



SIMONE RAMOS FINK

**AVALIAÇÃO DA RESPOSTA GLICÊMICA DE ALIMENTOS FONTE DE
CARBOIDRATO COMPLEXO ACOMPANHADOS DE PROTEÍNA E
FIBRAS.**

FOZ DO IGUAÇU, 2019

SIMONE RAMOS FINK

**AVALIAÇÃO DA RESPOSTA GLICÊMICA DE ALIMENTOS FONTE DE
CARBOIDRATO COMPLEXO ACOMPANHADOS DE PROTEÍNA E
FIBRAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Nutrição do Centro Universitário União das Américas como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Nutrição.

Orientadora:

Prof^ª. Dra. Cássia Regina Bruno Nascimento.

FOZ DO IGUAÇU, 2019

Dedico primeiramente a Deus que iluminou o meu caminho, e também a minha orientadora pelo apoio e incentivo durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus** pela vida, saúde e força para superar todas as dificuldades ao longo desta caminhada.

Ao meu esposo **Robson**, e meu filho **Murilo** pela paciência e carinho, por aguentar meus momentos de ausência, angústia, medo e preocupação.

Meu agradecimento em especial a minha orientadora **Cássia**, que acreditou em mim. Sou eternamente agradecida por aceitar realizar este trabalho junto comigo, pelo incentivo em meu crescimento na vida acadêmica, e pela incansável transmissão de conhecimento. Te admiro não apenas pela professora excelente que és, mas pela pessoa amável, divertida e dedicada, que me inspira a crescer todos os dias.

Em especial também a minha coordenadora de curso professora **Ana Manuela**, que me possibilitou tanto crescimento profissional, quanto pessoal. Você faz parte de tudo isso que sou hoje, e de toda evolução que conquistei nesses últimos anos.

As professoras **Flora Miranda, Isabel Fernandes, Adriane Guerino, Maurícia, Luiz Bonassi**, por me proporcionarem conhecimento, não somente pelos ensinamentos, mas pela educação no processo da formação do caráter ético-profissional.

Ao **Centro Universitário União das Américas** que me proporcionou um ambiente agradável, criativo e com uma metodologia inovadora, que sem dúvidas foi o diferencial em minha formação profissional.

As minhas amigas **Solange, Bruna, Michelle, Tuanny** e meu amigo **Antonio**, que fizeram parte da minha formação e continuarão presentes na minha vida.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. METODOLOGIA.....	3
2.1 <i>Delineamento experimental</i>	3
2.2 <i>Tratamento dos dados</i>	6
3. RESULTADOS	6
3.1 <i>Resposta glicêmica do G1</i>	6
3.2 <i>Resposta glicêmica do G2</i>	9
4. DISCUSSÃO.....	11
5. CONCLUSÕES.....	14
6. REFERÊNCIAS	16

RESUMO

INTRODUÇÃO: O índice glicêmico (IG) reflete a concentração de glicose sanguínea após a ingestão de carboidratos. A hiperglicemia pós-prandial e o consumo elevado de carboidratos de alto índice glicêmico tem sido considerado fator relevante para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNTs) como o Diabetes *Mellitus* e cardiopatias. **OBJETIVO:** Avaliar resposta glicêmica após ingestão de carboidrato complexo acompanhado de proteína e fibras. **METODOLOGIA:** Foram selecionados 20 indivíduos de ambos os gêneros, divididos em dois grupos (G1 e G2), com média de idade de $28,7 \pm 8,31$ anos e IMC em $21,99 \pm 1,92$ kg/m². O G1 consumiu pão branco (PB), pão integral (PI), pão branco com frango (PBF) e tapioca (T). O G2 consumiu arroz branco (AB), arroz integral (AI) e arroz branco com fibras (ABF). Os alimentos foram preparados conforme recomendação do fabricante e replicado igualmente em todos os testes. Seguiu-se o protocolo metodológico proposto Brouns *et al.* (2005). A glicemia capilar foi coletada com auxílio de um glicosímetro nos tempos de 0, 15, 30, 45, 60, 90 e 120 minutos. Foram realizados quatro testes com o G1 e três testes com o G2, em dias distintos com intervalos de sete dias cada. Os dados foram tratados utilizando estatística analítica. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa - UDC com parecer nº 3.410.958. **RESULTADOS:** A resposta glicêmica do G1 para PI foi significativamente menor no tempo de 60 minutos ($P=0,049$), e para T em 45 ($P=0,056$) e 60 minutos ($P=0,016$) em relação ao PB. Já o PBF apresentou menor “pico” glicêmico e absorção mais lenta que o PB. No G2 as respostas glicêmicas do AI e ABF, foram significativamente menores que o AB nos tempos de 60 e 90 minutos ($P=0,006$) e ($P=0,041$), e 30, 45 e 60 minutos ($P=0,005$), ($P=0,008$) e ($P=0,003$), respectivamente. **CONCLUSÃO:** a resposta glicêmica foi menor com a ingestão de fibras e proteínas. O IG é influenciado pelos componentes que fazem parte da dieta, como a proteína e as fibras. Uma alimentação balanceada com boa oferta de fibras e demais nutrientes pode prevenir picos na glicemia pós-prandial e com isso ser fator preventivo de DCNTs.

Palavra-Chave: Índice glicêmico; glicemia pós-prandial; doenças crônicas não transmissíveis.

1. INTRODUÇÃO

Devido a pandemia de síndrome metabólica, que tem como características a obesidade, trigliceridemia, resistência à insulina e hipertensão (TANIANSKII *et al.*, 2019), o elevado consumo de carboidratos refinados tem sido apontado como uma das causas desse grave problema de saúde pública (CARVALHO; ALFENAS, 2008; BATISTA *et al.*, 2008), promovendo a rápida liberação de glicose no sangue (BRAND-MILLER *et al.*, 2008)

Para classificar os carboidratos de acordo com a resposta glicêmica que causam no sangue, Jenkins *et al.* (1981) propôs o conceito de IG. Carboidratos de alto IG são digeridos, absorvidos e metabolizados mais rapidamente ($IG \geq 70$ na escala de glicose), e os de baixo IG passam pelos mesmos processos, porém de forma mais lenta ($IG \leq 55$ na escala de glicose) levando assim, a diferentes valores na resposta glicêmica (AUGUSTIN *et al.*, 2015).

A hiperglicemia pós-prandial e o consumo elevado de carboidratos de alto índice glicêmico tem sido considerados fatores relevantes para o desenvolvimento de DCVs, Diabetes *Mellitus* tipo 2 (DM2) e obesidade (GROSS *et al.*, 2003; BAO *et al.*, 2011; WADERLAW *et al.*, 2013), e as mulheres são mais suscetíveis a essas desordens (MIRRAHIMI, 2012). Quanto maior o IG, maior a resposta glicêmica pós-prandial (SARDÁ *et al.*, 2018), e carboidratos com menor IG por possuírem mais fibras alimentares, conseguem retardar a taxa de glicemia pós-prandial (MOLZ *et al.*, 2015). Logo, é importante conhecer o IG dos carboidratos para evitar a hiperglicemia (MOLZ *et al.*, 2015; GROSS *et al.*, 2003).

Com a transição nutricional vista nos últimos anos, em que ocorreu uma diminuição nas estatísticas de desnutrição, com um relevante aumento de sobrepeso e obesidade, muitas vezes coexistindo numa mesma sociedade (CARVALHO; ALFENAS, 2008), os carboidratos passaram a ser vistos como os vilões dessa epidemia. Essa transição nutricional tem como principais características mudança no padrão alimentar com a elevada ingestão de carboidratos refinados e gorduras, baixa ingestão de carboidratos integrais e fibras, aliados a inatividade física (SARTORELLI; FRANCO, 2003). A partir dessa problemática, os carboidratos começaram a ser avaliados de acordo com seu índice glicêmico pois, suas repercussões na glicemia pós-prandial, estão diretamente relacionadas à síndrome metabólica (FOSTER-POWELL *et al.*, 2002).

Uma das medidas primárias preventivas para evitar tais comorbidades seria a ingestão de carboidratos de baixo índice glicêmico e a monitorização da glicemia sanguínea (MANN *et al.*,

2007). Porém, a resposta glicêmica ou glicemia pós-prandial (GPP) é influenciada não apenas pelo tipo de carboidrato da dieta, mas também pelos demais componentes que dela fazem parte como, proteínas, lipídeos e fibras (SARTORELLI; CARDOSO, 2006).

Conhecer o índice glicêmico dos carboidratos ao serem ingeridos, acompanhados de diferentes tipos de alimentos, é de suma importância, pois a melhor escolha pode refletir na menor resposta glicêmica, não só em indivíduos com disfunções na captação da glicose, mas também para a população sadia em geral, podendo assim ser fator preventivo de doenças (WINHAM *et al.*, 2017). Deste modo, o objetivo desse estudo foi avaliar a resposta glicêmica após a ingestão de alimentos fonte de amido, um carboidrato complexo, mais digerível (SARDÁ; GIUNTINI, 2013), acompanhado de proteína e fibras.

2. METODOLOGIA

O trabalho caracterizou-se como uma pesquisa experimental, transversal, com instrumentos quantitativos para determinação dos níveis de glicose sanguínea, submetido à análise estatística analítica.

O estudo foi realizado nas dependências de uma Instituição de Ensino Superior comunitária localizada na região central da cidade de Foz do Iguaçu/PR. Os procedimentos de preparo e ingestão dos alimentos ocorreram no laboratório de técnica dietética, já a coleta da glicemia capilar ocorreu no laboratório de biociências da própria instituição.

Participaram do estudo 20 indivíduos, de ambos os sexos, sendo saudáveis, sem uso de medicamentos crônicos ou recentes, eutróficos segundo o índice de massa corporal (IMC), obtido pelo valor do peso em quilograma (kg) dividido pela altura em metros ao quadrado (kg/m^2). A classificação de IMC utilizada foi a definida pela Organização Mundial de Saúde (WHO, 2000).

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa – UDC com o parecer de nº 3.410.958.

2.1 Delineamento experimental

A presente pesquisa baseou-se na metodologia para índice glicêmico segundo Brouns *et al.* (2005). Na noite anterior ao teste os indivíduos não ingeriram alimentos do tipo *Fast Food* e ultraprocessados, e essa refeição foi repetida na noite anterior de cada teste subsequente. No dia

anterior ao teste foi solicitado que os indivíduos não realizassem atividade física intensa. Anteriormente aos testes os participantes permaneceram em jejum de dez horas, com ingestão de água.

Os alimentos em investigação foram divididos em dois grupos: Grupo um (G1) – pão branco, pão integral, pão branco com frango, e tapioca; Grupo dois (G2) – arroz branco, arroz integral, arroz branco com fibras. Para escolha dos alimentos em que o G1 e G2 foram submetidos os pesquisadores utilizaram como premissas aqueles que ofereciam maior aceitação, oferta mais frequente nas refeições diárias e facilidade de acesso e preparo.

Os indivíduos foram divididos de forma aleatória entre os grupos G1 e G2, sendo então 10 indivíduos para cada grupo de alimento investigado. Os testes com cada alimento de cada grupo ocorreram em dias da semana distintos, sendo o segundo e terceiro dias úteis da semana para os grupos G1 e G2 respectivamente. A razão de o início do experimento ocorrer no segundo dia da semana foi para evitar interferências dos alimentos ingeridos no final de semana. Cada experimento respeitou o intervalo de sete dias. O G1 foi investigado em quatro experimentos o G2 em três. Os alimentos foram nomeados levando em consideração o grupo a qual pertencem (Tabela I e II).

Tabela 1. Quadro com o delineamento experimental dos testes realizados no grupo 1 (G1), para verificação da glicemia após a ingestão de pão branco, pão integral, pão branco com frango e tapioca.

G1	Alimentos	Grupos
Teste 1	Pão Branco	G1PB
Teste 2	Pão Integral	G1PI
Teste 3	Pão Branco com Frango	G1PBF
Teste 4	Tapioca	G1T

Tabela 2. Quadro com o delineamento experimental dos testes realizados no grupo 2 (G2), para verificação da glicemia após a ingestão de arroz branco, arroz integral e arroz branco com linhaça e *psyllium*.

Grupo 2 (G2)	Alimentos	Grupos
Teste 1	Arroz Branco	G2AB
Teste 2	Arroz Integral	G2AI
Teste 3	Arroz Branco com Linhaça e <i>Psyllium</i>	G2ABLP

No dia do teste, os participantes compareceram ao laboratório de biociências para coletar a glicemia em jejum, e logo foram encaminhados para o laboratório de técnica dietética para ingerirem a refeição. Após a ingestão dos alimentos testes, os participantes foram conduzidos novamente ao laboratório de biociências e lá permaneceram por duas horas para os testes subsequentes.

A composição nutricional dos alimentos investigados foi baseada na Tabela de Composição dos Alimentos – TACO (PHILIPPI, 2016) e na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TBCA (USP, 2017). O carboidrato disponível em todos nos testes do grupo G1 foi de 50 g, a proteína do grupo G1PBF foi uma porção de 50 g. Nos testes do G2, o carboidrato disponível foi de 25 g, segundo Brouns *et al.* (2005), para alimentos com baixo teor de carboidratos, justifica-se diminuir a quantidade. A fibra adicionada no grupo G2ABF foi uma porção de 15 g.

Tanto o arroz branco quanto o integral foram preparados apenas com água e sal. A proteína proveniente da carne de ave (filé de peito de frango sem pele e sem osso) foi cozida em água com sal e depois desfiado. A linhaça foi triturada e o *psyllium* adicionado diretamente na mistura para posterior oferta aos indivíduos. As condições de preparo foram padronizadas em todos os testes. Os pães fatiados e sem cascas foram adquiridos prontos em supermercados da região, sendo todos do mesmo fabricante. O tempo de ingestão foi entre 10 a 15 minutos.

A avaliação da resposta glicêmica foi realizada através do teste de glicemia capilar com auxílio de um glicosímetro *Accu-Chek Guide®*. O sangue foi coletado em intervalos de 0, 15, 30, 45, 60, 90, 120 minutos, segundo protocolo de Brouns *et al.* (2005).

2.2 Tratamento dos dados

Para análise estatística as comparações dos parâmetros avaliados foram feitas entre os grupos do G1 (G1PB, G1PI, G1PBF e G1T), e entre os grupos do G2 (G2AB, G2AI e G2ABF), utilizando o teste *t* de *Student* ou *Mann-Whitney*, de acordo com a distribuição de dados (normalidade e homogeneidade da variância). O intervalo de confiança assumido foi de 95%. Foram considerados significativos os valores de $P < 0,05$. Os resultados estão apresentados como a média \pm desvio padrão (DP). Os programas *Microsoft Excel (Microsoft Office XP)* e *Sigma Stat (Systat Software Inc.)* foram utilizados para tabulação e análise dos dados.

3. RESULTADOS

Dos vinte participantes do estudo três eram do sexo masculino (15%) e o restante, dezessete, do sexo feminino (85%). Os participantes do estudo tiveram em média a idade de $28,7 \pm 8,31$ anos. O peso médio foi de $64 \pm 9,41$ kg, e a altura de $167 \pm 8,10$ cm. O IMC ficou em $21,99 \pm 1,92$ kg/m². Não houve intercorrências no momento de aplicação dos testes. Todas as características estão listadas na tabela 1.

Tabela 1. Descrição das características dos indivíduos participantes do teste de glicemia pós-prandial, após a ingestão de carboidrato acompanhado com proteína e fibras (*n* 20).

Característica	Resultados
Idade (anos)	$28,7 \pm 8,31$
Peso (Kg)	$64 \pm 9,41$
Altura (cm)	$167 \pm 8,10$
IMC (kg/m ²)	$21,99 \pm 1,92$

3.1 Resposta glicêmica do G1

A comparação da glicemia pós-prandial entre o G1PI e G1PB apresentou valores de pico de glicemia sanguínea no tempo de 45 minutos para PI de 113,5 mg/dL, e PB de 121 mg/dL. No tempo 60 minutos a resposta glicêmica do PI foi significativamente menor, 105,9 mg/dL ($P=0,049$) que o PB 117 mg/dL (Gráfico 1).

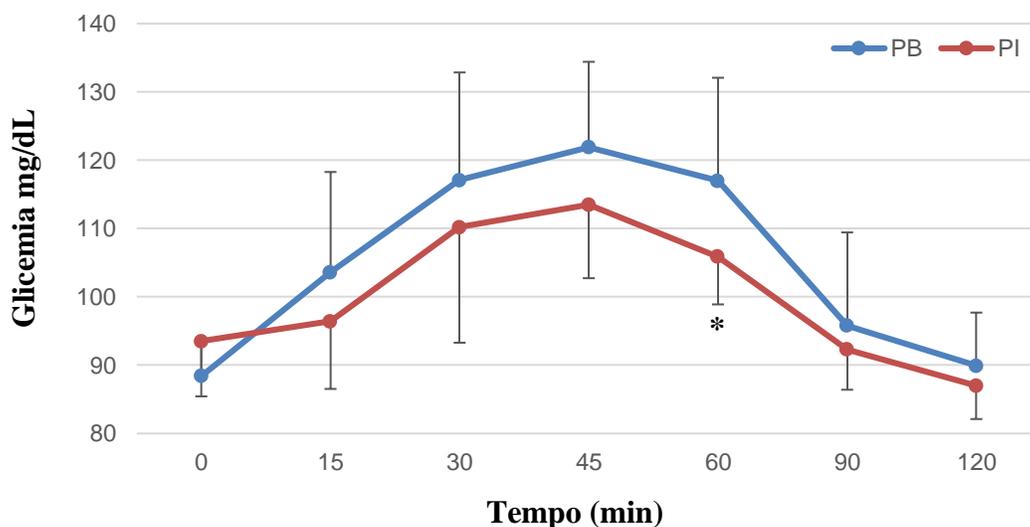


Gráfico 1. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de pão branco (PB) e pão integral (PI). * indica diferença em relação ao grupo PB, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

Quando comparado o G1PBF com o G1PB, o pico de glicemia foi no tempo de 30 minutos para o PBF (116,4 mg/dL), e 45 minutos para PB (121 mg/dL). No tempo 120 minutos a resposta glicêmica do PB foi significativamente menor, 89,9 mg/dL ($P=0,022$) que o PBF 97 mg/dL (Gráfico 2).

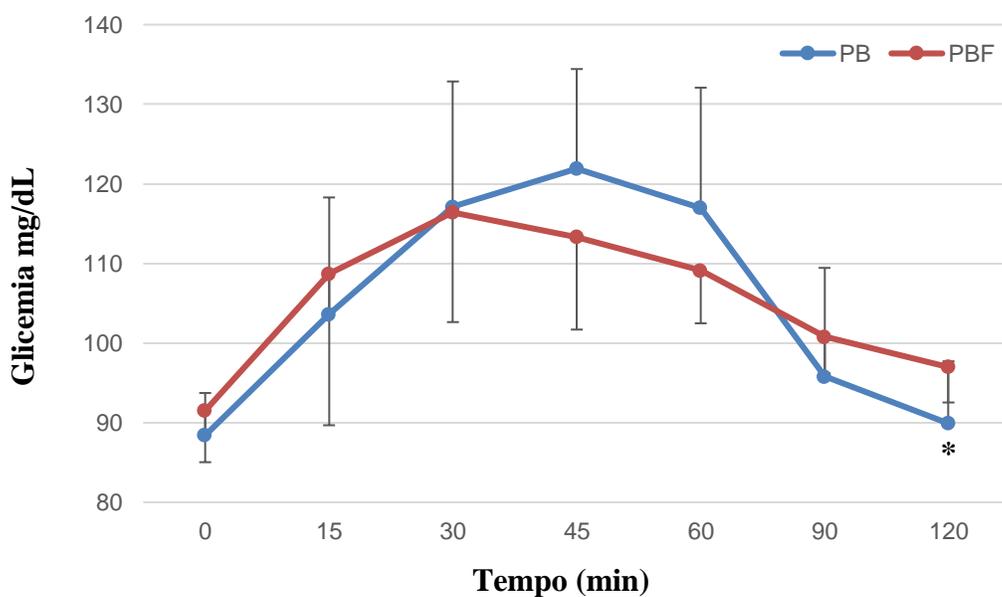


Gráfico 02. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de pão branco (PB) e pão branco com frango (PBF). * indica diferença em relação ao grupo PB, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

Comparando a glicemia pós-prandial entre a ingestão de G1PBF e G1PI, os valores obtidos para o pico de glicêmico foi no tempo de 30 minutos para o PBF (116,4 mg/dL), e 45 minutos para PI (113,5 mg/dL). Nos tempos de 90 minutos ($P=0,002$) e 120 minutos ($P=0,001$), a resposta glicêmica do PI foi significativamente menor que o PBF, 97 mg/dL e 100,8 mg/dL, 87 mg/dL e 92,3 mg/dL, respectivamente (Gráfico 3).

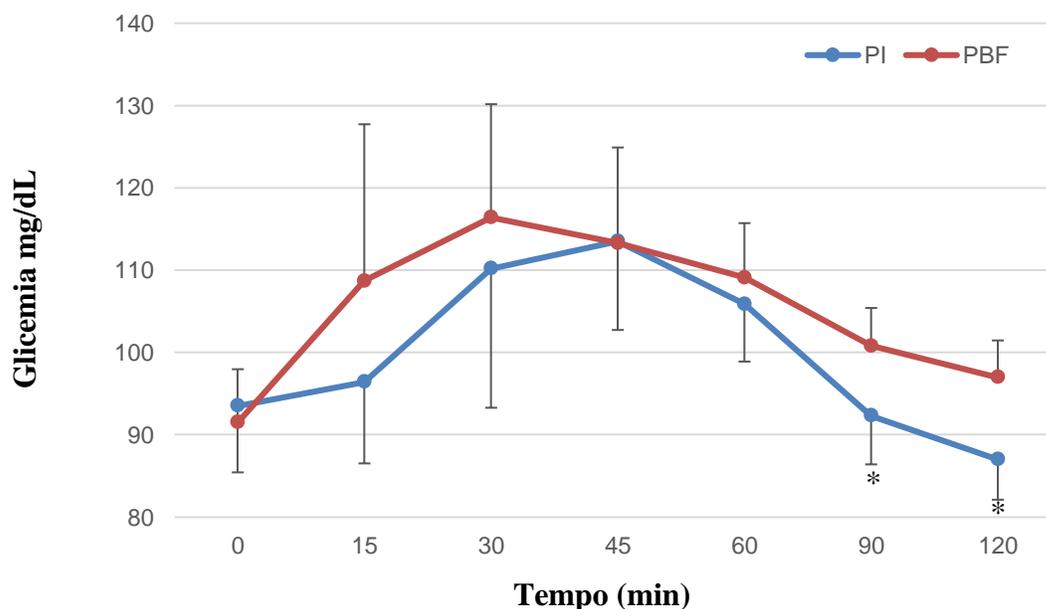


Gráfico 3. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de pão integral (PI) e pão branco com frango (PBF). * indica diferença em relação ao grupo PI, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

A glicemia pós-prandial após a ingestão no G1PB e G1T apresentou o valor de pico em 45 minutos (121 mg/dL) e em 30 minutos (111,1 mg/dL), respectivamente. Houve diferença significativa para os tempos de 45 minutos, 121,9 mg/dL e 110,6 mg/dL ($P=0,056$) e 60 minutos, 117 mg/dL e 101,1 mg/dL ($P=0,016$) quando comparado a ingestão PB e T (Gráfico 4).

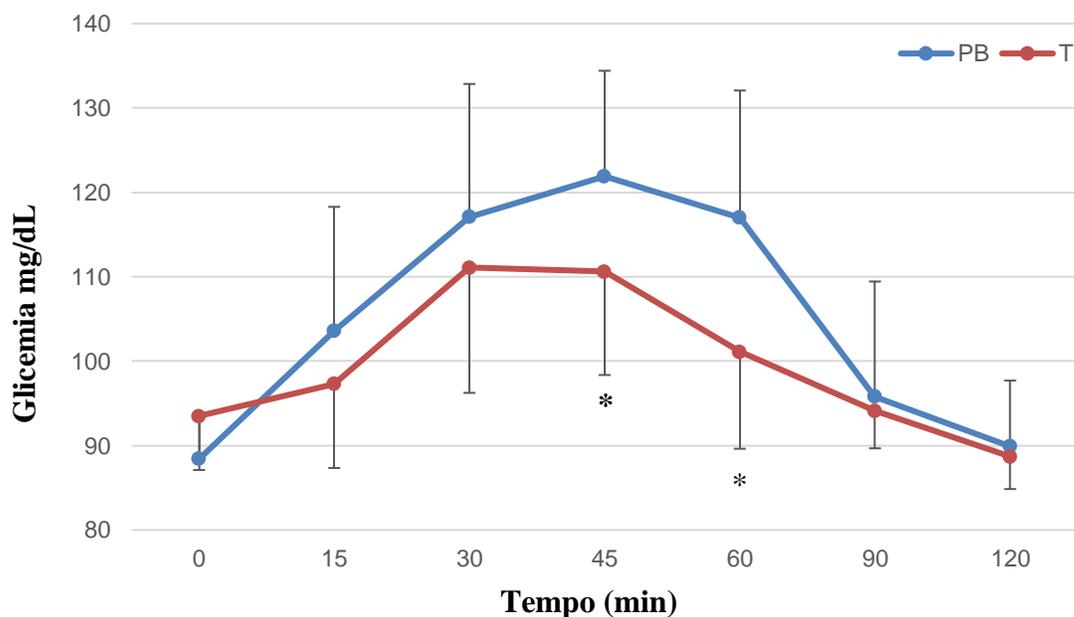


Gráfico 4. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de pão branco (PB) versus tapioca (T). * indica diferença em relação ao grupo PB, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

3.2 Resposta glicêmica do G2

A comparação da glicemia pós-prandial entre a ingestão de G2AI e G2AB apresentou valores de pico de glicemia no tempo de 30 minutos para AI com 125,5 mg/dL, e o AB com 127,9 mg/dL no tempo de 45 minutos. Nos tempos de 60 minutos ($P=0,006$) e 90 minutos ($P=0,041$), a resposta glicêmica do AI foi significativamente menor que o AB, com 126,1 mg/dL e 113,6 mg/dL para AB, e 107,1 mg/dL e 101,2 mg/dL para AI, respectivamente (Gráfico 5).

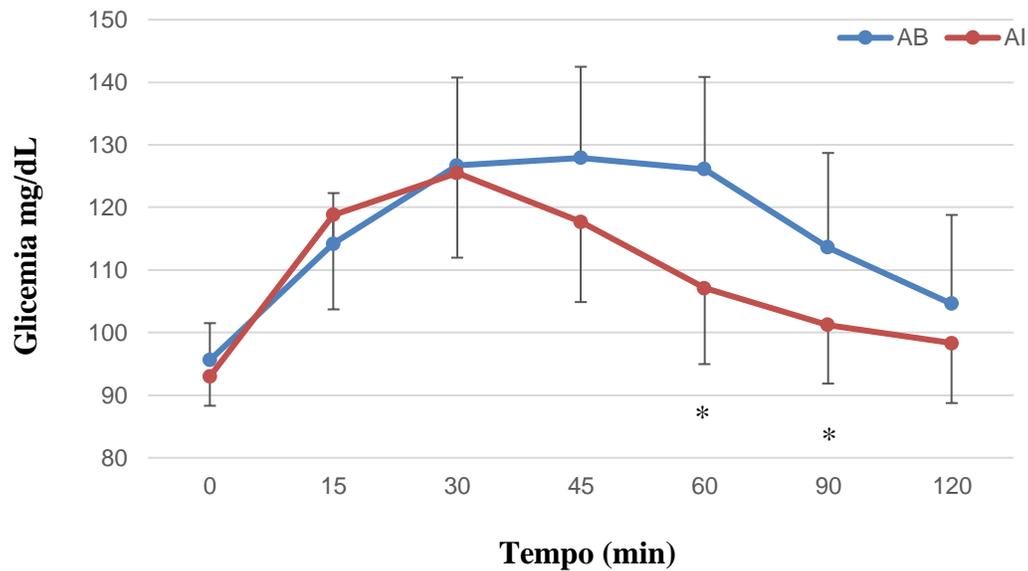


Gráfico 5. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de arroz branco (AB) e arroz integral (AI). * indica diferença em relação ao grupo AB, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

Após a ingestão de G2AB e G2ABLP, os valores apresentados do pico de glicemia no tempo 45 minutos para AB foi de 127,9 mg/dL, e 112,5 mg/dL para o ABLP. Nos tempos de 30 ($P=0,005$), 45 ($P=0,008$) e 60 minutos ($P=0,003$) a resposta glicêmica do ABLP foi significativamente menor (111,1 mg/dL, 112,1 mg/dL e 106 mg/dL, respectivamente) quando comparado ao AB (126,7 mg/dL, 127,9 mg/dL e 126,1 mg/dL, nos mesmos tempos seguidos) (Gráfico 6).

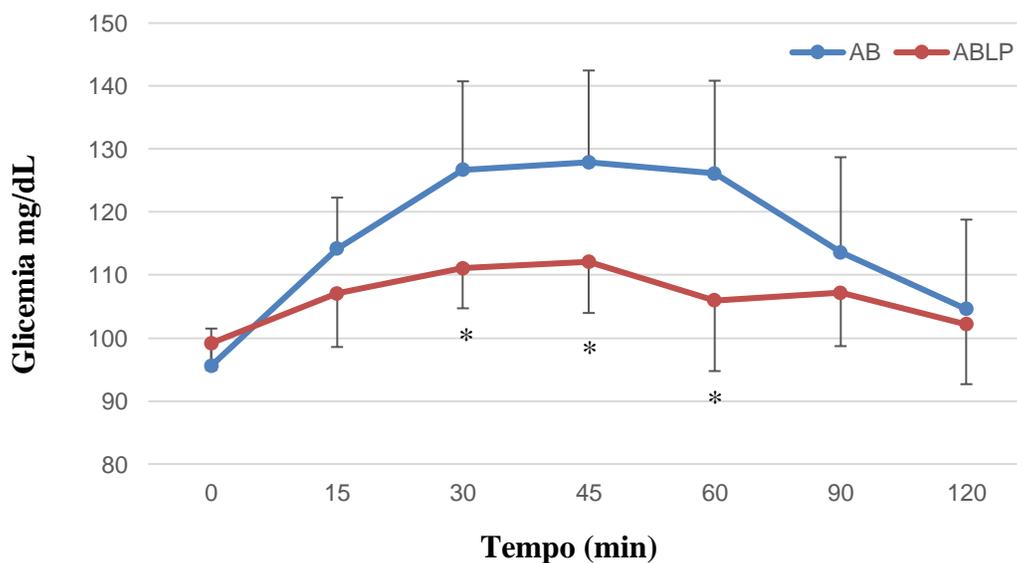


Gráfico 6. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de arroz branco (AB) versus arroz branco com fibra (ABLP). * indica diferença em relação ao grupo AB, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

A glicemia pós-prandial entre a ingestão de G2AI e G2ABLP apresentou valores de pico de glicemia no tempo de 30 minutos para AI de 125,5 mg/dL, já o ABLP teve um pico de 112,5 mg/dL no tempo de 30 minutos. Nos tempos de 15 ($P=0,047$) e 30 minutos ($P=0,014$) as respostas glicêmicas do ABLP (107,1 mg/dL e 11,1 mg/dL) foram significativamente menores que o AI (118,8 mg/dL e 125,5 mg/dL) (Gráfico 7).

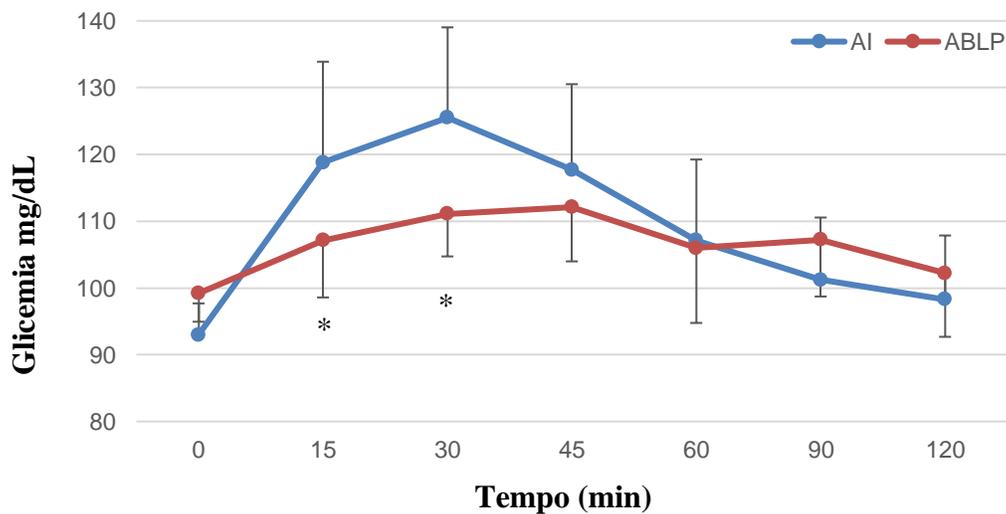


Gráfico 7. Resposta glicêmica de indivíduos eutróficos após a ingestão de arroz integral (AI) versus arroz branco com fibra (ABLP). * indica diferença em relação ao grupo AI, no mesmo tempo ($P < 0,05$), $n=10$.

4. DISCUSSÃO

Em ambos os testes no G1 para PB e PI, o pico de glicose no sangue foi em 45 minutos. Embora não haja diferença significativa, a média do pico glicêmico do PB foi maior que a do PI, sugerindo que o PB apresentou absorção superior de glicose. As fibras alimentares, presentes no pão integral, apresentam a característica de reduzir a resposta glicêmica (BARCLAY *et al.*, 2008; AUGUSTIN *et al.*, 2015). Essa resposta está associada com o retardamento do esvaziamento gástrico, melhorando a digestão e absorção dos nutrientes, além de auxiliar na manutenção da saciedade, sendo esses efeitos benéficos ao organismo (MENEZES; GIUNTINI, 2013).

O pico de glicemia do PB ocorreu em 45 minutos, e do PBF em 30 minutos. Nos outros tempos, a glicemia do PBF diminuiu e manteve-se contínua até a última mensuração, com valores significativamente menor para PB, pois nesse ocorreu uma queda acentuada da glicose sanguínea após o seu pico. O PBF, devido a proteína, apresenta uma absorção mais lenta da glicose, demonstrando que esse nutriente interfere na ação das enzimas glicolíticas (AZZOUT-MARNICHE *et al.*, 2014). A resposta obtida pela proteína no PBF pode ser explicada pela mesma justificativa do PI, onde tanto a proteína quanto a fibra, diminuem a digestão e absorção de glicose no sangue, promovendo sua liberação lentamente (GANNON *et al.*, 2001; GANNON *et al.*, 2003; PARKER *et al.*, 2002).

Os aminoácidos influenciam positivamente a liberação de insulina, sendo essa uma das hipóteses de que a ingestão de proteínas diminui a resposta glicêmica (FARNSWORTH *et al.*, 2003; GANNON; NUTTALL 2004). Contudo, quando comparado estes dois testes, PBF e PI, o pico de glicemia são em tempos diferentes, com o PBF em 30 minutos e PI em 45 minutos, e em nenhum dos tempos o PBF ficou com valores abaixo do PI. A glicose sanguínea do teste PBF manteve-se constante, sugerindo a liberação de glicose contínua, pois considerando-se que o PI é composto de fibra, a glicemia ocorre em menor valor desde o início, justificando que apenas nos dois últimos tempos houve diferença significativa entre esses grupos, com o PI obtendo valores menores que PBF. Isso demonstra que a fibra é mais eficaz na diminuição da entrega de glicose ao sangue do que a proteína (LATTIMER; HAUB, 2010). Porém, a redução na taxa da GPP pode ser alcançada com a oferta de uma dieta com carboidratos de baixo índice glicêmico e alta em proteína (AUGUSTIN *et al.*, 2015).

O resultado da comparação do G1 entre a ingestão de PB e T, mostrou que em todos os tempos a glicemia para T apresentou-se com valores mais baixos. Houve diferença significativamente menor para T em relação ao PB em dois tempos, sendo um deles no pico de glicemia do PB e o outro um tempo depois do mesmo, onde ocorre diminuição acentuada de glicose no sangue para PB. O pão branco é um alimento de alto IG (ATKINSON *et al.*, 2008; BRAND-MILLER *et al.*, 2008), que fornece maior entrada de glicose no sangue, com maior pico de glicemia, e a entrada lenta de glicose no sangue após a ingestão de T justifica-se pela tapioca ser composta por mandioca. A mandioca é rica em fibra (GRIZOTTO; MENEZES, 2003), e mesmo sendo considerada um alimento de alto índice glicêmico (DIAS; LEONEL, 2006; CENI *et al.*,

2009), no presente estudo quando se compara com o alimento de referência PB, apresentou menores taxas de GPP.

Os testes com PI, PBF e T quando comparados ao PB, apresentaram diferenças significativas após o pico de glicose no sangue para o teste PB. De 45 a 60 minutos a glicose no sangue no teste PB começa a diminuir, obtendo uma queda expressiva de 60 a 90 minutos, devido a retirada da glicose do sangue pelo fígado, que ocorre quando há absorção rápida (SARDÁ; GIUNTINI, 2013). Essa retirada rápida não foi observada nos outros testes, PI, PBF e T, devido ocorrerem de maneira lenta e contínua.

O fígado é o principal órgão que promove a homeostasia da glicose plasmática, e essa ação é mediada também por hormônios como insulina, no estado alimentado, e glucagon, no estado em jejum. É responsável pela captação de glicose do sangue e a utiliza para formação de energia, para incorporá-la ao glicogênio, ou para formação de ácido palmítico (SARDÁ *et al.*, 2018). O produto aumentado no metabolismo do hepatócito no estado alimentado é a acetilcoenzima A, que será carboxilada para formar malonil-CoA pela enzima acetilCoA carboxilase, tendo como produto final da rota, o palmitado, um ácido graxo de 16 carbonos, totalmente saturado. Esse, pode ser sequentemente alongado e/ou dessaturado e participar na síntese de triacilglicerol. Quando há excesso de glicose obtida pela dieta, ocorre formação de ácidos graxos que serão armazenados como triacilgliceróis no tecido adiposo (HARVEY; FERRIER, 2012).

Nos testes do G2 para AB, o pico de glicose no sangue foi em 45 minutos, já para o AI e ABLP foi em 30 minutos, demonstrando que as fibras presentes nesses alimentos interferiram na digestão e absorção da glicose. Após ingestão de AI houve diminuição da glicemia a partir de 30 minutos, enquanto o AB continuou elevando a glicose por um tempo acima. Com essa diminuição, a glicose sanguínea apresentou diferença significativa nos tempos de 60 e 90 minutos. A eficácia da fibra é verificada no teste ABLP, que ao inserir a fibra no arroz branco, ocorreu liberação lenta de glicose no sangue, mantendo valores diminuídos, e apresentando diferença significativa nos tempos 30, 45 e 60 minutos. Em 90 e 120 minutos não houve diferença significativa ao teste PB por esse ter diminuição acentuada a glicemia entre 60 e 90 minutos. Igualmente aos resultados encontrados nos testes do G1 com PI, as fibras alimentares retardam e diminuem a quantidade de glicose absorvida pelos enterócitos pois, formam géis que, reduzem o esvaziamento gástrico, sendo importantes para a prevenção de diversas patologias amplamente evidenciadas no meio científico

como, DM2, DCVs e câncer colorretal (BERNAUD; RODRIGUES, 2013; MENEZES; GIUNTINI, 2013).

No teste entre o ABLP com AI, o ABLP novamente apresentou menor resposta glicêmica quando comparado ao AI, com menor pico de glicemia, e diferença significativamente menor em dois tempos. Nesse caso mesmo consumindo dois alimentos com fibras alimentares, o ABF apresentou menor resposta glicêmica que o AI. Percebe-se que a adição de fibras à um carboidrato de alto IG contribui significativamente para a redução da GPP (WINHAM *et al.*, 2017). Há estudo que demonstra que a combinação de leguminosas ricas em fibras com arroz branco, reduz significativamente a GPP, sendo esses resultados importantes para a orientação alimentar (WINHAM *et al.*, 2017).

O controle da glicemia é um fator protetor para doenças como DM2 e cardiopatias, e para a manutenção de peso. Retardar a absorção de glicose pode promover um efeito de saciedade mais prolongado e com isso reduzir a ingestão de alimentos, levando a uma manutenção de peso corporal (MENEZES; GIUNTINI, 2013). O presente estudo demonstrou que o acréscimo de proteína e fibras reduz a glicemia, demonstrando que os demais componentes da dieta podem afetar significativamente a resposta glicêmica (SARTORELLI; CARDOSO, 2006).

5. CONCLUSÕES

A hiperglicemia pós-prandial e o consumo elevado de carboidratos de alto índice glicêmico tem sido considerado fator relevante para o desenvolvimento de DCVs, Diabetes *Mellitus* tipo 2 (DM2) e obesidade. Sabendo disso, conhecer o índice glicêmico dos carboidratos ao serem ingeridos acompanhados de diferentes tipos de alimentos, é de suma importância, já que a melhor escolha pode refletir na menor resposta glicêmica.

Na presente pesquisa foram testados alguns alimentos, fontes de amido, um carboidrato complexo, mais digerível, acompanhados de proteína e fibras, com objetivo de determinar se esses nutrientes conseguem reduzir a glicemia pós-prandial.

Em conclusão, a resposta glicêmica foi menor com a ingestão de fibras e proteínas, demonstrando assim que, o índice glicêmico é influenciado não apenas pelo tipo de carboidrato ingerido, mas também pelos demais componentes que fazem parte da dieta. Uma alimentação

balanceada com boa oferta de proteínas, fibras e demais nutrientes pode prevenir picos na glicemia pós-prandial e com isso ser fator preventivo de DCNTs.

Pesquisas futuras, poderiam testar outras fontes de carboidrato, com a combinação de nutrientes diversificados, visando aumentar o conhecimento científico sobre esse assunto.

6. REFERÊNCIAS

AUGUSTIN, L. S. *et al.* Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 25, n. 9, p. 795-815, 2015.

ATKINSON, F. S.; FOSTER-POWELL, K.; BRAND-MILLER, J. C. International tables of glycemic index and glycemic load values: 2008. **Diabetes care**, v. 31, n. 12, p. 2281-2283, 2008.

AZZOUT-MARNICHE, D.; GAUDICHON, C.; TOMÉ, D. Dietary protein and blood glucose control. **Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care**, v. 17, n. 4, p. 349-354, 2014.

BARCLAY, A. W. *et al.* Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk—a meta-analysis of observational studies. **The American journal of clinical nutrition**, v. 87, n. 3, p. 627-637, 2008.

BATISTA, S. M. M. *et al.* Avaliação da resposta glicêmica, saciedade e palatabilidade após o consumo de dietas de alto e baixo índice glicêmico. **REV. Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 315-323, 2008.

BAO, J. *et al.* Prediction of postprandial glycemia and insulinemia in lean, young, healthy adults: glycemic load compared with carbohydrate content alone. **The American journal of clinical nutrition**, v. 93, n. 5, p. 984-996, 2011.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **REV. Arquivos brasileiros de endocrinologia & metabologia= Brazilian archives of endocrinology and metabolism**. Vol. 57, N. 6 (ago 2013), p. 397-405, 2013.

BRAND-MILLER, J. C. *et al.* Glycemic index, postprandial glycemia, and the shape of the curve in healthy subjects: analysis of a database of more than 1000 foods. **The American journal of clinical nutrition**, v. 89, n. 1, p. 97-105, 2008.

BROUNS, F. *et al.* Glycaemic index methodology. **Nutrition research reviews**, v. 18, n. 1, p. 145-171, 2005.

CARVALHO, G. Q.; ALFENAS, R. C. G. Índice glicêmico: uma abordagem crítica acerca de sua utilização na prevenção e no tratamento de fatores de risco cardiovasculares. **REV. Revista de Nutrição**, 2008.

CENI, G. C. *et al.* Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **REV. Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 20, n. 1, p. 107-111, 2009.

DIAS, L. T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **REV. Ciência e agrotecnologia**, p. 692-700, 2006.

FARNSWORTH, E. *et al.* Effect of a high-protein, energy-restricted diet on body composition, glycemic control, and lipid concentrations in overweight and obese hyperinsulinemic men and women. **The American journal of clinical nutrition**, v. 78, n. 1, p. 31-39, 2003.

FOSTER-POWELL, K.; HOLT, S. H. A; BRAND-MILLER, J. C. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. **REV. The American journal of clinical nutrition**, v. 76, n. 1, p. 5-56, 2002.

GANNON, M. C. *et al.* Effect of protein ingestion on the glucose appearance rate in people with type 2 diabetes. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 86, n. 3, p. 1040-1047, 2001.

GANNON, M. C. *et al.* An increase in dietary protein improves the blood glucose response in persons with type 2 diabetes. **The American journal of clinical nutrition**, v. 78, n. 4, p. 734-741, 2003.

GANNON, M. C.; NUTTALL, F. Q. Effect of a high-protein, low-carbohydrate diet on blood glucose control in people with type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 53, n. 9, p. 2375-2382, 2004.

GRIZOTTO, R. K.; MENEZES, H. C. Avaliação da aceitação de “Chips de Mandioca”. **REV. Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 79-86, 2003.

GROSS, J. L.; FERREIRA, S. R.G; OLIVEIRA, J. E. Glicemia pós-prandial. **REV. Arq. bras. endocrinol. metab**, v. 47, n. 6, p. 728-738, 2003.

HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Metabolismo dos lipídeos complexos. In:_____. **Bioquímica Ilustrada**. 5º Ed. Porto Alegre, RS, Artmed, 2012. Cap.17 p. 201-218.

JENKINS, D. J. *et al.* Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **The American journal of clinical nutrition**, v. 34, n. 3, p. 362-366, 1981.

LATTIMER, J. M.; HAUB, M. D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. **Nutrients**, v. 2, n. 12, p. 1266-1289, 2010.

MANN, J. *et al.* FAO/WHO scientific update on carbohydrates in human nutrition: conclusions. **European journal of clinical nutrition**, v. 61, n. S1, p. S132, 2007.

MENEZES, E. W.; GIUNTINI, E. B. Fibra Alimentar. In: COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição**. 1ª Ed. Barueri, SP: Manole, 2013. p. 136-150.

MIRRAHIMI, A. *et al.* Associations of glycemic index and load with coronary heart disease events: a systematic review and meta-analysis of prospective cohorts. **REV. Journal of the American Heart Association**, v. 1, n. 5, p. e000752, 2012.

MOLZ, P. *et al.* Relação do consumo alimentar de fibras e da carga glicêmica sobre marcadores glicêmicos, antropométricos e dietéticos em pacientes pré-diabéticos. **REV. Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 5, n. 3, p. 131-135, 2015.

PARKER, B. *et al.* Effect of a high-protein, high-monounsaturated fat weight loss diet on glycaemic control and lipid levels in type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 3, p. 425-430, 2002.

PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. 5. ed. rev. e atual. Barueri, SP: Manole, 2016.

SARDÁ, F. A. H.; GIUNTINI, E. B. Carboidratos. In: COZZOLINO, S. M. F.; COMINETTI, C. **Bases Bioquímicas e Fisiológicas da Nutrição**. 1ª Ed. Barueri, SP: Manole, 2013. p. 44-74.

SARDÁ, F. A. H. *et al.* Effectiveness of carbohydrates as a functional ingredient in glycaemic control. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 4, p. 561-576, 2018.

SARTORELLI, D. S.; FRANCO, L. J. Tendências do diabetes mellitus no Brasil: o papel da transição nutricional. **REV. Cadernos de saúde pública**, v. 19, p. S29-S36, 2003.

SARTORELLI, D. S.; CARDOSO, M. A. Associação entre carboidratos da dieta habitual e diabetes mellitus tipo 2: evidências epidemiológicas. **REV. Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 50, n. 3, p. 415-426, 2006.

TANIANSKII, D. A. *et al.* Beta-aminoisobutyric acid as a novel regulator of carbohydrate and lipid metabolism. **Nutrients**, v. 11, n. 3, p. 524, 2019.

USP. Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TBCA). Universidade de São Paulo. Food Research Center (FoRC). Versão 6.0. São Paulo, Brasil, 2017.

WARDLAW, G. M.; SMITH, A. M. **Carboidratos**. in: _____. **Nutrição Contemporânea**. 8ª. Ed. Porto Alegre, RS: AMGH., 2013. p.146-185.

WINHAM, D. M.; HUTCHINS, A. M.; THOMPSON, S. V. Glycaemic response to black beans and chickpeas as part of a rice meal: a randomized cross-over trial. **Nutrients**, v. 9, n. 10, p. 1095, 2017.

WORLD HEALTH ORGANIZATION *et al.* Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a World Health Organization Consultation. Geneva: World Health Organization. **WHO. Technical Report Series**, v. 284, p. 256, 2000.