EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL: BENEFÍCIOS DO CONSUMO DE FLAVONOIDES POR CRIANÇAS COM DIABETES MELLITUS

FOOD AND NUTRITIONAL EDUCATION: BENEFITS OF FLAVONOID CONSUMPTION BY CHILDREN WITH DIABETES MELLITUS

Neila Ingrid dos Prazeres Santos
ORCID 0009-0001-6061-0834
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Santo Antônio de Jesus, Brasil
neilaprazeres123@gmail.com

Karina Zanoti Fonseca
ORCID 0000-0002-8183-663X
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Santo Antônio de Jesus, Brasil
karinaufrb@ufrb.edu.br

Resumo. O Brasil ocupa o terceiro lugar entre os cinco países com maior número de casos de Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) em crianças e adolescentes. Apesar deste subtipo ser mais comum nessas fases da vida, o tipo 2 vem aumentando em virtude do sobrepeso e da obesidade. Flavonoides, compostos fenólicos amplamente presentes no reino vegetal, possuem ações anti-hiperglicemiantes, antioxidantes e anti-inflamatórias. O Programa Nacional de Alimentação Escolar oferece atendimento especializado de estudantes com necessidades alimentares especiais, com cardápios diferenciados e ações de Educação Alimentar e Nutricional (EAN) voltadas à promoção da saúde. Este trabalho teve como objetivo discutir os benefícios do consumo de flavonoides para o cuidado da DM em crianças com idade escolar e elucidar a importância da EAN para propagar o conhecimento acerca destas substâncias. Realizou-se uma revisão integrativa da literatura com artigos selecionados através das bases Scientific Eletronic Library Online - SciELO, Public Medline - PubMed, referências cruzadas através destes artigos, documentos do Ministério da Educação e do Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social e Combate à Fome, além de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, da American Diabetes Association e da Sociedade Brasileira de Diabetes. Os flavonoides podem agir sobre a DM por diversos mecanismos, como modulação da via de sinalização da insulina, inibição da inflamação, lipotoxicidade e estresse oxidativo. Logo, o consumo de flavonoides deve ser incentivado e as ações de EAN são eficazes para conscientizar sobre seus benefícios.

Palavras-chave: Alimento funcional; alimentação escolar; alimentação; antioxidantes; doença crônica.

Abstract. Brazil is the third country among the five countries with the highest number of cases of type 1 diabetes mellitus (DM1) in children and adolescents. Although this subtype is more common in these stages of life, type 2 has been increasing due to overweight and obesity. Flavonoids, phenolic compounds widely present in the plant kingdom, have anti-hyperglycemic, antioxidant and anti-inflammatory actions. The National School Feeding Program offers specialized care for students with special dietary needs, with differentiated menus and actions of Food and Nutrition Education (FNE) aimed at promoting health. This study aimed to discuss the benefits of flavonoids for the care of DM1 in school-aged children and elucidate the importance of EAN to spread knowledge about these substances. An integrative literature review was carried out, with selected through the databases Scientific Electronic Library Online - SciELO, Public Medline - PubMed, cross references through these articles, documents from the Ministry of Education and the Ministry of Development and Social Assistance and Fight against Hunger, as well as data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, the American Diabetes Association and the Brazilian Society of Diabetes. Flavonoids can act on DM by several mechanisms, such as modulation of the insulin signaling pathway, inflammation inhibition, lipotoxicity and oxidative stress. Thus, the consumption of flavonoids should be encouraged and EAN actions are effective to raise awareness about their benefits.

Keywords: Functional food; school feeding; nutrition; antioxidants; chronic disease.

1. INTRODUÇÃO

A Diabetes Mellitus (DM) é um grupo de distúrbios metabólicos caracterizados por hiperglicemia crônica resultante de defeitos na secreção ou na ação da insulina. Apresenta-se, clinicamente, de maneira súbita, com propensão a cetose e cetoacidose, requerendo insulinoterapia ou uso de medicamentos hipoglicemiantes desde o diagnóstico ou após curto período, além de cuidados contínuos ao longo da vida. Assim, vivenciar a DM na infância constitui-se como uma experiência desafiadora, repleta de dificuldades devido às exigências

de mudanças no estilo de vida, especialmente no que se refere aos hábitos alimentares (ADA, 2022; Chiang et al., 2020; Ramalho et al., 2023).

De acordo com os dados da International Diabetes Federation (2021), o Brasil ocupa o terceiro lugar entre os cinco países com maior número de casos de DM1 em crianças e adolescentes, totalizando cerca de 92.3000 casos. Apesar deste subtipo ser consideravelmente mais comum nestes ciclos da vida, o tipo 2 vem aumentando de maneira significativa, especialmente em crianças mais velhas, em virtude do sobrepeso e da obesidade (IDF, 2019). Este crescimento pode estar relacionado ao maior consumo de alimentos ultraprocessados ao detrimento dos in natura, devido ao processo de industrialização e globalização.

Os flavonoides são compostos fenólicos presentes em ampla variedade no reino vegetal, com pelo menos 6.000 tipos identificados, sendo recomendado, de acordo com Jubaidi et al. (2021) um consumo médio de 400 mg/kg/dia para usufruir dos benefícios relacionados às suas ações anti-hiperglicemiantes, antioxidantes e anti-inflamatórias. Essas substâncias têm despertado grande interesse devido à sua ampla janela terapêutica e baixa toxicidade em suas doses usuais, além da capacidade de atuar de maneira eficaz contra a Diabetes Mellitus. Estudos indicaram que os flavonoides podem interagir com proteínas, receptores celulares e componentes das vias de sinalização da insulina, influenciando diversas funções em células e tecidos. Ao agir sobre a via de sinalização da insulina, principalmente através de receptores do tipo IRS-1, eles ajudam a melhorar a sensibilidade e secreção desse hormônio, regulando o metabolismo e reduzindo a hiperglicemia (Jubaidi et al., 2021; Martín & Ramos, 2021; Matos et al., 2020). Portanto, é importante incentivar o consumo de alimentos ricos em flavonoides entre crianças com esse distúrbio metabólico, por meio de uma alimentação adequada e saudável.

Nesse sentido, o ambiente escolar desempenha um papel fundamental na formação dos hábitos alimentares das crianças, que passam a realizar minimamente uma refeição diária na escola. É importante ressaltar que o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), conforme a resolução n° 6 de 8 de maio de 2020, garante o atendimento especializado de estudantes com necessidades alimentares especiais (NAES), incluindo aqueles com Diabetes Mellitus, por meio de cardápios diferenciados e ações de Educação Alimentar e Nutricional (EAN). Essas iniciativas podem ser consideradas uma ferramenta eficaz para promover a saúde nas escolas, incentivando a autonomia nas escolhas e práticas alimentares, com objetivo de melhorar a qualidade de vida (Brasil, 2012; Brasil, 2013; Brasil, 2020).

Este trabalho teve como objetivo discutir os benefícios do consumo de flavonoides para o cuidado da Diabetes Mellitus em crianças em idade escolar e esclarecer a importância da Educação Alimentar e Nutricional para propagar o conhecimento sobre essas substâncias.

2. METODOLOGIA

Este trabalho consiste em uma revisão integrativa da literatura, cujo objetivo é sintetizar os principais achados disponíveis em bancos de dados sobre a temática estudada. Segundo Souza, Silva e Carvalho (2010), esse tipo de pesquisa permite a utilização de estudos experimentais e não-experimentais, visando a definição de conceitos, revisão de teorias e evidências e a análise de problemas metodológicos de pesquisas científicas. O resultado da investigação deve ser uma síntese de conceitos complexos, teorias ou problemas relacionados à área estudada.

A elaboração desta revisão foi dividida em quatro etapas que serão detalhadas ao longo do texto: I) definição da pergunta norteadora; II) identificação dos estudos nas bases de dados; III) seleção dos artigos com a temática apropriada e IV) inclusão, com delimitação final da amostra.

2.1 Definição da pergunta norteadora

A definição da pergunta norteadora é uma etapa fundamental na elaboração de uma revisão, pois determina os estudos incluídos e seus métodos para identificação, além das informações que devem ser coletadas. Neste sentido, a temática deste trabalho surgiu do questionamento: "Quais os benefícios do consumo de flavonoides por crianças com Diabetes Mellitus e como a Educação Alimentar e Nutricional pode auxiliar na melhora da qualidade de vida deste público?"

2.2 Identificação dos estudos nas bases de dados

Os artigos foram selecionados através das bases de dados Scientific Eletronic Library Online - SciELO, Public Medline - PubMed, além de referências cruzadas através destes artigos. Também foram selecionados documentos normativos vinculados ao Ministério da Educação (MEC) e ao Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social e Combate à Fome (MDS) e dados da American Diabetes Association (ADA) e da Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD), sem período de publicação preestabelecidos.

Os descritores utilizados foram: "flavonoides", "flavonoides AND diabetes", "flavonoides AND saúde", "flavonoides AND antioxidante", "Diabetes Mellitus AND crianças" e seus equivalentes em inglês, "Educação Alimentar e Nutricional" e "Programa Nacional de Alimentação Escolar".

2.3 Seleção dos artigos

Nesta etapa, foram lidos os títulos e resumos dos artigos para a seleção inicial. Aqueles que se aproximavam do tema estudado, foram divididos em 3 seções: "Epidemiologia e fisiopatologia da Diabetes Mellitus em crianças", "Flavonoides: aspectos bioquímicos e mecanismos de ação" e "Importância da Educação Alimentar e Nutricional", para posterior leitura sistemática e criteriosa, a fim de visualizar a eficácia de seus métodos e os principais achados.

2.4 Inclusão e delimitação final da amostra

Foram incluídos estudos de pesquisas originais ou de revisão publicados no período entre 2014 e 2024, documentos normativos e dados estatísticos nos idiomas português, inglês e espanhol, disponibilizados na íntegra, associados à Diabetes Mellitus no público infantil, flavonoides e seus mecanismos de ação sobre a doença estudada e/ou ações de Educação Alimentar e Nutricional destinadas a crianças com DM nas escolas assistidas pelo PNAE. Foram excluídos estudos que se distanciaram das temáticas estabelecidas, publicações incompletas ou fora do período estabelecido.

Br. J. Ed., Tech. Soc., v.18, n.4, Oct-Dec, p.1375-1386, 2025
DOI https://doi.org/10.14571/brajets.v18.n4.1375-1386
ISSN 2316-9907

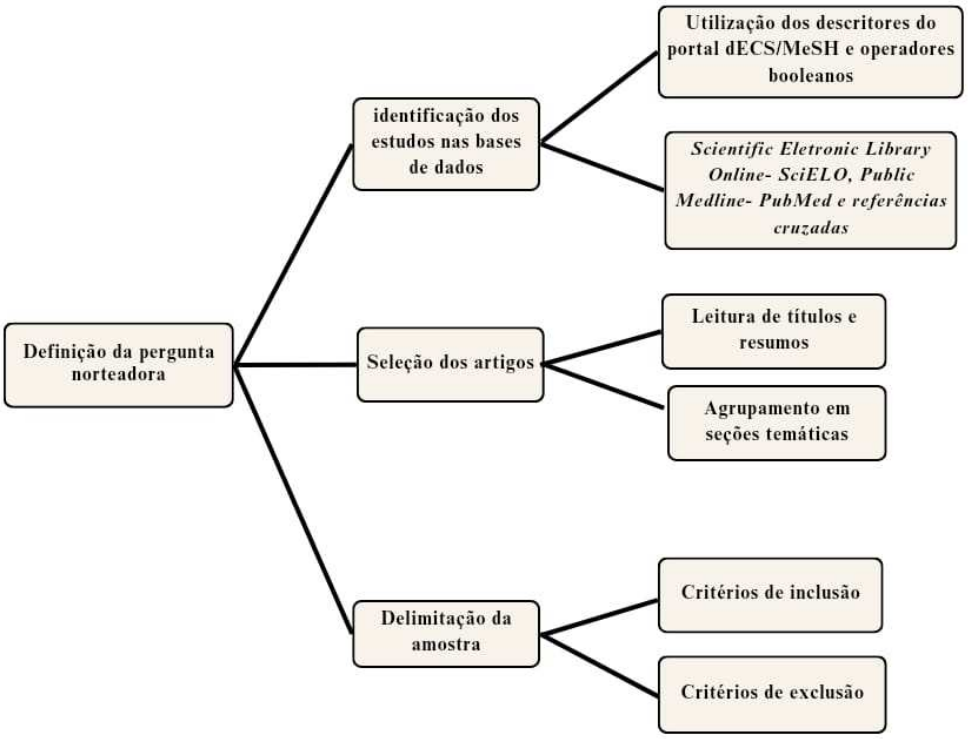

Imagem 1. Fluxograma de elaboração da revisão
Fonte: autoria própria (2024)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O banco de dados final foi composto por 40 referências, sendo 34 publicações obtidas mediante consulta nas plataformas científicas e 7 documentos normativos e relatórios públicos vinculados ao Ministério da Educação, Ministério do Desenvolvimento e Assistência Social e Combate à Fome, American Diabetes Association e à Sociedade Brasileira de Diabetes.

3.1 Epidemiologia e fisiopatologia da Diabetes Mellitus em crianças

A Diabetes Mellitus é um distúrbio metabólico complexo, caracterizado por hiperglicemia crônica resultante da secreção prejudicada de insulina das células beta pancreáticas e da resistência à insulina. A Diabetes Mellitus tipo 1 (DM1) é atualmente uma das doenças endócrino-metabólicas mais prevalentes na infância. A incidência desta doença aumentou nas últimas décadas e permanece crescendo em proporções globais, afetando aproximadamente 1.211.900 crianças e adolescentes com menos de 20 anos em todo o mundo. Além disso, estima-se que ocorram cerca de 108.200 diagnósticos anuais entre a população infantojuvenil com menos de 15 anos (ADA, 2022; Dinda et al., 2020; IDF, 2021).

No Brasil, a Diabetes Mellitus tipo 1 é um importante problema de saúde pública, pois o país ocupa o terceiro lugar entre os cinco com maior número de casos na infância, totalizando 92.300 casos, atrás apenas da Índia e dos Estados Unidos, com 229.400 e 157.900 casos, respectivamente. Por outro lado, a Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) tem progredido significativamente, especialmente em crianças mais velhas, o que pode ser atribuído ao aumento dos índices de sobrepeso e da obesidade (IDF, 2019; IDF, 2021).

A DM1 é um distúrbio autoimune caracterizado pela destruição das células beta pancreáticas, responsáveis pela produção e secreção de insulina, levando à deficiência completa deste hormônio. A DM2, por sua vez, está relacionada à secreção insuficiente de insulina pelas células beta pancreáticas ou pelo declínio das funções desse hormônio. Sua incidência é desencadeada por fatores genéticos, ambientais e de estilo de vida. O mau funcionamento das células beta por meio do estresse oxidativo e a resposta prejudicada dos tecidos resultam em hiperglicemia e hiperinsulinemia, juntamente à inflamação crônica (ADA, 2022; Martín & Ramos, 2021; Sangeeta, 2020; SDB, 2022).

Em condições fisiológicas normais, a captação de glicose pelos tecidos alvo envolve uma complexa via de sinalização da insulina, crucial para manter a homeostase da glicose circulante. As alterações na secreção e na sinalização da insulina levam a um metabolismo desequilibrado, que predispõe à Diabetes Mellitus. Nesta doença, fatores genéticos e epigenéticos intrínsecos, bem como fatores extrínsecos, incluindo níveis circulantes de lipídeos, glicose ou aminoácidos, interrompem a rede de sinalização da insulina ocasionando a resistência insulínica (Batista; Haider & Kahn, 2021; Martín; Ramos, 2021).

Uma alimentação equilibrada é essencial no controle da Diabetes Mellitus infantil. No entanto, estudos apontam para um baixo consumo de frutas, vegetais, cereais integrais e um excesso de cereais refinados e gordura saturada. Entre as dificuldades encontradas no tratamento, a adesão a dietas específicas é vista como uma das principais barreiras, uma vez que é necessário lidar com o desejo de consumir alimentos comuns no cotidiano de crianças que não possuem a doença, altamente acessíveis em escolas e locais públicos (Nansel et al., 2015; Secklod et al., 2019).

Portanto, trata-se de uma comorbidade de difícil controle, propensa a inúmeras complicações agudas e crônicas, assim, após o diagnóstico, o tratamento deve ser incorporado de maneira rígida e permanente. Vale destacar, ainda, que as alterações na rotina das crianças são incômodas e contínuas, considerando-se que o tratamento perpassa por restrições alimentares e múltiplas injeções de insulina (Faria et al., 2022; Pedrinho et al., 2020).

Diversos estudos apontaram para os efeitos colaterais dos medicamentos hipoglicemiantes empregados para tratar a DM e constatam que o prolongamento da terapia com insulina pode aumentar a resistência insulínica devido à redução da sensibilidade do receptor deste hormônio, levando à piora das condições de controle, reforçando a necessidade da redução dos níveis glicêmicos através de uma alimentação equilibrada (Jubaidi et al., 2021).

3.2 Flavonoides: Aspectos bioquímicos e mecanismos de ação

Os flavonoides são metabólitos secundários de plantas amplamente distribuídos em frutas, vegetais e sementes, bem como em seus produtos derivados. As plantas sintetizam estas substâncias para proteção contra invasão microbiana, lesões por oxidação e danos causados por raios ultravioleta, mas elas também são responsáveis pela cor, odor e sabor dos alimentos (Martín & Ramos, 2021; Panche & Diwan; Chandra, 2016).

Por sua estrutura química, os flavonoides estão incluídos no grupo de polifenóis, sendo formados por dois anéis aromáticos (A e B) conectados por um anel pirano heterocíclico oxigenado (C) (figura 1). Dependendo dos grupos funcionais presentes no anel C e do seu grau de oxidação, bem como da posição em que está posicionado o anel B, os flavonoides podem ser classificados em seis subclasses: flavonas, flavanonas, flavonóis, flavanóis, isoflavonas e antocianinas (Wang, Li, & Bi, 2018).

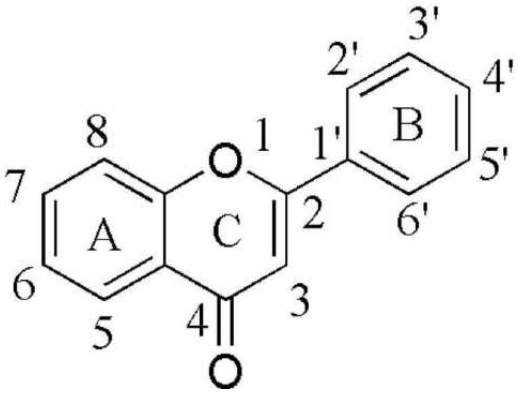

Figura 2. Estrutura química dos flavonoides
Fonte: Wang; Li e Bi, (2018)

O interesse científico pelos flavonoides aumentou nos últimos anos, com vários estudos destacando seus benefícios sobre doenças metabólicas como a Diabetes Mellitus e suas complicações causadas pelos radicais livres. Estes compostos naturais e seus metabólitos secundários desempenham diversas funções biológicas, tais como atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, responsáveis pelas suas propriedades promotoras de saúde (Al Duhaidahawi et al., 2021, Martín & Ramos, 2021).

Os flavonoides têm o potencial de reduzir a resistência à insulina por meio de diferentes mecanismos, incluindo a modulação da via de sinalização da insulina, a melhoria do perfil lipídico e a influência nas enzimas hepáticas. Estudos indicaram que a epicatequina pode ativar o receptor IRS-1 da insulina e mitigar os efeitos prejudiciais da Diabetes Mellitus (Al Duhaidahawi et al., 2021; Hussain et al., 2016; Panche, Diwan, & Chandra, 2016). Em uma metanálise, Cremonini et al. (2019) ressaltaram os benefícios desse flavonoide. O consumo de barras de chocolate e de uma bebida de cacau durante quinze dias demonstrou melhorar a sensibilidade à insulina e a tolerância à glicose, em comparação com chocolate sem flavonoides, evidenciando que a ingestão prolongada da substância pode favorecer a homeostase da glicose em pacientes com Diabetes Mellitus.

Os flavonoides podem contribuir para a prevenção ou melhoria da resistência à insulina ao modularem a via de sinalização da insulina em tecidos-alvo clássicos, como fígado, músculos e tecido adiposo. Esses compostos têm a capacidade de aumentar a sensibilidade à insulina em tecidos periféricos, facilitando a captação e utilização da glicose por meio da inibição da inflamação, lipotoxicidade e estresse oxidativo. Um dos mecanismos pelo qual os flavonoides influenciam o processo inflamatório relacionado à hiperglicemia crônica envolve a modulação da via de sinalização do fator nuclear Kappa B (NF-κB) e a redução dos níveis de citocinas inflamatórias IL-6 e TNF-α, além de poderem diminuir a glicogenólise hepática e a gliconeogênese (Al-Ishaq et al., 2019; Martín & Ramos, 2021).

Evidências apontam que os flavonoides atenuam os efeitos da DM ao protegerem e estimularem a proliferação de células beta do pâncreas, além de melhorarem sua função secretora de insulina por meio da sinalização cAMP/PKA. A regulação da homeostase da glicose promovida por esses compostos acontece pela melhora da expressão e translocação do GLUT4 para a membrana plasmática, mediada pela ativação da via de sinalização PI3K/AKT insulino-sensível e das vias de ativação AMPK, SIRT-1 e mTOR (Dinda et al., 2020).

Porém, a capacidade dos flavonoides de diminuir a resistência à insulina reside não apenas nestes mecanismos de ação, mas também na sua ação antioxidante, que é considerada a sua atividade biológica de maior destaque. A oxidação celular ocorre de maneira natural no organismo humano, através da união entre o oxigênio e um radical livre, formando um radical peróxido. Quando os elétrons ficam desemparelhados, geram radicais livres que podem

interagir com moléculas como proteínas, lipídios e até mesmo o DNA, desestabilizando-as, resultando no surgimento de doenças como a Diabetes Mellitus (Moraes, 2022).

Para manter o equilíbrio entre as reações de oxidação e antioxidação, o organismo humano dispõe de sistemas que podem ser de origem endógena ou exógena, sendo este último relacionado à dieta, ressaltando a importância de uma alimentação rica em flavonoides para diminuir os efeitos dos radicais livres. Nesse contexto, a ação antioxidante dos flavonoides no organismo humano é diversa, podendo se dar pela eliminação direta de espécies reativas de oxigênio, inibição da formação dessas espécies por meio da quelação de oligoelementos ou inibição das enzimas que favorecem a produção de radicais livres e ativação de defesas antioxidantes, podendo ocorrer a combinação de alguns desses mecanismos (Dias, Pinto, & Silva, 2021; Moraes, 2022).

Um dos principais mecanismos pelos quais os radicais livres provocam lesões celulares e teciduais é a degradação oxidativa dos lipídios, que causa danos à membrana das células, induzindo a apoptose e atraindo diferentes mediadores inflamatórios, resultando em uma resposta inflamatória intensa e, consequentemente, lesão tecidual. Estudos demonstraram que flavonoides como a quercetina, a miricetina e a rutina suprimem a degradação lipídica, contribuindo para reduzir a produção de radicais livres, o processo inflamatório e o envelhecimento celular, fatores associados a várias doenças metabólicas (Panche, Diwan, & Chandra, 2016).

A quercetina representa cerca de 95% dos flavonoides presentes na dieta e é uma das substâncias com maior capacidade de sequestrar radicais livres, demonstrando importante efeito antioxidante in vitro. Ela está presente em alimentos como maçã, cebola roxa, uvas, cerejas, brócolis, pimenta, coentros, frutas cítricas e chás. Essa substância inibe o processo oxidativo de lipoproteína de baixa densidade (LDL) por quelar íons metálicos, reduzindo a formação de radicais livres por meio da reação de Fenton, que é uma via responsável por sintetizar espécies reativas de oxigênio (Moraes, 2022).

Além disso, estudos demonstram que a quercetina possui o mesmo mecanismo de ação da metformina, medicação de primeira escolha no controle da Diabetes Mellitus. Esse fármaco é derivado da planta Galega officinalis, cujas propriedades benéficas estão relacionadas à presença de flavonas. Esses flavonoides são capazes de aumentar a captação de glicose independente de insulina e estimular a via de sinalização AMPK nas células musculares, retardando o consumo de oxigênio e promovendo a translocação e expressão de GLUT-4. A ativação dessa via acontece pelo estresse metabólico que os compostos fenólicos induzem, cessando a produção de energia pelas mitocôndrias, seja por meio do desacoplamento ou por inibição do transporte de elétrons e ATP sintase (Al-Ishaq et al., 2019; Hossain et al., 2016).

A quercetina e seus derivados glicosídeos também possuem ação direta sobre as células beta pancreáticas, ao reduzirem o estresse oxidativo e o acúmulo de óxido nítrico, regulando o fator nuclear kappa B (NF-κB) e proteínas quinase regulada por sinais extracelulares (ERK 1-2), protegendo as células do processo inflamatório. Assim, os flavonoides podem atuar como inibidores dos fatores de transcrição que controlam os mediadores envolvidos no processo inflamatório e os moduladores da atividade das células do sistema imune (Ginwala et al., 2019; Hossain et al., 2016).

Considera-se, através dos estudos, que fatores ambientais como um estilo de vida ativo, aliado a uma alimentação saudável, rica em frutas e hortaliças, pobre em alimentos ultraprocessados e com baixo teor de açúcar previnem doenças inflamatórias como a DM. Alguns flavonoides como flavonois, flavononas, flavanois, isoflavonas e antocianinas demonstraram exibir funções anti-inflamatórias durante experimentos in vitro e in vivo (Dias, Pinto, & Silva, 2021; Ginwala et al., 2019), sendo importante incentivar o seu consumo.

3.3 Importância da Educação Alimentar e Nutricional

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) tem como principal objetivo contribuir para o crescimento e o desenvolvimento biopsicossocial, o rendimento escolar, a aprendizagem através da oferta de refeições que atendam às necessidades nutricionais dos estudantes durante o período em que estes permaneçam nas dependências das escolas. Além disso, o PNAE visa fomentar práticas alimentares que beneficiem a saúde e a qualidade de vida, através da Educação Alimentar e Nutricional (EAN). Dessa forma, o programa serve como um espaço para desenvolver atividades promotoras de saúde, integrando temas de alimentação e nutrição ao currículo escolar (Brasil, 2013; Silva et al., 2018).

O número de estudantes com necessidades alimentares especiais (NAES) cresceu consideravelmente na última década. As principais doenças relacionadas às NAES são descritas na resolução nº 6 de 8 de maio de 2020, que regulamenta o PNAE, e dentre estas, encontra-se a Diabetes Mellitus. Essas condições de saúde no setor educação demandam um maior envolvimento e preparo profissional, para que o atendimento aos estudantes seja efetivo, garantindo o direito à alimentação adequada e saudável (Brasil, 2020; Colares et al., 2020).

No entanto, para que as demandas relacionadas à DM sejam acolhidas pelas instituições de ensino, os estudantes devem apresentar, obrigatoriamente, um atestado médico e o parecer do exame, garantindo a aquisição e a disponibilização de alimentos que integrem o cardápio especial. Esse documento ajudará na tomada de decisão do nutricionista do PNAE e facilitará o atendimento aos estudantes que realmente precisam de uma alimentação diferenciada. Para que o público seja alcançado de maneira efetiva, recomenda-se que as informações necessárias para o atendimento estejam em locais visíveis como materiais informativos nos murais das escolas e em páginas da internet. Além disso, é fundamental que as famílias sejam informadas sobre o direito dos estudantes de receber atendimento especializado nas escolas (Brasil, 2020; Colares et al., 2020).

Atualmente, a EAN é considerada um eixo prioritário do PNAE, e entre os pilares para a sua efetivação, estão a utilização de metodologias inovadoras e do alimento como ferramenta pedagógica. O nutricionista responsável pela execução do PNAE tem, entre outras atribuições, a função de coordenar e executar ações de EAN, em colaboração com os profissionais da educação, buscando uma abordagem multiprofissional. No entanto, apesar da legislação vigente, estas ações ainda são pouco executadas nas unidades escolares assistidas pelo PNAE nos municípios brasileiros (Brasil, 2013; CFN, 2010; Silva et al., 2018).

Tendo em vista que as escolas são locais onde essas crianças passam a maior parte do dia, a American Diabetes Association (ADA) ressalta que os funcionários dessas instituições podem e devem apoiar os estudantes com diabetes, uma vez que estão sob a sua supervisão, e a escola deve ser um ambiente de ajuda e de suporte. O cuidado deve envolver não apenas professores e demais profissionais, mas também pais e responsáveis, criando um ambiente seguro. É fundamental que todos sejam alvos de capacitações e participem de ações educativas, para garantir que as crianças com DM sejam acompanhadas de forma adequada (ADA, 2020; Faria et al., 2022).

Dessa forma, os nutricionistas responsáveis pelo cumprimento do PNAE, em articulação com outros setores das escolas, devem desenvolver estratégias para melhorar o atendimento aos estudantes com Diabetes Mellitus. Considerando que as necessidades alimentares especiais provocam grandes alterações na rotina e no desenvolvimento, assim como afetam a curto, médio e longo prazo os estudantes e suas famílias, é fundamental prestar atenção especial às ações de EAN. Essas, podem oferecer às crianças e seus responsáveis os conhecimentos e habilidades essenciais para o cuidado da doença, a tomada de decisões, a resolução de problemas e, em última análise, o seu empoderamento. Para isso, a disponibilização de material didático apropriado para a fase de desenvolvimento da criança, é uma ferramenta essencial para aprimorar o entendimento sobre os cuidados necessários em relação à sua condição de saúde (Brasil, 2017; Faria et al., 2017; Ortiz et al., 2017; Queiroz et al., 2016).

Diversos estudos relataram experiências de EAN com crianças que têm Diabetes Mellitus. Faria et al. (2022) focaram na elaboração de um e-book sobre as leis referentes à DM nas escolas, incluindo os direitos e deveres dos estudantes com a doença e das instituições de ensino, com base na legislação brasileira. Este material foi bem recebido tanto pelo público-alvo quanto por um comitê de especialistas, podendo ser utilizado como recurso educativo nas escolas, ajudando a criar um ambiente mais inclusivo e seguro, além de promover a conscientização sobre a doença.

Além disso, Ribeiro et al. (2021), desenvolveram uma tecnologia educativa na forma de uma história em quadrinhos, voltada para a promoção da saúde das crianças com diabetes. Esta obra aborda temas como a adoção de hábitos saudáveis relacionados à doença, incluindo orientações alimentares, as dificuldades enfrentadas para segui-las e a regularidade das refeições. A literatura aponta a necessidade de expandir essas iniciativas, especialmente no ambiente escolar, uma vez que podem influenciar positivamente os hábitos alimentares das crianças, intimamente relacionados ao fluxo da doença e, consequentemente, à qualidade de vida.

Nesse sentido, é necessário que o papel da escola e dos nutricionistas não se restrinjam à oferta do cardápio especial e de ações pontuais de EAN, devendo-se acolher os estudantes com DM de maneira integral, por meio do desenvolvimento de atividades lúdico-pedagógicas que façam parte do currículo escolar, tanto em horário regular quanto em atividades extracurriculares, enfatizando as recomendações do Guia Alimentar para a População Brasileira. A implantação de hortas escolares pode ser vista como uma estratégia educativa importante, pois além de estreitar a relação das crianças com o alimento que é produzido, podem contribuir com a disponibilidade permanente de alimentos naturais (Brasil, 2017), que são fontes de substâncias bioativas para a alimentação escolar.

Nesse sentido, vale-se destacar que os cardápios das escolas devem seguir os princípios do Guia Alimentar para a População Brasileira, com uma base composta principalmente por alimentos in natura, priorizando a variedade de nutrientes, devendo ser desestimulado o consumo de alimentos ultraprocessados, devido aos seus inúmeros prejuízos à saúde (Brasil, 2020). Essas recomendações têm um impacto direto no cuidado das crianças com Diabetes Mellitus, uma vez que o estímulo e a oferta de frutas e hortaliças nas instituições de ensino aumentam o consumo de flavonoides e seus inúmeros benefícios.

A inserção de alimentos ricos em flavonoides nos ambientes escolares garante, para além de tudo, o suprimento da oferta diária de nutrientes indispensáveis à manutenção da saúde (Fonseca et al., 2023) sendo importante pensar em ações de EAN que estimulem o seu consumo tanto no contexto escolar quanto no familiar e social. Fonseca et al. (2023), publicaram um livro de receitas voltado para a alimentação escolar de pessoas com necessidades alimentares especiais, cujas preparações possuem fontes importantes de flavonoides. Este material visa o preparo de refeições para crianças e adolescentes com restrições alimentares, garantindo que todos os cuidados práticos necessários sejam compreendidos e aplicados pelos profissionais envolvidos.

Santos e Fonseca (2024) relataram uma ação de EAN com estudantes de uma escola municipal de São Felipe (BA). O evento teve como objetivo disseminar conhecimentos teóricos e práticos sobre alimentação saudável e os principais benefícios das substâncias bioativas para a saúde e prevenção de complicações relacionadas a doenças crônicas como DM. Ao final da atividade, aproximadamente 96% dos estudantes afirmaram que escolheriam alimentos fontes de substâncias bioativas, evidenciando o impacto positivo da ação. No entanto, nas instituições de ensino a temática sobre flavonoides precisa ser mais bem descrita, sendo de extrema relevância práticas educativas que colaborem para a sua compreensão, visando a popularização dos conhecimentos sobre estes compostos, para contribuir com a saúde e qualidade de vida dos estudantes (Fonseca et al., 2023) com Diabetes Mellitus.

4. CONCLUSÃO

O consumo de Flavonoides pode reduzir as complicações da Diabetes Mellitus em crianças através de diversos mecanismos de ação. Esses compostos atuam modulando a via de sinalização da insulina, ativando o receptor IRS-1 e facilitando a captação e a utilização da glicose. Além disso, eles influenciam o metabolismo dos carboidratos, inibindo a glicogenólise e a gliconeogênese, promovem a proteção e proliferação das células beta do pâncreas e melhoram sua função secretora de insulina. Os flavonoides também possuem ações anti-inflamatórias e antioxidantes, sendo esta última sua atividade de maior relevância.

Considerando que as complicações da Diabetes Mellitus estão intimamente relacionadas a fatores ambientais, como a alimentação, é importante incentivar o consumo de frutas e hortaliças, que além de suas funções nutricionais, são fontes importantes de flavonoides. Portanto, considerando que as escolas devem ser um ambiente inclusivo e seguro para crianças com Diabetes Mellitus, as ações de EAN são ferramentas eficazes para promover a saúde e desenvolver a autonomia delas frente à doença, auxiliando na criação de hábitos alimentares saudáveis e protetores da saúde. Assim, este trabalho poderá ampliar o debate, no contexto da alimentação escolar, sobre os benefícios do consumo de flavonoides por crianças com Diabetes Mellitus, além de ressaltar a importância das ações educativas, intensificando-as e disseminando informações ao público-alvo.

REFERÊNCIAS

Al Duhaidahawi, D., Hasan, S. A., & Al Zubaidy, H. F. S. (2021). Flavonoids in the treatment of diabetes: Clinical outcomes and mechanism to ameliorate blood glucose levels. *Current Diabetes Reviews, 17*(6), 26–42.

Al-Ishaq, R. K., Abotaleb, M., Kubatka, P., Kajo, K., & Büsselberg, D. (2019). Flavonoids and their anti-diabetic effects: Cellular mechanisms and effects to improve blood sugar levels. *Biomolecules, 9*(9), 430.

American Diabetes Association. (2020). 13. Children and adolescents: Standards of medical care in diabetes − 2020. *Diabetes Care, 43* (Supplement_1), S163-S182.

American Diabetes Association. (2021). Introduction: Standards of medical care in diabetes − 2022. *Diabetes Care, 45* (Supplement_1), S1-S2.

Batista, T. M., Haider, N., & Kahn, C. R. (2021). Defining the underlying defect in insulin action in type 2 diabetes. *Diabetologia, 64*, 994-1006.

Brasil. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. (2013). *Resolução/CD/FNDE nº 26, de 17 de junho de 2013: Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE*. Diário Oficial da União.

Brasil. Ministério da Educação. Programa Nacional de Alimentação Escolar. (2017). *Caderno de referência sobre alimentação escolar para estudantes com necessidades alimentares especiais* (65 p.). FNDE.

Brasil. Ministério da Saúde. (2020). *Resolução nº 6, de 8 de maio de 2020: Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE*.

Brasil. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. (2012). *Marco de referência de educação alimentar e nutricional para as políticas públicas*. MDS.

Chiang, J. L., Kirkman, M. S., Laffel, L. M. B., & Peters, A. L. (2018). Type 1 diabetes in children and adolescents: A position statement by the American Diabetes Association. *Diabetes Care, 41*(9), 2026-2044.

Colares, S. S., et al. (2020). Gestão do cuidado de estudantes com necessidades alimentares especiais vinculados ao Programa Nacional de Alimentação Escolar. *Physis: Revista de Saúde Coletiva, 30*(4), e300407.

Cremonini, E., Fraga, C. G., & Oteiza, P. I. (2019). (–)-Epicatechin in the control of glucose homeostasis: Involvement of redox-regulated mechanisms. *Free Radical Biology and Medicine, 130*, 478-488.

Dias, M. C., Pinto, D. C. G. A., & Silva, A. M. S. (2021). Plant flavonoids: Chemical characteristics and biological activity. *Molecules, 26*(17), 5377.

Dinda, B., et al. (2020). Dietary plant flavonoids in prevention of obesity and diabetes. *Advances in Protein Chemistry and Structural Biology, 120*, 159–235.

Faria, C. C., et al. (2022). Elaboration and validation of an e-book with the laws about diabetes in schools. *Revista Brasileira de Enfermagem, 75*, e20200711.

Fonseca, K. Z., et al. (2023). Ação educativa sobre flavonoides na alimentação escolar: Relato de experiência. *Revista Educação em Saúde/Revista Educação em Saúde Unievangélica, 11*(1), 60-70.

Fonseca, K. Z., Belloli, O. B., Silva, L. C., & Cenci, A. (2023). *O livro de receitas da merendeira* (J. Pasini, Org.; J. A. P. Farias, Ilust.). IFRS. (55 p.)

Ginwala, R., et al. (2019). Potential role of flavonoids in treating chronic inflammatory diseases with a special focus on the anti-inflammatory activity of apigenin. *Antioxidants, 8*(2), 35.

Kawser Hossain, M., et al. (2016). Molecular mechanisms of the anti-obesity and anti-diabetic properties of flavonoids. *International Journal of Molecular Sciences, 17*(4), 569.

Hussain, T., et al. (2020). Flavonoids and type 2 diabetes: Evidence of efficacy in clinical and animal studies and delivery strategies to enhance their therapeutic efficacy. *Pharmacological Research, 152*, 104629.

Hussain, T., et al. (2016). Oxidative stress and inflammation: What polyphenols can do for us? *Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2016*, 7432797.

Jubaidi, F. F., et al. (2021). The potential role of flavonoids in ameliorating diabetic cardiomyopathy via alleviation of cardiac oxidative stress, inflammation and apoptosis. *International Journal of Molecular Sciences, 22*(10), 5094.

Magliano, D. J., et al. (2021). Global picture. In *IDF Diabetes Atlas* (10th ed.) [Internet]. International Diabetes Federation.

Maleki, S. J., Crespo, J. F., & Cabanillas, B. (2019). Anti-inflammatory effects of flavonoids. *Food Chemistry, 299*, 125124.

Martín, M. Á., & Ramos, S. (2021). Dietary flavonoids and insulin signaling in diabetes and obesity. *Cells, 10*(6), 1474.

Matos, A. L., et al. (2020). The benefits of flavonoids in diabetic retinopathy. *Nutrients, 12*(10), 3169.

Moraes, G. V., et al. (2022). Potencial antioxidante dos flavonoides e aplicações terapêuticas. *Research, Society and Development, 11*(14), e238111436225–e238111436225.

Nansel, T. R., et al. (2015). Improving dietary quality in youth with type 1 diabetes: Randomized clinical trial of a family-based behavioral intervention. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity, 12*(1), 1-11.

Ortiz, L. O. M., et al. (2017). Melhores práticas de enfermagem em educação em diabetes à criança hospitalizada: Uma revisão integrativa. *Revista Eletrônica de Enfermagem, 19*, a56.

Panche, A. N., Diwan, A. D., & Chandra, S. R. (2016). Flavonoids: An overview. *Journal of Nutritional Science, 5*, e47.

Pedrinho, L. R., et al. (2020). Brinquedo terapêutico para crianças com Diabetes Mellitus tipo I: Intervenções no domicílio. *Escola Anna Nery, 25*, e20200278.

Queiroz, M. V. O., et al. (2016). Sensibilizando a criança com diabetes para o cuidado de si: Contribuição à prática educativa. *Escola Anna Nery, 20*(2), 337-343.

Ramalho, E. L. R., et al. (2023). Clinical and sociodemographic factors associated with the quality of life of children and adolescents with type 1 diabetes. *Revista da Escola de Enfermagem da USP, 57*, e20230195.

Ribeiro, A. L. T., et al. (2021). Avaliação de tecnologia educativa para crianças com diabetes: Estudo metodológico. *Escola Anna Nery, 25*, e20200282.

Sangeetha, R. (2020). Independent and synergistic activity of the flavonoids of *Gracilaria corticata* as promising antidiabetic agents. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 56*, e18766.

Santos, N. I. P., & Fonseca, K. Z. (2024). Alimentação saudável na adolescência: Um relato de experiência. In *E-book do III Simpósio de Ciência e Tecnologia de Alimentos: Compostos bioativos do bioma brasileiro: aplicações nutricionais e industriais* (Anais, Diamantina, MG). UFVJM.

Seckold, R., et al. (2019). Dietary intake and eating patterns of young children with type 1 diabetes achieving glycemic targets. *BMJ Open Diabetes Research and Care, 7*(1), e000663.

Silva, S. U., et al. (2018). As ações de educação alimentar e nutricional e o nutricionista no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar. *Ciência & Saúde Coletiva, 23*, 2671–2681.

Sociedade Brasileira de Diabetes. (2022). *Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes*. AC Farmacêutica.

Wang, T., Li, Q., & Bi, K. (2018). Bioactive flavonoids in medicinal plants: Structure, activity and biological fate. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences, 13*(1), 12–23.