequação alimentar não for suficiente, uso de antidiabéticos orais, injeções múltiplas de insulina, atividade física regular, e, ainda, o cuidado deve conter não somente os aspectos técnicos, mas também suas necessidades físicas, emocionais e sociais (PLIGER, 2007).

2.2 Alimentos Funcionais e Definições

O termo “alimento funcional” ou também conhecido como “alimento fisiologicamente funcional” foi proposto pela primeira vez no Japão e inserido na literatura japonesa em 1984, para distinguir a função dos alimentos, diferente, da função primária da nutrição. Estes alimentos estão diretamente envolvidos na modificação e melhora dos sistemas fisiológicos, como os sistemas imunológico, endócrino, nervoso, circulatório e digestivo. Seus ingredientes biologicamente ativos associados a benefícios fisiológicos à saúde para prevenir e controlar doenças crônicas (ARONSON JK, 2017).

No Brasil, as resoluções que regulamentam diretamente os alimentos funcionais são emitidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde:

- . Resolução da ANVISA/MS 18/99 – Aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos (ANVISA, 1999a).

- . Resolução da ANVISA/MS 19/99 – Aprova o regulamento técnico de procedimento para registro de alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem (ANVISA, 1999b).

O conceito de alimento funcional ainda é algo de bastante polêmica, porém para fins de uma melhor compreensão do estudo, pode-se dizer que alimento funcional é “aquele semelhante em aparência ao alimento convencional, consumido como parte da dieta usual, capaz de produzir demonstrados efeitos metabólicos e fisiológicos úteis na manutenção de uma boa saúde física e mental, podendo auxiliar na redução do risco de doenças crônico-degenerativas, além de suas funções nutricionais básicas”. Complementando a definição, pode-se falar em “ingrediente funcional”, que seria o composto responsável pela ação biológica contida no alimento contribuindo para melhorar o estado de saúde e bem-estar e/ou reduzir o risco de doenças (DE ANGELIS, 2005).

Dentre diversos alimentos funcionais que possuem compostos bioativos, e colaboração significativa na prevenção da patologia, podem-se citar a aveia, oleaginosas, soja, probióticos, gorduras poli-insaturadas (como o ômega 3). Existem várias formas de alimentos funcionais, ele pode ser: um alimento natural; um alimento no qual foi adicionado ou removido algum componente; um alimento onde teve a biodisponibilidade de um ou mais componentes modificadas. (ROBERFROID MB,2002). As empresas que pretendem fabricar e fornecer alimentos funcionais artificiais devem ser especializadas e autorizadas (VIDAL *et al*, 2012).

Os alimentos funcionais são facilmente confundidos com os nutracêuticos pela população. Os nutracêuticos têm como definição, a extração de nutrientes de um determinado alimento ou parte dele e que serão apresentados na forma de cápsulas ou comprimidos como um suplemento dietético. Possui benefícios à saúde, incluindo a prevenção e o tratamento de doenças (ARONSON JK, 2017).

Para que o tratamento/prevenção seja eficaz, o consumo regular desses alimentos deve ser associado à prática de exercícios físicos, portanto, sendo uma forma de conter o avanço do diabetes mellitus 2 (CARDOSO, 2008). Alguns componentes químicos levam a funcionalidade nesses alimentos, são eles: carotenoides, flavonoides, fibras dentre outros (COSTA; ROSA, 2016).

A terapia nutricional adequada é de fundamental importância para o tratamento e o acompanhamento do diabético, assim como é essencial na prevenção da DM 2 (SALGADO *et al.*, 2010). O consumo de fibras tem apontado benefícios à manutenção da saúde e prevenção de doenças como diabetes além do consumo ser inversamente proporcional ao ganho de peso (FIGUEIREDO e MODESTO-FILHO, 2008). Indivíduos com alto teor de fibras na dieta têm menores riscos de desenvolver diabetes do que aqueles que ingerem dietas com baixa quantidade de fibra (MELLO e LAAKSONEN, 2009).

2.3 Alimentos Funcionais como Prevenção e Tratamento do Diabetes Mellitus Tipo II

A alimentação adequada regulariza a glicemia, diminui o risco e complicações associadas à DM 2, fornece nutrientes suficientes para a manutenção do peso corporal, além de promover a saúde. É de extrema importância essa terapia ser individualizada, estando de acordo com o estilo de

vida, hábitos alimentares e socioculturais do indivíduo para que haja eficácia no tratamento. A dieta deve conter alimentos ricos em fibras, com baixo teor de gorduras saturadas e açúcares simples (GERALDO *et al.*, 2008; SALES *et al.*, 2011).

A maior ingestão de fibras tem mostrado resultados positivos em relação ao tratamento do Diabetes Mellitus 2, graças à capacidade de diminuição da absorção da glicose do seu componente químico Beta-D-glucanas. Em geral, as fibras solúveis e insolúveis são mais encontradas em cereais integrais, leguminosas, frutas consumidas com a casca e hortaliças. No entanto, para um bom funcionamento dessa ingestão, se faz necessário alta ingestão de líquidos, principalmente água (VIDAL *et al.*, 2012).

A fibra solúvel, que auxilia no retardo da absorção da glicose, tem um papel benéfico para o indivíduo diabético (SARTORELI e CARDOSO, 2006). São exemplos mais comuns aveia, feijão, ervilha, maçãs e frutas cítricas. As fibras insolúveis são constituídas por celulosas, hemicelulosas e lignina, como por exemplo, feijão verde, batatas, couve-flor e nozes. Não apresentam efeito hipoglicêmico no organismo (MELLO e LAAKSONEN, 2009), entretanto essa fibra é responsável pelo aumento do volume do bolo fecal, regularizando assim a eliminação das fezes e diminuição do tempo de trânsito intestinal no intestino grosso, além de aumentar a saciedade. Dessa forma, controla-se a ingestão energética para assim promover a perda de peso, o que é muito importante para redução da resistência insulínica existente no DM 2 (BORGES e COSTA, 2008; ALVES, GAGLIARDO e LAVINAS, 2008).

Além das fibras, outros compostos bioativos presentes em alimentos funcionais apresentam efeitos positivos como agentes preventivos da DM 2. Estudos mostram que o consumo de 30-60g/dia de oleaginosas (resveratrol, SG monoinsaturados e vitamina E, possuem efeito antioxidante); 0,5-1,8 g EPA + DHA de gorduras poli-insaturadas (peixes ricos em ômega 3 e linhaça dourada) e 25g/dia de soja (isoflavonas, saponinas, lecitinas, proteínas, possuem função anti-inflamatória e são capazes de diminuir a resistência à insulina, contribuindo na manutenção da glicemia. A ingestão de probióticos também tem seu efeito preventivo, reduzindo a destruição das células beta do pâncreas (PERIN e ZANARDO, 2015).

Algumas pesquisas realizadas com animais e culturas de células, apontam para efeitos hipoglicemiantes da genisteína (isoflavona pertencente ao grupo dos compostos fenólicos, presente em alimentos como soja e linhaça) e da taurina, aminoácido não-essencial presente em alimentos ricos em proteínas, como peixes, aves e carnes. O experimento com a genisteína foi realizado nas culturas das Ilhotas de Langerhans, que ao serem expostas a isoflavona, um antioxidante, observou-se, dentro de uma hora, um aumento de até 10 vezes na secreção de insulina (PERIN e ZANARDO, 2015).

A taurina também tem sido apontada como um nutriente efetivo no tratamento da DM 2, porque tem apresentado taxas significativamente mais baixas de resistência à insulina, hiperglicemia e gordura abdominal, além dos valores de triacilgliceróis e colesterol também terem sido diminuídos e mostrar efeitos anti-inflamatórios e antioxidantes (PERIN e ZANARDO, 2015).

Segundo ZAPAROLLI *et al.*, 2013, diversos estudos comprovam benefícios de substâncias presentes em alguns alimentos, como linhaça, batata yacon, alho e cebola, no tratamento e/ou prevenção do Diabetes. A linhaça – composta por ácidos graxos essenciais, fibras e compostos fenólicos – pode ser eficaz quando se fala de efeito hipoglicemiante, graças ao seu poder antioxidante, que evita alterações na permeabilidade da célula e o aumento da glicemia com redução na tolerância à glicose. A batata Yacon – que assim como a linhaça, também apresenta compostos fenólicos em sua composição e função antioxidante – tem propriedades funcionais de redução glicosídica e diminuição do colesterol no sangue comprovadas, por ser um tubérculo constituído por carboidratos armazenados sob a forma de frutooligossacarídeos.

Já a cebola e o alho, são fontes de fitoquímicos muito utilizados na prevenção e tratamento de algumas doenças, como obesidade, hipercolesterolemia, hipertensão, diabetes etc. O alho possui um teor valioso de selênio e aliina, por isso apresentam efeito antioxidante, hipotensor e hipoglicemiante. Já a cebola, apresenta efeito antioxidante graças à presença de flavonóide quercetina. No entanto, esses alimentos funcionais necessitam ser ingeridos nas recomendações diárias corretas. Para os efeitos corretos, A American Dietetic Association recomenda 1 dente de alho por dia; 15,44 g/dia de farinha ou 267,8 g/dia da polpa da raiz da batata yacon; 60g/dia de cebola e 10g/dia de linhaça (ZAPAROLLI *et al.*, 2013).

O consumo de alimentos funcionais tem uma grande importância na prevenção do diabetes tipo 2, visto que, essa é uma doença metabólica que está relacionada às respostas inflamatórias que se dá pela modificação do aumento da produção de citocinas que causam estresse oxidativo, uma vez que o alto nível de glicose aumenta a produção de ROS (espécies reativas de oxigênio) durante a degradação de LDL; sendo assim, existem mais células oxidativas em indivíduos diabéticos pois, há uma sobrecarga do sistema antioxidante pelos oxidantes. As espécies reativas de oxigênio e nitrogênio são formadas a partir do estresse oxidativo - que é um estado fisiológico normal do corpo humano no qual cumprem papéis cruciais nas vias de sinalização - em que essas espécies chegam a níveis desproporcionais e se tornam reativas (UNUOFIN *et al.*, 2020).

Antioxidantes naturais existentes no corpo humano (como a glutatona e a tioredoxina) têm o poder de retirar as ROS (espécies reativas de oxigênio) através da distribuição de um átomo de hidrogênio – equivalentes redutores – ou elétron aos radicais livres, convertendo-se em produtos menos nocivos. Contudo, o consumo de alimentos antioxidantes, como frutas, vegetais, vitaminas, grãos integrais, fibras, afetam a expressão gênica, levando a um aumento da defesa do estresse celular, convertendo os radicais livres em radicais menos ativos, pois apresentam mediadores que diminuem as células inflamatórias, aumentam a tolerância à glicose e a sensibilidade à insulina (AUNE, 2019).

Visto que o DM pode ser influenciado por diversos alimentos, pode-se destacar que existem inúmeras variáveis que interferem no controle da glicemia, por exemplo alimentação insuficiente, uso de álcool, doses de insulinas maiores que o necessário, efeitos colaterais de outros medicamentos etc., até mesmo em relação a quantidades, dessa forma, é necessário ter cautela e acompanhamento de uma nutricionista trabalhando a educação nutricional e individualizada. (COELHO; SALAS-MELADO, 2014).

3 MÉTODOS

O presente estudo se caracteriza como uma revisão integrativa que consultou estudos disponíveis na literatura para responder à seguinte pergunta: O consumo de alimentos funcionais pode trazer algum benefício ao tratamento e prevenção de Diabetes Mellitus tipo 2?

Foi realizada uma pesquisa eletrônica por artigos publicados entre fevereiro e outubro de 2021, disponibilizados nas bases de dados Pubmed, Lilacs e Biblioteca Virtual em Saúde. Como descritores, foram utilizados: Functional Food;Diabetes Mellitus Type 2;Alimentos Funcionais;Diabetes Mellitus Tipo 2, lançados juntos nas referidas bases.

Três revisores fizeram a triagem dos artigos por meio da leitura dos títulos e dos resumos, em conformidade com os critérios de inclusão definidos: (a) apenas artigos em português ou artigos publicados na língua inglesa (b) artigos científicos publicados na íntegra, (c) artigos publicados nos últimos cinco anos. Foram excluídos: artigos repetidos entre as bases, artigos que tratavam apenas das substâncias encontradas, mas sem relacioná-las a alimentos funcionais.

Dos 545 artigos excluídos, 32 encontrados na Biblioteca Virtual em Saúde – BVS não foram selecionados pois encontravam-se repetidos na base Pubmed, e o mesmo cenário foi encontrado na base de dados Lilacs. Dos 516 artigos encontrados na base Pubmed, pela leitura do título, foram excluídos 441 por não estarem relacionados com o objeto de estudo do trabalho. Sendo assim, foi realizada a leitura de 75 resumos que poderiam ter relação com o tema, porém, por fim foram selecionados 10 artigos para leitura completa e que se enquadravam nos critérios de inclusão mencionados anteriormente.

Os estudos selecionados foram apresentados em dois quadros: Quadro 2- Base de dados, artigos encontrados e selecionados que tem como objetivos resumir as bases utilizadas, os artigos encontrados e os artigos selecionados. Quadro 3 - Apresentação dos artigos incluídos na revisão integrativa.

Quadro 2 – Base de dados, artigos encontrados e selecionados

Bases de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Selecionados
Biblioteca Virtual em Saúde – BVS	32	0
Lilacs	7	0
PubMed	516	10
Total	555	10

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos descritores definidos foram identificados 555 artigos, entretanto 545 foram excluídos por não estarem em conformidade com os critérios de inclusão estabelecidos. Assim, foram selecionados ao final do processo de revisão 10 artigos, os quais tornaram objeto de trabalho do presente estudo.

O quadro 3 apresenta os dez estudos selecionados na revisão integrativa e são apresentados os títulos, autores e ano de publicação, objetivo e principais resultados encontrados nos estudos. Dentre eles, pôde-se constatar que quatro artigos trazem como seu objeto de estudo as algas marinhas, um sobre o pão funcional com redução de amido e rico em fibras, um sobre framboesas vermelhas, um sobre *Lactobacillus paracasei*, um com a amora fermentada, um sobre suco de mirtilo fermentado e um artigo sobre Okara fermentada.

Quadro 3 – Apresentação dos artigos incluídos na revisão integrativa

Título do Artigo	Autor Ano	Objetivos	Principais Resultados
Brown Seaweeds for the Management of Metabolic Syndrome and Associated Diseases	Gabbia D, De Martin S. 2020	Fornecer uma visão atualizada sobre o potencial das algas marrons para a prevenção e gestão da síndrome metabólica e suas doenças associadas.	As algas marrons são caracterizadas pela presença de diferentes compostos, como proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, tornando-as uma fonte ideal de novos ingredientes para alimentos funcionais. Muitos minerais úteis e polissacarídeos indigestíveis estão presentes nas algas marrons, sendo capazes de afetar a digestão e a absorção do amido e de outros carboidratos complexos.
Bioactive Polyphenols from Southern Chile Seaweed as Inhibitors for Starch Digestion	Pacheco LV, Parada J, Pérez-Correa JR, et al. 2020	Explorar o potencial das algas marinhas comuns presentes no sul do Chile para a obtenção de extratos anti-glicêmicos ricos em polifenóis para o desenvolvimento de alimentos funcionais.	Das seis espécies em estudo, <i>D. antarctica</i> destacou-se como particularmente útil para o desenvolvimento de um agente anti-hiperglicêmico devido ao seu perfil de inibição enzimática: a inibição forte da α -glucosidase e a inibição moderada da α -amilase.
Potential Role of Seaweed Polyphenols in Cardiovascular-Associated Disorders.	Gómez-Guzmán M, Rodríguez-Nogales A, Algieri F, Gálvez J. 2018	Fornecer argumentos científicos que apoiem o uso de polifenóis de algas marinhas para a prevenção e	O aumento do consumo de algas ricas em polifenóis tem sido associado a um risco reduzido de muitas doenças devido às suas inúmeras propriedades biológicas possíveis.

		potencial tratamento DCVs	de	
Eurotium Cris- tatum Fermented Okara as a Poten- tial Food Ingredi- ent to Combat Di- abetes	Li Yan Chan <i>et</i> <i>al.</i> Sci Rep . 2019.	Fornecer informações e investigar sobre o consumo de Okara fermentado como um ingrediente funcional na redução dos níveis de glicose no sangue.		Okara é uma fonte de fibra e o seu consumo auxilia na redução dos níveis de glicose no sangue pós prandial, reforçando a hipótese de que pode ser considerado um novo ingrediente para o tratamento de DM2.
Probiotic-fer- mented blueberry juice prevents obesity and hy- perglycemia in high fat diet-fed mice in associa- tion with modulat- ing the gut micro- biota.	Hao Zhong <i>et</i> <i>al.</i> Food Funct . 2020	Demonstrar o potencial notável dos diversos tipos de sucos de mirtilo fermentado ou não para a diminuição do risco de obesidade, hiperglicemia e disbiose.		O estudo revelou que ambos os sucos de mirtilo (fermentado e não fermentados) tiveram uma melhora significativa à resistência à insulina e hiperlipidemia em camundongos, porém o suco de mirtilo fermentado demonstrou um maior resultado como um alimento funcional.
The hypoglycemic effect of freeze- dried fermented mulberry mixed with soybean on type 2 diabetes mellitus	Xiao-Shan Long <i>et</i> <i>al.</i> Food Sci Nutr. 2021	Fornecer argumentos sobre a amora fermentada para reduzir o teor de glicose e frutose, causando um efeito hipoglicêmico.		A amoreira possui um efeito hipoglicemiante significativo, em testes com ratos foi concluído que após 5 semanas de administração da amora fermentada teve como resultado a tolerância à glicose melhorada nos camundongos.
Administration of Lactobacillus par- acasei amelior- ates type 2 dia- betes in mice	Fangfang Dang <i>et</i> <i>al.</i> Food Funct . 2018	Avaliar os efeitos hipoglicêmicos de <i>Lactobacillus</i> <i>paracasei</i> em camundongos e explorar o possível mecanismo molecular subjacente.		Foi visto que <i>L. paracasei</i> TD062 teve um bom resultado na prevenção de DM2 e teve um efeito positivo nos níveis de expressão de genes relacionados ao metabolismo da glicose e à via PI3K/Akt. Dessa forma, <i>L.</i> <i>paracasei</i> TD062 pode ser aplicado como um novo tipo de agente hipoglicemiante em alimentos funcionais.
Effects of Dietary Red Raspberry Con-sumption on Pre-Diabetes and	Stefani A. Derrick ,Aleksandra S. Kristo ,	Investigar os benefícios metabólicos das framboesas	os das	Os estudos mostram evidências de que 1- 1,5 xícaras de framboesas vermelhas frescas ou congeladas em uma dieta

Type 2 Diabetes Mellitus Parameters	Scott K. Reaves e Angelos K. Sikalidis . 2021	vermelhas em indivíduos DM2 e pré-diabetes.	em balanceada, oferecem efeitos clinicamente benéficos para prevenção e tratamento de doenças crônicas, melhorando o manuseio da glicose e sensibilidade à insulina, adiposidade, inflamação, estresse oxidativo e saúde cardíaca.
Whole Alga, Algal Extracts, and Compounds as Ingredients of Functional Foods: Composition and Action Mechanism Relationships in the Prevention and Treatment of Type-2 Diabetes Mellitus	Aránzazu Bocanegra , Adrián Macho-González , Alba Garcimartín , Juana Benedí , Francisco José Sánchez-Muniz, 2021.	Investigar as aplicações de algas e seus componentes no DM2, verificando seus mecanismos na absorção da glicose, metabolismo de lipídeos e propriedades antioxidantes.	As algas têm sido evidenciadas como agentes antidiabéticos, mostrando uma boa redução na digestão e absorção de carboidratos, regulando a atividade da α -glucosidade, além de terem um grande número de compostos bioativos antioxidantes, porém nem todos os estudos elucidam totalmente os fatores envolvidos nas propriedades benéficas da ingestão alimentar de algas no controle do diabetes.
A Multifunctional Bread Rich in Beta Glucans and Low in Starch Improves Metabolic Control in Type 2 Diabetes: A Controlled Trial	Paolo Tessari , Anna Lante.2017.	Analisar os efeitos metabólicos de um pão "funcional" projetado especificamente, baixo em amido, rico em fibras (7 g / 100 g), com uma relação beta glucano / amido de (7,6: 100, g / g), em pessoas com diabetes mellitus tipo 2	O pão funcional reduziu a hemoglobina glicada em ~ 0,5% (unidades absolutas) vs. valores de pré-tratamento ($p = 0,028$), e em ~ 0,6% vs. o grupo de controle ($p = 0,027$). A glicose plasmática pós-prandial e média também diminuiu no grupo de tratamento. O peso corporal, a pressão arterial e os lipídios plasmáticos não se alteraram. A aceitação do pão funcional foi boa na maioria dos sujeitos, exceto no sabor

É importante ressaltar que os alimentos funcionais já apresentados neste estudo como fibras, alho, cebola, oleaginosas etc., são alimentos já consolidados pela comunidade científica e que estudos mais recentes dos últimos cinco anos se sobressaem e trazem outras possibilidades de alimentos como os apresentado no quadro 3, evidenciando como é fundamental a atualização deste estudo de alimentos funcionais com relevância na prevenção e tratamento da DM2.

Nas pesquisas realizadas, observa-se um crescente interesse dos pesquisadores na longevidade e qualidade de vida da população idosa oriental, em especial do Japão, China e Coreia do Sul. No Brasil, assim como na grande

maior parte do mundo, alguns alimentos que não são típicos da sua culinária já fazem parte do cotidiano da população de forma espontânea e natural.

Para Gómez-Guzmán e colaboradores (2018), as doenças crônicas não transmissíveis - DCNT, como hipertensão, doenças cardiovasculares, obesidade e diabetes, os vários polifenóis presentes nas algas marinhas comestíveis podem trazer efeitos benéficos e melhorias dessas condições prevalentes com base nos resultados pré-clínicos e clínicos realizados na revisão de literatura. O estudo apontou que as algas marinhas são divididas em três filos principais de acordo com sua cor: Chlorophyta (algas verdes), Rhodophyta (algas vermelhas) e Phaeophyta (algas marrons). As algas marinhas são consumidas como vegetais do mar nos países asiáticos há alguns milhares de anos e são tradicionalmente reconhecidas por seus benefícios à saúde. Vários estudos revelaram que as algas não são apenas uma boa fonte de carboidratos, fibra alimentar, proteínas e peptídeos, vitaminas, óleos, gorduras, ácidos graxos poliinsaturados e minerais, mas também contêm uma grande concentração de compostos antioxidantes, como polifenóis, onde dentre os quais destacam-se, catequinas, flavonóis e florotaninos em particular. A maior proporção de compostos fenólicos encontrados nas algas verdes e vermelhas são bromofenóis, ácidos fenólicos e flavonóides. Por outro lado, os florotaninos, um grupo de polímeros complexos de floroglucinol (1,3,5-trihidroxibenzeno), são os metabólitos secundários polifenólicos dominantes encontrados apenas em algas marinhas marrons. Grandes são os benefícios à saúde em inúmeras doenças humanas devido ao seu efeito inibidor de enzimas e atividades antimicrobiana, antiviral, anticâncer, antidiabética, antialérgica e anti-inflamatória.

Os autores do estudo Gómez-Guzmán e colaboradores (2018) correlacionam o conteúdo fenólico das algas e sua aplicação potencial no controle do diabetes e da obesidade, seus diferentes extratos ricos em fenólicos de algas marinhas comestíveis foram testados *in vitro*, avaliando seu impacto na atividade de ensaios enzimáticos específicos (α -amilase ou α -glicosidase). Os extratos fenólicos mostraram habilidades antioxidantes semelhantes e foram capazes de inibir a atividade da α -amilase relatada para a fração crua rica em florotanino extraída da alga marrom. Por inibir as enzimas α -amilase e α -glicosidase *in vitro* está correlacionada com uma redução nos carboidratos

absorção *in vivo*. Essas descobertas apoiam o uso potencial desses compostos contra diabetes tipo 2.

Os autores Gómez-Guzmán *et al.*, (2018) observaram outra atividade enzimática no controle do diabetes, a proteína tirosina fosfatase 1B (PTP1B). Esta enzima atua como um regulador negativo da sinalização da insulina e está localizada na membrana do retículo endoplasmático dos tecidos hepático, muscular e adiposo. Diferentes florotaninos, bem como bromofenóis, foram descritos como inibindo potentemente a atividade desta enzima de uma forma não competitiva e essa inibição apoia seus benefícios potenciais no diabetes associados à sua capacidade de melhorar a sensibilidade à insulina.

Os estudos de Gabbia e Martin (2020), confirmam alguns dos resultados apontados na revisão de literatura de Gómez-Guzmán *et al.*, (2018). Para eles síndrome metabólica coexiste com diferentes distúrbios metabólicos que aumentam o risco de desenvolver DM2 e doenças cardiovasculares, reduzindo a qualidade de vidas dos pacientes e aumentando a morbidade e mortalidade. E nas últimas décadas, foi comprovado que as algas marinhas, em especial as marrons, desempenham diversos efeitos benéficos em virtude de seu conteúdo de micro e macronutrientes, o que poderia auxiliar no manejo de doenças cardiovasculares e metabólicas, tudo com base nas evidências mais recentes obtidas a partir de estudos em camundongos geneticamente modificados e ensaios clínicos controlados em homens e mulheres adultos e mais velhos confirmados os benefícios do uso das algas marrons nos resultados pré-clínicos e clínicos *in vitro* e *in vivo*.

De acordo com esse estudo existem três grupo de algas (marrons, vermelhas e verdes), as marrons são as mais estudadas e consumidas (66,5% vs. 33% e 5%) respectivamente no Japão, China e Coreia do Sul. As algas marrons representam uma excelente fonte de nutrientes, pois contêm grandes quantidades de diversos compostos como proteínas, lipídios, carboidratos, vitaminas e minerais, que afirmam exercer múltiplos benefícios à saúde. Portanto, eles podem ser usados como agentes bioativos em alimentos funcionais e nutracêuticos (GABBIA e MARTIN, 2020).

Os autores Gabbia e Martin (2020), constataram as principais classes de compostos e metabólitos presentes nas algas marrons com seus efeitos

biológicos no combate a DM2, obesidade e síndrome metabólica. Verificar os principais compostos ligados a DM2 e suas funções na tabela 4.

Tabela 4 – Apresentação dos principais compostos bioativos presentes nas algas marrons com efeitos antidiabéticos

Compostos Bioativos	Principais vias moleculares
Florotoninos	Polifenóis - Atua principalmente na inibição das duas enzima de α -glucosidase e α -amilase envolvidas na digestão intestinal de carboidratos complexos.
Bromofenois	Polifenóis - Efeito anti-diabético poque atua principalmente na inibição da PTP1B, α -glucosidase e da aldose redutase que converte a glicose em sorbitol.
Alginatos	Polissacarídeo – Atrasa a depuração e aumenta a viscosidade do fluido digestivo gerando saciedade. Também inibem a as enzimas digestivas pepsina e lipase e diminui a absorção intestinal da glicose, colesterol e triacilgliceróis.
Fucoidanos	Polissacarídeo - Inibição das duas enzima de α -glucosidase e α -amilase envolvidas na digestão intestinal da glicose e melhorar a captação da glicose induzida por insulina.

Fonte: GABBIA e MARTIN (2020).

O estudo de Gabbia e Martin (2020), verificou que as algas marrons apresentam uma fonte sustentável, possui baixo custo e com uma grande variedade de composto bioativos benéficos para os seres humanos, por ser um alimento com baixos níveis calóricos, livre de gordura saturada que podem ser utilizados com alimentos funcionais. Por esse motivo é crescente interesse para aplicações medicinais, principalmente para doenças relacionadas ao estilo de vida como DM2 entre outras.

Os estudos de Pacheco, *et al.*, (2020), também ratificam os resultados obtidos nos estudos de Gómez-Guzmán *et al.*, (2018) e Gabbia e Martin (2020) ao considerar fortemente o aumento de doenças crônicas não transmissíveis - DCNT no mundo, destacando a DM2 como sendo a mais comum, e com isso considerou como mecanismo para evitar a hiperglicemia ligada a diabetes a redução da digestão/absorção de alimentos utilizando ingredientes anti-enzimáti-

cos funcionais das algas marinhas chilenas através do uso de extratos de polifenóis anti-hiperglicêmicos com capacidade de inibir enzimas-chave relacionadas com a digestão do amido.

Os métodos de extração utilizados pelos autores Pacheco, *et al.*, (2020) foram a extração líquida pressurizada a quente com etanol / água (HPLE), que é um método ecologicamente correto, foi estudada e comparada à extração convencional com acetona. Foram verificados os polifenóis totais (TP), atividade antioxidante, citotoxicidade e capacidade de inibição da α -glucosidase e α -amilase.

Os resultados de Pacheco, *et al.*, (2020), apontaram que o extrato de acetona de *Durvillaea antarctica* (cochayuyo) apresentou o maior teor de TP ($6,7 \pm 0,7$ mg equivalentes de ácido gálico (GAE) / g de algas marinhas secas), enquanto seu extrato de etanol / água HPLE apresentou a maior atividade antioxidante ($680,1 \pm 11,6$ μ mol E Trolox / g algas marinhas secas), mostrando uma inibição muito mais forte para α -glucosidase (mesmo quase 100% a 1000 μ g / mL) do que para α -amilase. Em conclusão, das algas marinhas chilenas consideradas pelo estudo, a *D. antarctica*, cochayuyo, alga marrom, foi a mais indicada para desenvolver ingredientes funcionais para moderar a resposta glicêmica pós-prandial (alimentos amiláceos), uma vez que apresentou uma clara capacidade de inibição enzimática e seletividade.

A revisão de Bocanegra *et al.* (2021), tem como principal objetivo investigar os componentes bioativos com propriedades antidiabéticas das algas, bem como seu mecanismo de ação em condições *in vitro*, modelos experimentais de DM2 e humanos. As algas são cada vez mais usadas em países ocidentais, como alimento ou suplemento alimentar; possuem nutrientes fitoquímicos e são compostas por fibras, polifenóis, ômega 3, e moléculas bioativas, por isso estão relacionadas com uma menor incidência de doenças crônicas e cardiovasculares, sendo muito promissor também no estudo da nutrigenômica, que é uma linha de pesquisa que estuda a modulação de nutrientes e seus componentes na expressão gênica. As algas muitas vezes são utilizadas como ingredientes de alimentos funcionais, que, como já citado no referencial teórico, esses alimentos possuem enzimas antioxidantes que ajudam na redução de inflamações, na sensibilidade à insulina e no colesterol. Apesar de seus benefícios, há conflitos que alguns estudos apontam ao consumo das

algas, uma vez que elas são ricas em polissacarídeos e proteínas com grupos aniônicos, acabam absorvendo muitos metais pesados de resíduos das águas industriais, podendo apresentar elevadas quantidades de iodo e arsênico, o que as tornam tóxicas, além de reduzirem a capacidade antioxidante das algas.

No que diz respeito aos componentes, as algas marinhas possuem polissacarídeos de baixo índice glicêmico, alta quantidade de fibras (23,5% algas verdes [*Codium reediae*] e 64% em algas vermelhas [*Gracilaria spp.*]) água, proteínas e minerais (8-40%) e baixa concentração de energia e lipídeos (entre 1,5 e 4%), além de possuir uma grande variedade de ácidos graxos, sendo os PUFA ω -3 os mais abundantes, variando de 10 a 50%. Essas composições variam para cada espécie, assim como dependem da temperatura da água do mar e maturação da alga. Todos os componentes bioativos presentes nas algas (fibras, polissacarídeos, carotenóides, ômega 3, proteínas, vitaminas, minerais e compostos antioxidantes) são mostrados com grande relevância pelos autores para o tratamento e prevenção do DM2 – principalmente a fibra alimentar e os polifenóis que são os mais estudados para controlar a homeostase da glicose – através de estudos em humanos e alguns modelos de animais, que revelam a redução efetiva da digestão e absorção de carboidratos, regulando a atividade da α -glucosidase (BOCANEGRA, *et al.*, 2021).

No mercado global de algas marinhas, que são usadas principalmente nas indústrias de alimentos, ficocolóide e fertilizantes, é responsável por 5,5–6 bilhões de dólares americanos, e espera-se que alcance 22,1 bilhões em 2024. De acordo com o relatório da *Seafood Source*, o número de novos produtos alimentícios contendo ingredientes de algas que foram lançados no mercado europeu aumentou 147% em 4 anos (de 2011 a 2015), confirmando o grande e crescente interesse dos países ocidentais por esses ingredientes. Mesmo empresas globais passaram a desenvolver alimentos mais sustentáveis a partir de produtos à base de algas marinhas, como atesta o projeto proposto por uma famosa empresa mundial de móveis para a adição de vegetais e, em particular, componentes de algas em almôndegas bovinas e cachorros-quentes de porco (GABBIA e MARTIN, 2020).

O estudo de Fangfang Gang *et al.*, (2018), mostrou os resultados de probióticos *Lactobacillus paracasei* em camundongos diabéticos e foi visto que o *L.paracasei*TD062 tem uma alta atividade inibitória da α -glucosidase e

demonstrou sua capacidade antidiabética. Nessa investigação os camundongos foram tratados com as cepas em doses de 10^9 (dose alta) , 10^8 (dose média) e 10^7 (dose baixa) CFU (unidades formadoras de colônias) / ml, todos os camundongos foram administrados por via oral com solução *L. paracasei* na dose de 10 mL / kg diariamente por 8 semanas. Obtiveram como resultados que a *L.paracaseiTD062* tem efeito regulador nos níveis de glicemia de jejum, glicemia pós prandial, tolerância à glicose, glicogênio hepático e metabolismo lipídico, além de uma melhora significativa na ação antioxidante. Dessa forma, concluiu-se que a administração oral de *L.paracaseiTD062* possui um papel importante na prevenção e no tratamento de DM2, assim, se tornando um agente hipoglicemiante em alimentos funcionais.

O estudo de Li Yan Chan *et al.*, (2019) apontou resultados de Okara fermentada como um ingrediente alimentar com potencial antidiabético. Okara é o resíduo fibroso que resta após os procedimentos de produção do leite de soja e do tofu. É uma fonte acessível e barata de fibras, minerais, isoflavonas, proteínas etc. A fermentação que é realizada na Okara tem como objetivo torná-la mais palatável. Extratos Okara não fermentados e fermentados foram analisados utilizando a abordagem metabolômico com UHPLC-QToF-MS. No estudo foi visto que a atividade da α -glucosidase *in vitro* e estudos em camundongos *in vitro* apontaram que o ECO (Eurotium cristatum okara fermentado) tem efeito na diminuição dos níveis de glicose pós-prandial. Um lanche foi servido com 20% de ECO mostrou bons resultados e uma boa composição nutricional, dessa forma, podendo ser usado em receitas antidiabéticas. Portanto, o Okara fermentado é considerado um novo ingrediente alimentar para os diabéticos mesmo ainda com poucos estudos sobre.

Segundo o estudo de Hao Zhon *et al.*, (2020) o consumo de sucos de mirtilo tem um bom potencial contra a obesidade e o DM2. O estudo foi realizado em camundongos alimentados com dieta rica em gordura. Os resultados mostraram que o suco de mirtilo fresco e o suco de mirtilo fermentados, ambos tiveram respostas na diminuição do acúmulo de gordura e os níveis de colesterol LDL-C.

O estudo de Xiao-Shan Long *et al.*, (2021) aborda a ligação entre o desequilíbrio da microbiota intestinal juntamente com a total relação e mudança na função e o metabolismo da barreira intestinal, levando ao avanço da

resistência à insulina no DM2, que tem como resultado o distúrbio da glicose no sangue e no metabolismo de lipídios no sangue. Atualmente é muito comum o uso de medicamentos para o controle da glicemia, porém o uso a longo prazo pode ser prejudicial, portanto, esse estudo demonstra também que na China a amoreira é um excelente alimento funcional e usado no tratamento e prevenção do DM2, é rica em nutrientes, fibras, aminoácidos, vitaminas e minerais, e compostos bioativos como: antocianinas, polifenóis e flavonoides. Entretanto, essa fruta contém níveis de glicose e frutose elevados para pacientes diabético, com isso, houve o estudo de fermentação da amora e obtiveram resultados significativos, a taxa de redução de frutose e glicose foi de 86,49% e 66,12% respectivamente após a fermentação por lactobacilos. Depois das amoras fermentadas, a quantidade de antocianinas diminuiu, o conteúdo de 1-desoxiricogênio aumentou significativamente, e o conteúdo de polifenosnóis e flavonóides permaneceram inalterados.

Durante o processo, uma grande parte dos probióticos presentes na fermentação da amora, foram perdidos no processo de liofilização, entretanto, a forma usada para manter os probióticos foi a soja, ela tem capacidade de proteger uma grande parte do probiótico durante o congelamento e o processo de secagem. Além disso ela possui efeitos hipoglicêmicos e antioxidantes. Para produzir o estudo, foi utilizado amoreira em pó e água destilada, foram misturados na proporção de 1: 4, fermentado por *Leuconstoc mesenteroides* por 96 horas e por *Saccharomyces* por 6 horas. Após a fermentação, a soja foi batida em xarope e adicionado ao líquido de amora fermentado e agitado uniformemente e, em seguida, liofilizado. A proporção da massa da soja, o xarope para o líquido de fermentação foi de 1: 5. Foram administrados por via oral em camundongos e após 5 semanas obteve o resultado de melhora significativa na tolerância à glicose e apresentou efeitos hipoglicêmicos em camundongos diabéticos (XIAO-SHAN LONG *et al* L.,2021).

Na revisão da literatura de Derrick *et al.*, (2021), foi investigado os efeitos metabólicos das características dos compostos bioativos das framboesas vermelhas (RR) na dieta de indivíduos que possuem DM2 e pré-diabetes, assim também como em animais *in vivos*, devido a limitação do número de humanos para este trabalho. Os primeiros registros da framboesa vermelha foi no século I d.C., e teve seu cultivo com fins medicinais por toda Europa no século IV; hoje,

essas frutas são cultivadas em todo o mundo - sendo consumida na forma crua, processada, congelada, seca, em pó ou até mesmo extratos de seus constituintes - tendo sua maior produção nos Estados Unidos da Califórnia, Washington e Oregon. A framboesa vermelha é um alimento que possui uma baixa quantidade de carboidratos, calorias e índice glicêmico. Além de ser uma das maiores fontes de fibra dietética entre os alimentos integrais (8,96g de fibras em uma xícara de framboesas congeladas), também possui alguns micronutrientes, como ácido fólico, vitaminas, magnésio, potássio, cálcio e ferro.

As RR têm em suas composições alguns polifenóis com atividades biológicas, como as antocianinas, flavanóis e ácidos fenólicos, como elagitaninos. As antocianinas - responsáveis pelos pigmentos vegetais de coloração vermelha, roxa e azul - reduzem o risco de doenças crônicas, embora seu conteúdo seja atenuado durante o processamento; assim como as antocianinas, a biodisponibilidade dos elagitaninos (classe de polifenóis presentes em algumas frutas vermelhas) também é baixa, podendo variar de acordo com a dose, o tempo de ingestão e interações com a microbiota intestinal. Ainda assim, esses polifenóis apresentam benefícios à saúde, fornecendo ácidos graxos de cadeia curta e fibras dietéticas, que juntos ajudam a diminuir o apetite graças à redução da produção da grelina, hormônio da fome. As evidências mostram benefícios do consumo de framboesas vermelhas em relação ao metabolismo da glicose, insulina, metabolismo lipídico melhorado, propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Os extratos de RR se mostram eficazes na inibição da α -amilase, prevenindo assim a absorção de glicose no intestino, bem como as antocianinas melhoram a sensibilidade à insulina, pois atuam no aumento da secreção insulínica das células β pancreáticas (DERRICK *et al.*, 2021).

Um estudo feito por Schell *et al.* (2019) e Xiao *et al.* (2019) foi realizado para avaliar a homeostase da glicose e da insulina; em três ensaios clínicos randomizados independentes suplementaram framboesa vermelha inteira em participantes adultos com disfunção metabólica (diabetes, pré-diabetes, sobrepeso ou obesidade) e ambos os estudos concluíram que houve uma diminuição nos níveis de glicose plasmática e a área sob a curva (AUC) pós-prandial em 250 g de framboesas vermelhas congeladas consumidas juntas a uma refeição rica em lipídeos. Contudo, no consumo de 250 g de RR como

lanche diário por quatro semanas não foi encontrado nenhum benefício em pacientes com DM2. Por outro lado, os indivíduos saudáveis do grupo controle se beneficiaram, pois as doses de 125 g e 250 g de RR evitaram o declínio da glicose plasmática abaixo da linha de base 2h após refeição; também foi apresentado benefícios para os indivíduos pré-diabéticos, uma vez que as duas doses foram eficazes na redução da curva da insulina plasmática pós-prandial (redução do pico de 30 min para 1h). Outros estudos, dessa vez realizados com animais identificados, mostraram os benefícios da suplementação com RR total, onde houve melhora na homeostase da glicose e sensibilidade da insulina alterada por uma dieta rica em gordura (DERRICK *et al.*, 2021).

Tessari *et al.* (2017) elaborou um ensaio controlado para analisar os efeitos metabólicos de um pão funcional com baixo teor de amido e rico em fibras beta glucanas em indivíduos com diabetes mellitus tipo 2, com a intenção em melhorar a resposta pós-prandial à glicose, através da modificação da digestão do amido. Os autores fizeram a pesquisa com dois grupos de indivíduos diabéticos há mais de dois anos, que mantivessem o tratamento apenas com dieta ou associada à hipoglicemiantes, pareados por idade (50 e 80 anos), sexo e hemoglobina glicada (superior a 7%), um grupo consumiu pão branco e o outro pão funcional, durante seis meses. O resultado foi o esperado: o grupo que consumiu o pão funcional, teve além da hemoglobina glicada reduzida em 0,6% em relação ao grupo controle, a redução da glicose plasmática pós-prandial. Com isso, pode-se dizer que um pão funcional rico em fibras e com restrição de amido pode ser indicado no tratamento de DM2.

De acordo com Tessari *et al.* (2017), a dieta de um indivíduo diabético, além de ser benéfica para controlar a pressão arterial e dislipidemia – bem como as síndromes metabólicas, que são fatores de risco para a DM2 -, deve conter alimentos de baixa energia e baixo índice glicêmico. A presença das fibras naturais, como as beta glucanas, também é de suma importância, pois são fibras solúveis que aumentam a viscosidade no trato digestivo, melhoram a saciedade e diminuem a ingestão calórica, conseqüentemente, acabam reduzindo as respostas de insulina e a glicose pós-prandial.

O pão funcional tinha como seu principal ingrediente a aveia, que faz parte dos Beta-glucano; uma embalagem de 500g continha 20g de β -glucano e 200 g de amido. Sobre o preparo, foram adicionados 430 mL de água, mais os

quinhentos gramas da mistura de ingredientes, e em seguida posto na máquina de fazer pão, onde passou cerca de três horas. Foi observado que no grupo do pão funcional, houve concentrações mais baixas de glicose em jejum, glicose pós-prandial, concentrações médias de glicose (-17 mg / dL) e redução da HbA_{1c} (-0,52%). Por fim, como mostrado nos resultados da pesquisa, o pão funcional oferece benefícios no controle metabólico dos diabéticos, sendo indicado sua ingestão diária aliados aos medicamentos usuais (TESSARI, *et al.*, 2017).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tomando como base tudo que foi exposto, é de grande destaque o empenho que os pesquisadores têm destinado aos estudos da relação de alguns componentes químicos presentes nos alimentos com a melhora da glicemia, e como isso complementar o tratamento e a prevenção de DM tipo 2, sendo cada vez mais crescente os números de evidências. Através desse estudo, pode-se concluir que além de uma alimentação saudável, incluir alimentos funcionais na dieta pode diminuir os riscos para desenvolver DM tipo 2 e ajudar no tratamento da mesma. Dessa forma, faz-se necessário o acompanhamento de um profissional nutricionista, quanto à orientação e inclusão desses alimentos funcionais como aveia, framboesas, pão funcional, entre outros citados no decorrer do trabalho, através de um plano alimentar, uma vez que vai ser avaliado todo o histórico familiar e alimentar do paciente, bem como suas medidas corporais para que assim seja elaborado um cardápio com suas respectivas necessidades. É importante que mais pesquisas neste sentido sejam realizadas, para que seja possível apontar qual alimento e a quantidade ideal a ser ingerida para que se tenha o benefício da diminuição do risco para desenvolver e tratar o DM tipo 2.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução nº 18. Diário Oficial da União: Poder Executivo. 1999a.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução nº 19. Diário Oficial da União: Poder Executivo. 1999b.

ARONSON JK. Definindo 'nutracêuticos': nem nutritivos nem farmacêuticos. *Br J Clin Pharmacol* . 2017

AUNE, DAGFINN. “Alimentos vegetais, biomarcadores antioxidantes e o risco de doença cardiovascular, câncer e mortalidade: uma revisão das evidências”. **Avanços na nutrição** (*Bethesda, Md.*) Vol. 10, Supl_4 (2019): S404-S421. doi: 10.1093 / advance / nmz042

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Diabetes Mellitus**. Brasília, 2006. (Cadernos de Atenção Básica, n. 16).

Bocanegra A, Macho-González A, Garcimartín A, Benedí J, Sánchez-Muniz FJ. Whole Alga, Algal Extracts, and Compounds as Ingredients of Functional Foods: Composition and Action Mechanism Relationships in the Prevention and Treatment of Type-2 Diabetes Mellitus. *Int J Mol Sci*. 2021 Apr.

BORGES, D. S.; COSTA, T. A. Efeitos da suplementação com farinha de soja, fibra de trigo e farinha de aveia sobre variáveis bioquímicas e morfométricas em ratos wistar. **Arquivos de Ciência da Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 12, n. 3, p. 187-194, set./dez. 2008.

BRUNNER & SUDDARTH. Tratado de Enfermagem Médico-Cirúrgica. 10^o Edição.vol.1.2005.

CARDOSO AL, Oliveira GG. Alimentos funcionais. Empresa Júnior de Consultoria em Nutrição, **Jornal eletrônico** 2008;(5):3-6. [citado 2011 ago 6].

CHAN LY, Takahashi M, Lim PJ, Aoyama S, Makino S, Ferdinandus F, Ng SYC, Arai S, Fujita H, Tan HC, Shibata S, Lee CK. Eurotium Cristatum Fermented Okara as a Potential Food Ingredient to Combat Diabetes. *Sci Rep*. 2019.

CHISSINI RBC, *et al.* Obesidade na infância e adolescência: associação da inflamação e resistência à insulina com alterações metabólicas. **Brazilian Journal of Health and Biomedical Sciences**, 2015; 14(3): 41-49.

COELHO, M. S., SALAS-MELLADO, M. Revisão: Composição química, propriedades funcionais e aplicações tecnológicas da semente de chia (*Salvia hispanica* L) em alimentos/Review: Chemical composition, functional properties and technological applications of chia (*Salvia hispanica* L) seeds in foods. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, 2014.

COSTA, N. M. B., ROSA, C. de O. B. Alimentos funcionais: componentes bioativos e efeitos fisiológicos. Editora Rubio, 2016.

DANG F , Jiang Y , Pan R , Zhou Y , Wu S , Wang R , Zhuang K , Zhang W , Li T , Man C . Administration of *Lactobacillus paracasei* ameliorates type 2 diabetes in mice. *Food Funct*. 2018.

DE ANGELIS RC. A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. 2 ed. São Paulo: Atheneu; 2005.

Derrick SA, Kristo AS, Reaves SK, Sikalidis AK. Effects of Dietary Red Raspberry Consumption on Pre-Diabetes and Type 2 Diabetes Mellitus Parameters. *Int J Environ Res Public Health*. 2021.

FIGUEIREDO, A. S.; MODESTO FILHO, J. Efeito do uso da farinha desengordurada do *Sesamum indicum* L nos níveis glicêmicos em diabéticas tipo 2. **Revista Brasileira Farmacognosia**, Jan./Mar. 2008.

GABBIA D, De MARTIN S. Brown Seaweeds for the Management of Metabolic Syndrome and Associated Diseases. **Molecules**. 2020;25(18):4182. Published 2020 Sep 12. doi:10.3390/molecules25184182

GERALDO, J. M.; ALFENAS, R. C. G.; ALVES, R. D. M.; SALLES, V. F.; QUEIROZ, M. V.; BITENCOURT, M. C. B. Intervenção nutricional sobre medidas antropométricas e glicemia de jejum de pacientes diabéticos. **Revista Nutrição, Campinas**, v.21, n.3, p.329- 340, maio/jun., 2008.

GÓMEZ-GUZMÁN M, RODRÍGUEZ-NOGALES A, ALGIERI F, GÁLVEZ J. Potential Role of Seaweed Polyphenols in Cardiovascular-Associated Disorders. **Mar Drugs**. 2018 Jul 28;16(8):250. doi: 10.3390/md16080250. PMID: 30060542; PMCID: PMC6117645.

ISER, B. P. M., SILVA, I. R., VITÓRIA, T. P., MARCOS, B. S-T. F., & BOBINSKI, F. (2020). Definição de caso suspeito da COVID-19: uma revisão narrativa dos sinais e sintomas mais frequentes entre os casos confirmados. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 29(3), e2020233.

KATZER, J . Diabetes Mellitus tipo II e Atividade Física. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires Ano 12 – N 113, Outubro 2007.

Long XS, Liao ST, Li EN, Pang DR, Li Q, Liu SC, Hu TG, Zou YX. The hypoglycemic effect of freeze-dried fermented mulberry mixed with soybean on type 2 diabetes mellitus. *Food Sci Nutr*. 2021.

MELO, V.D.; LAAKSONEN, D.E. Fibras na dieta: tendências atuais e benefícios à saúde na síndrome metabólica e no diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.53, n.5, p.509-518, 2009

OLIVEIRA, D. P. N. L.; KABUKI, M. T. Diabetes Mellitus tipo II: Características fisiológicas. *Lato e Sensus*, Belém, v.5, n.1, p. 6, jun, 2004.

OLIVEIRA V. P., CARVALHO L. de S., Da PAZ S. M. R. S., & dos SANTOS M. M. (2020). Reflexões sobre a relação entre resistência à insulina, diabetes

mellitus e obesidade na adolescência à luz da literatura. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 41, p. e2105, 28 fev. 2020.

PACHECO LV, PARADA J, PÉREZ-CORREA JR, MARIOTTI-CELIS MS, ERPEL F, ZAMBRANO A, PALACIOS M. Bioactive Polyphenols from Southern Chile Seaweed as Inhibitors of Enzymes for Starch Digestion. **Mar Drugs**. 2020 Jul 8;18(7):353. doi: 10.3390/md18070353. PMID: 32650394; PMCID: PMC7401274.

PERIN, L; ZANARDO, V. P. S. Benefícios dos alimentos funcionais na prevenção do diabetes melito tipo 2. **Nutrição Brasil**, Erechim RS, v. 14, n.3, 2015.

PLIGER C, ABREU IS. Diabetes Mellitus na Infância: Repercussões no Cotidiano da Criança e de sua Família. *Cogitare Enferm*. 2007;12(4):494-501

ROBERFROID MB. 2002. Global view on functional foods: European perspectives. *Br J Nutr* 2002;88(Supp2):S133-S138.

ROMUALDO MC, *et al*. Resistência à insulina em crianças e adolescentes obesos. **Jornal de Pediatria**, 2014; 90(6): 600-607

ROTHER, E. T. (2007). Revisão Sistemática x Revisão Narrativa. Editorial. *Acta Paulista de Enfermagem*, 20(2).

SALES, A. L. C. C.; TEIXEIRA, J. M. R.; SOARES, L. F. M.; DAMASCENO, D. C.F.; ALMEIDA, I. P.; NUNES, P. H. M.; MARTINS, M. C. C. Dieta enriquecida em fibras e ácidos graxos poliinsaturados: efeitos no controle glicêmico e perfil lipídico de ratos diabéticos. **Arquivos de veterinária, Jaboticabal**, SP, v.26, n.3, 138-146, 2010.

SALGADO, J. M.; BOMBARDE, T. A. D.; MANSI, D. N.; PIEDADE, S. M. S.; MELETTI, L. M. M. Effects of different concentrations of passion fruit peel (*Passiflora edulis*) on the glicemic control in diabetic mice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n.3, p.784-789, jul.-set. 2010.

SANTOS, L. de B.; OLIVEIRA, ACD.; VIANA, MRP. Fatores que predispõem à cetoacidose diabética em adolescentes. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 9, n. 10, pág. e6929108969, 2020

SARTORELI, D.S. e CARDOSO, M.A. Associação Entre Carboidratos da Dieta Habitual e Diabetes Mellitus Tipo 2 Evidências Epidemiológica. **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v.50, n. 3, Junho 2006.

Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD). Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020.

SOUZA, R. A. P. Qualidade de vida relacionada à saúde, controle glicêmico e seus determinantes em pacientes com diabetes mellitus tipo 2. Dissertação

(Mestrado em ciências da saúde). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

Tessari P, Lante A. A Multifunctional Bread Rich in Beta Glucans and Low in Starch Improves Metabolic Control in Type 2 Diabetes: A Controlled Trial. *Nutrients*. 2017 Mar.

UNUOFIN JO, LEBELO SL. Efeitos antioxidantes e mecanismos de plantas medicinais e seus compostos bioativos para a prevenção e tratamento do diabetes tipo 2: uma revisão atualizada. *Oxid Med Cell Longev* . 2020; 2020: 1356893. Publicado em 13 de fevereiro de 2020, doi: 10.1155 / 2020/1356893

VÁZQUEZ-JIMÉNEZ JG, *et al*. El papel de los ácidos grasos libres en la resistencia a la insulina. **Gaceta medica de Mexico**. 2017;153(7): 852-863.

VIDAL, A. M.; DIAS, D. O.; MARTINS, E. S. M.; OLIVEIRA, R. S.; NASCIMENTO, R. M. S.; CORREIA, M. G. S. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Cadernos de Graduação – Ciências Biológicas e da Saúde**, Aracaju, v.1, n.15, p.43-52, out. 2012.

WASZAK, M. N., FERREIRA, C. C. D. Efeito hipoglicemiante das farinhas de banana verde e de maracujá no controle da glicemia em diabéticos. **Cadernos UniFOA**, Edição Especial do Curso de Nutrição – novembro/2011.

ZAPAROLLI, Marília; NASCIMENTO, Nayana; BAPTISTA, Deise; VAYEGO, Stela. Alimentos funcionais no manejo do diabetes mellitus. **Revista Ciência e Saúde**, Porto Alegre, v. 6, n.1, p.12-17, jan./abr.2013.

ZHONG H, Abdullah, Deng L, Zhao M, Tang J, Liu T, Zhang H, Feng F. Probiotic-fermented blueberry juice prevents obesity and hyperglycemia in high fat diet-fed mice in association with modulating the gut microbiota. *Food Funct*. 2020.