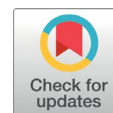




ARTIGO ORIGINAL



Efeito de bebida à base de frutas e hortaliças na recuperação muscular após exercício resistido

Effect of a fruit and vegetable drink on muscle recovery after resistance exercise

Maria Hipólito Almeida Pinheiro , Luan Pereira Fonseca , Jeann Carlo Gazolla de Oliveira , Gotardo do Carmo de Castro , Vitor Hugo Santos-Rezende , Mariana da Silva Gouveia , Bruna Dias Viveiros , Eliane Maurício Furtado Martins , Frederico Souzalima Caldoncelli Franco , João Batista Ferreira-Júnior* 

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais. Rio Pomba, Minas Gerais, Brasil.

Submetido em 17 de junho de 2022, aceito em 27 de novembro de 2022, publicado em 22 de dezembro de 2022.

PALAVRAS-CHAVE

Compostos fenólicos
Dor muscular
Força muscular
Regeneração
Treinamento de força

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito da suplementação com bebida à base de frutas e hortaliças na recuperação muscular após exercício resistido.

Métodos: 11 homens realizaram duas condições experimentais com 12 dias de intervalo, de forma randomizada e duplo cega: 1) Suplementação com *Smoothie* - bebida à base de abacaxi, hortelã, sálvia, gengibre e romã; e 2) Placebo - bebida à base de suco artificial de abacaxi. Os participantes ingeriram diariamente 400 mL da bebida *Smoothie* ou Placebo durante 9 dias, iniciando uma semana antes da realização do exercício (10 séries de 10 repetições máximas unilaterais no *leg press* 45°). A percepção subjetiva da recuperação (PSR), espessura (EM) e dor (DM) nos músculos anteriores da coxa, e força máxima isométrica (FMI) foram medidas antes, 24, 48, 72 e 96 h após o exercício.

Resultados: Houve redução na FMI e na PSR, e aumento da DM 24 h após o exercício ($p < 0,05$). Em ambas as situações a FMI retornou aos valores basais em 72 h ($p > 0,05$), enquanto a PSR e a DM retornaram aos valores basais 96 h após o exercício. Não houve alteração na EM ($p > 0,05$).

Conclusão: A suplementação com bebida à base de abacaxi, hortelã, sálvia, gengibre e romã não acelerou a recuperação muscular ao longo de 96 h após o exercício de *leg press* 45°.

*Autor de correspondência:

Núcleo de Educação Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba
End.: Av. Dr. José Sebastião da Paixão - Lindo Vale, Rio Pomba - MG, Brasil | CEP: 36.180-000
E-mail: jbfjunior@gmail.com (Ferreira-Júnior JB)

Este estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba.

<https://doi.org/10.21876/rcshci.v12i4.1325>

Como citar este artigo: Pinheiro MHA, Fonseca LP, Oliveira JCG, Castro GC, Santos-Rezende VH, Gouveia MS, et al. Effect of a fruit and vegetable drink on muscle recovery after resistance exercise. Rev Cienc Saude. 2022;12(4):57-65.

<https://doi.org/10.21876/rcshci.v12i4.1325>

2236-3785/© 2022 Revista Ciências em Saúde. Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob uma licença CC BY-NC-SA (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.pt_BR)



KEYWORDS

Muscle soreness
Muscular strength
Phenolic compounds
Regeneration
Resistance training

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of fruit and vegetable drink supplementation on muscle recovery after resistance exercise.

Methods: 11 men performed two experimental conditions 12 days apart, in a randomized and double-blind manner: 1) Supplementation with Smoothie - drink based on pineapple, mint, sage, ginger, and pomegranate; and 2) Placebo - drink based on artificial pineapple juice. Participants ingested 400 mL of Smoothie or Placebo drinks daily for 9 days, starting one week before performing the exercise (10 sets of 10 unilateral maximum repetitions in leg press 45°). The perceived subjective recovery (PSR), thickness (MT) and soreness (MS) in the anterior thigh muscles, and maximum isometric strength (MIS) were measured before, 24, 48, 72, and 96 h after exercise.

Results: There was a reduction in MIS and PSR and an increase in MS 24 h after exercise ($p < 0.05$). In both situations, MIS returned to baseline values at 72 h ($p > 0.05$), while PSR and MS returned to baseline values 96 h after exercise. There was no change in MT ($p > 0.05$).

Conclusion: Supplementation with pineapple, mint, sage, ginger, and pomegranate drinks did not accelerate muscle recovery over 96 h after the 45° leg press exercise.

INTRODUÇÃO

Uma pessoa fisicamente ativa ou um atleta pode apresentar diminuição do desempenho logo após sessões de treinamento físico ou competições. Esse efeito pode ser transitório, durando minutos ou horas devido a um processo de fadiga¹. Por outro lado, a realização do exercício pode resultar em alterações estruturais no músculo seguida de resposta inflamatória, denominadas de dano muscular induzido pelo exercício¹. Como consequência, ocorre redução de longo prazo na força muscular e na amplitude de movimento, bem como inchaço e dor muscular (DM) de início tardio^{1,2}. A magnitude da alteração desses parâmetros é variável, de forma que a recuperação completa pode ocorrer em 48 h. Por outro lado, dependendo do nível de dano gerado, pode levar até mais de sete dias para a completa recuperação muscular. Nesse sentido, diversas estratégias têm sido usadas para acelerar a recuperação muscular após o exercício, como roupas de compressão, massagens, crioterapia, suplementos e medicamentos (i.e., anti-inflamatórios), entre outras³.

O efeito da suplementação com fenólicos na recuperação muscular após o exercício tem sido avaliado devido suas propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes⁴. O exercício físico pode gerar uma resposta inflamatória e oxidativa que exacerba o dano muscular². Sendo assim, a hipótese é de que as propriedades anti-inflamatória dos fenólicos reduziram o processo inflamatório gerado pelo dano muscular secundário^{4,5}. Estudos mostraram que a suplementação diária de 650 a 1.300 mg de fenólicos durante oito a nove dias acelerou a recuperação da força muscular^{6,7}. Quando a suplementação foi inferior a 600 mg diários, mesmo durante 14 ou 45 dias, a recuperação muscular não foi afetada^{8,9}. Por outro lado, 14 dias de suplementação diária de 1.800 mg de fenólicos não acelerou a recuperação muscular¹⁰. Outro estudo também não observou efeito da suplementação com 1.000 mg diários de fenólicos por 13 dias na recuperação muscular (p.ex., força, amplitude de movimento, inchaço muscular)¹¹. Nesses estudos, a suplementação de fenólicos foi realizada por diversas maneiras, como 1) bebidas à base de frutas frescas^{6,12}, frutas secas em pó⁹ ou extrato de frutas^{7,13}; 2) barra de energia com fitoquímicos isolados adicionados¹¹; e 3) cápsulas de

fitoquímicos isolados¹⁰, ou combinados com outras substâncias⁸. Em adição, a base principal das bebidas avaliadas nos estudos mencionados foram as frutas romã^{7,13}, uva⁹, mirtilo¹², e cereja⁶. Portanto, o efeito da suplementação de fenólicos na recuperação muscular parece ser afetado por uma série de fatores, como 1) tipo e concentração de compostos fitoquímicos; 2) dose e tempo de intervenção; 3) metabolismo e atividades biológicas de fitoquímicos; 4) presença de outros compostos bioativos; e 5) influência dos fatores inerente à matriz alimentar⁴.

Investigar o efeito da suplementação de frutas e plantas com propriedades anti-inflamatórias ou antioxidantes, até então não avaliadas, poderia trazer informações relevantes para nutricionistas, professores de educação física, praticantes de atividade física e atletas. Abacaxi, hortelã, sálvia, romã e gengibre são consideradas alimentos funcionais nativos do Brasil que contêm componentes específicos que causam alterações fisiológicas consideradas benéficas para a saúde¹⁴. O abacaxi contém grande quantidade de bromelina, enzima que possui ação anti-inflamatória¹⁵. No gengibre, hortelã e na sálvia encontram-se os fenólicos e polifenóis, cuja ação benéfica à saúde vem sendo relacionada com sua atividade anti-inflamatória¹⁶⁻¹⁸. Portanto, trata-se de frutas e plantas que, combinadas em uma bebida, podem ter um metabolismo e atividades biológicas de fitoquímicos diferentes dos compostos já investigados por outros estudos⁶⁻¹³.

Portanto, o objetivo do estudo foi avaliar se a suplementação com bebida a base de frutas e hortaliças acelera a recuperação muscular após uma sessão de exercício resistido. Pelos motivos descritos, foi hipotetizado que a bebida à base de frutas e plantas aceleraria a recuperação da força muscular, da DM de início tardio e da percepção de recuperação. Também foi hipotetizado que a bebida minimizaria o inchaço muscular.

MÉTODOS**Amostra**

Onze homens (19,8 ± 1,9 anos; 66,84 ± 7,67 kg; 174,9 ± 5,8 cm) participaram deste estudo. Os

voluntários eram estudantes universitários fisicamente ativos envolvidos em atividade física moderada (corrida, andar de bicicleta, prática de esportes, etc.) em média 3 dias por semana. Os voluntários foram recrutados por meio de panfletos publicitários espalhados pelo campus da instituição. Foram considerados aptos a participar todos os voluntários que responderam “não” a todas as perguntas do questionário de risco para atividade física - PAR-Q20, que não estivessem realizando treinamento de força pelo período de 6 meses anteriores à realização do estudo e que não apresentassem histórico de lesão osteomioarticular, e que não estivessem fazendo uso de suplementos ou algum programa de restrição alimentar pelo período de 6 meses. Foram tomados todos os cuidados de sigilo e confidencialidade dos dados, além de seguidas as recomendações da Resolução CNS 466/12 que rege a pesquisa clínica no Brasil. Os voluntários assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido e o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (CAAE: 15459819.0.0000.5588).

Delineamento experimental

Para avaliar o efeito do consumo de bebidas à base de frutas na recuperação muscular foi utilizado um delineamento *crossover*, no qual os voluntários realizaram duas situações duplamente cegas, de forma randomizada, separadas por 12 dias de *washout*. O pesquisador que aplicou todos os testes e o responsável pela análise dos dados desconheciam a bebida que havia sido administrada. Um profissional que não participou do estudo selou os envelopes usando o método de envelopes selados opacos, numerados em sequência. Os indivíduos consumiram diariamente 400 mL de *smoothie* (*Smoothie*) ou bebida à base de suco artificial de abacaxi (Placebo), dividido em duas doses de 200 mL duas vezes ao dia (às 12 h e às 18 h), por 9 dias. Em cada uma das situações os voluntários visitaram o laboratório 5 vezes. Na primeira visita, correspondente ao oitavo diada suplementação, os voluntários realizaram o protocolo de exercício resistido no *leg press* 45° de forma unilateral, com diferentes pernas usadas em cada condição para minimizar os efeitos da carga repetida²¹.

Parâmetros relacionados à recuperação muscular foram medidos antes (pré), 24, 48, 72 e nas 96 h seguintes ao protocolo de exercício resistido sempre na mesma ordem: percepção subjetiva de recuperação, inchaço dos músculos anteriores da coxa, força máxima isométrica, e DM nos músculos anteriores da coxa. Para evitar a influência do ciclo circadiano, os sujeitos foram solicitados a visitar o laboratório sempre no mesmo horário do dia. Eles também foram orientados a não ingerir medicamentos, suplementos nutricionais, bebida alcóolica e não realizar nenhum exercício vigoroso ou desacostumado por 72 h antes da primeira visita e durante o período do estudo. A Figura 1 mostra o delineamento experimental adotado no estudo. Os procedimentos relacionados à instrução dos voluntários, realização do exercício *leg press* 45° e medição dos parâmetros relacionados à recuperação muscular foram realizados no Laboratório de

Cineantropometria e Desempenho Humano do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais - Campus Rio Pomba. Os procedimentos relacionados à preparação e análise físico-química das bebidas foram realizados no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos do Instituto.

Smoothie à base de abacaxi, hortelã, sálvia, gengibre e romã e bebida placebo

A bebida tipo *smoothie* fornecida aos voluntários era à base de polpa de abacaxi e extrato de hortelã, sálvia e gengibre. A formulação continha 68% de abacaxi, 22% de hortelã, 5% de sálvia, 2,5% de gengibre, 2,5% de açúcar e 500 mg de romã. A bebida tipo *smoothie* foi armazenada em um *freezer* a 2 °C durante 14 dias. A Tabela 1 mostra os parâmetros físico-químicos e compostos bioativos da bebida tipo *smoothie* ao longo de 14 dias de armazenamento à temperatura média de 2 °C. O pH e a acidez da bebida foram avaliados segundo Zebon et al.²², sendo usados 10 mL das bebidas. Os sólidos solúveis, °Brix, foram analisados por refratometria em refratômetro tipo ABBE. Os compostos fenólicos totais do *Smoothie* diluídos em metanol na proporção 1:10 foram determinados utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu²³, sendo os resultados expressos em miligramas de equivalentes de ácido gálico por 100 mL de amostra (mg EAG/100 mL). Alíquotas do *Smoothie* foram avaliadas quanto à capacidade antioxidante pelo ensaio TEAC com o radical catiônico ABTS•+ - [2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico)], conforme metodologia de Re et al.²⁴, com modificações.

A bebida Placebo foi preparada diariamente à base de 2,5% refresco artificial em pó de abacaxi, contendo 1,95% de carboidratos e 0,01% de sódio. De acordo com estudo prévio, o refresco utilizado apresenta pH de 2,63, acidez de 0,03% e °Brix de 3,17²⁵. Além disso, não foi identificada capacidade antioxidante e fenólicos em refrescos em pó²⁵.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas e compostos bioativos da bebida tipo *Smoothie*.

Propriedades	Tempos (dias)		
	0	7	14
pH	3,91	3,84	3,93
Acidez (% de ácido cítrico)	0,73	0,77	0,78
Sólidos solúveis (°Brix)	6,83	7,33	7,88
Fenólico (mg EAG/100 mL)	400,8	326,9	324,4
Capacidade antioxidante (µM Trolox/g)	5138,2	5278,9	5924,2

Teste e re-teste de 10 repetições máximas (RM)

Para determinar a intensidade do exercício resistido foram realizadas 10 RM no *leg press* 45°¹. Os sujeitos foram solicitados a manter a perna contralateral apoiada em um banco e os braços cruzados sobre o peito durante todo teste. A posição do pé na placa do *leg press*

45° foi registrada para garantir o mesmo posicionamento em todos os testes. A amplitude de movimento adotada foi de extensão completa do joelho (0°) até um ângulo de 90° de flexão. A carga foi aumentada pelo uso de anilhas a partir de 2 kg. No dia do teste, os participantes realizaram atividade preparatória de 5 min em uma bicicleta estática (Bicicleta Suprema Fit - Rottax, modelo Profissional Vertical Spyder 500, Jabaquara, São

Paulo, Brasil), com intensidade moderada. Dois minutos após, os voluntários realizaram 10 repetições com 40% de sua força máxima isométrica. A carga de 10 RM foi determinada em 5 tentativas, com 5 min de recuperação entre as tentativas. Cada repetição teve 4 s de duração, controlada por um metrônomo eletrônico com cadência de 60 bpm, sendo 1 s para a ação concêntrica e 3 s para a ação excêntrica.

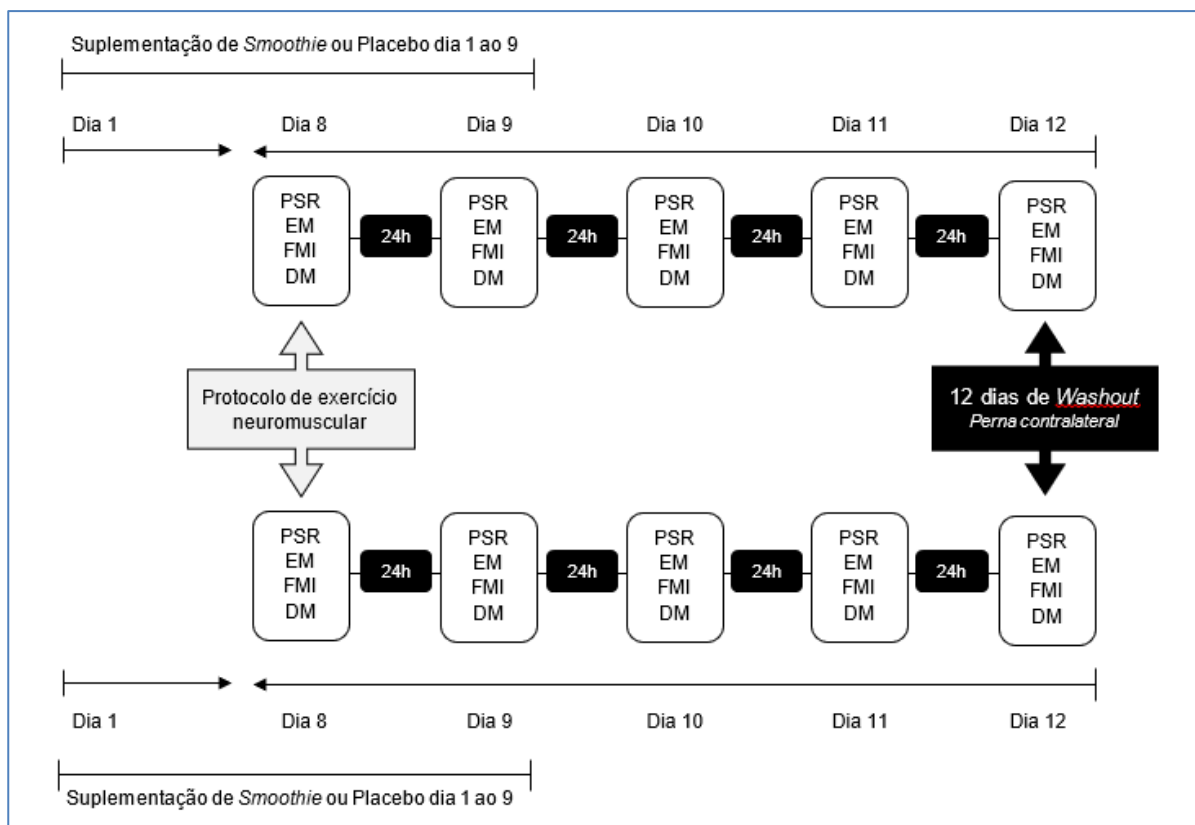


Figura 1 – Delineamento experimental do estudo. PSR: percepção subjetiva de recuperação; EM: espessura muscular; FMI: força máxima isométrica; DM: dor muscular.

Protocolo de exercício resistido

Inicialmente foi realizada uma atividade preparatória de 5 min em uma bicicleta estática (Bicicleta Suprema Fit - Rottax, modelo Profissional Vertical Spyder 500, Jabaquara - São Paulo, Brasil), com intensidade moderada. Em seguida, foram executadas 10 séries de 10 RM no *leg press* 45° de forma unilateral¹. Os sujeitos foram solicitados a manter a perna contralateral apoiada em um banco e os braços cruzados sobre o peito durante todo teste. Na 2^a, 5^a e 7^a série a carga foi reduzida em 10% para evitar uma queda importante no número de repetições. Os sujeitos foram instruídos a realizar cada repetição com 4 s de duração: 1s para a ação concêntrica e 3 s para a ação excêntrica, controlada por um metrônomo com cadência de 60 bpm. O intervalo entre as séries foi de 2 min. A posição dos pés e a amplitude de movimento foram as mesmas descritas no teste de 10 RM.

Percepção subjetiva de recuperação

O estado de recuperação dos sujeitos foi avaliado pela escala de percepção subjetiva de recuperação (PSR)²⁶. Os sujeitos foram solicitados a responder a seguinte pergunta: “Como você se sente em relação a sua recuperação agora?”²⁶. Tal escala é composta por valores que variam de 6 “nada recuperado” a 20 “totalmente bem recuperado”.

Espessura dos músculos anteriores da coxa

A espessura muscular (EM) dos músculos anteriores da coxa foi mensurada em um equipamento de ultrassonografia (Contec, modelo CMS600P2 B-Ultrasound Diagnostic System, Qinhuangdao, China). Antes da realização da ultrassonografia os indivíduos permaneceram em repouso por 10 min sobre a maca na posição supina e com as pernas relaxadas. A fim de

fornecer um melhor contato e melhor imagem, foi utilizado um gel de transmissão à base de água. Em adição, um dinamômetro de pressão foi acoplado ao probe para padronizar a força aplicada em 5 N sobre a região analisada. A medição da espessura dos músculos anteriores da coxa foi realizada a 60% da distância entre o trocânter maior e o epicôndilo lateral, e a 3 cm medial da linha média da parte anterior da coxa¹. Uma vez que o avaliador estivesse satisfeito com a qualidade da imagem, ela era congelada no monitor. As imagens foram digitalizadas e posteriormente analisadas no software Image-J (National Institute of Health, USA, version 1.37), e a EM foi definida como a distância da interface muscular do tecido adiposo à interface muscular óssea¹.

Força máxima isométrica no leg press 45°

A força máxima isométrica (FMI) foi medida no exercício *leg Press* 45°¹ com o joelho na posição de 60° de flexão (0° a extensão completa) garantida por meio do uso de um goniômetro e com o pé posicionado na largura do ombro. A FMI foi mensurada por meio de uma célula de carga (EMG System, modelo de tração/compressão, versão SAS1000V4, São José dos Campos, São Paulo, Brasil) com capacidade de medição de 500 kg, conectada ao aparelho *leg press* e a um aparelho de Sistema de Aquisição de Sinais (EMG System, modelo SAS1000V4, São José dos Campos, Brasil). Os dados foram coletados através de um software (EMGLab V1.1-2010, EMG System, São José dos Campos, Brasil) durante todo teste. Os voluntários tiveram duas tentativas para alcançar a força isométrica máxima e foram orientados a executar a contração o mais rápido e forte possível, sustentando-a por 3 s¹. Foi dado 60 s de intervalo entre as tentativas¹. A posição do pé foi registrada para replicação. Além disso, todos os testes foram conduzidos pelo mesmo avaliador e foi dado encorajamento verbal aos voluntários durante os testes. Foi registrada a tentativa de maior força isométrica.

Dor muscular dos músculos anteriores da coxa

A DM tardia foi determinada por meio do uso de uma escala analógica visual de 100 mm com “nenhuma dor” representando 0 mm e “muita dor” representando 100 mm²⁸. Os voluntários reportaram DM dos músculos anteriores e posteriores da coxa após o teste de força máxima isométrica.

Análise estatística

Os dados foram expressos como média ± desvio padrão. Os dados foram analisados por meio da análise de variância dois fatores (condição [Smoothie e Placebo] x tempo [pré, 24-96 h]) com medidas repetidas e *post hoc* de Holm-Sidak. Foi adotado nível de significância de 5%. A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico SigmaPlot (versão 11,0, SystatSoftware, Inc., Alemanha).

RESULTADOS

Efeito do exercício resistido nos parâmetros de recuperação muscular

Após a realização do exercício resistido houve alteração dos seguintes parâmetros de recuperação muscular: FMI (F = 3,17; p < 0,02; Figura 2), PSR (F = 15,7; p < 0,001; Figura 3) e DM (F = 3,12; p = 0,02; Figura 4). A FMI diminuiu 24 h após o exercício (p < 0,05), e retornou aos valores basais após 72 h (Figura 2). A PSR reduziu 24 h após o exercício (p < 0,05) e retornou aos valores basais após 96 h (Figura 3). Houve aumento da DM 24 h após o exercício (p < 0,05), a qual retornou aos valores basais 96 h seguintes ao exercício (Figura 4). Não houve alteração da EM após a realização do exercício resistido (F = 1,16; p = 0,34; Figura 5).

Efeito da bebida Smoothie na recuperação muscular

Não houve interação entre os fatores condição x tempo para FMI (F = 0,55; p = 0,69; Figura 2), PSR (F = 2,41; p = 0,07; Figura 3), DM (F = 1,41; p = 0,25; Figura 4) e EM (F = 0,28; p = 0,88; Figura 5). Em adição, não houve efeito do fator condição para a FMI (F = 2,24; p = 0,16), EM (F = 1,61; p = 0,23); PSR (F = 0,001; p = 0,97) e DM (F = 2,97; p = 0,11). Esses resultados sugerem que a bebida *Smoothie* não afetou a recuperação das variáveis mencionadas ao longo das 96 h após o exercício resistido.

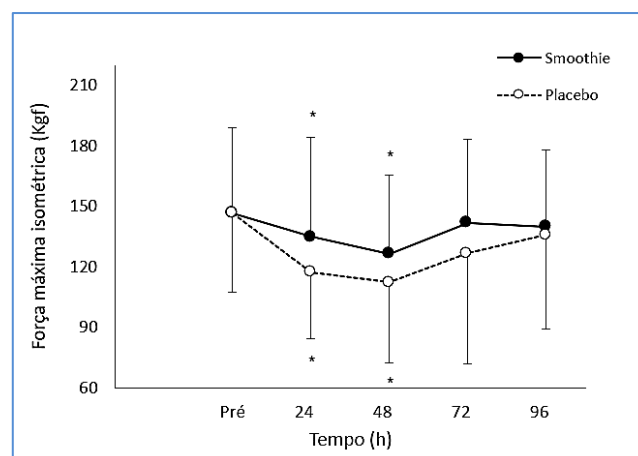


Figura 2 – Média e desvio padrão da força máxima isométrica (FMI) unilateral no *leg press* 45° antes (pré), 24-96 h após o exercício. (*) p < 0,05; menor que pré-exercício.

DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou o efeito de *smoothie* à base de abacaxi, hortelã, sálvia, gengibre e romã na recuperação após uma sessão de exercício resistido em homens jovens não treinados. Foi inicialmente hipotetizado que a suplementação com o *Smoothie* aceleraria a recuperação muscular. Todavia, não houve diferença na FMI, PSR, DM e EM ao longo das 96 h entre a condição *Smoothie* e Placebo, o que não confirma a hipótese inicial.

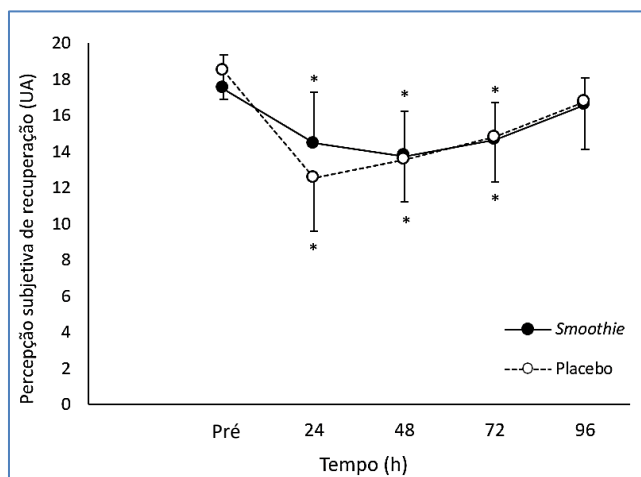


Figura 3 – Média e desvio padrão da percepção subjetiva da recuperação (PSR) antes (pré), 24-96 h após exercício. (*) $p < 0,05$; menor que pré-exercício.

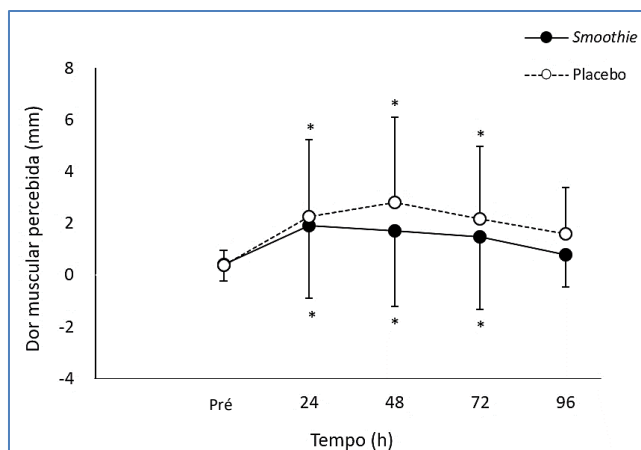


Figura 4 – Média e desvio padrão da dor muscular percebida antes (pré), 24-96 h após exercício. (*) $p < 0,05$; maior que pré-exercício.

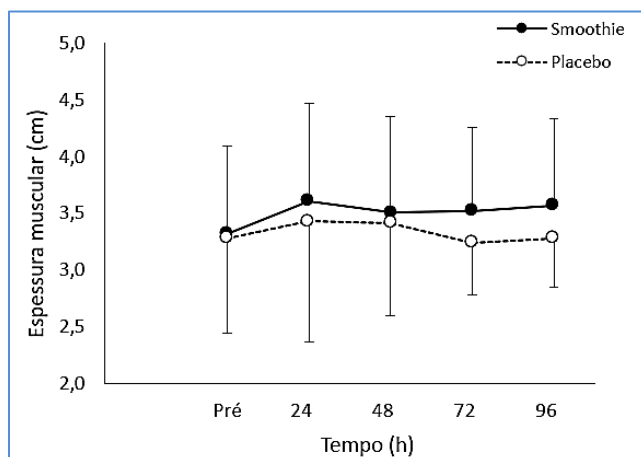


Figura 5 – Média e desvio padrão da espessura dos músculos anteriores da coxa muscular antes (pré), 24-96 h após exercício.

O protocolo de exercício resistido adotado no presente estudo resultou em redução na FMI de 8% na condição *Smoothie* e de 19% na condição *Placebo* 24 h após o treino. A FMI retornou aos valores basais 72 h após o treino em ambas as situações. Esse padrão de recuperação muscular caracteriza um dano muscular induzido por exercício moderado, que é comumente acompanhado por mudanças na estrutura miofibrilar (p. ex., rupturas miofibrilares) juntamente com uma resposta inflamatória aguda (acúmulo de leucócitos)²⁸. Além disso, o aumento na percepção de DM observado após o protocolo de exercício sugere que ocorreu uma resposta inflamatória²⁹. Devido a sua propriedade anti-inflamatória, tem sido sugerido que a suplementação com fenólicos poderia reduzir o processo inflamatório desencadeado pelo exercício de força e, assim, acelerar a recuperação muscular⁵. No presente estudo, os sujeitos beberam diariamente 400 mL de *Smoothie*, o que corresponde a aproximadamente 1.200 mg de fenólico (Tabela 1). Todavia, os resultados sugerem que os 9 dias de suplementação com o *Smoothie* não acelerou a recuperação muscular.

O corrente estudo parece ser o primeiro a ter avaliado o efeito de ingestão de bebida à base de frutas e hortaliças (i.e., abacaxi, romã, hortelã, sálvia, gengibre) na recuperação do dano muscular, o que impossibilita a comparação direta com estudos prévios. Outros estudos mostraram efeito positivo na recuperação muscular após a suplementação com bebidas à base de frutas, ricas em fenólico: cereja⁶, romã^{7,13,30} ou mirtilo¹². Os estudos utilizaram suplementação de 650 a 1.300 mg de fenólico, com duração de 8 a 15 dias, exceto McLeay et al.¹², que ministraram bebida contendo 168 mg de fenólico 10 e 5 h antes e 0, 12 e 36 h após o exercício. Outro estudo recente reportou que nove dias de suplementação com 480 mL diários de suco com misto de frutas (maçã, ameixa, mirtilo, framboesa e amora) contendo cerca de 160 mg de fenólico acelerou a recuperação da força máxima e DM, e diminuiu as concentrações de creatina quinase (CK) ao longo de 96 h após a corrida em declive³¹. Os resultados positivos foram atribuídos principalmente às propriedades antioxidantes e antiinflamatórias dos fitoquímicos presentes na suplementação. Tanto a cereja quanto o mirtilo são frutos dispostos em bagas, ricos em antocianinas e consideradas com elevado potencial antioxidante e antiinflamatório³².

No entanto, outros estudos não encontraram efeito da suplementação com bebidas à base de frutas, ricas em fenólicos, na recuperação muscular^{9-11,33-35}. A suplementação com concentrado de vegetais e frutas, incluindo bagas ricas em antocianinas, não afetou marcadores indiretos de dano muscular (p. ex., força, inchaço e DM, etc), embora tenha atenuado o estresse oxidativo³³. Os níveis de fenólicos presentes na bebida não foram reportados. Outro estudo que avaliou 45 dias de suplementação com bebida à base de uva e contendo 176 mg de fenólicos não observou efeito na recuperação da força, amplitude de movimento, inchaço e DM⁹. De acordo com um estudo recente³⁴, a suplementação ao longo de 9 dias com suco de cereja (~600 mg de fenólico) ou de romã (~1.700 mg de fenólico) não afetou a recuperação da força máxima, amplitude de movimento,

DM ou os níveis de CK. Outros estudos que examinaram o efeito de 14 dias de consumo de suplementos com concentrações de fenólico semelhantes ou superiores ao do corrente estudo também não encontraram efeito positivo na recuperação muscular^{10,11}. Kerksick et al.¹⁰ avaliaram a suplementação com 1.800 mg diários de galato de epigalocatequina (98% de polifenóis), enquanto O'Fallon et al.¹¹ examinaram a suplementação com 1.000 mg diários de fenólico (quercetina via barra energética) adicionada de 20 mg de vitamina C e 14 mg de vitamina E. Efeitos controversos da suplementação de bebidas com frutas, ricas em fenólicos, também foram reportados³⁵.

A diferença entre os estudos pode ser devido, por exemplo, ao tipo de composto fenólico presente na bebida. Dos seis estudos que mostraram efeito positivo da suplementação, três ministraram bebidas cujo composto fenólico era taninos hidrolisados^{7,13,30} ou antocianina, uma classe de flavonoide³¹. Nos outros dois estudos, as bebidas continham antocianina e ácidos fenólicos^{6,12}. Já nos que não observaram efeito da suplementação, em dois havia a presença de catequina (classe de flavonoide)^{10,11}, em um havia ácido fenólico³³, e em outro havia flavonoides (catequina e antocianina) e estilbenos⁹. Por fim, em outra bebida havia tanto taninos hidrolisados quanto flavonoide (i.e., antocianina)³⁴. O *Smoothie* avaliado no presente estudo continha diversos compostos fenólicos, como 1) flavonoides (p. ex., flavonas, flavonóis) presentes na salsa, sálvia e hortelã^{16,18,36}; 2) fenil alcanonas (p. ex., gengibre)³⁷; 3) ácidos fenólicos (p. ex., sálvia, hortelã e abacaxi)¹⁶⁻¹⁸; 4) terpenos (p. ex., hortelã)¹⁸; e 5) taninos hidrolisados (p. ex., romã)^{4,18}.

O efeito da bebida sobre os marcadores indiretos de dano muscular pode ter sido afetado pela diminuição da atividade biológica dos compostos bioativos devido ao metabolismo intestinal e hepático das frutas e hortaliças presentes na bebida^{4,9,11}, a partir de sua interação com outros constituintes dos alimentos, ou porque podem ter sido quantitativamente insuficientes nos tecidos-alvo para trazer benefícios na recuperação muscular^{4,9}. Portanto, é possível que a eficácia da suplementação com fenólico possa ser influenciada por fatores relacionados à matriz alimentar e extratos vegetais, tais como natureza, quantidade e metabolismo de fitoquímicos e suas interações^{4,38,39}. Nesse sentido, o conhecimento e controle do padrão alimentar dos sujeitos pode contribuir para determinar o efeito da suplementação com fenólicos na recuperação muscular. Todavia, apenas quatro estudos registraram o padrão

alimentar dos voluntários ao longo do período de realização do estudo^{9,12,34,35} e três estudos adotaram o uso de suplementos como critério de exclusão^{6,7,30}. Além disso, dos seis estudos que encontraram efeito positivo da suplementação com bebida à base de frutas ricas em fenólicos, dois estudos não eram do tipo ensaio clínico com dupla ocultação^{6,12}. Embora o consumo de suplementos tenha sido adotado como critério de exclusão no presente estudo, não foi avaliado o registro do padrão alimentar dos voluntários antes e durante o período de realização do estudo devido à inconsistência das informações disponibilizadas pelos indivíduos, o que configura em uma limitação. Assim, não foi possível avaliar se a quantidade de antioxidantes ingeridos estava de acordo com as recomendações. Ademais, não foram avaliados os macronutrientes presentes na bebida *smoothie* e também não foi controlado o horário da refeição anterior ao consumo das bebidas. Tais fatores podem ter interferido na absorção dos compostos investigados. Além disso, parâmetros sanguíneos ligados à capacidade anti-inflamatória e antioxidante também não foram avaliados, o que limita compreender o efeito da suplementação investigada nesses sistemas. Por outro lado, é importante destacar como ponto forte do corrente estudo o fato de ter sido do tipo ensaio clínico randomizado com dupla ocultação, delineamento intrasujeito e controlado por placebo, os quais são considerados aspectos primordiais para evitar fatores de confusão e vieses⁴⁰. Portanto, para maior compreensão dos efeitos de alimentos e bebidas ricos em fenólicos na recuperação muscular após o exercício físico, futuros ensaios clínicos com as características citadas acima devem avaliar o tipo, concentração, metabolismo e atividades biológicas de compostos fitoquímicos. Em adição, futuros estudos também devem examinar o efeito da presença de outros compostos bioativos (p. ex., vitamina C), e a influência dos fatores inerentes à matriz alimentar.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que 9 dias com suplementação diária de 400 mL de bebida à base de abacaxi, hortelã, sálvia, gengibre e romã não aceleraram a recuperação da força máxima isométrica, da percepção de recuperação e da DM ao longo de 96 h após o exercício *leg press* 45°.

REFERÊNCIAS

1. Ferreira-Junior JB, Nunes Chaves SF, Pinheiro MHA, Santos Rezende VH, Freitas EDS, Marins JCB, et al. Is skin temperature associated with muscle recovery status following a single bout of leg press? *Physiol Meas*. 2021;42(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6579/abe9fe>
2. Ferreira-Junior JB, Bottaro M, Loenneke JP, Vieira A, Vieira CA, Bemben MG. Could whole-body cryotherapy (below -100°C) improve muscle recovery from muscle damage? *Front Physiol*. 2014;5:247. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00247>
3. Reilly T, Ekblom B. The use of post-exercise recovery methods. *J SportsSci*. 2005;23(6):619-27. <https://doi.org/10.1080/02640410400021302>
4. Pereira Panza VS, Diefenthaler F, da Silva EL. Benefits of dietary phytochemical supplementation on eccentric exercise-induced muscle damage: Is including enough antioxidants? *Nutrition*. 2015;31(9):1072-82. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2015.02.014>
5. Levers K, Dalton R, Galvan E, Goodenough C, O'Connor A, Simbo S, et al. Effects of powdered Montmorency tart cherry supplementation on an acute bout of intense lower body strength exercise in resistance trained males. *J Int Soc Sports*

- Nutr . 2015;12:41 . <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0102-y>
6. Connolly DAJ, McHugh MP, Padilla- Zakour OI. Efficacy of a tart cherry juice blend in preventing the symptoms of muscle damage. *Br J Sports Med.* 2006;40(8):679-83. <https://doi.org/10.1136/bjism.2005.025429>
 7. Trombold JR, Barnes JN, Critchley L, Coyle EF. Ellagitannin consumption improves strength recovery 2-3 d after eccentric exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(3):493-8. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181b64edd>
 8. Phillips T, Childs AC, Dreon DM, Phinney S, Leeuwenburgh C. A Dietary Supplement Attenuates IL-6 and CRP after Eccentric Exercise in Untrained Males. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(12):2032-7. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000099112.32342.10>
 9. O'Connor PJ, Carvalho AL, Freese EC, Cureton KJ. Grape Consumption's Effects on Fitness, Muscle Injury, Mood, and Perceived Health. *Int J Sport Nutri exercise Metab.* 2013;23(1):57-64. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.23.1.57>
 10. Kerksick CM, Kreider RB, Willoughby DS. Intramuscular adaptations to eccentric exercise and antioxidant supplementation. *Amino Acids.* 2010;39(1):219-32. <https://doi.org/10.1007/s00726-009-0432-7>
 11. O'Fallon KS, Kaushik D, Michniak- Kohn B, Dunne CP, Zambraski EJ, Clarkson PM. Effects of quercetin supplementation on markers of muscle damage and inflammation after eccentric exercise. *Int J Sport Nutri exercise Metab.* 2012;22(6):430-7. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.22.6.430>
 12. McLeay Y, Barnes MJ, Mundel T, Hurst SM, Hurst RD, Stannard SR. Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *J Int Soc Sports Nutr.* 2012;9(1):19. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-19>
 13. Machin DR, Christmas KM, Chou TH, Hill SC, Van Pelt DW, Trombold JR, et al. Effects of Differing Dosages of Pomegranate Juice Supplementation after Eccentric Exercise. *Physiol J.* 2014;2014:271959. <https://doi.org/10.1155/2014/271959>
 14. Tur JA, Bibiloni MM. Functional foods. 2016;157-61. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00340-8>
 15. Harrach T, Eckert K, Maurer HR, Machleidt I, Machleidt W, Nuck R. Isolation and characterization of two forms of an acidic bromelain stem proteinase. *J Protein Chem.* 1998;17(4):351-61. <https://doi.org/10.1023/A:1022507316434>
 16. Hamidpour M, Hamidpour R, Hamidpour S, Shahdari M. Chemistry, pharmacology, and medicinal property of sage (salvia) to prevent and cure illnesses such as obesity, diabetes, depression, dementia, lupus, autism, heart disease, and cancer. *J Tradit Complement Med.* 2014;4(2):82-8. <https://doi.org/10.4103/2225-4110.130373>
 17. Wen L, Wrolstad RE. Phenolic composition of authentic pineapple juice. *J FoodSci.* 2002;67(1):155-61. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2002.tb11376.x>
 18. Li X, Tian T. Phytochemical Characterization of Mentha spicata L. Under differential dried-conditions and associated nephrotoxicity screening of main compound with organ-on-a-chip. *Front Pharmacol.* 2018;9:1067 . <https://doi.org/10.3389/fphar.2018.01067>
 19. Meeusen R, Duclos M, Foster C, Fry A, Gleeson M, Nieman D, et al. Prevention, diagnosis and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science (ECSS) and the American College of Sports Medicine (ACSM). Vol. 13, *European Journal of Sport Science.* 2013;13(1):1-24. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.730061>
 20. Thomas S, Reading J, Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Can J Sport Sci.* 1992;17(4):338-45.
 21. McHugh MP. Recent advances in the understanding of the repeated bout effect: the protective effect against muscle damage from a single bout of eccentric exercise. *Scand J Med Sci Sports.* 2003;13(2):88-97. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0838.2003.02477.x>
 22. Zenebon O, Pascuet NS, Tigela P. Adolfo Lutz Institute (São Paulo). General procedures and determinations. *Physical-chemical methods for food analysis*, 4th ed. Adolfo Lutz Institute: São Paulo; 2008. 98 p.
 23. Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic- Phosphotungstic Acid Reagents. *Am J Enol Vitic.* 1965 [cited 29 Nov 22];16(3):144-58. Available from: <https://www.ajevonline.org/content/16/3/144>
 24. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med.* 1999;26(9-10):1231-7. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
 25. Cardoso AMR, Santos AMS, Almeida FWB, Albuquerque TP, Xavier AFC, Cavalcanti AL. Physical-Chemical Characteristics of Industrialized Fruit Juices: In Vitro Study. *Odonto.* 2013;21(41-42):9-17. <https://doi.org/10.15603/2176-1000/odonto.v21n41-42p9-17>
 26. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and Recovery. *Sport Med.* 1998;26(1):1-16. <https://doi.org/10.2165/00007256-199826010-00001>
 27. Ferreira-Junior JB, Bottaro M, Vieira A, Siqueira AF, Vieira CA, Durigan JLQ, et al. One session of partial-body cryotherapy (-110°C) improves muscle damage recovery. *Scand J Med Sci Sport.* 2015;25(5):e 524-30. <https://doi.org/10.1111/sms.12353>
 28. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, Peake JM. Leukocytes, cytokines and satellite cells: What role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev.* 2012;18:42 -97. PMID: 22876722
 29. Owens DJ, Sharples AP, Polydorou I, Alwan N, Donovan T, Tang J, et al. A systems-based investigation into vitamin D and skeletal muscle repair, regeneration, and hypertrophy. *Am J Physiol Metab.* 2015;309(12): and 1019-31. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00375.2015>
 30. Trombold JR, Reinfeld AS, Casler JR, Coyle EF. The effect of pomegranate juice supplementation on strength and soreness after eccentric exercise. *J Strength Cond Res.* 2011;25(7):1782-8. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318220d992>
 31. Lima LCR, Barreto RV, Bassan NM, Greco CC, Denadai BS. Consumption of an anthocyanin-rich antioxidant juice accelerates recovery of running economy and indirect markers of exercise-induced muscle damage following downhill running. *Nutrients.* 11(10):2274: <https://doi.org/10.3390/nu11102274>
 32. da Silva JK, Batista ÁG, Cazarin CBB, Dionísio AP, de Brito ES, Marques ATB, et al. Functional tea from a Brazilian berry: Overview of the bioactive compounds. *LWT - Food Sci Technol.* 2017;76:292 -8. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.016>
 33. Goldfarb AH, Garten RS, Cho C, Chee PDM, Chambers LA. Effects of a fruit/berry/vegetable supplement on muscle function and oxidative stress. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;43(3):501-8. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181f1ef48>
 34. Lamb KL, Ranchordas MK, Johnson EK, Denning J, Downing F, Lynn A. No Effect of tart cherry juice or pomegranate juice on recovery from exercise-induced muscle damage in non-resistance trained men. *Nutrients.* 2019;11(7):1593. <https://doi.org/10.3390/nu11071593>
 35. Morgan P, Wollman P, Jackman S, Bowtell J. Flavanol-rich cacao mucilage juice enhances recovery of power but not strength from intensive exercise in healthy, young men. *Sports.* 2018;6(4):159. <https://doi.org/10.3390/sports6040159>
 36. Papuc C, Predescu C, Nicorescu V, Stefan G, Nicorescu I. Antioxidant properties of a parsley (*Petroselinum crispum*) juice rich in polyphenols and nitrites. *Curr Res Nutri Food Sci.* 2016;4(SpecialIssue2):114-8. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue-October.15>
 37. Mao QQ, Xu XY, Cao SY, Gan RY, Corke H, Beta T, et al. Bioactive compounds and bioactivities of ginger (*Zingiber officinale* roscoe). *Foods.* 2019;8(6):185. <https://doi.org/10.3390/foods8060185>
 38. Jeffery E. Component interactions for efficacy of functional foods. *J Nutri.* 2005;135(5):1223-5. <https://doi.org/10.1093/jn/135.5.1223>
 39. Saura-Calixto F, Serrano J, Goñi I. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *FoodChem.* 2007;101(2):492-501.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.006>
40. Zabor EC, Kaizer AM, Hobbs BP. Randomized Controlled Trials.

Chest. 2020 Jul;158(1S):S 79-S87.
<https://doi.org/10.1016/j.chest.2020.03.013>

Conflitos de interesse: Os autores informam não haver conflitos de interesse relacionados a este artigo.

Contribuição individual dos autores:

Concepção e desenho do estudo: JBFJ, EMFM
Análise e interpretação dos dados: MHAP, LPF, JCGO, GCC, VHSR, MSG, BDV, EMFM, FSCF, JBFJ
Coleta de dados: MHAP, LPF, JCGO, GCC, VHSR, MSG, BDV
Redação do manuscrito: MHAP, JBFJ, FSCF
Revisão crítica do texto: MHAP, LPF, JCGO, GCC, VHSR, MSG, BDV, EMFM, FSCF, JBFJ
Aprovação final do manuscrito*: MHAP, LPF, JCGO, GCC, VHSR, MSG, BDV, EMFM, FSCF, JBFJ
Análise estatística: JBFJ, EMFM
Responsabilidade geral pelo estudo: JBFJ, EMFM
*Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito submetido para publicação da Rev Cienc Saude.

Informações sobre financiamento: Estudo parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG).