

---

**OS EFEITOS DA DIETA LOW CARB NO CONTROLE GLICÊMICO DE  
DIABÉTICOS OBESOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

**THE EFFECTS OF LOW CARB DIET ON GLYCEMIC CONTROL OF OBESE  
DIABETES: A SYSTEMATIC REVIEW**

Rafaela Pistori Batista<sup>1</sup>

Guilherme Henrique Dantas Palma<sup>2</sup>

**RESUMO**

O excesso de peso constitui-se como importante fator de risco para doenças crônicas não transmissíveis. O diabetes mellitus compreende um grupo de distúrbios metabólicos caracterizados por hiperglicemia persistente causada por defeito na ação ou secreção de insulina que leva a alterações no metabolismo dos macronutrientes, determinando ao longo do tempo, o comprometimento da função e estrutura vascular de diferentes órgãos. Estudos que examinam a quantidade ideal de ingestão de carboidratos para diabéticos são inconclusivos, nesse aspecto, estratégias nutricionais têm sido amplamente pesquisadas com o intuito de tratar a DM, especialmente a tipo 2 (DM2). Dentre as estratégias de intervenções nutricionais mais estudadas, destacam-se as dietas restritas ou diminuídas em carboidratos, ou *low carb* (LC). O objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura científica sobre os efeitos de um padrão dietético baixo em carboidratos como estratégia para controle de DM associada à obesidade. Realizou-se uma revisão sistemática utilizando como base de dados a *Medline*, por meio do motor de busca *PubMed*. A busca foi realizada até dezembro de 2018. Dez estudos preencheram todos os critérios de inclusão adotados na presente revisão sistemática. De modo geral, não foi possível verificar consenso para justificar o uso de dietas LC para o controle da DM em indivíduos obesos. Parte dos estudos demonstram superioridade deste padrão alimentar quando o objetivo é o melhor controle glicêmico, porém, a maior parte deles mostrou resultados equivalentes aos alcançados com um padrão alimentar tradicional.

367

**Palavras-chave:** Glicemia. Low carb. Padrão alimentar. Diabetes. Obesidade.

**ABSTRACT**

Overweight is an important risk factor for non transmissible chronic diseases. Diabetes mellitus comprises a group of metabolic disorders characterized by persistent hyperglycaemia caused by defect in the action or secretion of insulin that leads to

---

<sup>1</sup> Discente do 4º ano de Nutrição do Centro Universitário Filadélfia – Unifil. E-mail: rafaella15pistori@gmail.com

<sup>2</sup> Docente do curso de Nutrição do Centro Universitário Filadélfia – Unifil. E-mail: guilherme.dantas@unifil.br

changes in the macronutrient metabolism, determining over time the impairment of vascular function and structure of different organs. Studies that examine the optimal amount of carbohydrate intake for diabetics are inconclusive, in this regard, nutritional strategies have been widely researched to treat DM, especially type 2 (DM2). Among the most studied nutritional intervention strategies, we highlight the restricted or low carbohydrate diets, or low carb (LC). The aim of the present study was to perform a systematic review of the scientific literature on the effects of a low carbohydrate dietary pattern as a strategy for controlling obesity-associated DM. Performed a systematic review using Medline as a database through the PubMed search engine. The search was performed until December 2018. Ten studies met all the inclusion criteria adopted in this systematic review. In general, it was not possible consensus to justify the use of LC diets for DM control in Obese individuals. Part of the studies demonstrate superiority of this pattern when the goal is the best glycemic control, however, most of them showed results equivalent to those achieved with a traditional dietary pattern.

**Keywords:** Blood glucose. Low carb. Food pattern. Diabetes. Obesity.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas observou-se o crescente número de pessoas com sobrepeso ou obesidade em todo mundo. O aumento no consumo de alimentos industrializados, que são altamente palatáveis e com baixo poder de saciedade, favorecem o aumento da ingestão alimentar e podem levar ao desequilíbrio energético (ABESO, 2016).

O excesso de peso constitui-se como importante fator de risco para outras doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como doenças hepáticas, cardiovasculares, câncer, resistência insulínica e diabetes mellitus (DM) (LUDESCHER et al., 2009).

De acordo com a Sociedade Brasileira de Diabetes (2018), a DM compreende um grupo de distúrbios metabólicos caracterizados por hiperglicemia persistente causada por defeito na ação ou secreção de insulina, que leva a alterações no metabolismo dos macronutrientes, determinando ao longo do tempo, o comprometimento da função e estrutura vascular de diferentes órgãos. Pode ser classificado em gestacional, tipo 1 (auto-imune, com destruição das células *beta* pancreáticas) e tipo 2 (tradicionalmente descrito como próprio da maturidade, com frequente incidência após os 30 anos, porém, atualmente tem sido observado aumento da incidência em indivíduos mais jovens, geralmente associada ao histórico familiar, sobrepeso e resistência insulínica) (MAYER-DAVIS et al., 2017).

Estudos que examinam a quantidade ideal de ingestão de carboidratos para diabéticos são inconclusivos, embora o monitoramento da ingestão de carboidratos na dieta seja fundamental para um bom controle glicêmico pós-prandial (DAFNE STUDY GROUP, 2002; DELAHANTY et al., 2009). A recomendação atual é individualizar o plano alimentar para atender às metas calóricas, com uma distribuição de macronutrientes mais consistente com a ingestão usual do indivíduo, para aumentar a probabilidade de manutenção a longo prazo (AMERICAN DIABETES ASSOCIATION, 2019).

Nesse aspecto, estratégias nutricionais têm sido amplamente pesquisadas com o intuito de tratar a DM, especialmente a tipo 2 (DM2). Dentre as estratégias de intervenções nutricionais mais estudadas, destacam-se as dietas restritas ou diminuídas em carboidratos, ou *low carb* (LC) (RAPOSO; BASSO; BERNARDI, 2006).

Segundo Accurso et al. (2008) a hipótese que sustenta essa estratégia é de que a restrição de carboidratos promove uma melhora no controle glicêmico e reduz flutuações de insulina ou medicamentos. Essa restrição parece causar um efeito catalítico ou limiar da insulina na mudança do corpo de um estado anabólico para a oxidação da gordura. Além disso, este padrão parece ser tão eficaz para perda de peso quanto uma dieta com restrição lipídica, além de ser potencialmente favorável para melhorar os componentes da síndrome metabólica.

Com a popularização desse padrão dietético, diversos protocolos de ingestão de carboidratos surgiram. Existem protocolos que utilizam quantidades mínimas de carboidratos, como 50 gramas de carboidratos ao dia ou cerca de 10% do valor calórico total da dieta. Em média, utiliza-se cerca de 26 a 45% de carboidratos para dietas *low carb* moderada (ACCURSO et al., 2008).

Embora alguns achados demonstrem melhora do perfil glicêmico em indivíduos com DM que seguem o padrão LC (HUSSAIN et al., 2012; TAY et al., 2014), outros demonstram baixa ou nenhuma eficiência (SARGRAD et al., 2005). Adicionalmente, embora o volume de publicação sobre o tema tenha crescido vertiginosamente nos últimos anos, a diversidade metodológica (delineamentos, populações, protocolos dietéticos) demonstra resultados controversos e inconclusivos, o que gera dúvidas sobre a eficácia e segurança desse padrão alimentar. Diante do exposto, torna-se

necessária a sistematização da coleta das informações disponíveis na literatura científica sobre o tema.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura científica sobre os efeitos de um padrão dietético baixo em carboidratos como estratégia para controle de DM associada à obesidade.

## **MÉTODOS**

### **Definição da base de dados e estratégia de busca**

Foi utilizada a base de dados *Medline*, por meio do motor de busca *PubMed*, para busca dos artigos que compõem a presente revisão sistemática. A busca foi realizada até dezembro de 2018. Foi utilizada a seguinte estratégia de busca:

("Diabetes Mellitus"[MeSH Terms] OR "Diabetes Insipidus" OR "Diet, Diabetic" OR "Prediabetic State" OR "Glucose Intolerance" OR "Insulin resistance"[MeSH Terms] OR "Resistance, Insulin" OR "Insulin Sensitivity" OR "Sensitivity, Insulin" OR "Weight loss" OR obesity OR overweight OR "body weight" OR "Loss, Weight" OR "Losses, Weight" OR "Weight Losses" OR "Weight Reduction" OR "Reduction, Weight" OR "Reductions, Weight" OR "Weight Reductions") AND ("diet, low carbohydrate" OR "low carb" OR "diet, low carb" OR "diets, low carbohydrate" OR "low carbohydrate diet" OR "low carb diet" OR "low carb diets" OR "low-carbohydrate" OR "low-carb" OR "low-carbohydrate diet").

370

### **Critérios de inclusão e exclusão**

Foram inclusos os estudos que preencheram os seguintes critérios: 1) estudos com seres humanos de ambos os sexos; 2) diagnóstico de diabetes e obesidade; 3) idade igual ou superior a 18 anos; 3) utilização de um padrão de dieta baixa em carboidratos com a presença de grupo controle ou placebo; 4) descrição de resultados de parâmetros de avaliação da homeostase da glicose e/ou insulina; 5) estudos publicados na íntegra no idioma inglês. Foram excluídos estudos que preencheram ao menos um desses critérios: 1) atletas; 2) gestantes; 3) quantidade de carboidrato ofertada não foi descrita.

## Seleção dos estudos

Primeiramente foram excluídos os estudos, que por meio da leitura dos títulos e resumos, claramente se apresentaram contrários aos objetivos desta revisão e/ou não atenderam aos critérios de inclusão. Posterior a essa primeira seleção, os estudos que não apresentaram clareza quanto à sua elegibilidade para esta revisão foram analisados na íntegra. Por fim, foram definidos todos os estudos que, ao preencherem todos os critérios de inclusão, fariam parte desta revisão sistemática. Dúvidas quanto à inclusão/exclusão dos estudos foram solucionadas pelos autores em conjunto.

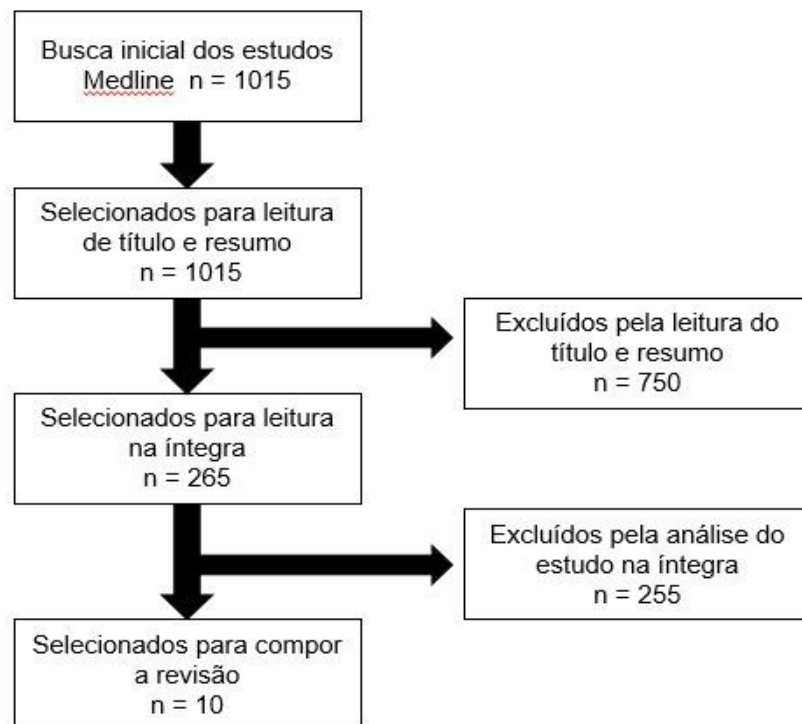
As informações dos estudos foram compiladas em tabela elaborada pelos autores.

## RESULTADOS

Dez estudos preencheram todos os critérios de inclusão adotados na presente revisão sistemática. A Figura 1 descreve o fluxograma de seleção dos estudos. Informações sobre os sujeitos, procedimentos e principais desfechos, estão apresentadas na Tabela 1.

371

**Figura 1** – Fluxograma de seleção.



Fonte: Próprio autor.

**Tabela 1 – Descrição dos estudos inclusos na revisão**

Autoria, ano	FI	Sujeitos	Procedimentos	Resultados principais
GODAY et al., 2016	43.070	89 homens e mulheres com diagnóstico de DM2 e IMC entre 30 e 35 kg/m <sup>2</sup> .	Os indivíduos foram aleatorizados para 2 grupos: 1 (dieta muito baixa em calorias e cetogênica) e 2 (baixa caloria). O grupo 1 recebeu uma dieta de 600 a 800kcal com 50g de carboidratos, 10g de azeite ao dia e 0,8 a 1,2 de proteína/kg. O grupo 2 recebeu uma dieta com 45-60% de carboidratos, 10-20% de proteínas e 30% de lipídeos. O estudo teve duração de 4 meses.	A glicose plasmática em jejum diminuiu significativamente nos dois grupos de estudo, embora o declínio na HbA1c tenha sido estatisticamente significativo apenas no grupo da dieta 1.
WYCHERLEY et al., 2016	4.239	66 homens e 49 mulheres, obesidade e DM2.	Os indivíduos foram aleatorizados em um projeto de 52 semanas para participar de um programa de exercícios e seguir uma de duas dietas: <i>low carb</i> com 14% de carboidrato, 28% de proteína e 58% de lipídeos ou <i>high carb</i> com 53% de carboidrato, 17% de proteína e 30% de lipídeos.	Após 52 semanas, ambos os grupos apresentaram redução de peso similar e HbA1c sem efeito diferencial da dieta.
WATSON et al., 2016	4.196	61 adultos com sobrepeso ou obesidade e com diagnóstico de DM2.	Os participantes foram aleatorizados em 2 grupos: 1 (32% proteína, 33% carboidratos, 30% gorduras) e 2 (22% proteínas, 51% carboidratos, 22% gorduras). Houve duas fases: uma fase de perda de peso hipocalórica de 12 semanas, seguida por uma fase de manutenção de peso eucalórica de 12 semanas. Os participantes realizaram ao menos 30 minutos de exercício aeróbico de intensidade moderada, cinco vezes por semana.	Após a fase 1, a HbA1c diminuiu em ambos os grupos e permaneceu estável na fase 2. A glicemia de jejum e os níveis de insulina diminuíram nos dois grupos após a fase 1, sem alteração após fase 2 nem qualquer diferença entre os grupos em qualquer ponto de tempo.
TAY et al., 2014	13.397	115 adultos com sobrepeso ou obesidade, com diagnóstico de DM2.	Os participantes foram aleatorizados para duas dietas: <i>DIETA LOW CARB</i> (14% de carboidrato, 28% de proteína e 58% de lipídeos) ou <i>DIETA HIGH CARB</i> (53% de carboidrato, 17% de proteína e 30% de lipídeos). As dietas foram individualizadas e pareadas para níveis de energia com restrição	A dieta LC reduziu a HbA1c em maior proporção entre os participantes com HbA1c basal 7,8%, sem efeito na HbA1c basal diferente de 7,8%. <i>Low carb</i> teve maiores reduções na glicemia. Após 24 semanas, o grupo de dieta low carb apresentou reduções duplas maiores nos medicamentos

372

372

calórica moderada. Os participantes realizaram 60 minutos de exercícios em 3 dias não consecutivos por semana. O estudo teve duração de 24 semanas.

hipoglicemiantes em comparação com o grupo de dieta high carb.

(Continuação)

<b>Autoria, ano</b>	<b>FI</b>	<b>Sujeitos</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Resultados principais</b>
LEONETTI et al., 2015	3.346	50 Adultos, sendo 14 com DM2, com idade entre 18 e 67 anos e IMC maior que 40 kg/m <sup>2</sup> .	Estudo prospectivo, realizado com 3 intervenções, cada uma com duração de 10 dias: 1) 560-595 kcal com 15g de carboidratos, 72-82g de proteína e 23-24g de lipídeos; 2) 810 kcal com 55g de carboidrato, 80g de proteína e 30g de lipídeos; 3) 1100 kcal com 145g de carboidrato, 60g de proteína e 33g de lipídeos. Os indivíduos foram avaliados no momento inicial (T0), após 1 (T1), após 2(T2) e após 3 (T3).	O peso corporal apresentou redução estatisticamente significativa entre os momentos T0 e T1, T2 e T3 em pacientes com e sem DM2. Em pacientes diabéticos, a glicemia nos momentos T1, T2 e T3 foram significativamente menores do que em T0. As necessidades diárias de insulina caíram de 56,5 UI para 19,6 UI (valores médios).
HUSSAIN et al., 2012	3.42	363 adultos, com IMC superior a 25kg/m <sup>2</sup> e glicemia de jejum acima de 125 mg/dL.	O grupo da dieta cetogênica recebeu orientações para uma ingestão de 20g de carboidrato/dia; 5g de carboidrato por semana eram adicionados se o participante se aproximasse da metade da meta de perda de peso. No grupo da dieta controle, os participantes receberam orientações apropriadas e um plano alimentar de 2200 calorias. O estudo teve duração de 24 semanas.	A eficácia da dieta foi maior entre os diabéticos que seguiam a dieta cetogênica do que no grupo hipocalórico, quando comparado os níveis iniciais e finais de glicemia. O nível de HbA1c diminuiu significativamente com o LCKD em comparação com as duas dietas no grupo diabético.
KHOO et al., 2011	3.151	31 homens com DM2, obesos e com circunferência da cintura maior que 102 cm.	Os indivíduos foram aleatoriamente designados para uma dieta hipocalórica modificada (2 substitutos de refeições/dia, 450 kcal, 0,8g/kg de proteína + 1 refeição pequena, totalizando 900kcal/dia) ou uma dieta rica em proteínas com baixo teor de carboidratos e gordura (600 kcal, incluindo 300g de carne	A glicose plasmática diminuiu significativamente em ambos os grupos após 8 semanas de dieta, sem diferença entre os grupos.

373

373

magra, 3 porções/dia de cereais, pães e laticínios com baixo teor de gordura, além de duas frutas e cinco vegetais por dia).

Após 8 semanas, os participantes foram trocados ou continuaram a dieta rica em proteínas por mais 44 semanas. O estudo teve duração de 52 semanas.

					(Conclusão)
<b>Autoria, ano</b>	<b>FI</b>	<b>Sujeitos</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Resultados principais</b>	
IQBAL et al., 2010	3.614	144 adultos, com diagnóstico de DM2 e IMC maior que 30 kg/m <sup>2</sup> .	Os participantes foram aleatoriamente designados para uma dieta baixa em carboidrato (1) e uma dieta baixa em gordura (2). A dieta 1 tinha como meta o consumo de apenas 30g de carboidrato ao dia e não houve restrições de gordura. A dieta 2 tinha uma restrição calórica de 500 kcal e a meta de ingestão de gordura foi de até 30% da energia total. O estudo teve duração de 24 meses.	No mês 6, o grupo 1 teve uma redução clinicamente significativa na HbA1c de -0,5% (em comparação a -0,1% no grupo 2), mas isso não foi sustentado ao longo do tempo.	374
SARGRAD et al., 2005	3.244	12 obesos (9 mulheres e 3 homens) diagnosticados com DM2.	Os participantes foram aleatorizados para uma dieta denominada ALTA PROTEÍNA (1) ou uma dieta denominada ALTO CARBOIDRATO (2). A dieta 1 foi programada para fornecer 40% de carboidratos, 30% de proteína e 30% de lipídeos. A dieta 2 foi programada para fornecer 55% de carboidratos, 15% de proteína e 30% de lipídeos. O estudo teve duração de 8 semanas.	Os níveis de glicose no plasma em jejum diminuíram no grupo dieta rica em carboidrato e não se alteraram no grupo rico em proteína. Os níveis de insulina tenderam a diminuir nos dois grupos. HbA1c diminuiu no grupo da dieta rica em carboidratos, enquanto a diminuição no grupo de alta proteína não foi significativa.	374



BONT et al., 1981	6.206	148 mulheres com DM2, com idade entre 35 e 64 anos.	Os participantes foram aleatoriamente alocados para dietas com baixo teor de gordura ou baixo teor de carboidratos. Para o grupo da dieta de baixo teor de gordura, houve consumo de até 30% de lipídeos. Para o grupo da dieta de baixo teor de carboidratos, o consumo de carboidratos foi estipulado em no máximo 40% da energia diária. O estudo teve duração de 6 meses.	Dos 148 pacientes que entraram no estudo, 137 foram reavaliados 6 meses depois. A diferença na queda da glicose plasmática média entre os grupos não foi estatisticamente significativa. Não houve diferenças significativas na HbA1c em nenhum dos grupos.
-------------------	-------	---	---	---

---

IMC: índice de massa corporal; DM2: diabetes mellitus tipo 2; HbA1C: hemoglobina glicada.

### **Características dos estudos e publicação**

Os 10 estudos inclusos, são datados entre 1981 e 2016. O fator de impacto dos estudos selecionados variou de 3.151 a 43.070. Os estudos contaram com delineamentos diferentes, sendo: 1 ensaio clínico, 2 ensaios clínicos randomizados, 2 ensaios clínicos randomizados e controlados, 1 ensaio clínico randomizado, controlado e paralelo, 1 ensaio clínico randomizado e paralelo, 1 ensaio clínico randomizado e de centro único, 1 ensaio clínico randomizado, multicêntrico e paralelo e 1 estudo prospectivo de coorte.

### **Características dos sujeitos**

Houve um total de 1128 adultos participantes, com faixa etária entre 18 e 70 anos. Um estudo foi realizado apenas com homens e um apenas com mulheres. Oito estudos foram realizados com homens e mulheres. Quatro dos dez estudos aliaram a prática de exercícios físicos junto as intervenções dietéticas. Em um estudo, os participantes foram encorajados a realizar 30 minutos de exercício físico em cinco dias da semana e em outro estudo 30 minutos de exercício físico em três dias da semana. Em outros dois estudos, os participantes realizaram 60 minutos de exercício físico em três dias da semana.

Em cinco dos dez estudos inclusos, todos os participantes eram diabéticos e obesos. Dois estudos tiveram como participantes indivíduos diabéticos com sobrepeso ou obesidade. Um estudo incluiu diabéticas obesas e não obesas. Um estudo incluiu indivíduos com IMC > 25kg/m<sup>2</sup> e glicemia de jejum maior que 125 mg/dl e um estudo incluiu indivíduos obesos, sendo parte deles diabéticos.

### **Intervenções dietéticas e oferta de carboidratos**

O tempo de intervenção dos estudos variou de 4 semanas a 24 meses. Dentre os estudos, as intervenções dietéticas de restrição de carboidratos foram distintas,

porém a maioria dos estudos (7) associaram a restrição de carboidratos a uma restrição calórica, de forma que 3 estudos utilizaram quantidade energética inferior a 900 kcal diárias.

A quantidade de carboidratos utilizada nas intervenções de restrição de carboidratos teve grande variação. A menor quantidade oferecida encontrada foi de 15 gramas ao dia, compondo cerca de 10% do valor calórico total da dieta, e a maior quantidade oferecida foi 40% do valor calórico total da dieta. As dietas utilizadas como controle ofereceram quantidade de carboidratos padrão, entre 45% e 60% do valor calórico total.

### **Efeitos do padrão LC em parâmetros glicêmicos**

As formas mais utilizadas pelos estudos inclusos para avaliar o comportamento da glicose foram a hemoglobina glicada (HbA1C) e glicemia de Jejum (8 estudos para ambas). O comportamento ou a necessidade de insulina foram descritos em 3 estudos.

Do total, 4 estudos encontraram efeitos positivos estatisticamente significantes em algum parâmetro glicêmico após padrão dietético baixo em carboidratos. A restrição de carboidratos nesses estudos foi acompanhada também de alguma forma de restrição calórica; um dos estudos verificou que a intervenção LC promoveu efeitos menores que o grupo controle nos parâmetros glicêmicos. Demais estudos não observaram diferença estatisticamente significantes entre os grupos analisados.

### **DISCUSSÃO**

O presente estudo observou o papel do padrão dietético LC no controle de DM em indivíduos obesos, por meio da análise de estudos clínicos. De modo geral, não foi possível verificar consenso para justificar o uso de dietas LC para o controle da DM em indivíduos obesos.

Os estudos que envolvem a relação entre dieta LC e DM não são recentes e, até hoje, permanecem inconclusivos tanto quando realizados com seres humanos

como em modelos animais. O estudo de Kamuren, Sanders e Watkins (2006), realizado com ratos diabéticos e não diabéticos, verificou que um padrão de dieta LC (5,5% da energia total diária) durante 30 dias melhorou parâmetros como glicemia e hemoglobina, associadas a melhor perfil das enzimas antioxidantes. Em contrapartida, outro estudo realizado com modelo animal (HANDA et al., 2014) identificou que o padrão LC durante 16 semanas apresentou desfechos negativos, como maior intolerância à glicose, dependentes da quantidade de carboidratos ofertada. Aparentemente, o tempo de exposição ao padrão LC parece ser importante e deve ser considerado na extrapolação de dados clínicos sobre o tema.

Para o nosso conhecimento, essa é a primeira revisão sistemática realizada com indivíduos obesos e diabéticos. Outras revisões sistemáticas, com ou sem metanálise, identificaram resultados semelhantes sobre o padrão LC em parâmetros glicêmicos. Huntriss et al. (2017) realizou uma revisão sistemática com metanálise onde investigou utilizando apenas ensaios clínicos randomizados, os efeitos de um padrão dietético low carb comparado ao tratamento dietético convencional em indivíduos diabéticos. Os resultados encontrados demonstraram que o padrão LC produz efeitos positivos e significativos na HbA1c, produzindo melhorias clínicas no tratamento de diabéticos do tipo 2. Porém, a adesão a dieta por maior tempo se mostra um problema em grande parte dos estudos.

Meng et al. (2017) encontrou achados semelhantes. Através de uma revisão sistemática com metanálise, onde apenas ensaios clínicos randomizados foram utilizados, concluiu que uma dieta pobre em carboidratos produz melhores efeitos na HbA1c de diabéticos em comparação com uma dieta rica em carboidratos ou ainda com quantidade considerada padrão. Os resultados sugerem que o padrão alimentar LC resulta em efeitos benéficos no manejo do diabetes tipo 2.

Os achados encontrados demonstram que existem resultados positivos e significativos na adoção de uma dieta restrita em carboidratos para indivíduos diabéticos, o que corrobora com parte dos estudos inclusos na presente revisão sistemática (GODAY et al., 2016; TAY et al., 2014; HUSSAIN et al., 2012; IQBAL et al., 2010).

Em contrapartida, uma revisão sistemática com metanálise utilizando apenas estudos do tipo coorte e com intervalo de confiança de 95%, concluiu que existe uma associação entre o padrão alimentar LC e o risco de diabetes mellitus. Porém, segundo os autores o número de estudos é limitado e faz-se necessário mais pesquisas neste campo para esclarecer estes achados (NMAZI et al., 2017).

A revisão sistemática de Turton, Raab e Rooney (2018), analisou os efeitos de dietas restritas em carboidratos em indivíduos insulino dependentes. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, estudos pré-intervenção, estudos retrospectivos e um relato de caso. A partir dos resultados apresentados, não foi possível concluir se existem diferenças significativas no controle do diabetes tipo 1 com o padrão alimentar LC comparado a um padrão alimentar com maior quantidade de carboidratos.

Diversos estudos não conseguem concluir a existência de superioridade do padrão alimentar LC a uma dieta padrão para diabéticos, ou ainda, concluem que existem resultados positivos com ambas estratégias. Leonetti et al (2015) realizou um estudo prospectivo onde testou três intervenções dietéticas com diferentes distribuições de macronutrientes, incluindo uma intervenção low carb. Ao final de cada fase, os indivíduos apresentaram melhorias no controle glicêmico, com valores de glicemia significativamente menores do que no início do estudo. Um fator comum entre as intervenções dietéticas foi o déficit calórico, o que levanta a hipótese de ser o principal responsável pelas melhorias apresentadas.

Embora os resultados ainda sejam controversos, vale destacar que alguns mecanismos fisiológicos sobre os efeitos do padrão LC no controle glicêmico parecem justificar a realização de estudos com o intuito de se determinar uma dose-resposta. Em condições normais, ao consumir uma refeição, há um aumento nos níveis de glicose no sangue que estimula a secreção de insulina, resultando em um aumento no transporte, biotransformação e armazenamento nos músculos e tecidos gordurosos. Em casos onde a quantidade de insulina é insuficiente ou exista resistência à insulina, gera-se uma captação reduzida de glicose no tecido, o que resulta em hipoglicemia intracelular e hiperglicemia extracelular (OZUGWU et al., 2013).

O indivíduo obeso apresenta situação glicêmica mais complexa. Aparentemente a obesidade está associada ao desenvolvimento de certos mecanismos envolvidos na gênese da resistência a insulina. A distribuição da gordura corporal mais comumente associada ao risco de DM2 é a central, indicativa de acúmulo de tecido adiposo visceral. Esse tecido hipertrofiado produz citocinas pró-inflamatórias e gera resistência à insulina, envolvida diretamente no desenvolvimento do DM2 e de suas comorbidades (SBD, 2018). Segundo Martins e Marinho (2003), o acúmulo de tecido adiposo visceral resulta em menor extração de insulina pelo fígado, com aumento da produção hepática de glicose e redução da captação de glicose pelo tecido muscular.

Ainda é difícil explicar os efeitos da restrição de carboidratos de modo agudo e principalmente crônico. O sistema nervoso central é dependente de glicose na corrente sanguínea, que age como combustível e exige que a disponibilidade seja extremamente regulada. Com isso, a restrição de carboidratos requer adaptações metabólicas para que o organismo humano continue com seu funcionamento adequado. De modo agudo, a produção de glicose endógena é reduzida no primeiro dia de restrição de carboidratos, porém, parece permanecer neste mesmo nível suprimido por pelo menos sete dias (HARBER et al., 2005).

A glicose de forma direta ou indireta, por meio da insulina se torna um importante elemento de controle na gliconeogênese, metabolismo do glicogênio, lipólise e lipogênese (ACCURSO et al., 2008). Segundo Gannon e Nuttall (2006) o conteúdo de glicose das fontes de carboidratos é grande responsável pelo aumento dos níveis de glicose sanguínea pós-prandial. Conseqüentemente, deve-se considerar o tipo e quantidade de carboidratos da dieta, para reduzir o conteúdo de glicose. A partir disto, é possível explicar os resultados positivos na glicemia sanguínea com a redução de carboidratos.

A restrição de carboidratos da alimentação representa uma espécie de perturbação que induz a um estado metabólico único dirigido por diversos fatores-chaves de transcrição. A redução a curto prazo das fontes de carboidrato, já é capaz de demonstrar efeitos no controle transcricional. Mesmo na presença de ácidos graxos, a restrição de carboidratos diminui a disponibilidade de ligantes, como a

glicose, frutose e insulina, que ativam lipogênicos e inibem vias oxidativas de ácidos graxos. A importância de cada via transcricional não é completamente definida, porém, o resultado final (aumento da oxidação de gordura, diminuição da lipogênese e secreção reduzida de lipoproteína de densidade muito baixa) é bastante confiável (VOLEK et al., 2007).

Hussain et al. (2012) comparou os efeitos de uma dieta com restrição severa de carboidratos a uma dieta com distribuição de macronutrientes convencional por 24 semanas. Os resultados demonstram que a restrição de carboidratos utilizada induz não somente uma queda nos níveis de glicose sanguínea como também reduz os valores de HbA1c, com eficácia superior ao grupo controle. Em contrapartida, um estudo realizado por 24 meses comparou os efeitos de uma dieta low carb a uma dieta low fat. Foi constatado que os resultados positivos no controle glicêmico induzidos por uma dieta LC, não foram sustentados ao longo do tempo. Porém, o autor deixa claro que ambos os grupos de intervenção, apresentaram grande dificuldade em atingir suas metas alimentares durante todo o período do estudo, e conclui que ambas intervenções não foram eficazes para facilitar sua adesão (IQBAL et al., 2010).

Na presente revisão, observamos que o padrão dietético a ser seguido (baixo em carboidratos ou seguindo as recomendações vigentes) parece não ser o fator preponderante no cuidado ao indivíduo obeso e diabético. A restrição calórica, observada na maioria dos estudos inclusos, exerce papel chave nessa situação como descrito por Khoo et al. (2011), que analisou os efeitos de duas dietas hipocalóricas, uma restrita em carboidratos e outra restrita em lipídeos, em indivíduos obesos diabéticos. Ao final do estudo ambas as dietas ocasionaram redução na glicose plasmáticas dos indivíduos, porém, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos. Aparentemente, o déficit calórico foi o responsável pela melhora do controle glicêmico.

Wing et al. (1994) realizou um estudo com indivíduos obesos diabéticos do tipo 2, onde comparou duas restrições calóricas distintas e seus possíveis efeitos no controle glicêmico. Os resultados demonstram que a restrição calórica afeta os níveis de glicemia de jejum, assim como a sensibilidade a insulina. Além disso, observou-se uma piora no controle glicêmico quando a ingestão calórica aumentou, mesmo com a

perda de peso contínua, o que demonstra o potencial efeito da restrição calórica independente da perda de peso.

Para indivíduos obesos a restrição calórica tem objetivo de obter a perda de peso ponderal necessária para garantir a redução da morbimortalidade, além de melhorar a sua qualidade de vida (OLIVEIRA; SILVA, 2018). Uma dieta hipocalórica associada a exercícios físicos pode melhorar a sensibilidade insulínica e a redução de marcadores inflamatórios no tecido adiposo de obesos (BRUUN et al., 2006).

Outro ponto a ser destacado é a segurança do padrão LC e do tempo de adesão a esse modelo de alimentação. Na presente revisão, o período de adesão a esse tipo de dieta foi de no máximo 24 meses. Um estudo incluso (SARGRAD et al., 2005) verificou que a glicose no plasma em jejum e a hemoglobina glicada reduziram significativamente nos indivíduos que consumiram quantidades de carboidratos coerentes com as recomendações da Sociedade Brasileira de Diabetes (2018), porém, os níveis de insulina tenderam a diminuir em ambos os grupos. Curiosamente, esse foi o único estudo analisado cujo desfecho foi plenamente desfavorável ao padrão LC. Destacamos, contudo, que os estudos cujos resultados foram melhores com o padrão LC tiveram duração de no máximo 24 semanas.

A presente revisão trouxe informações das publicações específicas sobre a inconclusividade do padrão LC para tratamento de indivíduos obesos e diabéticos. Contudo, destacamos as limitações do estudo, como o número reduzido de estudos com indivíduos obesos e diabéticos e a falta de padronização das intervenções dietéticas utilizadas. Além disso, a análise das publicações sobre o tema torna-se dificultada, pois os estudos utilizam diversos protocolos dietéticos, com quantidades diversas não apenas de carboidratos, mas também de proteínas, lipídeos e micronutrientes. Além disso, diversos protocolos realizaram restrições energéticas que não corroboram com os atuais guidelines para perda de peso ou controle glicêmico. Segundo a Associação Americana de Diabetes (2019), existem recomendações específicas para o gerenciamento da obesidade no indivíduo diabético. A dieta deve ser individualizada e gerar um déficit calórico de 500 a 750 kcal ao dia, além de ser indicada a prática de atividade física e estratégias comportamentais. Dietas de muito baixa caloria (< 800 kcal) podem ser utilizadas por



um curto período, porém, apresentam maior risco de ganho de peso. Deste modo, até o presente momento, a extrapolação dessas estratégias para a prática clínica deve ser realizada com cautela.

## CONCLUSÃO

A maior parte dos estudos inclusos demonstram efeitos positivos da restrição de carboidratos na alimentação de indivíduos obesos e diabéticos. Parte dos estudos demonstram superioridade deste padrão alimentar quando o objetivo é o melhor controle glicêmico, ocasionando diminuição da glicose sanguínea e redução da HbA1c, porém, a maior parte deles mostrou resultados equivalentes aos alcançados com um padrão alimentar tradicional.

No entanto, ainda não há na literatura um consenso a respeito da quantidade de carboidratos ideal, para justificar a prescrição na prática clínica. Diante disto, sugerimos que futuros estudos clínicos sejam conduzidos com maior período de intervenção, analisando não apenas a eficácia do padrão LC em parâmetros glicêmicos, mas também na segurança do ponto de vista bioquímico e metabólico.

383

## REFERENCIAS

ACCURSO, A. et al. Dietary carbohydrate restriction in type 2 diabetes mellitus and metabolic syndrome: time for a critical appraisal. **Nutrition & Metabolism**, [s.l.], v. 5, n. 1, p.9-16, 2008.

ABESO. Diretrizes brasileiras de obesidade 2016. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica. – 4.ed. - São Paulo, SP.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Standards of medical care in diabetes. **The Journal Of Clinical And Applied Research And Education: Diabetes Care**, v. 42, 2019.

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. 8. Obesity management for the treatment of type 2 diabetes: Standards of Medical Care in Diabetes 2019. *Diabetes Care* 2019; 42(Suppl. 1): S81–S89.

BONT, A. J. et al. A Randomised Controlled Trial of the Effect of Low Fat Diet Advice on Dietary Response in Insulin Independent Diabetic Women. **Diabetologia**: Springer-Verlag, Alemanha, v. 529, n. 21, p.529-533, out. 1981.

BRUUN, J. M. et al. Diet and exercise reduce low-grade inflammation and macrophage infiltration in adipose tissue but not in skeletal muscle in severely obese subjects. **American Journal Of Physiology-endocrinology And Metabolism**, v. 290, n. 5, p.961-967, maio 2006.

DAFNE STUDY GROUP. Training in flexible, intensive insulin management to enable dietary freedom in people with Type 1 diabetes: dose adjustment for normal eating (DAFNE) randomized controlled trial. **Diabetic Medicine**, [s.l.], v. 20, n. 3, p.4-5, jun. 2003.

DELEHANTY, L. M. et al. Association of diet with glycated hemoglobin during intensive treatment of type 1 diabetes in the Diabetes Control and Complications Trial. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, [s.l.], v. 89, n. 2, p.518-524, 23 dez. 2008.

GANNON, M. C.; NUTTALL, F. Q. Control of blood glucose in type 2 diabetes without weight loss by modification of diet composition. **Nutrition & Metabolism**, [s.l.], v. 3, n. 1, p.1-8, 23 mar. 2006.

GODAY, A. et al. Short-term safety, tolerability and efficacy of a very low-calorie-ketogenic diet interventional weight loss program versus hypocaloric diet in patients with type 2 diabetes mellitus. **Nutrition & Diabetes**, [s.l.], v. 6, n. 9, p.1-7, set. 2016.

384

HANDA, K. et al. Long-Term Low Carbohydrate Diet Leads to Deleterious Metabolic Manifestations in Diabetic Mice. **Plos One**, [s.l.], v. 8, n. 9, p.1-14, ago. 2014.

HARBER, M. P. et al. Alterations in carbohydrate metabolism in response to short-term dietary carbohydrate restriction. **American Journal Of Physiology-endocrinology And Metabolism**, [s.l.], v. 289, n. 2, p.306-312, ago. 2005.

HUNTRISS, R.; CAMPBELL, M.; BEDWELL, C. The interpretation and effect of a low-carbohydrate diet in the management of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. **European Journal Of Clinical Nutrition**, [s.l.], v. 72, n. 3, p.311-325, 21 dez. 2017.

HUSSAIN, T. A. et al. Effect of low-calorie versus low-carbohydrate ketogenic diet in type 2 diabetes. **Nutrition**, [s.l.], v. 28, n. 10, p.1016-1021, out. 2012.

IQBAL, N. et al. Effects of a Low-intensity Intervention That Prescribed a Low-carbohydrate vs. a Low-fat Diet in Obese, Diabetic Participants. **Obesity**, [s.l.], v. 18, n. 9, p.1733-1738, 17 dez. 2010.

KAMUREN, Z. T.; SANDERS, R.; WATKINS, J. B. Low-Carbohydrate Diet and Oxidative Stress in Diabetic and Nondiabetic Rats. **J Biochem Molecular Toxicology**, [s.l.], v. 5, n. 20, p.259-269, ago. 2006.

KHOO, J. et al. Comparing Effects of a Low-energy Diet and a High-protein Low-fat Diet on Sexual and Endothelial Function, Urinary Tract Symptoms, and Inflammation

in Obese Diabetic Men. **The Journal Of Sexual Medicine**, [s.l.], v. 8, n. 10, p.2868-2875, out. 2011.

LEONETTI, F. et al. Very Low-Carbohydrate Ketogenic Diet Before Bariatric Surgery: Prospective Evaluation of a Sequential Diet. **Obesity Surgery**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.64-71, 2014.

LUDESCHER, B. et al. Correlation of Fat Distribution in Whole Body MRI With Generally Used Anthropometric Data. **Investigative Radiology**, [s.l.], v. 44, n. 11, p.712-719, nov. 2009.

MARTINS, I. S.; MARINHO, S. P. O potencial diagnóstico dos indicadores da obesidade centralizada. **Rev Saúde Pública**, São Paulo, v. 6, n. 37, p.760-767, jul. 2003.

MAYER-DAVIS, E. J. et al. Incidence Trends of Type 1 and Type 2 Diabetes among Youths, 2002–2012. **New England Journal Of Medicine**, [s.l.], v. 377, n. 3, p.301-301, 20 jul. 2017.

MENG, Y. et al. Efficacy of low carbohydrate diet for type 2 diabetes mellitus management: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Diabetes Research And Clinical Practice**, [s.l.], v. 131, p.124-131, set. 2017.

385

NAMAZI, N.; LARIJANI, B.; AZADBAKHT, L. Low-Carbohydrate-Diet Score and its Association with the Risk of Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Cohort Studies. **Hormone And Metabolic Research**, [s.l.], v. 49, n. 08, p.565-571, 5 jul. 2017.

OLIVEIRA; SILVA. **Dietoterapia nas doenças do adulto**. Rio de Janeiro: Rubio, 2018.

OZOUGWU, J. C. et al. The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. **Journal Of Physiology And Pathophysiology**, [s.l.], v. 4, n. 4, p.46-57, 30 set. 2013.

RAPOSO, H. F.; BASSO, L. S.; BERNARDI, J. L. D. Restrição alimentar de carboidratos no tratamento da obesidade. **Revista de Ciências Médicas**, Campinas, v. 1, n. 15, p.55-67, jan. 2006.

SARGRAD, K. R. et al. Effect of high protein vs high carbohydrate intake on insulin sensitivity, body weight, hemoglobin A1c, and blood pressure in patients with type 2 diabetes mellitus. **Journal Of The American Dietetic Association**, [s.l.], v. 105, n. 4, p.573-580, abr. 2005.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. **Diretrizes sociedade brasileira de diabetes 2017-2018**. São Paulo: Editora Clannad, 2017.

TAY, J. et al. A Very Low-Carbohydrate, Low-Saturated Fat Diet for Type 2 Diabetes Management: A Randomized Trial. **Diabetes Care**, [s.l.], v. 37, n. 11, p.2909-2918, 2014.

TURTON, J. L.; RAAB, R.; ROONEY, K. B. Low-carbohydrate diets for type 1 diabetes mellitus: A systematic review. **Plos One**, [s.l.], v. 13, n. 3, p.1-16, 29 mar. 2018.

VOLEK, J. S. et al. Dietary carbohydrate restriction induces a unique metabolic state positively affecting atherogenic dyslipidemia, fatty acid partitioning, and metabolic syndrome. **Progress In Lipid Research**, [s.l.], v. 47, n. 5, p.307-318, set. 2008.

WATSON, N. et al. Effects of Low-Fat Diets Differing in Protein and Carbohydrate Content on Cardiometabolic Risk Factors during Weight Loss and Weight Maintenance in Obese Adults with Type 2 Diabetes. **Nutrients**, [s.l.], v. 8, n. 5, p.289-303, 2016.

WING, R. R. et al. Caloric Restriction Per Se Is a Significant Factor in Improvements in Glycemic Control and Insulin Sensitivity During Weight Loss in Obese NIDDM Patients. **Diabetes Care**, [s.l.], v. 1, n. 17, p.30-36, jan. 1994.

386

WYCHERLEY, T. P. et al. Long-term effects of weight loss with a very-low carbohydrate, low saturated fat diet on flow mediated dilatation in patients with type 2 diabetes: A randomised controlled trial. **Atherosclerosis**, [s.l.], v. 252, p.28-31, set. 2016.