

Os benefícios do maracujá (*Passiflora spp.*) no Diabetes Mellitus**The benefits of passion fruit (*Passiflora spp.*) in diabetes mellitus**

DOI:10.34119/bjhrv3n6-331

Recebimento dos originais: 20/11/2020

Aceitação para publicação: 27/12/2020

Wesley Silva Ferreira

Graduado em Nutrição na Faculdade de Minas FAMINAS-BH

Instituição: Faculdade de Minas FAMINAS-BH

Avenida Cristiano Machado, 12.001 – Belo Horizonte – MG

E-mail: nutricionistawesleyferreira@gmail.com

Márcio Leandro Ribeiro de Souza

Doutor em Saúde do Adulto pela UFMG

Professor Titular no curso de Nutrição da Faculdade de Minas FAMINAS-BH

Avenida Cristiano Machado, 12.001 – Belo Horizonte – MG

E-mail: marcionutricionista@yahoo.com.br

RESUMO

O presente estudo é uma revisão bibliográfica, descritiva e exploratória sobre os benefícios do maracujá, fruto das plantas do gênero *Passiflora*, especialmente a *Passiflora edulis*, em indivíduos com diabetes. Essa doença é caracterizada por uma desordem metabólica nos níveis de glicemia e seu tratamento consiste em manter os níveis de glicose estáveis para que não ocorram complicações. Além dos tratamentos medicamentosos, as pesquisas buscam opções naturais para o controle e tratamento do diabetes, incluindo os fitoterápicos. O maracujá é um fruto conhecido por seus inúmeros benefícios para a saúde e pelo seu teor de nutrientes, e atualmente vem sendo estudado no diabetes. A partir desta planta são feitos medicamentos e alimentos, como a farinha da sua casca, para o uso da população. Entre os seus possíveis benefícios no diabetes, destacam-se as suas ações hipoglicemiante e na resistência à insulina, além de efeitos anti-inflamatório e antioxidante, discutidos na presente revisão. Diante disso, os estudos demonstram uma ação interessante do maracujá em indivíduos com diabetes. Entretanto, mais estudos em humanos e com bons desenhos metodológicos se fazem necessários para comprovar essa eficácia.

Palavras-chave: maracujá, *passiflora edulis*, diabetes, controle glicêmico.

ABSTRACT

The present study is a descriptive and exploratory review on the benefits of passion fruit, fruit of plants of the genus *Passiflora*, especially *Passiflora edulis*, in individuals with diabetes. This disease is characterized by a metabolic disorder in blood glucose levels and its treatment consists of keeping glucose levels stable so that complications do not occur. In addition to drug treatments, research seeks natural options for the control and treatment of diabetes, including herbal medicines. Passion fruit is a fruit known for its numerous health benefits and nutrient content, and it is currently being studied in diabetes. From this plant, medicines and foods, such as flour from its bark, are made for the use of the population. Among its possible benefits in diabetes, its hypoglycemic and insulin resistance actions stand out, in addition to anti-inflammatory and antioxidant effects, discussed in this review. Therefore, studies demonstrate an interesting action

of passion fruit in individuals with diabetes. However, further studies in humans and with good methodological designs are necessary to prove this effectiveness.

Key words: Passion fruit, *passiflora edulis*, diabetes, glycemic control.

1 INTRODUÇÃO

O *Diabetes Mellitus* (DM) é uma doença crônica que atinge uma grande parte da população brasileira e mundial, sendo um grave problema de saúde pública que pode causar hospitalizações e mortes. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, DM é “uma doença crônica na qual o corpo não produz insulina ou não consegue empregar adequadamente a insulina que produz”¹. Esta doença se subdivide em vários tipos, dependendo de seu mecanismo patogênico, grupo alvo e etiologias, e é caracterizada pela hiperglicemia, que pode trazer malefícios ao organismo humano. Com o crescimento desta doença, diversos tipos de medicamentos para o controle e prevenção de complicações do DM são estudados e usados na prática clínica. Paralelo ao tratamento medicamentoso, também se observa uma busca crescente por alternativas naturais para o controle da doença, incluindo o uso de alimentos como a banana verde e o maracujá².

O maracujá é o fruto do maracujazeiro, uma planta trepadeira da família *Passifloraceae*, pertencente ao gênero *Passiflora*. O fruto é utilizado na produção de fármacos para o tratamento de diversas doenças, assim como também é utilizado como ingrediente culinário³. É estudado pelas diversas ações terapêuticas de suas partes, como a polpa e a casca. Algumas espécies de maracujá se destacam nos estudos científicos, como o maracujá amarelo e o maracujá do mato, de modo que farinhas de suas cascas são feitas e estudadas devido ao seu possível poder hipoglicemiante em indivíduos com DM⁴. O maracujá é estudado no DM em função das suas ações hipoglicemiante, antioxidante, anti-inflamatória e na resistência à insulina^{4,5,6,7}.

Diante disso, a presente revisão pretende investigar os benefícios do maracujá, fruto produzido pelas plantas do gênero *Passiflora*, especialmente a *Passiflora edulis*, em pacientes com DM, destacando os prováveis mecanismos de ação.

2 METODOLOGIA

O presente estudo é uma revisão bibliográfica, realizada no período de fevereiro de 2020 a abril de 2020, com consulta às bases de dados LILACS, MEDLINE, SciElo e Google Acadêmico. Utilizou-se como critério de busca o formulário básico com os seguintes descritores: diabetes, controle glicêmico, *Passiflora*, *Passiflora edulis*. Foram selecionadas pesquisas em português, inglês e espanhol, prevalecendo publicações dos últimos 10 anos (2010 a 2020).

Algumas publicações anteriores a 2010 foram utilizadas quando estas representavam estudos importantes sobre os temas.

3 DIABETES MELLITUS

O termo *Diabetes Mellitus* refere-se a um transtorno metabólico de etiologias heterogêneas, caracterizado por hiperglicemia e distúrbios no metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras, resultantes de defeitos da secreção e/ou da ação da insulina¹. Essa doença ganha destaque pela sua crescente prevalência e habitualmente está associado à dislipidemia, à hipertensão arterial e à disfunção endotelial. É um problema de saúde considerado “Condição Sensível à Atenção Primária”, ou seja, evidências demonstram que o bom manejo deste problema ainda na Atenção Básica evita hospitalizações e mortes por complicações cardiovasculares e cerebrovasculares⁸.

O DM é subdividido em alguns tipos, com características específicas. Atualmente, há uma subdivisão em tipo I (DM1), tipo II (DM2) e diabetes gestacional¹. No Brasil, estima-se haver mais de 12,5 milhões de diabéticos, projetando-se mais de 20,3 milhões para 2045. O diabetes apresenta alta morbimortalidade, com perda importante na qualidade de vida. De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes, o DM tem uma alta prevalência mundial: estima-se que 8,8% da população mundial, entre 20 a 79 anos, sejam diabéticos, ou seja, cerca de 424,9 milhões de pessoas vivem com diabetes. Se continuar assim, pode-se chegar em 2045 a um número superior a 628,6 milhões de pessoas com DM¹.

As etiologias da doença são complexas e envolvem diferentes mecanismos genéticos, ambientais e imunológicos. Tais mecanismos possuem grande importância na patogênese, no quadro clínico e também no aparecimento de complicações, porém ainda não são completamente conhecidos. Os fatores associados à grande prevalência da doença são: a rápida urbanização, transição epidemiológica, transição nutricional, maior frequência de excesso de peso, crescimento e envelhecimento populacional. Ademais, as pessoas que têm histórico familiar de DM, estão obesas ou com sobrepeso, são sedentárias, possuem uma alimentação desequilibrada, detendo, assim, uma maior suscetibilidade a ter diabetes, principalmente o tipo II da doença¹.

O DM oferece boas possibilidades de controle. Contudo, se não for bem controlado, acaba produzindo complicações potencialmente fatais, como por exemplo, infarto do miocárdio, derrame cerebral, cegueira, impotência, nefropatia, úlceras nas pernas e até amputações de membros¹. Para o controle do diabetes os pesquisadores buscam avaliar tratamentos mediante medicamentosos, dietéticos, entre outros. A Fitoterapia também é uma opção que vem sendo

estudada. Segundo a Sociedade Brasileira de Diabetes, algumas plantas parecem ser promissoras no controle glicêmico, embora muitas delas necessitem de mais estudos científicos com bons estudos metodológicos¹. Entre as plantas estudadas no controle glicêmico em pacientes diabéticos se encontra o maracujá.

4 OS BENEFÍCIOS DO MARACUJÁ

O maracujazeiro, nome atribuído à planta que produz o fruto maracujá, é uma planta trepadeira sublenhosa com grande vigor vegetativo. O maracujá abarca diversas espécies do gênero *Passiflora*, de forma que o nome provém da palavra indígena *maraiú-ya*, que significa “fruto de sorver” ou “polpa que se toma de sorvo”^{9,10}. O maracujá é fonte de vitaminas A, C e do complexo B. Além disso, apresenta boa quantidade de minerais, como ferro, sódio, cálcio e fósforo¹¹.

Em um estudo realizado por Nachbar (2013)¹², que tinha como objetivo encontrar a quantidade de compostos bioativos na polpa de maracujá amarelo, foi identificado um bom teor de compostos fenólicos, flavonoides, carotenoides, vitamina C e uma boa atividade antioxidante total. Já o estudo de Lima¹³, por sua vez, analisou a farinha da casca de maracujá e encontrou uma quantidade boa de alguns macronutrientes, como carboidratos e fibras totais, incluindo uma boa quantidade de pectina; também foi observada a presença de carotenoides e alguns minerais, como cálcio, ferro, magnésio, manganês, zinco, sódio e potássio. Nesse estudo, a autora demonstra a presença de compostos fenólicos na farinha da casca de maracujá amarelo, o que confere uma boa capacidade antioxidante a esse alimento, também avaliada no estudo¹³.

A semente do fruto também é rica em nutrientes e compostos bioativos, se destacando os ácidos graxos linoleico e linolênico, e o piceatannol. Alguns estudos também relacionaram o uso do fruto para melhorar a resistência insulínica em ratos diabéticos¹⁴. Já as folhas de *Passiflora suberosa* L contém alcaloides, esteróis insaturados, triterpenos, saponinas, flavonoides, taninos e proantocianidinas. Nas folhas, existe a presença de cianeto e, por isso, os chás das folhas devem ser usados com cautela¹⁵. Já a farinha da casca de maracujá deriva do processo de secagem e moagem da parte da casca comestível do fruto e apresenta diversos compostos fenólicos, citados anteriormente, podendo gerar benefícios para indivíduos com DM³. Xavier e colaboradores¹⁶, em um estudo recente sobre a farinha da casca do maracujá, verificaram que cerca de 28,1% da mesma é fibra e que 7,9% é proteína. Além disso, as autoras mostraram que a casca do maracujá é rica em pectina, niacina, ferro, cálcio e fósforo¹⁶. Além disso, a farinha da casca de maracujá pode ser

utilizada na panificação para que o valor nutricional do produto seja aumentado, por exemplo, no aporte de fibras³.

O maracujá, em suas diversas espécies, é estudado pelas suas diversas ações terapêuticas tais como: efeito sedativo, ansiolítico, diurético, anti-helmíntico, antidiarreico, estimulante, tônico no tratamento da hipertensão, analgésico, antiespasmódico, antiasmático, vermífugo, além de loções ou emplastos que ajudam na erisipela e dermatites. Além disso, também é estudado a partir da sua atuação contra tosse seca, cólica em crianças, insônia, irritação da mucosa respiratória, sintomas da menopausa, epilepsia e cefaleia³.

5 A INFLUÊNCIA DO MARACUJÁ NO DIABETES

Ação hipoglicemiante

A farinha da casca do maracujá ainda não é consumida com frequência entre as pessoas, mas seu uso já é estudado, tendo em vista sua possível ação hipoglicemiante e de diminuição da resistência à insulina⁹. Essa farinha contém um alto teor de pectina, uma fibra solúvel que tem a capacidade de reter líquidos e substâncias, contribuindo para a diminuição do esvaziamento gástrico. Além disso, a farinha da casca do maracujá promove saciedade e promove letargia na absorção de carboidratos e lipídios, trazendo, conseqüentemente, menores picos glicêmicos⁹. Estudos em modelo animal e em humanos buscaram demonstrar a eficácia do uso da farinha da casca do maracujá como suplemento alimentar para indivíduos com DM.

Correa e colaboradores⁴ realizaram um estudo com 32 ratos machos com um mês de idade. As cobaias foram divididas em 4 grupos de 8 animais: Grupo controle (ratos diabéticos alimentados com ração comercial); Grupo 2, com 15% de farinha de maracujá amarelo (ratos diabéticos alimentados com dieta preparada com 15% de farinha de maracujá); Grupo 3, com 30% de farinha de maracujá (ratos diabéticos alimentados com dieta preparada com 30% de farinha de maracujá) e Grupo 4, com fibra dissolvida (ratos diabéticos alimentados com ração comercial dissolvendo farinha de maracujá em água). Os animais foram tratados por 60 dias e depois foram submetidos a testes bioquímicos, como glicose sanguínea e colesterol. O estudo encontrou uma resposta hipoglicêmica nos Grupos 4, 2 e 3, com uma redução de 27%, 37,4% e 40,2%, respectivamente, demonstrando assim a eficácia do uso da farinha de maracujá em ratos diabéticos⁴.

Já Braga, Medeiros e Araújo¹⁷ desenvolveram um estudo para testar o uso da farinha de maracujá amarelo em 27 ratos machos da linhagem *Wistar* com DM. Os animais foram randomizados em três grupos: Grupo I, diabético tratado com a dose de 20 mg/kg (n = 9); Grupo

II, diabético tratado com a dose de 40 mg/kg (n = 9); e Grupo III, diabético tratado com a dose de 160 mg/kg (n = 9). Os animais foram tratados com farinha da casca do maracujá com a dose do grupo pertencente, e, em seguida, foi aferida a glicemia nos tempos de 0, 1, 2, 4, e 6 horas após a administração. O estudo concluiu que o efeito hipoglicemiante tem duração aproximada de 4 horas nesses animais. Este efeito estaria associado às fibras solúveis presente neste alimento, que levariam ao aumento da viscosidade do bolo fecal e formariam uma camada gelificada que diminui o contato dos nutrientes com as células absorptivas da parede intestinal, dificultando assim a absorção¹⁷. Outro possível mecanismo é a fermentação das fibras solúveis no intestino grosso, formando os ácidos graxos de cadeia curta, como acetato, butirato e propionato. O butirato é responsável por diminuir a resistência à insulina nos tecidos periféricos via redução da produção de NF-kB e o propionato, metabolizado nos hepatócitos, estimula a glicogênese e a síntese de lipídios¹⁷.

Ainda em modelo animal, Lima e colaboradores¹⁸ desenvolveram um estudo com o objetivo de demonstrar o potencial hipoglicemiante da farinha da casca do maracujá do mato (*Passiflora nítida Kunth*). Os ratos que receberam a farinha junto da ração apresentaram uma diminuição significativa a partir do 6º dia de dieta, sendo observada uma diminuição progressiva nos dias seguintes, e chegando ao 21º dia com uma diminuição acentuada. Já Silva e colaboradores¹⁹ realizaram um estudo somente com a pectina isolada da casca de *Passiflora Edulis*, para avaliar seu efeito hipoglicemiante em ratos com DM. Os animais foram separados em três grupos: Grupo 1, recebendo pectina; Grupo 2, recebendo droga controle 1 (glibenclamida); Grupo 3, recebendo droga controle 2 (metformina). Os animais foram tratados por 5 dias por via oral e após o término do tratamento foram coletadas amostras de sangue. Os resultados foram promissores, pois o grupo tratado com pectina obteve uma redução de 46% a 65% nos níveis de glicose sanguínea em comparação ao início do tratamento e os grupos de droga controle obtiveram uma redução aproximada de 80% na glicemia¹⁹.

Pensando em estudos realizados com humanos, uma pesquisa realizada por Queiroz e colaboradores²⁰ também demonstrou a eficácia da suplementação da farinha da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). Esse estudo consistiu em um ensaio clínico com 42 voluntários de ambos os sexos com DM2 que suplementaram 30g da farinha da casca do maracujá por 60 dias. O grupo foi submetido à avaliação de diversos parâmetros antropométricos e bioquímicos e a resposta da suplementação sobre a glicemia de jejum e hemoglobina glicada demonstrou uma redução acentuada dos dois parâmetros. Em contrapartida, Cunha²¹ efetuou um ensaio clínico randomizado com o uso da farinha do albedo (casca) do maracujá em 27 pares de pessoas com

DM2, de ambos os sexos, divididos em grupo experimental e grupo controle. Os pacientes do grupo experimental foram orientados a ingerir 12 gramas da farinha três vezes por dia durante 8 meses. Todos os voluntários foram submetidos à avaliação de diversos parâmetros antropométricos, bioquímicos e clínicos, e os resultados revelaram que o uso da farinha não promoveu diferenças estatísticas nos valores de glicose capilar, glicemia de jejum e hemoglobina glicada, assim como também não houve diferenças nos parâmetros antropométricos²¹.

Araújo e colaboradores²² também realizaram um ensaio clínico randomizado com 54 participantes de ambos os sexos com DM2. Os participantes foram orientados a ingerir 12g de farinha de maracujá amarelo, 3 vezes ao dia, antes do jejum, almoço e jantar. Os autores também não encontraram diferenças estatísticas na redução de glicemia em jejum e na hemoglobina glicada na população estudada.

Uma revisão realizada por Waszak e Ferreira² constatou que o uso da farinha da casca de maracujá e da farinha de banana verde é visto como uma alternativa para enriquecer a dieta de pacientes com DM2, obtendo benefícios no controle glicêmico². As fibras dietéticas solúveis, por diminuírem a absorção de glicídios e por estimular a produção de mucinas, são as responsáveis por essa redução na glicemia. De modo semelhante, Claro, Rodrigues e Teixeira²³, em sua revisão bibliográfica, concluíram que o uso da farinha de maracujá amarelo tem resultados promissores no controle dos distúrbios da Síndrome Metabólica e que a mesma, em quantidades diferentes, exerce efeitos como redução de massa corporal em animais, redução de níveis glicêmicos, de triglicerídeos, colesterol total e LDL e aumento nos níveis de colesterol HDL e redução nos níveis de pressão arterial, tanto em animais como humanos²³.

Além disso, alguns estudos com outras espécies e outras partes do maracujazeiro também trazem resultados importantes na ação hipoglicemiante. Gupta e colaboradores²⁴ realizaram em estudo com extrato metanólico de folhas de *Passiflora incarnata* (EMFPI) em ratos com DM. O estudo foi feito durante 15 dias com ratos induzidos ao diabetes e separados nos seguintes grupos: Grupo 1, controle negativo (não induzidos ao diabetes); Grupo 2, controle positivo (induzidos ao diabetes não tratados com EMFPI); Grupo 3, droga controle (induzidos ao diabetes e tratados com 10mg/kg de peso de glibenclamida); Grupo 4, tratados com 100mg/kg de peso de EMFPI; Grupo 5, tratados com 200mg/kg de peso de EMFPI. Os níveis de glicose plasmática foram medidos nos dias 1, 4, 7, 10 e 15, sendo que no 14º dia foi realizado também um teste oral de tolerância à glicose (TOTG). Os resultados evidenciaram uma redução significativa nos níveis de glicemia de jejum e no TOTG, uma melhora no perfil lipídico sérico e peso corporal quando comparados com ratos diabéticos, normais e padrão tratados com medicamentos. Estudo histopatológico do pâncreas

mostrou regeneração comparável das células que foram previamente necrosados pelo DM induzido²⁴.

O estudo de Barbalho e colaboradores²⁵ foi realizado com a prole de mães diabéticas de ratos Wistar, que foram tratados com suco de *Passiflora edulis* por 30 dias. Os resultados deste estudo demonstraram níveis significativamente reduzidos de colesterol total, colesterol LDL, glicose plasmática e aumento no colesterol HDL com o suco de maracujá.

Sudasinghe e Peiris¹⁵ realizaram um estudo com o extrato aquoso de folhas de *Passiflora suberosa* L. para investigar a capacidade *in vivo* de diminuir a glicose sanguínea e níveis de colesterol em camundongos que receberam diferentes doses de extrato. A análise fitoquímica identificou a presença de alcaloides, esteróis insaturados, triterpenos, saponinas, flavonoides, taninos e proantocianidinas. O teor de carboidratos das folhas foi de 12,97%. O efeito hipoglicêmico máximo foi observado após 4 horas na dosagem de 50 e 100 mg/kg. O extrato diminuiu a glicemia em jejum em 18% e não houve resultados significativos sobre a inibição da absorção de glicose do intestino após uma sobrecarga de sacarose oral. Os níveis de glicogênio foram superiores em 61% no fígado e 57% nos músculos esqueléticos. Os níveis de colesterol total foram reduzidos em 17% e os níveis de triglicerídeos em 12% nos grupos tratados. Estes resultados sugerem que o extrato aquoso de folhas de *P. suberosa* pode ser usado para controlar os níveis de glicose e colesterol no sangue. Em relação ao mecanismo de ação, os autores sugerem que a redução da glicemia é provavelmente uma interação cumulativa entre componentes fitoquímicos do extrato e sugere os seguintes mecanismos de ação: a atividade hipoglicemiante pode ser resultado de uma inibição da *alfa-glicosidase* e um aumento da viscosidade do bolo fecal a partir das fibras presentes no extrato, ocasionando um atraso no esvaziamento gástrico e uma diminuição na taxa de absorção de glicose¹⁵.

Prasertsri e colaboradores²⁶ realizaram um estudo clínico randomizado, controlado por placebo, com pessoas de ambos os sexos, de 20 a 22 anos com o objetivo de avaliar o efeito hipoglicemiante pós-prandial do suco de *Passiflora edulis*. Os resultados demonstraram que não houve atenuação da glicemia pós-prandial com a utilização de suco de maracujá. O estudo se baseia no fato que o ácido ascórbico pode exercer efeito hipoglicemiante em ratos, porém, a dose utilizada nos estudos (1000 mg) é muito maior comparada à dose presente no suco de maracujá. Uchida-Maruki e colaboradores¹⁴ realizaram um estudo em 32 ratos machos induzidos a DM2 para analisar os efeitos terapêuticos de piceatannol, que é um análogo hidroxilado do resveratrol. Existem estudos demonstrando a ação do resveratrol no metabolismo da glicose em humanos. Já o piceatannol, presente principalmente nas sementes de maracujá, possui propriedades atividade

de indução de sirtuína, ação vasorrelaxante agindo na óxido nítrico sintetase endotelial, promoção da síntese de colágeno, inibição de melanogênese, e proteção da pele contra a radiação ultravioleta. Nesta pesquisa foi aplicada uma solução de piceatannol aos animais e foi possível observar que houve redução da glicose com uso de piceatannol em ratos diabéticos, mas não reduziu o peso corporal. Esses resultados trazem indícios que o piceatannol encontrado nas sementes de *Passiflora edulis* possui um potencial para o tratamento ou prevenção de DM, entretanto, mais estudos são necessários para a utilização deste composto presente nas sementes do fruto, especialmente em humanos¹⁴. Como é possível perceber, existem estudos sendo realizados para avaliar o efeito hipoglicemiante do maracujá, porém a maioria foi realizada em modelo animal, e os poucos estudos em humanos ainda apresentam efeitos divergentes, sugerindo a necessidade de mais estudos com bons desenhos metodológicos para avaliar esse efeito.

Ação na resistência à insulina

A resistência à insulina representa uma atenuação do efeito deste hormônio nas células dos tecidos. Os mecanismos exatos envolvidos nesse quadro não são totalmente esclarecidos, mas sabe-se que alguns estudos demonstram que estão relacionados com alterações moleculares na via de sinalização da insulina, principalmente na ativação da translocação do transportador de glicose à membrana plasmática de células em tecidos periféricos, como o músculo esquelético e o tecido adiposo^{27,28}. O processo de resistência à insulina traz prejuízos severos ao metabolismo, como a hiperglicemia, dislipidemia, geração de espécies reativas de oxigênio (ERO) e disfunção hepática. Esse distúrbio é um potente colaborador para DM2, aterosclerose e estresse oxidativo⁵.

O estudo realizado por Goss e colaboradores⁵ em ratos *Wistar* investigou se a suplementação de farinha da casca de *Passiflora edulis* traria efeitos na resistência à insulina, adiposidade e em parâmetros metabólicos em animais que receberam bebidas enriquecidas com 10% de frutose. A frutose foi administrada para a indução da resistência à insulina. Os animais que receberam frutose com a farinha obtiveram resultados promissores: tiveram uma porcentagem menor de ganho de peso, menor ingestão calórica, não apresentaram alterações na medida de circunferência abdominal, menor deposição de gordura abdominal, ausência de esteatose hepática e menor resistência à insulina avaliada pelo índice HOMA-IR. Os autores destacaram que foram pioneiros na associação da suplementação de farinha da casca de *Passiflora edulis* com a resistência à insulina, esteatose hepática e adiposidade abdominal induzidas por frutose a 10% na dieta em ratos⁵.

Recentemente, Faveri e colaboradores²⁹ realizaram um estudo com o objetivo de mostrar os efeitos da farinha de casca de *P. edulis* nos distúrbios metabólicos causada pela “dieta de cafeteria” em ratos. Os resultados *in vitro* demonstraram um potencial redutor de ERO, atividade antioxidante contra peroxidação lipídica e significativa atividade de eliminação de óxido nítrico. Os resultados *in vivo* em camundongos demonstraram que a suplementação com a farinha fez com que os animais não desenvolvessem resistência à insulina, demonstrado a partir do teste de resistência à insulina e análise histológica do tecido pancreático, ao contrário dos animais que receberam somente dieta de cafeteria e desenvolveram resistência a insulina²⁹.

Janebro⁹, por sua vez, realizou um ensaio clínico para testar a eficácia da farinha da casca do maracujá amarelo como suplemento alimentar em indivíduos com Síndrome Metabólica e DM. O estudo foi realizado com 43 pessoas de ambos os sexos durante 60 dias. Os participantes ingeriram 30g de farinha de maracujá por dia e, após 60 dias, foi possível observar uma melhora no perfil antropométrico dos pacientes com diminuição da circunferência abdominal. Ocorreu, também, uma melhora na pressão arterial sistólica e diastólica. O lipidograma indicou uma redução nos triglicerídeos, aumento no colesterol HDL e não houve alterações estaticamente significativas no colesterol LDL. Já no teste de HOMA-IR, houve uma redução significativa e o HOMA-Beta demonstrou valores aumentados no grupo estudado. Os resultados desse estudo demonstram que a suplementação de farinha de maracujá é uma alternativa para a suplementação de pessoas com Síndrome Metabólica e DM2, pois contribuiu na melhora dos parâmetros gerais destas doenças, principalmente na resistência à insulina⁹.

Ação anti-inflamatória

Ainda que a resistência insulínica e a destruição das células beta pancreática sejam reconhecidas como causas centrais na patogênese do DM2, também se sabe que a inflamação de baixo grau antecede e prediz o desenvolvimento da doença. Estas informações apoiam a hipótese de que o DM é um processo de doença inflamatória e metabólica¹⁹. Nesse sentido, Silva e colaboradores¹⁹ realizaram um estudo para avaliar o efeito anti-inflamatório da pectina obtida através da casca de *Passiflora edulis*. O estudo foi feito em ratos e a inflamação aguda foi induzida por carragenina. Em seguida os ratos foram divididos entre grupos que foram tratados com pectina, droga controle e água. Os resultados demonstraram reduções significativas variando de 32% a 74% na inflamação em comparação ao grupo tratado com água. O grupo droga controle obteve uma redução de 41% a 66%. Com isso, foi possível observar que a pectina é uma possível alternativa para a redução da inflamação¹⁹.

Em outro estudo, Montefusco-Pereira e colaboradores³⁰ pesquisaram o extrato das folhas de *Passiflora nítida kunth* para avaliar seu efeito anti-inflamatório. O estudo foi realizado a partir do método de edema de pata induzido por carragenina. Os animais foram tratados com doses de extrato e depois receberam a carragenina. Os resultados apresentaram uma redução no volume do edema de 6,6 a 72,2% dependendo da dose, após 2h de administração da carragenina. No estudo de Lima¹³ foi encontrado 37mg de ácido fitico em 100g da farinha da casca de maracujá amarelo na análise bromatológica. Okazaki e Katayama³¹ argumentam que o ácido fitico regula positivamente os ácidos orgânicos cecais, especialmente butirato, e isso contribui para uma redução nos níveis séricos de citocinas pró-inflamatórias em ratos alimentados com dieta hiperlipídica.

Vuolo e colaboradores⁷, por sua vez, realizaram um estudo para avaliar se a ingestão de farinha da casca de *Passiflora edulis* diminui citocinas inflamatórias e estresse oxidativo em ratos obesos. As autoras observaram menor ganho de peso, diminuição da peroxidação lipídica no fígado e tecido adiposo epididimal e diminuição da expressão de citocinas nos ratos tratados com a farinha da casca de maracujá. Segundo os autores, os compostos antioxidantes, como por exemplo os polifenóis, presentes no maracujá seriam os responsáveis pela diminuição da produção e liberação de citocinas inflamatórias. Colomeu e colaboradores³², por outro lado, traz que a atividade antioxidante tem um papel fundamental na proteção celular durante um processo de inflamação. Essa ação antioxidante do maracujá será discutida na sequência.

Ação antioxidante

Os compostos antioxidantes, em particular os carotenoides e os compostos fenólicos, ganharam uma grande relevância devido os seus efeitos benéficos à saúde. O consumo de alimentos vegetais ricos em antioxidantes, como o maracujá, são benéficos para a saúde, porque diminuem os processos degenerativos e podem efetivamente diminuir a incidência de câncer, doenças cardiovasculares e DM¹³. Por meio do estudo bromatológico de Lima¹³, feito com a farinha da casca do maracujá amarelo, foram encontrados resultados significativos que demonstram o poder antioxidante da farinha da casca de maracujá. Este estudo também encontrou o valor de 99,75 µM/TE g de atividade antioxidante no índice ORAC. O teste de capacidade de absorção radical de oxigênio (ORAC) mede o grau de inibição da oxidação induzida por radicais peróxidos pelos compostos de interesse em um meio químico³³. Ainda no estudo de Lima¹³, observou-se valores de carotenoides na farinha da casca 20 vezes superiores ao encontrado na polpa do maracujá. Os carotenoides são compostos antioxidantes que eliminam as ERO e radicais

peroxil. Além disso, eles têm a característica de desativar moléculas envolvidas na geração de novas ERO.

Salles³⁴ mensurou a quantidade de polifenóis totais e flavonoides no extrato bruto das folhas de *P. edulis*, considerados potentes antioxidantes que diminuem a propensão a complicações no DM^{34,35}. No mesmo estudo, Salles³⁴ realizou um experimento com ratos machos da linhagem *Wistar*, com divisão de diversos grupos diabéticos ou não, tratados com extrato seco ou flavonoides obtidos das folhas de *Passiflora edulis*. Através de parâmetros bioquímicos, como glicose de jejum, hemoglobina glicada e frutossamina, os resultados demonstram que os flavonoides apresentaram efeitos positivos nos ratos com DM. O mesmo demonstrou ainda efeitos benéficos na prevenção de complicações, como problemas renais e distúrbios cardiovasculares, demonstrados através de resultados positivos no lipidograma, triglicerídeos, creatinina, ureia e também em condições favoráveis sobre a agregação plaquetária e a produção de espécies oxidativas³⁴. A atividade antioxidante dos flavonoides geralmente está relacionada com sua estrutura devido à presença de anéis aromáticos associados a hidroxilas ácidas que doam átomos de hidrogênio aos radicais livres, fazendo, conseqüentemente, aumentar a estabilidade. Podem, ainda, inibir as reações em cadeia do estresse oxidativo^{34,35}.

O estudo de Colomeu e colaboradores³² foi realizado com o extrato de folhas de *Passiflora alata* para analisar o potencial antioxidante da planta. Nos resultados foram observadas diversas respostas antioxidantes. Essas respostas podem estar relacionadas à interação de compostos antioxidantes e os compostos radicais livres presentes nas folhas, bem como sua estrutura química. Além disso, os resultados mostraram que o extrato aquoso possui uma maior atividade antioxidante, quando comparado com outros solventes³². Outro estudo realizado por Montefusco-Pereira e colaboradores³⁰ realizou um experimento *in vivo* em ratos que foram tratados com extrato de folhas *Passiflora nitida kunth* para avaliar o potencial antioxidante desse composto³⁰. Os resultados demonstram que o composto tem um potencial antioxidante intermediário em comparação com outros vegetais. Esses resultados sugerem um efeito antioxidante de *P. nitida* que pode ser benéfico na prevenção do estresse oxidativo diabético e complicações relacionadas³⁰.

Anusooriya e colaboradores³⁶ realizaram um estudo com extrato do fruto de *Passiflora ligularis Juss*, para investigar seu efeito antidiabetogênico e antioxidante. A análise fitoquímica de *P. ligularis* revelou a presença de vários fitoquímicos, em particular, a presença de alcaloides, taninos, compostos fenólicos, flavonoides, terpenóides, entre outros. O experimento com animais revelou que o tratamento com o extrato diminuiu significativamente a glicose plasmática, colesterol total, colesterol LDL e triglicerídeos em ratos diabéticos, além de aumentar o colesterol

HDL, normalizou os marcadores de danos hepáticos e renais e manteve o nível de glicogênio hepático. Houve também um aumento das enzimas antioxidantes: superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathione peroxidase (GPX)^{36,37,38}.

O estudo realizado por Kandandapani, Balaraman e Ahamed³⁹, em modelo animal, demonstrou que o extrato do maracujá (*Passiflora edulis*) diminuiu a glicemia sanguínea, reverteu a diminuição de peso corporal, aumentou as enzimas SOD e CAT nos órgãos e reduziu a quantidade de leucócitos infiltrados nas células beta do pâncreas³⁹. Este trabalho demonstra que o extrato de *Passiflora edulis* pode ser uma alternativa antidiabética, antioxidante e citoprotetora. Em um estudo realizado por Paneli e colaboradores⁶ com o objetivo de avaliar o efeito da casca de *Passiflora edulis* na composição corporal e nos parâmetros de estresse metabólico e oxidativo em camundongos geneticamente obesos, os autores demonstraram que a casca em questão promoveu uma redução do tecido adiposo visceral, diminuiu colesterol e triglicérides e aumentou a capacidade antioxidante no plasma, rim, fígado e tecido adiposo. Os autores acreditam que esses resultados de potencial antioxidante estão relacionados com os compostos bioativos presentes na casca do maracujá, como os carotenoides e fenólicos⁶.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente revisão permitiu observar que o uso do maracujá e suas partes, especialmente a farinha da casca, pode ser um potente aliado à saúde, principalmente em indivíduos com diabetes, devido às atividades hipoglicemiantes, anti-inflamatória, antioxidante e na resistência à insulina observadas nos estudos científicos. Entretanto, embora alguns estudos analisados e discutidos, tanto em animais como em humanos, demonstrem que a suplementação com a farinha da casca do maracujá pode ser um aliado para diminuir a resistência à insulina, a glicemia, o estresse oxidativo e a inflamação outros estudos são necessários, principalmente em humanos, e com bons desenhos metodológicos, para atestar essa eficácia.

REFERÊNCIAS

1. SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Clannad Editora Científica, 2020. 485p.
2. WASZAK, M.N.; FERREIRA, C.C.D. Hypoglycemic effect of flour of green banana and passion fruit on glycemic control in diabetics. **Cadernos UniFOA**; 6(1): 41-50, 2011.
3. PYTA, J.S.L. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo**. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.
4. CORREA, E.M. *et al.* The intake of fiber mesocarp passionfruit (*Passiflora edulis*) lowers levels of triglyceride and cholesterol decreasing principally insulin and leptin. **J Aging Res Clin Pract**; 3(1): 31-35, 2014.
5. GOSS, M.J. *et al.* Peel flour of *Passiflora edulis* Var. *Flavicarpa* supplementation prevents the insulin resistance and hepatic steatosis induced by low-fructose-diet in young rats. **Biomed Pharmacother**; 102: 848–854, 2018.
6. PANELI, M.F. *et al.* Bark of *Passiflora edulis* Treatment Stimulates Antioxidant Capacity, and Reduces Dyslipidemia and Body Fat in db/db Mice. **Antioxidants (Basel)**; 7(9): 120, 2018.
7. VUOLO, M.M. *et al.* Passion fruit peel intake decreases inflammatory response, reverts lipid peroxidation and adiposity in diet-induced obese rats. **Nutr Res**; 76: 106-117, 2020.
8. BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Caderno de Atenção Primária nº 29: Rastreamento**. Brasília: Ministério da Saúde. 2010. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/caderno_atencao_primaria_29_rastreamento.pdf> Acesso em: 13 maio 2020.
9. JANEIRO, D.I. **Investigação do efeito da farinha da casca de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. (maracujá amarelo) em portadores de síndrome metabólica com diabetes mellitus tipo 2**. 119 f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais Sintéticos e Bioativos) Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
10. ZERAIK, M.L. *et al.* Maracujá: um alimento funcional? **Rev Bras Farmacogn**; 20(3): 459-471, 2010.
11. NEPA/UNICAMP - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação / UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA / UNICAMP; 2011. 161p.
12. NACHBAR, F.R.F. **Compostos bioativos presentes em cultivares de maracujá**. 2013. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Farmácia-Bioquímica) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2013.
13. LIMA, G.C. **Farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis*): efeitos no tratamento e na prevenção da obesidade**. 2015. 170 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2015.

14. UCHIDA-MARUKI, H. *et al.* Piceatannol Lowers the Blood Glucose Level in Diabetic Mice. **Biol Pharm Bull**; 38(4): 629-633, 2015.
15. SUDASINGHE, H.P.; PEIRIS, D.C. Hypoglycemic and hypolipidemic activity of aqueous leaf extract of *Passiflora suberosa* L. **PeerJ**; 6: e4389, 2018.
16. XAVIER, G.F.; SOUZA, B.S.; CÂNDIDO, T.A.T. Determinação da composição centesimal da casca e da farinha da casca de maracujá. Poços de Caldas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, 2015. Disponível em: <<https://jornada.ifsuldeminas.edu.br/index.php/jcpcs/jcpcs/paper/viewFile/1431/711>> Acesso em 13 maio 2020.
17. BRAGA, A.; MEDEIROS, T.P.; ARAUJO, B.V. Investigação da atividade antihiperlicemiante da farinha da casca de *Passiflora edulis* Sims, Passifloraceae, em ratos diabéticos induzidos por aloxano. **Rev Bras Farmacogn**; 20(2): 186-191, 2010.
18. LIMA, E.S. *et al.* Efeito hipoglicemiante da farinha do fruto de maracujá do mato (*Passiflora nítida* Kunth) em ratos normais e diabéticos. **Rev Bras Pl Med**; 14(2): 383-388, 2012.
19. SILVA, D.C. *et al.* Pectin from *Passiflora edulis* Shows Anti-inflammatory Action as well as Hypoglycemic and Hypotriglyceridemic Properties in Diabetic Rats. **J Med Food**; 14(10): 1118-1126, 2011.
20. QUEIROZ, M.S.R. *et al.* Effect of the yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg.) in insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus patient. **Nutr J**; 11: 89, 2012.
21. CUNHA, M.C.S.O. **Efeito da farinha do albedo do maracujá amarelo no controle glicêmico de pessoas com diabetes tipo 2 na atenção primária à saúde.** 112 f. Dissertação (Mestrado em Enfermagem) Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.
22. ARAUJO, M.F.M. *et al.* The effect of flour from the rind of the yellow passion fruit on glycemic control of people with diabetes mellitus type 2: a randomized clinical trial. **J Diabetes Metab Disord**; 16: 18, 2017.
23. CLARO, M.L.; PÉRES-RODRIGUES, G.; TEIXEIRA, S.A. Propriedades funcionais da casca do maracujá amarelo (*Passiflora Edulis*) na Síndrome Metabólica. **Demetra**; 13(1): 181-194, 2018.
24. GUPTA, R.K. *et al.* Antidiabetic activity of *Passiflora incarnata* Linn. in streptozotocin-induced diabetes in mice. **J Ethnopharmacol**; 139(3): 801-806, 2012.
25. BARBALHO, S.M. *et al.* Effects of *Passiflora edulis* on the Metabolic Profile of Diabetic Wistar Rat Offspring. **J Med Food**; 14(12): 1490-1495, 2011.
26. PRASERTSRI, P. *et al.* Acute Effects of Passion Fruit Juice Supplementation on Cardiac Autonomic Function and Blood Glucose in Healthy Subjects. **Prev Nutr Food Sci**; 24(3): 245-253, 2019.

27. CHIANG, S.H. *et al.* Insulin-stimulated GLUT4 translocation requires the CAP-dependent activation of TC10. **Nature**; 410(6831): 944-948, 2001.
28. FREITAS, M.C.; CESCHINI, F.L.; RAMALLO, B.T. Resistência à insulina associado à obesidade: Efeitos anti-inflamatórios do exercício físico. **R Bras Ci Mov**; 22(3): 139-147, 2014.
29. FAVERI, A. *et al.* Effects of passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) in cafeteria diet-induced metabolic disorders. **J Ethnopharmacol**; 250: 112482, 2020.
30. MONTEFUSCO-PEREIRA, C.V. *et al.* Antioxidant, Anti-inflammatory, and Hypoglycemic Effects of the Leaf Extract from *Passiflora nitida* Kunth. **Appl Biochem Biotechnol**; 170(6): 1367-1378, 2013.
31. OKAZAKI, Y.; KATAYAMA, T. Dietary phytic acid modulates characteristics of the colonic luminal environment and reduces serum levels of proinflammatory cytokines in rats fed a high-fat diet. **Nutr Res**; 34(12): 1085-1091, 2014.
32. COLOMEU, T.C. *et al.* Antioxidant and anti-diabetic potential of *Passiflora alata* Curtis aqueous leaves extract in type 1 diabetes mellitus (NOD-mice). **Int Immunopharmacol**; 18(1): 106-115, 2014.
33. USDA. *United State Department of Agriculture. USDA Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods*, Release 2. Beltsville, Maryland, 2010. Disponível em: <http://www.orac-info-portal.de/download/ORAC_R2.pdf> Acesso em 22 abr. 2020.
34. SALLES, B.C.C. **Avaliação dos efeitos do extrato e da fração flavonoidica obtidos das folhas do maracujá (*Passiflora edulis* Sims) sobre a modulação da NADPH e oxidase e agregação plaquetária em ratos diabéticos.** 108 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2017.
35. FLAMBÓ, D.F.A.L.P. **Atividades Biológicas dos Flavonoides: Atividade Antimicrobiana.** 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) Universidade Fernando Pessoa, Porto Alegre, 2013.
36. ANUSOORIYA, P. *et al.* Antioxidant and Antidiabetic Effect of Aqueous Fruit Extract of *Passiflora ligularis* Juss. on Streptozotocin Induced Diabetic Rats. **Int Sch Res Notices**; 2014: 130342, 2014.
37. FERREIRA, A.L.A.; MATSUBARA, L.S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Rev Assoc Med Bras**; 43(1): 61-68, 1997.
38. DIAS, A.S. *et al.* Alterações gastrointestinais no diabetes mellitus: estresse oxidativo e fluxo sanguíneo da artéria mesentérica - estudo experimental. **Arq Gastroenterol**; 41(2): 108-113, 2004.

39. KANDANDAPANI, S.; BALARAMAN, A.K; AHAMED, H.N. Extracts of passion fruit peel and seed of *Passiflora edulis* (Passifloraceae) attenuate oxidative stress in diabetic rats. **Chin J Nat Med**; 13(9): 680-686, 2015.