

MODULAÇÃO DOS NÍVEIS DE INSULINA PELO CONSUMO DE CARBOIDRATOS E OS EFEITOS NO TECIDO ADIPOSEO DURANTE O EMAGRECIMENTO: UMA REVISÃO

Fernanda de Melo Lima Araujo¹, Leonardo Roberto Bosco da Silva¹
Marcio Leandro Ribeiro de Souza¹

RESUMO

A prevenção da obesidade e a perda de peso não são processos simples e qualquer modelo preciso de obesidade deve incluir processos fisiológicos conhecidos que dificultem a perda e promovem o ganho de peso. Apesar de todos os avanços na ciência, observa-se um crescimento da obesidade, associada ainda com resistência à insulina e síndrome metabólica. Há evidências que dietas pobres em carboidratos auxiliam na remissão do Diabetes Mellitus Tipo 2, com melhora no perfil lipídico e redução de gordura hepática. A insulina tem como função coordenar o uso de glicose e ácidos graxos livres, exercendo controle anabólico e reduzindo a concentração circulante de todos os combustíveis metabólicos. Tal ação fisiológica norteou o modelo insulínico de obesidade a apontar que dietas ricas em carboidratos aumentariam o peso por elevar a secreção de insulina. A presente revisão teve como objetivo estudar como a modulação da insulina através do consumo de carboidratos dietéticos pode promover efeitos no tecido adiposo durante o emagrecimento. Através da literatura disponível, pode-se concluir que as dietas com restrição de carboidrato são ferramentas úteis em algumas situações clínicas, porém superestimada no auxílio ao emagrecimento. Meta-análises publicadas de alta qualidade apontam baixa ou nenhuma diferença, descartando, de forma indireta, a hipótese de que a modulação dos níveis de insulina pelo consumo de carboidratos promoveria uma maior redução de tecido adiposo. Recomenda-se, caso haja a prescrição deste padrão alimentar, o monitoramento na adesão, no esforço em torná-lo nutricionalmente completo e em evitar possíveis surgimentos de transtornos alimentares.

Palavras-chave: Insulina. Restrição de carboidratos. Obesidade. Dieta. Perda de peso.

1 - Faculdade de Minas FAMINAS-BH, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

ABSTRACT

Modulation of insulin levels by carbohydrate consumption and effects on adipose tissue during weight loss: a review

Obesity prevention and weight loss are not simple issues, and any accurate model of obesity must include known physiological processes that hinder weight loss and promote weight gain. Despite all the advances in science, there is an increase in obesity, which is still associated with insulin resistance and metabolic syndrome. There is evidence that low carbohydrate diets help in the remission of Type 2 Diabetes Mellitus, with an improvement in the lipid profile and reduction in liver fat. Insulin has the function of coordinating the use of glucose and free fatty acids, exerting anabolic control, and reducing the circulating concentration of all metabolic fuels. Such physiological action guided the insulin model of obesity to point out that diets rich in carbohydrates would increase weight by increasing insulin secretion. This literature review aimed to study how insulin modulation through the consumption of dietary carbohydrates can promote effects on adipose tissue during weight loss. Based on the available literature, it can be concluded that carbohydrate-restricted diets are useful tools in some clinical situations, but they are overestimated in helping to lose weight. High-quality published meta-analyses point to little or no difference, indirectly discarding the hypothesis that modulation of insulin levels by carbohydrate consumption would further reduce adipose tissue. It is recommended, if this dietary pattern is prescribed, monitoring adherence, in an effort to make it nutritionally complete and to avoid possible emergence of eating disorders.

Key words: Insulin. Carbohydrates restriction. Obesity. Diet. Weight loss.

E-mail dos autores:
fernandanutri360@gmail.com
treinadorleonardobosco@hotmail.com
marcionutricionista@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A obesidade é usualmente definida como peso corporal desproporcional para a altura com um acúmulo excessivo de tecido adiposo, resultado de um desequilíbrio entre o gasto energético e a ingestão calórica.

Segundo esse conceito, a obesidade advém da baixa atividade física somada a um consumo excessivo de alimentos acima das necessidades do indivíduo.

Porém, a etiologia da obesidade é mais complexa, uma vez que vários fatores podem afetar a ingestão de alimentos como o ambiente, o status socioeconômico, comportamentos pessoais e interações genótipo-fenótipo (González-Muniesa e colaboradores, 2017; Blüher, 2019).

Quadros de obesidade geralmente são acompanhados por inflamação sistêmica leve e crônica, distúrbios endócrinos como diabetes mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares, alguns tipos de cânceres como do endométrio, fígado e rim. Observa-se ainda que a obesidade pode impactar de forma negativa questões psicológicas, como humor e função cognitiva de um indivíduo (González-Muniesa e colaboradores, 2017).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), em 2016, mais de 1,9 bilhões de adultos, com 18 anos ou mais, possuíam sobrepeso no mundo e, destes indivíduos, mais de 650 milhões apresentavam quadros de obesidade (World Health Organization, 2021).

No Brasil, dados da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (VIGITEL) apontam que em 2020 a incidência de obesidade era de 21,5% das pessoas (9,7% a mais que em 2016) (Brasil, 2021).

A prevalência do sobrepeso e da obesidade tem aumentado de maneira exponencial, abrangendo países desenvolvidos e subdesenvolvidos (Blüher, 2019; World Health Organization, 2021).

Um importante ponto que contribui para essa epidemia mundial é o balanço energético positivo oriundo do valor calórico ingerido superior às necessidades do organismo (Le e colaboradores, 2016; Blüher, 2019).

Somado a esse aspecto, observa-se que o processo de modernização e transição econômica, que ocorre na maioria dos países, tem trazido alterações na industrialização de produtos alimentícios, colaborando para o consumo de dietas baixas em carboidratos

complexos e ricas em gordura, resultando no fornecimento de cerca de um terço da ingestão do valor energético total das dietas (Sanders, 2016).

No tratamento da obesidade, no que tange às questões alimentares, recomenda-se avaliar, além da quantidade de calorias, o tipo e a qualidade do alimento, como, por exemplo, na escolha de lipídios saturados versus não saturados, ou na seleção de fontes boas de gorduras, carboidratos e proteínas inseridas na dieta, pois podem promover influência no balanço energético e no peso corporal a longo prazo.

Porém, a afirmação de que a distribuição alimentar de macronutrientes ou que o impacto de um nutriente isoladamente pode promover um consumo excessivo de energia ou gerar um efeito metabólico direto, tornando-se um fator importante na obesidade, ainda é controversa (González-Muniesa e colaboradores, 2017).

As diretrizes dietéticas atuais recomendam que 45% a 65% da ingestão total de energia venha do consumo de carboidratos, porém, existe um interesse crescente por parte da mídia, público e pesquisadores em protocolos alimentares com ingestão de carboidratos abaixo das diretrizes para o tratamento da obesidade e doenças cardiovasculares (Petrisko e colaboradores, 2020).

Dietas que promovem a restrição de carboidratos têm se tornado cada vez mais populares, com a alegação de que a diminuição da secreção de insulina causaria uma mobilização elevada de ácidos graxos livres do tecido adiposo, aumentaria a oxidação de gordura e gasto de energia, interações que resultariam em maior perda de gordura corporal do que a perda promovida pela restrição de gordura dietética (Hall e colaboradores, 2015; Camps e colaboradores, 2017).

O carboidrato é o principal macronutriente envolvido no processo de fornecimento direto de glicose ao sangue.

Após uma refeição, ocorre a elevação nos níveis sanguíneos de glicose, e toda glicose que não é metabolizada de imediato para fornecimento energético será armazenada na forma de glicogênio ou triacilglicerol, por meio da insulina, que é um hormônio de ação hipoglicemiante (McArdle, Katch e Katch, 2016).

A insulina inibe a lipólise e promove a síntese de glicogênio, proteína e gordura, exercendo, portanto, efeitos anabólicos.

Na ausência da insulina, os ácidos graxos são mobilizados como substrato energético primário e algum grau de proteólise também auxilia na manutenção da glicemia (McArdle, Katch e Katch, 2016; Edgerton e colaboradores, 2017; Nakao e colaboradores, 2019).

Com exceção do cérebro, a insulina regula a entrada de glicose em todos os tecidos por mediar a difusão facilitada.

Nesse processo, a glicose combina-se com a proteína carreadora que existe sobre a membrana plasmática da célula a fim de transportá-la para o interior da célula.

As células possuem diferentes proteínas para o transporte de glicose que variam de acordo com a quantidade de glicose e insulina circulantes, denominadas GLUT (McArdle, Katch e Katch, 2016).

Diversos elementos têm contribuído para deixar mais clara a complexidade envolvida na modulação do metabolismo da glicose por alimentos ricos em carboidratos e seu controle, o que tem sido associado à prevenção de diversas doenças crônicas (Dall'Asta e colaboradores, 2020).

O destino metabólico dos carboidratos pode ser afetado pela quantidade e qualidade dos carboidratos dietéticos consumidos, gerando diferentes respostas pós-prandiais de glicose no sangue e, como consequência, distintas respostas nos níveis de insulina (Cocate e colaboradores, 2011; Sacks e colaboradores, 2014; Coe e Ryan, 2016; Camps e colaboradores, 2017; Sylvetsky e colaboradores, 2017; Dall'Asta e colaboradores, 2020; Petrisko e colaboradores, 2020).

O índice glicêmico dos alimentos é um método de classificação que se baseia nas respostas glicêmicas pós-prandiais gerada pela ingestão dos mesmos, sendo que alimentos de baixo índice glicêmico são capazes de reduzir a resposta da glicemia, contribuindo para a oxidação de gordura sobre a oxidação de carboidratos quando comparada ao consumo de alimentos de alto índice glicêmico (Cocate e colaboradores, 2011; Kaur e colaboradores, 2016; Camps e colaboradores, 2017).

O controle das alterações pós-prandiais de glicose no sangue é considerado uma estratégia vantajosa para a saúde.

Da mesma forma, intervenções no estilo de vida que promovam a redução da resposta glicêmica pós-prandial podem reduzir o risco futuro de obesidade (Sacks e colaboradores, 2014; Augustin e colaboradores, 2015; Coe e Ryan, 2016; Camps e colaboradores, 2017; Barazzoni e colaboradores, 2017; Dall'Asta e colaboradores, 2020).

Sendo assim, a presente pesquisa pretende revisar como a modulação da insulina pelo consumo de carboidratos pode impactar no tecido adiposo durante o processo de emagrecimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa sobre a modulação dos níveis de insulina pelo consumo de carboidratos e os efeitos no tecido adiposo durante o emagrecimento.

Foi realizada uma pesquisa de artigos científicos em língua portuguesa, inglesa e espanhola publicados preferencialmente nos últimos 10 anos, entre 2011 e 2021.

A busca eletrônica sistemática foi realizada nas seguintes bases de dados: Pubmed, Web of Science, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e Google Scholar.

Após o levantamento das informações dos artigos selecionados pelo seu título e após a leitura do resumo, foram incluídos nesta revisão aqueles que, após a sua leitura integral, revelaram ser mais pertinentes ao assunto, organizados de acordo com o objetivo geral e específicos da pesquisa.

As pesquisas nos bancos de dados utilizaram os seguintes descritores em inglês e português: insulina, restrição de carboidratos, obesidade, dieta, perda de peso.

Obesidade: conceito e epidemiologia

O sobrepeso e a obesidade são definidos pela OMS como um acúmulo anormal ou excessivo de gordura que pode prejudicar a saúde. Para classificação, utiliza-se o índice de massa corporal (IMC), que é calculado com o peso de uma pessoa em quilogramas dividido pelo quadrado de sua altura em metros (kg/m²).

O sobrepeso é representado por um IMC maior ou igual a 25 kg/m²; e obesidade por um IMC maior ou igual a 30 kg/m², aplicado para ambos os sexos e diferentes faixas etárias.

Além de crescente entre os adultos, estima-se também que mais de 38 milhões de crianças abaixo dos cinco anos sejam classificadas com sobrepeso ou obesidade (World Health Organization, 2021).

A prevalência da obesidade vem aumentando em todo o mundo nos últimos 50 anos. No Brasil, estima-se que atinge cerca de 21,5% da população adulta, com um percentual de crescimento de 82,2%, em relação a 2006, segundo dados do VIGITEL 2020 (Brasil, 2021).

Na população de crianças e adolescentes brasileiros, o sobrepeso varia de 8,8% a 22,2% e a obesidade de 3,8% a 24%, com associação a fatores socioeconômicos, como sexo, cor da pele, nível econômico, fatores hereditários e genéticos, além de fatores comportamentais, como atividade física, tempo de tela, hábitos alimentares, tabagismo e consumo de bebidas alcoólicas, entre outros (Pelegri e colaboradores, 2021).

A obesidade representa um grande desafio para a saúde porque eleva substancialmente o risco de doenças como diabetes mellitus tipo 2, doença hepática gordurosa, hipertensão, infarto, acidente vascular cerebral, demência, osteoartrite, apneia obstrutiva do sono e vários tipos de câncer, assim contribuindo para um declínio na qualidade de vida e na expectativa de vida. Além disso, está associada a desemprego, desvantagens sociais e produtividade socioeconômica reduzida (Blüher, 2019).

Durante a infância, a presença de obesidade e dislipidemias também é preocupante e reflete o potencial desenvolvimento de morbidades cardiovasculares na idade adulta.

De acordo com intervenções imediatas devem ser realizadas assim que os primeiros fatores de risco para doença cardiovascular são identificados, tanto em crianças como em adolescentes (Silva e Bittar, 2012; Barroso e Souza, 2020).

Mudança no padrão alimentar e obesidade

Nas décadas de 80 e 90, houve uma promoção de dietas com baixo teor de gorduras, levando a um aumento na ingestão de carboidratos. No entanto, a prevalência de obesidade e diabetes mellitus tipo 2 continuou a aumentar.

E a atenção mudou-se para o consumo de carboidratos. As dietas ricas em

carboidratos reduzem o colesterol de lipoproteína de alta densidade (HDL) e aumentam as concentrações séricas de insulina, glicose, triglicerídeos e a pressão arterial, contribuindo para a síndrome de resistência à insulina, que contribui para o desenvolvimento de doença cardíaca coronariana, obesidade e diabetes mellitus tipo 2, entre outras (Le e colaboradores, 2016).

Em termos globais, existe uma luta contra um aumento disseminado silenciosamente de resistência à insulina e síndrome metabólica, devido em parte ao consumo excessivo de alimentos ricos em calorias e pobres em nutrientes associado a hábitos sedentários, levando ao aparecimento de doenças relacionadas ao estilo de vida e que possuem a resistência à insulina como ponto central (World Health Organization, 2021).

Segundo o VIGITEL 2020, na população brasileira houve uma melhora no consumo de frutas e hortaliças e 32,7% da população adulta consomem esse grupo de alimento regularmente, sendo maior entre as mulheres (38,2%) do que entre os homens (26,2%).

Porém esse consumo ainda é considerado baixo, pois apenas um em cada quatro brasileiros (mais precisamente 22,5%) consomem a quantidade de frutas e hortaliças recomendada pela OMS, segundo os dados do VIGITEL 2020 (Brasil, 2021).

Apesar de observar um aumento no consumo de frutas e vegetais, ainda existe consumo muito elevado de alimentos ultraprocessados, com alto teor de gordura e açúcar.

Ainda nos dados do VIGITEL 2020, 15,2% da população brasileira adulta consome refrigerantes em cinco ou mais dias na semana e 18,5% consomem cinco ou mais grupos de alimentos ultraprocessados por dia. Ao mesmo tempo, essa pesquisa demonstrou também aumento da prevalência de obesidade (Brasil, 2021).

Assim, observa-se que existe uma associação entre as mudanças no padrão alimentar da população que vem acontecendo nas últimas décadas com o aumento da prevalência de obesidade.

A aderência a um padrão alimentar não saudável, caracterizado por um alto consumo de alimentos processados e ultraprocessados, e insuficiente em nutrientes e compostos bioativos, favorece o ganho de peso e de gordura corporal.

Estudos demonstram que existe uma associação positiva entre um padrão alimentar ocidental, caracterizado por um maior consumo de ultraprocessados, carne vermelha, grãos refinados e açúcar de adição, com um maior risco de obesidade e outras doenças crônicas (Medina-Remon e colaboradores, 2018; Malinowska, Mlodzik-Czyewska e Chmurzynska, 2020).

Carboidratos: tipos e recomendações

Os carboidratos são classificados como simples (monossacarídeos ou dissacarídeos) ou complexos (polissacarídeos), de acordo com o número de moléculas de carbono em suas estruturas químicas.

As diretrizes dietéticas para indivíduos com diabetes recomendam, por exemplo, a predominância no uso de carboidratos complexos ao invés de simples para controlar os níveis de glicose no sangue (Reynolds e colaboradores, 2019; Holesh, Aslam e Martin, 2021).

As diretrizes dietéticas atuais recomendam que 45% a 65% da ingestão total de energia venha do consumo de carboidratos, porém, existe um interesse crescente por parte da mídia, público e pesquisadores em protocolos alimentares com ingestão de carboidratos abaixo das diretrizes para o tratamento da obesidade e doenças cardiovasculares (Petrisko e colaboradores, 2020).

Apesar das dietas com baixo teor de carboidratos serem cada vez mais usadas para redução de peso nos últimos anos e fortemente promovidas na mídia e em algumas publicações científicas, há variações nas definições de dieta com pouco carboidrato nas revisões sistemáticas, podendo abranger uma faixa de ingestão de carboidrato (CHO) de 20 a 120 g/dia, ou então de 20% a 45% da energia total da dieta em carboidratos, com evidências aparentemente conflitantes (Churuangsuk e colaboradores, 2018).

Além disso, há questionamentos na literatura se uma dieta com baixo teor de carboidrato (entre 20 e 50 g/dia) seria recomendado na prevenção do excesso de peso e diabetes.

Essa eficácia sempre foi uma questão de debate. Uma redução significativa na quantidade de carboidratos na dieta é geralmente acompanhada por um aumento na

quantidade de gordura em valores percentuais e, em menor grau, também de proteína.

Normalmente, qualquer tipo de dieta que resulte em redução da ingestão de energia resultará em perda de peso e alterações metabólicas e funcionais favoráveis relacionadas, e a maioria dos estudos que testam a redução de carboidratos fazem isso associado a uma restrição calórica e por um período menor.

Faltam dados que sustentem a eficácia, a segurança e os benefícios para a saúde das dietas com baixo teor de carboidrato a longo prazo (Brouns, 2018).

A baixa ou muito baixa ingestão de fontes de carboidratos pode impactar na qualidade geral da dieta e os efeitos a longo prazo de tais mudanças drásticas na dieta precisam ser melhor investigados (Brouns, 2018).

Relação entre insulina, tecido adiposo e obesidade

Um dos olhares fundamentais no entendimento do contexto da obesidade passa pela compreensão do mecanismo de regulação, armazenamento e mobilização de gordura do tecido adiposo e a participação da insulina nesse processo (Hall, 2018).

A insulina tem como função coordenar o uso de glicose e ácidos graxos livres para suprir às demandas energéticas do organismo durante os ciclos de alimentação em resposta aos exercícios físicos, bem como em estado de jejum.

Após as refeições, os níveis de glicose estarão elevados e, em resposta a isso, a secreção de insulina aumenta, podendo promover o armazenamento de triglicerídeos nas células de gordura (Saltiel, 2016).

O equilíbrio entre a utilização e a produção de glicose depende não só da insulina, mas de equilíbrio entre a mesma e um hormônio antagônico, denominado glucagon.

Com a elevação da glicemia, a insulina é liberada das células beta das ilhotas de Langerhans do pâncreas e quando a glicose plasmática tem seus níveis reduzidos, o glucagon é secretado pelas células α , que circundam as células beta do pâncreas (Saltiel, 2016).

Pensando nos mecanismos, sabe-se que a insulina aumenta, por meio do estímulo da enzima lipase lipoproteica, a eliminação de

quilomícrons ricos em triglicerídeos da circulação.

Esta enzima, que é encontrada no endotélio dos capilares do músculo e da gordura, tem a capacidade de hidrolisar os triglicerídeos nas lipoproteínas circulantes. Os ácidos graxos produzidos são então absorvidos pelo tecido muscular ou adiposo, sendo armazenados ou oxidados.

A insulina ativa a lipase lipoproteica do tecido adiposo, porém, a inibe a no músculo esquelético, podendo resultar no desvio de triglicerídeos do músculo para o tecido adiposo para armazenamento (Saltiel, 2016).

De forma indireta, a insulina promove a reesterificação de ácidos graxos livres em triglicerídeos nos adipócitos, aumentando o transporte de glicose para essas células, aumentando a atividade glicolítica dentro das células de gordura.

Ao mesmo tempo, a insulina inibe a lipólise dos triglicerídeos armazenados ao inibir a lipase sensível ao hormônio, enzima responsável por catalisar a etapa de limitação da velocidade da lipólise, e promove aumento do armazenamento de triglicerídeos, podendo promover ganho de peso e, cronicamente, quadros de obesidade (Yang e Mottillo, 2020).

Consumos de carboidratos, modulação da insulina e os impactos na obesidade

De fato, a insulina é um hormônio produzido pelo pâncreas e exerce controle anabólico dominante, reduzindo a concentração circulante de todos os combustíveis metabólicos, estimulando a captação de glicose nos tecidos, inibindo a liberação de ácidos graxos do tecido adiposo, suprimindo a produção de cetonas no fígado e favorecendo o armazenamento de gordura e glicogênio. Todas essas ações podem estar associadas ao ganho de peso e, por consequência, favorecer quadros de obesidade (Ludwig e Ebbeling, 2018).

A insulina age na modulação da atividade de enzimas que podem promover a absorção e armazenamento de gordura no tecido adiposo e o consumo de carboidratos é o principal gatilho fisiológico para a secreção de insulina, levantando a hipótese de que dietas ricas nesse macronutriente, em particular, levariam o indivíduo a ganhar peso de maneira mais acentuada que outras configurações de planejamento alimentar (Hall, 2018; Hall e colaboradores, 2021).

Em especial, o modelo insulínico de obesidade aponta que as dietas ricas em carboidratos aumentariam o peso por elevar a secreção de insulina que, por sua vez, direciona o consumo energético para o armazenamento como gordura no tecido adiposo, inibindo a oxidação por tecidos metabolicamente ativos como coração, músculo e fígado.

Tal sequência de ações metabólicas resultariam em um estado de inanição celular interna, aumentando a fome e suprimindo o metabolismo, gerando balanço energético positivo associado ao desenvolvimento da obesidade (Hall, 2018).

O modelo teoriza ainda que dietas distintas, porém com oferta de proteínas e calorias idênticas, e proporção diminuída de carboidratos em relação à gordura, irão reduzir a secreção de insulina, promovendo aumento da mobilização de gordura do tecido adiposo e elevação da oxidação de lipídios, criando um ambiente metabólico e hormonal favorável ao emagrecimento (Hall, 2018; Hall e colaboradores, 2021).

Entretanto, Hall (2018) em seu estudo não encontrou estudos que submetem pacientes internados com alimentação controlada a dietas distintas, porém isocalóricas, com oferta de proteínas iguais entre si, e com proporção diminuída de carboidratos em relação à gordura e que demonstraram aumento acentuado do gasto de energia ou maior perda de gordura corporal. O autor salienta que modelos trazem representações provisórias de entendimento de determinado assunto e evidências contrárias podem exigir correções ou que ele seja desconsiderado (Hall, 2018).

Segundo Churuangskul e colaboradores (2018), propostas alimentares com restrição de carboidratos estão sendo amplamente recomendadas com base em evidências conflitantes. Os autores realizaram uma revisão sistemática formal, incluindo outras revisões sistemáticas publicadas, comparando dietas de baixo carboidrato com dietas controles (baixo teor de gordura e restrição energética) em adultos com sobrepeso e obesidade.

A pesquisa foi realizada em setembro de 2017 e os autores identificaram 12 revisões sistemáticas sendo 10 meta-análises. Foi observada qualidade moderada em três estudos e qualidade criticamente baixa em sete. Dois estudos apresentaram alta qualidade

e ambos relataram pouca ou nem uma diferença entre as dietas. Sendo assim, os autores sugerem a necessidade de mais estudos com melhor qualidade metodológica, como ensaios clínicos randomizados, antes de recomendar dietas com baixo teor de carboidratos para restrição calórica em indivíduos obesos ou com sobrepeso (Churuangsuk e colaboradores, 2018).

É bem consolidado na literatura o conceito de “balanço energético” regendo os esforços na prevenção e tratamento da obesidade, havendo inclusive uma declaração científica de Sociedades Endócrinas concluindo que dietas, mesmo contendo alto teor de carboidratos, não possuem efeitos especiais no metabolismo ou na composição corporal após considerar o consumo total de calorias (Ludwig e Ebbeling, 2018).

Fontes calóricas distintas podem gerar um impacto abrangente nas respostas metabólicas, principalmente nos níveis de glicose e insulina no sangue, mas a redução do peso, que irá atenuar e/ou eliminar casos de obesidade, é oriunda na maioria das vezes do resultado metabólico oriundo da diminuição da ingestão calórica (Foley, 2021).

A forma com que o consumo de carboidrato se fará presente nos programas de emagrecimento depende do estilo da mudança dietética, sendo que dietas extremas com abundância ou restrição severa de carboidrato acompanhadas de ingestão energética reduzida têm mostrado sucesso no que envolve a perda de peso (Churuangsuk e colaboradores, 2018; Vieira e Cardoso, 2020; Holesh, Aslam e Martin, 2021).

Os estudos que buscam avaliar modificações na quantidade de carboidratos e as possíveis respostas incluem estratégias como dietas de baixo teor de carboidrato (low carb ou dieta cetogênica) ou modulação do índice glicêmico e carga glicêmica da dieta, e serão discutidos na sequência.

Índice glicêmico, carga glicêmica e obesidade

O fator primordial para a promoção de obesidade e excesso de peso é o acúmulo de gordura corporal resultante do desequilíbrio energético entre calorias ingeridas e gastas, e os carboidratos são, geralmente, a principal fonte de calorias na maioria das populações (Ferretti e Mariani, 2017).

A resposta glicêmica busca avaliar a mudança pós-prandial no nível de glicose circulante e foi sugerida como um fator potencialmente determinante para o risco cardiometabólico em um consenso científico realizado pelo International Carbohydrate Quality Consortium.

A resposta glicêmica após uma refeição é norteada pela quantidade de carboidratos ingeridos e pela taxa de absorção gastrointestinal, podendo variar de acordo com o tipo de carboidrato consumido (Augustin e colaboradores, 2015; Meng e colaboradores, 2017; Borgi e colaboradores, 2020).

Os termos índice glicêmicos (IG) e carga glicêmica (CG) foram sugeridos como padrões de medidas de qualidade e quantidade de carboidratos, respectivamente. O IG representa a elevação da glicose no sangue e na demanda de insulina para uma determinada quantidade de carboidrato, classificando alimentos ricos em carboidratos com base em quanto eles aumentam as concentrações de glicose no sangue em comparação a um alimento de referência.

Porém, a quantidade de carboidratos na dieta também representa uma avaliação importante na determinação da resposta pós-prandial da glicose e, para tanto, criou-se o conceito de CG, que é o produto do IG de um alimento e seu conteúdo total de carboidratos disponíveis (Borgi e colaboradores, 2020).

Existe um crescente interesse nesses marcadores fisiológicos para a associação com fatores de risco para doenças, entretanto, os métodos para avaliar tais questões não estão bem estabelecidos nem são aplicados de forma consistente.

As respostas glicêmicas de um alimento podem sofrer variações consideráveis dependendo do modo de processamento, da extensão da maturação, do método de cocção, da extensão da gelatinização do amido e da duração do armazenamento (Borgi e colaboradores, 2020).

Outro ponto importante a ser levado em consideração é que existem preocupações relacionadas à estimativa de IG ou CG da dieta, como por exemplo se os alimentos consumidos juntos podem ter um impacto uns sobre os outros para alterar o IG ou CG de toda a refeição.

Por um lado, alguns autores sugerem que a elevação da glicemia causada por uma refeição pode ser calculada somando as contribuições de carboidratos de cada alimento constituinte multiplicado por seu IG publicado.

Por outro lado, outro grupo de pesquisadores trazem a reflexão de que um alimento é mais do que apenas a soma de seus nutrientes devido a várias interações químicas e físicas que podem ocorrer (Borgi e colaboradores, 2020).

Em termos práticos, as refeições geralmente contêm vários alimentos e bebidas, o que resulta em distintas quantidades absolutas de carboidratos, além da combinação de carboidratos com gordura, proteína ou fibra. Sendo assim, a precisão dos valores médios de IG e CG dependem da combinação de diferentes alimentos em distintas ocasiões de alimentação, tornando difícil a aplicação de maneira direta desse conceito (Meng e colaboradores, 2017).

As fontes de carboidratos se diferem muito na alimentação de uma população. Por um lado, existem os carboidratos chamados complexos, que são oriundos de alimentos vegetais inteiros e não processados, geralmente considerados mais saudáveis. Uma alimentação à base de grãos integrais e vegetais possui a probabilidade de conter alimentos de baixa caloria e alto valor nutricional, contribuindo para saúde e manutenção do peso adequado.

Por outro lado, temos os carboidratos simples, comumente encontrados em alimentos e bebidas altamente processados e com adição de açúcar, normalmente pobres em nutrientes e fibras, e seu consumo crescente é associado ao aumento da obesidade em todo o planeta.

Alimentos que contenham, de forma prioritária, esta fonte de carboidrato tem como base farinha refinada e açúcar adicionado, caracterizando uma dieta baseada principalmente em alimentos de alto teor calórico e baixo teor nutricional, sendo uma das principais causas de ganho de peso (Ferretti e Mariani, 2017).

Faz-se importante salientar que, muito além das questões relacionadas a glicemia, o consumo de alimentos processados ou ultraprocessados dá ao consumidor uma maior saciedade imediata em um alimento pobre nutricionalmente, e a indústria agroalimentar pode adicionar adoçantes, como o xarope de milho rico em frutose, aumentando a palatabilidade dos alimentos, além do grande marketing que envolve tais alimentos, culminando em um maior consumo calórico se comparado a outras fontes de carboidratos (Ferretti e Mariani, 2017).

Um estudo avaliou 238 adultos latinos de baixa renda com diabetes tipo 2, com idade entre 45 e 67 anos e IMC entre 33 e 36 kg/m², apresentou relatos positivos entre a circunferência da cintura e o controle de CG da dieta.

Esses indivíduos foram acompanhados por 12 meses e houve associação entre o aumento do IG com um aumento de hemoglobina glicada e circunferência da cintura, mas não com glicemia de jejum, lipídios sanguíneos e IMC (Wang e colaboradores, 2015). Outro estudo mais robusto realizado por Hosseinpour-Niazi e colaboradores (2013) testou 2457 adultos com idades entre 19 e 84 anos demonstrou que, em indivíduos obesos, houve associação positiva entre alto IG com aumento de triglicerídeos e HDL, mas não houve associação nos parâmetros antropométricos.

Com o objetivo de avaliar a perda de peso ofertando aos participantes uma alimentação controlada, um estudo comparou dietas com diferenças no IG e distintas restrições calóricas. Karl e colaboradores (2014) realizaram uma intervenção de 12 meses em 46 adultos com sobrepeso com idades entre 20 e 42 anos de idade, e com IMC de 25 a 30 kg/m². Os autores compararam dietas de baixa e alta CG com balanço calórico negativo de 10% ou 30% e não observaram diferenças nas mudanças de peso corporal entre os grupos submetidos aos protocolos alimentares.

Uma revisão de literatura com estudos randomizados, controlados e estudos observacionais em humanos para efeitos na saúde, de curto e longo prazo, entre eles o peso, associados a diferentes protocolos alimentares relacionados à análise de IG, destaca que os resultados são ambíguos na relação entre IG, glicemia e o desfecho das doenças, sendo improvável que o IG de uma dieta ou alimento tenha relação com resultados de saúde. Os autores sugerem que outros fatores que compõem a qualidade da dieta, como fibras ou grãos integrais, podem ser mais propensos a impactar resultados na saúde do indivíduo (Vega-López, Venn e Slavin, 2018).

Essa relação entre IG e CG com redução de peso precisa ser mais investigada por estudos com bons desenhos metodológicos.

A Tabela 1 apresenta alguns resultados randomizados e controlados que avaliaram essa relação e os resultados são controversos.

Tabela 1 - Relação de estudos comparativos randomizados sobre intervenções dietéticas de índice glicêmico ou carga glicêmica em pacientes com sobrepeso ou obesos.

| Autor/ano | População do Estudo | Duração | Padrão alimentar proposto | Principais resultados observados | A estratégia foi eficiente? |
|---|---|-----------------------|---|---|-----------------------------|
| Walitko e colaboradores, 2021 | 35 indivíduos obesos ou com sobrepeso com idade média de 41,4 ± 11,0 anos e IMC médio de 33,6 ± 4,2 kg/m ² | 8 semanas | Estudo cruzado com 2 dietas cruzadas por 4 semanas, ambas com redução de 30% de calorias 1) Dieta rica em proteína (30%) 2) Dieta com baixo IG | A dieta rica em proteína foi mais efetiva na perda de gordura, preservação da massa muscular, e com melhor efeito no perfil lipídico do que a dieta de baixo IG | Não |
| Dorenbos e colaboradores, 2021 | 128 adolescentes com sobrepeso e obesidade e com resistência à insulina, com idade média de 13,6 ± 2,2 anos | 2 anos | 1) Dieta rica em proteína e baixo IG 2) Dieta com quantidades moderadas de proteína e IG moderado | Não houve diferenças na resistência à insulina nesses adolescentes após 2 anos, devido também a baixa aderência por um período longo | Não |
| Joslowski e colaboradores, 2015 | 91 adolescentes obesos e com resistência à insulina, com idade média de 12,7 anos | 3 meses | As dietas diferiam apenas pelo teor de macronutrientes 1) Dieta rica em CHO, baixa em gordura, CG moderada 2) Dieta moderada em CHO com moderada CG, hiperproteica | Alta CG e carga insulinêmica foi associada com menor perda de peso, explicado pela restrição calórica. A CG não esteve associada com redução do percentual de gordura. E o IG não teve associação com redução do IMC. Nesse estudo, o resultado foi promovido pela restrição calórica | Não |
| Karl e colaboradores, 2015 | 79 adultos obesos de ambos os sexos e com idade entre 45 e 65 anos, com IMC entre 28 e 38 kg/m ² | 22 semanas + 12 meses | 3 fases totalizando 22 semanas, seguidas por um período de seguimento da dieta ad libitum de 12 meses. As fases 1 e 3 tinham 5 semanas cada e o objetivo era manutenção de peso. Já na fase 2 de 12 semanas o objetivo era perda de peso. Dietas diferiam em energia e percentual de carboidratos (55% ou 70%) e IG (baixo ou alto), mas foram combinadas com proteínas, fibras e energia. | Não foi observado efeito do teor moderado de carboidratos dietéticos ou IG na perda de peso corporal ou percentual de perda de peso à medida que a massa gorda foi observada. | Não |
| Juanola, Falgouta e colaboradores, 2014 | 104 homens e mulheres com idade entre 30 e 60 anos e com IMC entre 27 e 35 kg/m ² | 6 meses | 3 grupos com restrição calórica 1) uma dieta moderada-carboidrato e alto IG 2) uma dieta moderada-carboidrato e baixo IG 3) uma dieta de baixo teor de gordura e alto IG | As reduções do IMC foram maiores no grupo com baixo IG do que no grupo com baixo teor de gordura enquanto no grupo com alto IG as reduções no IMC não diferem significativamente dos outros dois grupos. O grupo com baixo IG apresentou maior redução de insulina de jejum, HOMA-IR, mas não houve diferenças para fome, saciedade, perfil lipídico e marcadores inflamatórios | Sim |

Legenda: IG: índice glicêmico; CG: carga glicêmica; IMC: índice de massa corporal; CHO: carboidrato.

Dietas com teor modificado de carboidratos e obesidade

As dietas com baixo teor de carboidratos, com forte apelo da mídia e de algumas publicações científicas, têm sido cada vez mais recomendada nos últimos anos em programas de redução de peso, indicando a eliminação ou restrição severa de alimentos como pão, macarrão, alguns tipos de grãos e frutas, vegetais ricos em amido e, em alguns casos, consumo liberal de proteína animal, gordura, queijo, creme e manteiga (Churuangasuk e colaboradores, 2018).

Dietas com teor modificado de carboidratos, geralmente, têm em sua apresentação a redução desse macronutriente para quantidades inferiores a 130g/dia ou então para menos de 45% do valor calórico total da dieta, não havendo, ainda, uma definição universalmente aceita de padronização.

A prescrição dessas dietas reduz fontes de amido e outros tipos de açúcares na forma de carboidratos refinados, grãos e algumas frutas e vegetais.

Uma dieta com baixo teor de carboidratos tende a direcionar suas escolhas para fontes de alto teor de fibras, como folhas

verdes, vegetais e frutas com baixa concentração de carboidratos, oleaginosas e sementes de baixo IG, além de fontes de gordura e proteínas (Foley, 2021).

As dietas cetogênicas, que fazem parte deste grupo de com baixo teor de carboidratos, apresenta um protocolo com redução severa da ingestão diária de carboidratos, com valores inferiores a 30 g/dia, sendo em média, 5 a 10% da ingestão total de energia, mantendo a dieta normoproteica, e aumentando a oferta de lipídios, contando ainda, por vezes, com uma ingestão energética menor que 800 kcal/dia (Muscogiuri e colaboradores, 2019).

Segundo Muscogiuri e colaboradores (2019), a dieta cetogênica é uma ferramenta terapêutica interessante para pessoas com obesidade, principalmente para pessoas que já experimentaram dietas sem sucesso em outros períodos e precisam de perda de peso urgente, como por exemplos indivíduos com obesidade, em risco cardiovascular, doenças articulares, pessoas com indicações de cirurgia bariátrica.

Porém os autores salientam que, ao se atingir a meta estipulada de emagrecimento, é obrigatório sugerir um estilo de vida saudável, contendo atividade física e um padrão nutricional equilibrado, como o proposto pela

dieta mediterrânea, visando a manutenção do peso corporal a longo prazo (Muscogiuri e colaboradores, 2019).

Mesmo com resultados conflitantes, diversos ensaios clínicos randomizados foram realizados, além de revisões sistemáticas e meta-análises, para investigar as metodologias de tais propostas nutricionais (Churuangasuk e colaboradores, 2018).

Em uma metanálise contendo doze estudos, Castellana e colaboradores (2020) avaliaram a eficácia e segurança da dieta cetogênica em pacientes com sobrepeso e obesidade. Os autores colocam a dieta cetogênica como uma estratégia eficaz para o controle do sobrepeso e da obesidade, relatando redução no peso corporal, IMC, circunferência da cintura e composição corporal, sendo que a descontinuação do tratamento na dieta cetogênica foi de 7,5% e foi semelhante aos pacientes submetidos a uma dieta de baixa caloria. Segundo essa metanálise, a dieta cetogênica foi associada a perdas de peso em estudos com pelo menos quatro semanas e a perda de peso manteve-se estável no seguimento subsequente até dois anos (Castellana e colaboradores, 2020).

Corroborando com esses dados, os autores Yuan e colaboradores (2020) realizaram uma metanálise de ensaios clínicos randomizados investigando o impacto de uma dieta cetogênica nos parâmetros metabólicos em pacientes com obesidade ou sobrepeso, e com ou sem diabetes tipo 2. Os autores confirmaram que a dieta cetogênica apresentou maior eficácia na perda de peso e de lipídios em pacientes com sobrepeso ou obesidade, em especial em indivíduos que apresentavam diabetes preexistente, em comparação com dietas com baixo teor de gordura (Yuan e colaboradores, 2020).

Além disso, Bueno e colaboradores (2013) investigaram, através de uma metanálise de ensaios clínicos randomizados, a hipótese de que dietas cetogênicas com muito baixo teor de carboidratos poderiam gerar maior redução do peso corporal a longo prazo comparada a uma alimentação com restrição energética contendo menos de 30% das calorias totais vindas dos lipídios. Segundo os autores, os indivíduos submetidos à dieta cetogênica alcançam reduções significativamente maiores a longo prazo no peso corporal (Bueno e colaboradores, 2013).

Porém os autores também discutem que, em longo prazo, quando comparadas com

a terapia nutricional convencional, as diferenças parecem ter pouco significado clínico e apontam como uma das limitações a adesão ao protocolo mais restritivo, sendo que, no final do período de acompanhamento na maior parte dos estudos analisados, a ingestão de carboidratos foi maior que a proposta, sugerindo aos profissionais de saúde que ponderem as vantagens e desvantagens da recomendação deste protocolo alimentar, considerando que essa terapia altera de forma significativa os hábitos diários do indivíduo e capacidade de adesão que esta ação pode promover.

Os autores salientam ainda que foi observada, na maioria dos casos, boa adesão em curto prazo, fato que pode explicar por que meta-análises de estudos de 6 meses mostram resultados mais significativos do que meta-análises de estudos de longo prazo (Bueno e colaboradores, 2013).

Segundo Deemer, Plaisance e Martins (2020), com a perda de peso existe um aumento paralelo na secreção de grelina e na sensação de fome, fato que pode comprometer os resultados alcançados, levando o paciente a recuperar o peso perdido.

As dietas cetogênicas podem prevenir um aumento na secreção de grelina e o estado de cetose pode reduzir e/ou prevenir a fome. Porém, demonstraram baixa aderência a longo prazo em decorrência de seu caráter restritivo, à sua natureza restritiva e ao limite exato de cetose necessário para induzir tal efeito, bem como os mecanismos exatos que o medeiam que ainda não estão claros.

Para responder à pergunta se essas dietas restritivas funcionam para o controle de peso e saúde metabólica, Thom e Lean (2017) realizaram uma revisão para investigar a eficiência de dietas populares como jejum intermitente, de baixo teor de gordura, baixo carboidrato, dieta mediterrânea, programas comerciais de emagrecimento e substitutos de refeição. Os autores observaram que as diferenças entre as dietas têm importância secundária no processo de emagrecimento, sendo que a perda de peso tem o poder de melhorar, por si só, uma grande gama de comorbidades e marcadores metabólicos relacionados à obesidade.

Assim sendo, independentemente da composição de macronutrientes da dieta, a adesão ao planejamento alimentar proposto é um fator primordial para a perda de peso, sendo fundamental, de fato, a introdução de uma dieta

que estabeleça um balanço calórico negativo e que o paciente consiga aderir (Johnston e colaboradores, 2014; Thom e Lean, 2017; Freire, 2020).

A Tabela 2 apresenta alguns estudos randomizados e controlados que avaliaram dietas com teor reduzido em carboidratos e seus efeitos na obesidade ou perda de peso.

Tabela 2 - Relação de estudos comparativos randomizados sobre intervenções dietéticas com teor modificado de carboidratos em pacientes com sobrepeso ou obesos.

| Autoria, ano | População do estudo | Duração | Padrão alimentar proposto | Principais resultados observados | A estratégia foi eficiente? |
|--------------------------------|---|------------|---|---|---|
| Tricó e colaboradores, 2021 | 32 indivíduos obesos mórbidos com alto risco para desenvolver diabetes e com idade entre 25 e 60 anos | 4 semanas | 2 dietas de restrição calórica: 1) Dieta mediterrânea equilibrada (55% CHO, 15% PTN e 25% LIP) 2) Dieta com baixo carboidrato (30% CHO, 30% PTN e 40% LIP) | A perda média de peso foi de 5%, sendo 58% maior no grupo de baixo carboidrato do que no grupo mediterrâneo. A tolerância à glicose e glicemia de jejum não foi afetada pelas dietas. Ambas as dietas apresentaram efeitos similares na insulina de jejum e resistência à insulina. | Sim |
| Petrisko e colaboradores, 2020 | 17 homens e mulheres obesos, com IMC de 30 a 38 kg/m ² e idade média 43,2 anos de idade, sendo 14 mulheres. | 4 semanas | Estudo cruzado, com intervalo de 4 semanas entre os cruzamentos 1) Dieta restrita em CHO (10% CHO, 50% LIP e 40% PTN) e rica em alimentos vegetais e cogumelos 2) Dieta restrita em CHO (10% CHO, 80% LIP, 30% PTN) e rica em alimentos de origem animal 3) Dieta rica em CHO (61% CHO, 21% LIP e 18% PTN). | Não houve diferença na perda de peso e gordura. Durante dietas restritas em CHO, houve maior perda de massa magra, o que não aconteceu na dieta rica em CHO e baixa gordura. Dietas restritas em CHO foram melhores no perfil lipídico. | Sim, porém não foi superior ao outro grupo |
| Gardner e colaboradores, 2018 | 609 adultos de 18 a 50 anos sem diabetes com índice de massa corporal entre 28 e 40 kg/m ² . Eram 57% mulheres | 12 meses | 1) Dieta saudável com baixo teor de gordura 2) Dieta saudável com baixo carboidrato | Houve perda de peso em ambos os grupos, porém não houve diferença significativa na mudança de peso entre uma dieta saudável com baixo teor de gordura versus uma dieta saudável de baixo carboidrato | Sim, porém não foi superior ao outro grupo |
| Ebbeling e colaboradores, 2018 | 164 adultos de 18 a 65 anos com índice de massa corporal igual ou superior a 25 kg/m ² . | 20 semanas | Após uma dieta para perda de peso, esse estudo foi avaliar o efeito de três dietas na manutenção do peso e no gasto energético. 1) Dieta com alto CHO (80%) 2) Dieta com CHO moderado (40%) 3) Dieta com baixo CHO (20%) | Consistente com o modelo de carboidrato-insulina, a redução do carboidrato dietético aumentou o gasto energético durante a manutenção da perda de peso. Houve uma tendência de reduzir 52 kcal/dia a cada redução de 10% na contribuição do CHO na dieta. Grelina e Leptina foram menores na dieta de baixo CHO. | Sim |
| Tay e colaboradores, 2018 | 115 adultos com diabetes tipo 2 com IMC médio de 34,6 kg/m ² e idade média de 58 anos. | 2 anos | Dietas hipocalóricas planejadas combinadas com exercício aeróbico/resistência (1 hora, 3 dias/semana) 1) Dieta com baixo CHO – 14% CHO, 28% PTN, 58% LIP (<10% gordura saturada) 2) Dieta com baixo teor de gordura, alto carboidrato, baixo índice glicêmico – 53% CHO, 17% PTN, 30% LIP (<10% gordura saturada) | Ambas as dietas alcançaram perda de peso comparável e reduções de hemoglobina glicada. A dieta com baixo teor de CHO sustentou maiores reduções nos requisitos de medicamentos para diabetes, e em melhorias na estabilidade da glicemia diurna e no perfil lipídico, sem efeitos renais adversos, sugerindo maior otimização do manejo do diabetes tipo 2. | Sim, porém não foi superior ao outro grupo na perda de peso |

Legenda: CHO: carboidratos; PTN: proteína; LIP: lipídio; IMC: índice de massa corporal.

O carboidrato como auxiliar na redução da obesidade

Embora seja mais discutido como a redução de carboidratos da dieta pode auxiliar na perda de peso, é interessante também discutir como o consumo desse macronutriente pode auxiliar no emagrecimento.

Vários fatores como, por exemplo, um maior consumo de alimentos ultraprocessados (normalmente associados a um maior teor de gorduras em geral, gordura saturada, gordura trans e açúcares livres), além de ambientes estressantes, baixo nível de atividade física e estilo de vida sedentário podem explicar o aumento nos casos de doenças crônicas não transmissíveis, principalmente a obesidade.

Dessa maneira, a atividade física também se mostra como uma forma efetiva de evitar, combater ou atenuar os malefícios da obesidade (Tozo e colaboradores, 2020; Franco, 2020).

As evidências da proteção contra o desenvolvimento de obesidade com o auxílio da atividade física regular são incontestáveis,

sendo que a maioria das pessoas nas sociedades industrializadas têm se tornando menos fisicamente ativas em suas vidas diárias, rendendo-se a atividades sedentárias.

Sendo assim, o aumento da atividade física e níveis mais elevados de capacidade de exercício irão impactar de forma extremamente positiva essa população (Tozo e colaboradores, 2020; Franco, 2020).

Os carboidratos são armazenados no fígado e músculos como glicogênio, sendo este uma fonte de energia prontamente disponível capaz de sustentar o desempenho físico prolongado, além de ser o principal combustível para exercícios de alta intensidade, acima de 80% do consumo máximo de oxigênio (Murphy, Carrigan e Margolis, 2020).

Para que haja o conteúdo adequado de glicogênio disponível para o exercício, dietas dentro das recomendações usuais de carboidratos são normalmente indicadas para fornecer substrato para o músculo esquelético durante o treinamento.

Porém mesmo com uma dieta que contenha um bom aporte carboidratos, o

músculo esquelético tem uma capacidade limitada de armazenamento de glicogênio. O esgotamento dos estoques de glicogênio durante uma sessão de exercícios prolongada pode resultar na redução do desempenho, resultando em fadiga e dificultando a execução e aderência do praticante (Murphy, Carrigan e Margolis, 2020).

Sendo a prática da atividade física regular um importante aliado para o processo de emagrecimento e combate a obesidade, ações que levam o indivíduo a executar essa tarefa de forma mais árdua podem reduzir a aderência dos praticantes (Tozo e colaboradores, 2020; Franco, 2020; Murphy, Carrigan e Margolis, 2020). E o consumo de carboidratos inadequado pode dificultar essa prática de atividade física.

Valenzuela e colaboradores (2021), por exemplo, relatam a ocorrência, principalmente nos dias iniciais de exposição a um protocolo de dieta cetogênica, de reduções no bem-estar durante o exercício, fadiga, irritabilidade, perda de concentração e aumentos na percepção de esforço durante o exercício, sintomas que podem ser presumidos pela falta de carboidrato, somando a isso o decréscimo no desempenho muscular.

A fadiga pode estar associada à redução do tempo e da intensidade e de prática, e a ausência do carboidrato irá promover nesses indivíduos uma redução do gasto energético oriundo dos impactos na realização do exercício físico (Valenzuela e colaboradores, 2021).

Além deste fato, o menor consumo de carboidratos pode estar associado a quadros de compulsão alimentar que, por sua vez, pode culminar em ganho ou reganho de peso gerado por dietas restritivas nesse macronutriente (Oliveira, Figueiredo e Cordás, 2019).

É também importante salientar que indivíduos com compulsão alimentar e que já vivenciaram dietas com restrição de carboidratos também possuem maior prejuízo cognitivo, como sentimento de culpa ou medo de consumir determinado alimento e receio que este alimento, normalmente associado às fontes alimentares de carboidrato, contribuiria para um ganho ou reganho de peso (Oliveira e colaboradores, 2021).

Todos os nutrientes são importantes para a saúde humana e restrições muito severas trazem consequências negativas para o paciente. Uma das principais premissas da

Nutrição é o bom senso, a diversidade e a qualidade do que é ingerido.

CONCLUSÃO

As dietas com restrição de carboidrato são ferramentas úteis, porém superestimadas, no que tange ao auxílio no combate à obesidade e ao sobrepeso.

Meta-análises publicadas sobre dietas cetogênicas ou reduzidas em carboidratos mostram variações perceptíveis em sua qualidade, sendo que as de alta qualidade apontam baixa ou nem uma diferença no processo de emagrecimento, descartando, de forma indireta, a hipótese de que a modulação dos níveis de insulina pelo consumo de carboidratos potencializaria uma redução de tecido adiposo durante o emagrecimento.

A avaliação da resposta glicêmica, em termos práticos, torna-se insustentável, pois as refeições geralmente contêm vários alimentos e bebidas, o que resulta em distintas quantidades absolutas de carboidratos, além da combinação com demais nutrientes, tornando difícil a aplicação de maneira direta do conceito de índice glicêmico ou carga glicêmica.

Quanto aos protocolos alimentares, foi observado número reduzido de adesão dos participantes, principalmente após seis meses, fato que fragiliza a proposta, visto que a falta de adesão torna o emagrecimento inviável, independente do protocolo adotado.

Sendo assim, a prescrição de dietas com carboidratos abaixo das recomendações, quando prescrita, faz-se necessário que o profissional monitore a adesão do paciente à proposta, além de buscar estratégias para torná-la o mais completa possível dentro dos padrões nutricionais de referência para os demais nutrientes.

O profissional de nutrição precisa entender que são estratégias pontuais e deve manter-se atento ao surgimento de possíveis compulsões alimentares oriundas da redução acentuada desse macronutriente.

REFERÊNCIAS

- 1-Augustin, L.S.A.; Kendall, C.W.C.; Jenkins, D.J.A.; Willett, W.C.; Astrup, A.; Barclay, A.W.; Björck, I.; Brand-Miller, J.C.; Brighenti, F.; Buyken, A.E.; Ceriello, A.; La Vecchia, C.; Livesey, G.; Liu, S.; Riccardi, G.; Rizkalla, S.W.; Sievenpiper, J.L.; Trichopoulou, A.; Wolever,

- T.M.S.; Baer-Sinnott, S.; Poli, A. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. Vol. 25. Num. 9. 2015. p. 795-815.
- 2-Barazzoni, R.; Deutz, N.E.P.; Biolo, G.; Bischoff, S.; Boirie, Y.; Cederholm, T.; Cuerda, C.; Delzenne, N.; Sanz, M.L.; Ljungqvist, O.; Muscaritoli, M.; Pichard, C.; Preiser, J.C.; Sbraccia, P.; Singer, P.; Tappy, L.; Thorens, B.; Van Gossum, A.; Vettor, R.; Calder, P.C. Carbohydrates and insulin resistance in clinical nutrition: Recommendations from the ESPEN expert group. *Clinical Nutrition*. Vol. 36. Num. 2. 2017. p. 355-363.
- 3-Barroso, W.K.S.; Souza, A.L.L. Obesidade, Sobrepeso, Adiposidade Corporal e Risco Cardiovascular em Crianças e Adolescentes. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 115. Num. 2. 2020. p. 172-173.
- 4-Blüher, M. Obesity: global epidemiology and pathogenesis. *Nature Reviews Endocrinology*. Vol. 15. Num. 5. 2019. p.288-298.
- 5-Borgi, C.; Taktouk, M.; Nasrallah, M.; Isma'eel, H.; Tamim, H.; Nasreddine, L. Dietary Glycemic Index and Glycemic Load Are Not Associated with the Metabolic Syndrome in Lebanese Healthy Adults: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. Vol. 12. Num. 5. 2020. p. 1394.
- 6-Brasil. Ministério da Saúde. *Vigitel Brasil 2020: vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2020*. Brasília: Ministério da Saúde. 2021.
- 7-Brouns, F. Overweight and diabetes prevention: is a low-carbohydrate-high-fat diet recommendable? *European Journal of Nutrition*. Vol. 57. Num. 4. 2018. p. 1301-1312.
- 8-Bueno, N.B.; Melo, I.S.V.; Oliveira, S.L.; Ataíde, T.R. Very-low-carbohydrate ketogenic diet v. low-fat diet for long-term weight loss: A meta-analysis of Randomised controlled trials. *British Journal of Nutrition*. Vol. 110. Num. 7. 2013. p. 1178-1187.
- 9-Camps, S.G.; Kaur, B.; Quek, R.Y.C.; Henry, C.J. Does the ingestion of a 24 hour low glycaemic index Asian mixed meal diet improve glycaemic response and promote fat oxidation? A controlled, randomized cross-over study. *Nutrition Journal*. Vol. 16. Num. 1. 2017. p. 43.
- 10-Castellana, M.; Conte, E.; Cignarelli, A.; Perrini, S.; Giustina, A.; Giovanella, L.; Giorgino, F.; Trimboli, P. Efficacy and safety of very low calorie ketogenic diet (VLCKD) in patients with overweight and obesity: A systematic review and meta-analysis *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders. Reviews in Endocrinology and Metabolic Disorders*. Vol. 21. Num. 1. 2020. p. 5-16.
- 11-Churuangasuk, C.; Kherouf, M.; Combet, E.; Lean, M. Low-carbohydrate diets for overweight and obesity: a systematic review of the systematic reviews. *Obesity Reviews*. Vol. 19. Num. 12. 2018. p. 1700-1718.
- 12-Cocate, P.G.; Pereira, L.G.; Marins, J.C.B.; Cecon, P.R.; Bressan, J.; Alfnas, R.C.G. Metabolic responses to high glycemic index and low glycemic index meals: A controlled crossover clinical trial. *Nutrition Journal*. Vol. 10. 2011. p.1.
- 13-Coe, S.; Ryan, L. Impact of polyphenol-rich sources on acute postprandial glycaemia: A systematic review. *Journal of Nutritional Science*. Vol. 5. 2016. p. e24.
- 14-Dall'Asta, M.; Del Rio, D.; Tappy, L.; Poti, F.; Agostoni, C.; Brighenti, F. Critical and emerging topics in dietary carbohydrates and health. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. Vol. 71. Num. 3. 2020. p. 286-295.
- 15-Deemer, S.E.; Plaisance, E.P.; Martins, C. Impact of ketosis on appetite regulation - a review. *Nutrition Research*. Vol. 77. 2020. p. 1-11.
- 16-Dorenbos, E.; Drummen, M.; Adam, T.; Rijks, J.; Winkens, B.; Martínez, J.A.; Navas-Carretero, S.; Stratton, G.; Swindell, N.; Stouthart, P.; Mackintosh, K.; McNarry, M.; Tremblay, A.; Fogelholm, M.; Raben, A.; Westerterp-Plantenga, M.; Vreugdenhil, A. Effect of a high protein/low glycaemic index diet

on insulin resistance in adolescents with overweight/obesity – A preview randomized clinical trial. *Pediatric Obesity*. Vol. 16. Num. 1. 2021. p. e12702.

17-Ebbeling, C.B.; Feldman, H.A.; Klein, G.L.; Wong, J.M.W.; Bielak, L.; Steltz, S.K.; Luoto, P.K.; Wolfe, R.R.; Wong, W.W.; Ludwig, D.S. Effects of a low carbohydrate diet on energy expenditure during weight loss maintenance: Randomized trial. *The BMJ*. Vol. 363. 2018. p.K4583.

18-Edgerton, D.S.; Kraft, G.; Smith, M.; Farmer, B.; Williams, P.E.; Coate, K.C.; Printz, R.L.; O'Brien, R.M.; Cherrington, A.D. Insulin's direct hepatic effect explains the inhibition of glucose production caused by insulin secretion. *JCI insight*. Vol. 2. Num. 6. 2017. p. e91863.

19-Ferretti, F.; Mariani, M. Simple vs. Complex Carbohydrate Dietary Patterns and the Global Overweight and Obesity Pandemic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 14. Num. 10. 2017. p. 1174.

20-Foley, P.J. Effect of low carbohydrate diets on insulin resistance and the metabolic syndrome. *Current Opinion of Endocrinology Diabetes and Obesity*. Vol. 28. Num. 5. 2021. p. 463-468.

21-Franco, F.R.J.S. A Atividade Física no Presente Pode Ser a Receita para Evitar os Males da Obesidade e Hipertensão no Futuro. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 115. Num. 1. 2020. p. 50-51.

22-Freire, R. Scientific evidence of diets for weight loss: Different macronutrient composition, intermittent fasting, and popular diets. *Nutrition*. Vol. 69. 2020. p. 110549.

23-Gardner, C.D.; Trepanowski, J.F.; Del Gobbo, L.C.; Hauser, M.E.; Rigdon, J.; Ioannidis, J.P.A.; Desai, M.; King, A.C. Effect of low-fat VS low-carbohydrate diet on 12-month weight loss in overweight adults and the association with genotype pattern or insulin secretion the DIETFITS randomized clinical trial. *JAMA Journal of the American Medical Association*. Vol. 319. Num. 7. 2018. p. 667-679.

24-González-Muniesa, P.; Martínez-González, M.A.; Hu, F.B.; Despres, J.P.; Matsuzawa, Y.; Loos, R.J.F.; Moreno, L.A.; Bray, G.A.; Martínez, J.A. Obesity. *Nature Reviews Disease Primers*. Vol. 3. 2017. p.17034.

25-Hall, K.D.; Bemis, T.; Brychta, R.; Chen, K.Y.; Courville, A.; Crayner, E.J.; Goodwin, S.; Guo, J.; Howard, L.; Knuth, N.D.; Miller 3rd, B.V.; Prado, C.M.; Siervo, M.; Skarulis, M.C.; Walter, M.; Walter, P.J.; Yannai, L. Calorie for calorie, dietary fat restriction results in more body fat loss than carbohydrate restriction in people with obesity. *Cell Metabolism*. Vol. 22. Num. 3. 2015. p. 427-436.

26-Hall, K.D. A review of the carbohydrate-insulin model of obesity. *European Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 72. Num. 1. 2018. p. 183.

27-Hall, K.D.; Guo, J.; Courville, A.B.; Boring, J.; Brychta, R.; Chen, K.Y.; Darcey, V.; Forde, C.G.; Gharib, A.M.; Gallagher, I.; Howard, R.; Joseph, P.V.; Milley, L.; Ouwkerk, R.; Raising, K.; Rozga, I.; Schick, A.; Stagliano, M.; Torres, S.; Walter, M.; Walter, P.; Yang, S.; Chung, S.T. Effect of a plant-based, low-fat diet versus an animal-based, ketogenic diet on ad libitum energy intake. *Nature Medicine*. Vol. 27. Num. 2. 2021. p. 344-353.

28-Holesh, J.E.; Aslam, S.; Martin, A. Physiology, Carbohydrates. 2021 Jul 26. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 26 de julho de 2021. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29083823/>>. Acesso em: 12/10/2021.

29-Hosseinpour-Niazi, S.; Sohrab, G.; Asghari, G.; Mirmiran, P.; Moslehi, N.; Azizi, F. Dietary glycemic index, glycemic load, and cardiovascular disease risk factors: Tehran Lipid and Glucose Study. *Archives of Iranian Medicine*. Vol. 16. Num. 7. 2013. p. 401-407.

30-Johnston, B.C.; Kanters, S.; Bandayrel, K.; Wu, P.; Naji, F.; Siemieniuk, R.A.; Ball, G.D.C.; Busse, J.W.; Thorlund, K.; Guyatt, G.; Jansen, J.P.; Mills, E.J. Comparison of weight loss among named diet programs in overweight and obese adults: A meta-analysis. *Journal of the American Medical Association*. Vol. 312. Num. 9. 2014. p. 923-933.

- 31-Joslowski, G.; Halim, J.; Goletzke, J.; Gow, M.; Ho, M.; Louie, J.C.Y.; Buyken, A.E.; Cowell, C.T.; Garnett, S.P. Dietary glyceamic load, insulin load, and weight loss in obese, insulin resistant adolescents: RESIST study. *Clinical Nutrition*. Vol. 34. Num. 1. 2015. p. 89-94.
- 32-Juanola-Falgarona, M.; Salas-Salvadó, J.; Ibarrola-Jurado, N.; Rabassa-Soler, A.; Díaz-López, A.; Guasch-Ferré, M.; Hernández-Alonso, P.; Balanza, R.; Bulló, M. Effect of the glyceamic index of the diet on weight loss, modulation of satiety, inflammation, and other metabolic risk factors: A randomized controlled trial. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 100. Num. 1. 2014. p. 27-35.
- 33-Karl, J.P.; Cheatham, R.A.; Das S.K.; Hyatt, R.R.; Gilhooly, C.H.; Pittas, A.G.; Lieberman, H.R.; Lerner, D.; Roberts, S.B.; Saltzman, E. Effect of glyceamic load on eating behavior self-efficacy during weight loss. *Appetite*. Vol. 80. 2014. p. 204-211.
- 34-Karl, J.P.; Roberts, S.B.; Schaefer, E.J.; Gleason, J.A.; Fuss, P.; Rasmussen, H.; Saltzman, E.; Das, S.K. Effects of carbohydrate quantity and glyceamic index on resting metabolic rate and body composition during weight loss. *Obesity*. Vol. 23. Num. 11. 2015. p. 2190-2198.
- 35-Kaur, B.; Chin, R.Q.Y.; Camps, S.; Henry, C.J. The impact of a low glycaemic index (GI) diet on simultaneous measurements of blood glucose and fat oxidation: A whole body calorimetric study. *Journal of Clinical and Translational Endocrinology*. Vol. 4. 2016. p. 45-52.
- 36-Le, T.; Flatt, S.W.; Natarajan, L.; Pakiz, B.; Quintana, E.L.; Heath, D.D.; Rana, B.K.; Rock, C.L. Effects of diet composition and insulin resistance status on plasma lipid levels in a weight loss intervention in women. *JAMA Journal of the American Heart Association*. Vol. 5. Num. 1. 2016. p. e002771.
- 37-Ludwig, D.S.; Ebbeling, C.B. The Carbohydrate-Insulin Model of Obesity: Beyond "Calories In, Calories Out". *JAMA Internal Medicine*. Vol. 178. Num. 8. 2018. p. 1098-1103.
- 38-Malinowska, A.M.; Młodzik-Czyżewska, M.A.; Chmurzinska, A. Dietary patterns associated with obesity and overweight: when should misreporters be included in analysis? *Nutrition*. Vol. 70. 2020. p. 110605.
- 39-McArdle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L. *Fisiologia do Exercício - Energia, Nutrição e Desempenho Humano*. 8ª edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2016. 1120 p.
- 40-Medina-Remon, A.; Kirwan, R.; Lamuela-Raventos, R.M.; Estruch, R. Dietary patterns and the risk of obesity, type 2 diabetes mellitus, cardiovascular diseases, asthma, and neurodegenerative diseases. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol. 58. Num. 2. 2018. p. 262-296.
- 41-Meng, H.; Matthan, N.R.; Ausman, L.M.; Lichtenstein, A.H. Effect of macronutrients and fiber on postprandial glyceamic responses and meal glyceamic index and glyceamic load value determinations. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 105. Num. 4. 2017. p. 842-853.
- 42-Murphy, N.E.; Carrigan, C.T.; Margolis, L.M. High-Fat Ketogenic Diets and Physical Performance: A Systematic Review. *Advances in Nutrition*. Vol. 12. Num. 1. 2020. p. 223-233.
- 43-Muscogiuri, G.; Barrea, L.; Laudisio, D.; Pugliese, G.; Salzano, C.; Savastano, S.; Colao, A. The management of very low-calorie ketogenic diet in obesity outpatient clinic: a practical guide. *Journal of Translational Medicine*. Vol. 17. Num. 1. 2019. p. 356.
- 44-Nakao, R.; Abe, T.; Yamamoto, S.; Oishi, K. Ketogenic diet induces skeletal muscle atrophy via reducing muscle protein synthesis and possibly activating proteolysis in mice. *Scientific Reports*. Vol. 9. Num. 1. 2019. p. 19652.
- 45-Oliveira, J.; Figueiredo, L.; Cordás, T.A. Prevalência de comportamentos de risco para transtornos alimentares e uso de dieta "low-carb" em estudantes universitários. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*. Vol. 68. Num. 4. 2019. p. 183-190.
- 46-Oliveira, J.; Colombarolli, M.S.; Figueredo, L.S.; Cordás, T.A. Cognitive restraint directed at carbohydrates in individuals on low-carb diet with binge eating: the role of guilt about food cravings. *Einstein*. Vol. 19. 2021. p. eAO5599.

- 47-Pelegri, A.; Bim, M.A.; Souza, F.U.; Kilim, K.S.S.; Pinto, A.A. Prevalence of overweight and obesity in Brazilian children and adolescents: a systematic review. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. Vol. 23. 2021. p. 1-19.
- 48-Petrisko, M.; Kloss, R.; Bradley, P.; Birrenkott, E.; Spindler, A.; Clayton, Z.S.; Kern, M. Biochemical, Anthropometric, and Physiological Responses to Carbohydrate-Restricted Diets Versus a Low-Fat Diet in Obese Adults: A Randomized Crossover Trial. *Journal of Medicinal Food*. Vol. 23. Num. 3. 2020. p. 206-214.
- 49-Reynolds, A.; Mann, J.; Cummings, J.; Winter, N.; Mete, E.; Morenga, L.T. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet*. Vol. 393. Num. 10170. 2019. p. 434-445.
- 50-Sacks, F.M.; Carey, V.J.; Anderson, C.A.M.; Miller 3rd, E.R.; Copeland, T.; Charleston, J.; Harshfield, B.J.; Laranjo, N.; McCarron, P.; Swain, J.; White, K.; Yee, K.; Appel, L.J. Effects of high vs low glycemic index of dietary carbohydrate on cardiovascular disease risk factors and insulin sensitivity: The OmniCarb randomized clinical trial. *JAMA Journal of the American Medical Association*. Vol. 312. Num. 23. 2014. p. 2531-2541.
- 51-Saltiel, A.R. Insulin signaling in the control of glucose and lipid homeostasis. *Handbook of Experimental Pharmacology*. Vol. 233. 2016. p. 51-71.
- 52-Sanders, T.A.B. How important is the relative balance of fat and carbohydrate as sources of energy in relation to health? *Proceedings of the Nutrition Society*. Vol. 75. Num. 2. 2016. p. 147-153.
- 53-Silva, C.P.G.; Bittar, C.M.L. Fatores Ambientais e Psicológicos que Influenciam na Obesidade Infantil. *Revista Saúde e Pesquisa*. Vol. 5. Num. 1. 2012. p. 197-207.
- 54-Sylvetsky, A.C.; Edelstein, S.L.; Walford, G.; Boyko, E.J.; Horton, E.S.; Ibebuogu, U.N.; Knowler, W.C.; Montez, M.G.; Temprosa, M.; Hoskin, M.; Rother, K.I.; Delahanty, L.M.; Diabetes Prevention Program Research Group. A high-carbohydrate, high-fiber, low-fat diet results in weight loss among adults at high risk of type 2 diabetes. *Journal of Nutrition*. Vol. 147. Num. 11. 2017. p. 2060-2066.
- 55-Tay, J.; Thompson, C.H.; Luscombe-Marsh, N.D.; Wycherley, T.P.; Noakes, M.; Buckley, J.D.; Wittert, G.A.; Yancy Jr, W.S.; Brinkworth, G.D. Effects of an energy-restricted low-carbohydrate, high unsaturated fat/low saturated fat diet versus a high-carbohydrate, low-fat diet in type 2 diabetes: A 2-year randomized clinical trial. *Diabetes, Obesity and Metabolism*. Vol. 20. Num. 4. 2018. p. 858-871.
- 56-Thom, G.; Lean, M. Is There an Optimal Diet for Weight Management and Metabolic Health? *Gastroenterology*. Vol. 152. Num. 7. 2017. p. 1739-1751.
- 57-Tozo, T.A.; Pereira, B.O.; Junior, F.J.M.; Montenegro, C.M.; Moreira, C.M.M.; Leite, N. Medidas Hipertensivas em Escolares: Risco da Obesidade Central e Efeito Protetor da Atividade Física Moderada-Vigorosa. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 115. Num. 1. 2020. p. 42-49.
- 58-Tricó, D.; Moriconi, D.; Berta, R.; Baldi, S.; Quinones-Galvan, A.; Guiducci, L.; Taddei, S.; Mari, A.; Nannipieri, M. Effects of low-carbohydrate versus mediterranean diets on weight loss, glucose metabolism, insulin kinetics and β -cell function in morbidly obese individuals. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 4. 2021. p. 1345.
- 59-Valenzuela, P.L.; Castillo-García, A.; Lucia, A.; Naclerio, F. Effects of combining a ketogenic diet with resistance training on body composition, strength, and mechanical power in trained individuals: A narrative review. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 9. 2021. p. 3083.
- 60-Vega-López, S.; Venn, B.J.; Slavin, J.L. Relevance of the glycemic index and glycemic load for body weight, diabetes, and cardiovascular disease. *Nutrients*. Vol. 10. 2018. p. 1361.
- 61-Vieira, A.C.; Cardoso, C.K.S. Efeitos de dietas low carb sobre parâmetros nutricionais em indivíduos com excesso de peso: revisando as evidências científicas. *Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*. Vol. 14. Num. 87. 2020. p. 598-607.

62-Yang, A.; Mottillo, E.P. Adipocyte lipolysis: from molecular mechanisms of regulation to disease and therapeutics. *The Biochemical Journal*. Vol. 477. Num. 5. 2020. p. 985-1008.

63-Yuan, X.; Wang, J.; Yang, S.; Gao, M.; Cao, L.; Li, X.; Hong, D.; Tian, S.; Sun, C. Effect of the ketogenic diet on glycemic control, insulin resistance, and lipid metabolism in patients with T2DM: a systematic review and meta-analysis. *Nutrition and Diabetes*. Vol. 10. Num. 1. 2020. p. 38.

64-Walitko, E.; Napierata, M.; Bryskiewicz, M.; Fronczyk, A.; Majkowska, L. High-protein or low glycemic index diet-which energy-restricted diet is better to start a weight loss program? *Nutrients*. Vol. 13. Num. 4. 2021. p. 1086.

65-Wang, M.L.; Gellar, L.; Nathanson, B.H.; Pbert, L.; Ma, Y.; Ockene, I.; Rosal, M.C. Decrease in Glycemic Index Associated with Improved Glycemic Control among Latinos with Type 2 Diabetes. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. Vol. 115. Num. 6. 2015. p. 898-906.

66-World Health Organization. Obesity and overweight, 2021. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>>. Acesso em: 7/09/2021.

Autor de correspondência:
Marcio Leandro Ribeiro de Souza.
marcionutricionista@yahoo.com.br
Professor Titular no Curso de Nutrição da
Faculdade de Minas FAMINAS-BH.
Avenida Cristiano Machado, 12001.
Bairro Vila Clóris, Belo Horizonte-MG, Brasil.
CEP: 31744-007.
Telefone: (31) 99907-7008.

Recebido para publicação em 19/12/2021
Aceito em 06/03/2022