

YANCKA DE OLIVEIRA DAMASCENO

**DIETAS A BASE DE PLANTAS E DESEMPENHO FÍSICO – UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA E METÁNALISE**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UFMG

2022

YANCKA DE OLIVEIRA DAMASCENO

**DIETAS A BASE DE PLANTAS E DESEMPENHO FÍSICO – UMA REVISÃO  
SISTEMÁTICA E METÁNALISE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientador: Dr. Cândido Celso Coimbra

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2022

D155d Damasceno, Yancka  
2022 Dietas a base de plantas e desempenho físico: uma revisão sistemática e meta-análise. / [manuscrito]. Yancka Damasceno – 2022.  
63 f.: il.

Orientador: Cândido Celso Coimbra

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 37-40

1. Dieta Vegana – Teses. 2. Dieta Vegetariana – Teses. 3. Exercícios físicos – Aspectos fisiológicos – Teses. I. Coimbra, Cândido Celso. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612:796

**Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

### ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

YANCKA DE OLIVEIRA DAMASCENO

Às 14:00 horas do dia 12 de agosto de 2022, a comissão examinadora de dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa Pós-Graduação em Ciências do Esporte (PPGCE), reuniu-se, por meio de videoconferência, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado "DIETAS A BASE DE PLANTAS E DESEMPENHO FÍSICO - REVISÃO SISTEMÁTICA E METANÁLISE". Abrindo a sessão, o presidente da comissão, Prof. Candido Celso Coimbra (UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra para a candidata, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA DA 381ª DISSERTAÇÃO DO PPGCE:

Prof. Dr. Candido Celso Coimbra – UFMG

Prof. Dr. Luciano Sales Prado – UFMG

Prof. Dr. Marco Fabricio Dias Peixoto – UFMG

Após as indicações, a candidata foi considerada: APROVADA

O resultado foi comunicado publicamente para a candidata pela presidente da comissão examinadora. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 12 de agosto de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Candido Celso Coimbra, Professor do Magistério Superior**, em 02/09/2022, às 15:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marco Fabrício Dias Peixoto, Usuário Externo**, em 27/04/2023, às 20:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciano Sales Prado, Membro de comissão**, em 03/08/2023, às 16:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Endocrinologia e Metabolismo do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, na vigência dos auxílios concedidos pela Coordenadoria de Apoio ao Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha família, por todo amor, carinho e compreensão, por sempre acreditarem em mim e me incentivarem a ser melhor, a querer mais, a ir além. Agradeço por cada sacrifício que fizeram, por cada oração, por toda compreensão nos momentos de ausência, por serem meus primeiros e maiores incentivadores. Essa conquista também é de vocês! Obrigada por tudo! Amo vocês!

Agradeço aos meus amigos e amigas que torceram por mim, que acreditaram em mim e que vibraram com a realização de mais um sonho! Agradeço por cada palavra de incentivo e pela compreensão nos momentos de ausência! Quem tem amigo tem tudo!

Agradeço aos meus colegas de laboratório, por toda confiança desde o primeiro momento, por terem dividido comigo uma parte desse processo que é a pós-graduação. Em especial, agradeço ao grupo de estudo de revisão sistemática, que desde o início me deram todo suporte e apoio necessário para a realização deste trabalho.

Agradeço pelos auxílios concedidos pela Coordenadoria de Apoio ao Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) para realização desse trabalho.

Agradeço ao meu orientador Dr. Cândido Celso Coimbra pela confiança durante esse processo, pelos ensinamentos e trocas durante esse processo de formação acadêmica.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuiu para que esse sonho fosse realidade!

“Quem acredita sempre alcança”

Yancka Oliveira

## RESUMO

**OBJETIVO:** O objetivo do presente estudo foi avaliar se dietas a base de planta interfeririam no desempenho físico em exercícios aeróbicos e anaeróbicos. Além disto, verificamos sua influência sobre a manutenção do IMC de indivíduos fisicamente ativos por meio de uma revisão sistemática seguida de meta-análise.

**METODOLOGIA:** Para isto foi realizada uma pesquisa sistemática em 3 bases de dados eletrônicas (PubMed, Web of Science e SPORTDiscus) sem restrições de datas. Foram selecionados os estudos que apresentavam sujeitos adeptos de dietas a base de plantas, isto é, indivíduos veganos ou vegetarianos. Os sujeitos deveriam ter sido submetidos a algum protocolo para avaliar desempenho físico ou serem praticantes de alguma modalidade esportiva. Como grupo controle foram utilizados sujeitos onívoros. A análise do risco de viés foi feita utilizando uma adaptação do GRADE. A meta-análise foi realizada através dos testes de heterogeneidade pelo qui-quadrado e a estatística  $I^2$ . Efeitos agrupados foram relatados como diferenças médias padronizadas (MDs) e intervalos de confiança de 95% (CIs) usando um modelo de efeitos aleatórios. **RESULTADOS:** Um total de 10 estudos ( $n= 293$  indivíduos) foram incluídos na meta-análise. O desempenho físico em exercícios aeróbicos e resistidos quando analisados em conjunto não revelou nenhuma influência da dieta a base de plantas na performance (tamanho de efeito [TE]= 0,01). Entretanto, a avaliação considerando apenas o desempenho em exercícios aeróbicos mostrou uma melhora moderada em indivíduos veganos/vegetarianos ([TE]= 0,55) quando comparado aos indivíduos onívoros. Por outro lado, a análise da performance em testes envolvendo exercícios de força não encontrou melhora no desempenho de atletas veganos/vegetarianos ([TE] = -0,30). Quanto a influência das dietas a base de plantas sobre o IMC, foi observado uma redução consistente ([TE]= -0.27). **CONCLUSÃO:** Dietas a base de plantas não interferem negativamente no desempenho físico independente da característica do exercício. A dieta a base de plantas tem um efeito positivo na redução do IMC de seus adeptos.

**Palavras-chave:** Dieta vegana. Dieta vegetariana. Desempenho. Exercício.

## ABSTRACT

**BACKGROUND:** The aim of the present study was to evaluate whether plant-based diets would interfere with physical performance in aerobic and anaerobic exercises. In addition, we verified its influence on the maintenance of the BMI of physically active individuals through a systematic review followed by meta-analysis. **METHODOLOGY:** For this, a systematic search was carried out in 3 electronic databases (PubMed, Web of Science and SPORTDiscus). Studies that presented subjects adept at plant-based diets, that is, vegans or vegetarians, were selected. The subjects should have been submitted to some protocol to evaluate physical performance or be practitioners of some sport. As a control group, omnivorous subjects were used. **RESULTS:** A total of 10 studies (n=293 subjects) were included in the meta-analysis. The physical performance in aerobic and resistance exercises when analyzed together did not reveal any influence of the plant-based diet on performance (effect size [ET]= 0.01). However, the evaluation considering only the performance in aerobic exercises showed a moderate improvement in vegan/vegetarian subjects ([TE]= 0.55) when compared to omnivorous subjects. On the other hand, the analysis of performance in tests involving strength exercises found no improvement in the performance of vegan/vegetarian athletes ([TE] = -0.30). Regarding the influence of plant-based diets on BMI, a consistent reduction was observed ([TE]= -0.27). **CONCLUSION:** Plant-based diets have a moderate potential to induce consistent improvement in aerobic exercise performance, but do not interfere with strength exercise performance. The plant-based diet has a positive effect on lowering the BMI of its adherents. However, some care must be taken, given the small number of studies evaluating physical performance in individuals who adhere to these diets. **REGISTRATION:** The protocol for this systematic review was pre-registered on the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO, Registration Number: CRD42021248682).

**Keywords:** Vegan diet. Vegetarian diet. Performance. Exercise.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Sistema ATP-CP. Ressíntese de ATP.....	14
<b>Figura 2.</b> Fluxograma do processo de escolha dos estudos.....	20
<b>Figura 3</b> Forest plot de desempenho físico aeróbico de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada.....	28
<b>Figura 4.</b> Forest plot de desempenho físico anaeróbico de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada.....	29
<b>Figura 5.</b> Forest plot de desempenho físico geral de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada.....	30
<b>Figura 6.</b> Forest plot do índice de massa corporal (IMC) de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada.....	31

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características dos sujeitos (tempo de dieta, tipo de dieta, protocolo de exercício, variável de esforço). Abreviações- ONI: Onívoro; LOV: Lacto-Ovo-Vegetariano; VEG: Vegano .....	22
<b>Tabela 2.</b> Análise de Risco de Viés .....	32

## LISTA DE ABREVIACÕES

**O<sub>2</sub>** – Oxigenio

**ATP** – Adenosina Trifosfato

**CP** – Creatina- Fosfato

**IMC** – Índice de Massa Corporal

**PRISMA** – Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis

**GRADE** – Grading of Recommendations Assessment Development and Evaluation

**PCr** – Fosfocreatina

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2</b>	<b>OBJETIVO</b>	17
<b>3</b>	<b>MÉTODOS</b>	18
	3.1 Protocolo e registro no PROSPERO	18
	3.2 Seleção dos estudos	18
	3.3 Critérios de seleção	18
	3.4 Avaliação do risco de viés	18
	3.5 Análise estatística	19
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b>	20
	4.1 Revisão Sistemática	20
	4.1.1 Caracterização da amostra	21
	4.2 Meta-Análise	28
	4.2.1 Análise da influência da dieta a base de plantas no desempenho aeróbico	28
	4.2.2 Análise da influência da dieta a base de plantas no desempenho anaeróbico	29
	4.2.3 Análise da influência da dieta a base de plantas no exercício físico geral	30
	4.2.4 Análise da influência da dieta a base de plantas no IMC	31
	4.3 Risco de Viés	31
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	33
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	36
	<b>REFERENCIAS</b>	37
	<b>ANEXOS</b>	41

## 1 INTRODUÇÃO

Dietas a base de plantas, em geral são ricas em carboidratos, antioxidantes, fibras e fitoquímicos, quando comparadas a dietas onívoras. Elas são compostas em sua maioria de alimentos de origem vegetal tais como, frutas, verduras, legumes, grãos e sementes oleaginosas. Porém são muito restritivas quanto ao consumo de alimentos de origem animal, inclusive proteínas. Apesar de todas as variações excluïrem o consumo de carne, em algumas delas, são inclusos outros alimentos de origem animal tais como, laticínios e ovos (VENDERLEY e CAMPBELL, 2006).

Existem várias classificações de dietas a base de plantas que se diferenciam de acordo com as restrições de consumo de produtos de origem animal sendo as principais: *lacto-ovo-vegetariana* (ovos e laticínios são permitidos); *lacto-vegetariana* (laticínios permitidos); *ovo-vegetariana* (ovos são permitidos) e a *dieta vegana* (todos os alimentos de origem animal são excluïdos). A dieta vegana exclui inclusive mel de abelhas (VENDERLEY e CAMPBELL, 2006).

O treinamento aeróbico tem como potencial o aumento o uso do oxigênio mitocondrial no musculo esquelético (HOLLOSZY, 2004) e conseqüentemente possibilita uma maior captação de oxigênio (O<sub>2</sub>). Essa maior captação está relacionada a eficiência para a produção de energia, isto é a produção oxidativa de ATP (adenosina trifosfato). Esta produção de ATP envolve à oxidação de nutrientes nas mitocôndrias para o fornecimento de energia. Energia essa derivada de substratos de alimentos ricos em carboidratos, lipídios e proteínas (HARGREAVES e SPRIET, 2020).

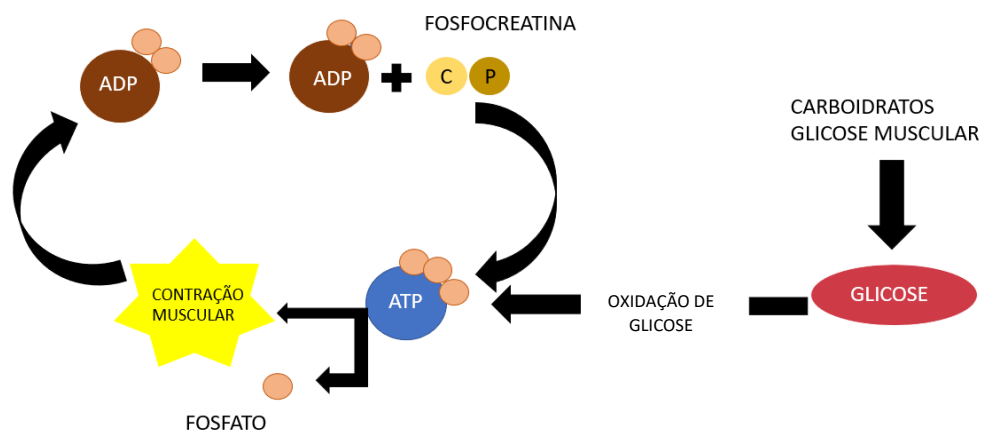
Durante o exercício submáximo o metabolismo oxidativo dos lipídios e carboidratos fornecem quase todo o ATP necessário para a atividade contrátil (HARGREAVES e SPRIET, 2018). Em intensidades moderadas de exercício físico a oxidação lipídica predomina, no entanto com o aumento da intensidade do exercício há um crescente uso de energia a partir do metabolismo do carboidrato (SPRIET, 2014). A contribuição relativa desses substratos é determinada pela duração e intensidade do exercício (HARGREAVES e SPRIET, 2018).

Estudos que têm analisado a relação de dietas a base plantas e o desempenho físico em exercício aeróbico encontraram resultados conflitantes quanto ao desempenho físico nos testes de avaliação de performance realizados. Boutros et al (2020), observou um maior VO<sub>2</sub> durante testes de performance aeróbia

em mulheres veganas fisicamente ativas quando comparadas com as onívoras. Resultado semelhante foi observado no estudo de Lynch; Wharton; Johnson (2016) realizado com atletas de endurance de ambos os gêneros (homens e mulheres) adeptos de dietas baseadas em plantas. No entanto, Hietavala *et al.*, (2012) não encontraram diferenças em homens fisicamente ativos vegetarianos submetidos ao teste até exaustão em ciclo ergômetro.

Os exercícios anaeróbicos e exercícios de força têm como principal característica a utilização de ATP derivados da síntese independente de oxigênio, tendo suas subdivisões entre via anaeróbica alática (via ATP-CP) e via anaeróbica láctica (via glicolítica). A via de utilização de energia anaeróbica alática ou via ATP-CP (CP – creatina-fosfato) não produz lactato no final das reações. Esta via é caracterizada como um sistema energético de ressíntese de ATP realizada por meio da energia derivada da ligação fosfato de alta energia da fosfocreatina existente nos músculos estriados (GASTIN, 2001). (FIGURA 1).

**Figura 1.** Sistema ATP-CP. Ressíntese de ATP.



*Adaptada de Gustin, 2001*

A energia proveniente da via glicolítica depende da utilização da glicose captada da circulação ou derivada do glicogênio armazenado no músculo. (FAUSTINO, 2004). O armazenamento de glicogênio ocorre partir da glicose/ lactato por um processo denominado glicogênese (via direta) /gliconeogênese (via indireta). Dessa forma, a glicose é adicionada a cadeia de glicogênio e armazenada principalmente nos músculos e no fígado (DASHTY, 2013). A glicose derivada da

glicogenólise se torna uma fonte para a obtenção rápida de energia durante exercícios de alta intensidade (ADEVA-ANDANY *et al.*, 2014).

A via de formação de lactato derivada da via glicolítica permite a geração e liberação de ATP durante a glicólise, sem a utilização de oxigênio. O lactato em excesso não se acumula dentro da célula e é liberado na corrente sanguínea sendo grande parte captado pelo músculo permitindo um maior fluxo na via glicolítica e consequente formação de ATP na ausência do O<sub>2</sub> (ADEVA-ANDANY *et al.*, 2014)

Os estudos que relacionam dietas a base de plantas com exercícios de característica anaeróbica, como exercícios de força e de potência tem apresentado resultados de desempenho similares entre os indivíduos onívoros e vegetarianos. Isto é, em ambos os grupos foram observados ganhos de 10–38% na força muscular média após 12 semanas de treinamento (CAMPBELL *et al.*, 1999; HAUB, WELLS e CAMPBELL, 2005). Estudos mais recentes de exercício resistido e aeróbico reforçam esses achados, pois não encontraram diferenças em exercício aeróbico, bicicleta ergométrica (NEBL *et al.*, 2019) e em exercício resistido de membros superiores e inferiores (BOUTROS *et al.*, 2020). Entretanto, estes estudos são escassos e ainda não conclusivos.

Outro aspecto importante que tem sido levantado na literatura é a escolha por dietas a base de plantas associadas ao exercício físico como parte de protocolo para emagrecimento (GORAN *et al.*, 2000; MONDAL e MISHRA, 2017). Essa associação entre exercício físico/dieta a base de planta/emagrecimento tem sido atribuída ao baixo índice de massa corporal (IMC) de vegetarianos praticantes de exercício físico (CRAIG e MANGELS., 2009). No entanto, os efeitos de dietas a base de plantas e a sua interferência na composição corporal têm apresentado alguns resultados conflitantes. Lynch; Wharton; Johnson (2016) encontraram diferenças na massa corporal entre atletas vegetarianas e onívoras. Entretanto, tais resultados não foram confirmados por Boutros e colaboradores (2020) entre as mulheres veganas. Porém, para atletas masculinos que fazem uso das dietas a base de plantas tem sido relatada a redução de peso corporal (LYNCH, WHARTON e JOHNSTON, 2016; KRÓL *et al.*, 2020). Em conjunto esses resultados sugerem que haveria uma possível influência do gênero em relação ao IMC determinada por dietas a base de plantas.

Apesar destas diferenças nos resultados da literatura, as dietas a base de plantas associadas ao exercício físico de característica aeróbica têm sido usadas

como estratégia para auxiliar na manutenção da massa magra de mulheres com excesso de peso. No entanto, mesmo quando não encontrada a redução de peso o treinamento associado a dieta determinou o aumento de 15% do  $VO_{2max}$  e ao mesmo tempo tem se mostrado positivos para a redução de gordura visceral e manutenção da massa magra (GORAN *et al.*, 2000).

Nos últimos anos algumas hipóteses com relação ao possível benefício da adoção das dietas vegetarianas para melhora do desempenho físico têm sido levantadas. Essa vantagem tem sido atribuída a alta quantidade de consumo de carboidratos e conseqüentemente melhores reservas de glicogênio (BARR e RIDEOUT, 2004; FERREIRA *et al.*, 2006), que associado o aumento do consumo de fitoquímicos e antioxidantes, possivelmente auxiliariam na redução dos danos do estresse oxidativo causado pelo exercício (TRAPP, KENEZ e SINCLAIR, 2010). O menor índice de gordura corporal observado em indivíduos adeptos a dietas a base de plantas parece ser devido ao seu menor teor de lipídios e o maior teor de fibras encontrados nessas dietas (BOUTROS *et al.*, 2020).

Apesar de eventuais benefícios da dieta vegetariana para o desempenho e a saúde, há preocupação por parte de treinadores de atletas de alto rendimento com a possibilidade do baixo consumo de micro e macronutrientes tais como, vitaminas do complexo B (B1, B2, B6, B12), cálcio, zinco e proteínas. A ingestão insuficiente desses nutrientes poderia eventualmente causar uma queda de rendimento esportivo (FAUDE *et al.*, 2005; VENDERLEY e CAMPBELL, 2006; BARANAUSKAS *et al.*, 2015).

Diante da crescente adesão a dietas a base de plantas por atletas e praticantes de exercício físico, seria importante identificar os eventuais benefícios e riscos que poderiam impactar o sobre o desempenho físico e a saúde desses indivíduos.

Levando em consideração esse fato, este estudo visa identificar se dietas a base de plantas influenciam no desempenho físico e na composição corporal de indivíduos veganos e vegetarianos quando comparados a onívoros.



## **2 OBJETIVO**

O objetivo do presente estudo foi avaliar se dietas a base de planta interferem no desempenho físico em exercícios aeróbicos e anaeróbicos e IMC de indivíduos fisicamente ativos por meio de uma revisão sistemática seguida de meta- análise.

### 3 MÉTODOS

#### 3.1 Protocolo e registro no PROSPERO

Esta revisão sistemática e meta-análise foi conduzida e reportada de acordo com as diretrizes descritas no PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*) (PAGE *et al.*, 2021). O PRISMA é um método que é utilizado para a produção de revisões sistematicas, dentro desse método há critérios de inclusão e exclusão de artigos. A revisão foi registrada no PROSPERO (CRD42021248682), que é uma base pública de registro de revisões sistemáticas.

#### 3.2 Seleção dos estudos

Uma pesquisa sistemática de bases de dados eletrônicas incluindo o PubMed, Web of Science e SPORTDiscus foi realizada primeiramente em agosto de 2020 e atualizado em junho de 2022 sem restrições de datas. A estratégia de pesquisa utilizou a combinação dos seguintes descritores: *vegan diet OR vegetarian diet OR diet based plant AND exercise, physical training, sports, aerobic, strength, resistance, effort, performance, power, running, speed, hypertrophy* e BMI.

#### 3.3 Critérios de seleção

Foram selecionados estudos que apresentavam os seguintes critérios: (I) sujeitos que eram adeptos a dietas a base de plantas (veganos e vegetarianos) (II) sujeitos submetidos a algum protocolo para avaliar desempenho físico, (III) sujeitos praticantes de alguma modalidade esportiva, (IV) sujeitos onívoros como grupo controle e (V) artigos em inglês. Os critérios de elegibilidade dos artigos estão presentes na tabela PICO (Tabela 1). Revisões, revisões sistemáticas, estudos de casos e *letters* não foram incluídos. As etapas de seleção dos estudos seguiram a seguinte sequência: exclusão de duplicatas, leitura de títulos, leitura dos resumos e leitura dos estudos na íntegra (Figura 2). No presente estudo serão analisadas dietas lacto – ovo -vegetariana e vegana quando utilizadas por atletas e indivíduos fisicamente ativos em treinamentos aeróbicos e resistivo

#### 3.4 Avaliação do risco de viés

A avaliação do risco de viés foi realizada por revisores independentes utilizando uma adaptação do instrumento *Grading of Recommendations Assessment*,

*Development and Evaluation* (GRADE) (ATKINS *et al.*, 2004; CAMPOS *et al.*, 2018; CAMPOS *et al.*, 2022). Avaliações discrepantes foram resolvidas por meio de discussão com revisor independente. Desta forma, foi possível avaliar o risco de viés em cada estudo incluído na presente revisão sistemática. Os domínios avaliados nos estudos foram: ausência de sigilo de alocação (pesquisadores escolhem em qual grupo os sujeitos vão estar), ausência de mascaramento (pesquisadores tem conhecimento de qual grupo estão coletando dados), seguimento incompleto (queda do número de sujeitos participantes durante a pesquisa), relato seletivo de desfechos (ausência de dados que foram analisados) e outras limitações. Após esta avaliação, a qualidade dos artigos foi classificada de acordo com o número de respostas negativas em: alta qualidade (5 não), moderada qualidade (4 não), baixa qualidade (3 não), muito baixa qualidade (1 ou 2 não). Artigos qualidade muito baixa foram excluídos do trabalho.

### **3.5 Análise estatística**

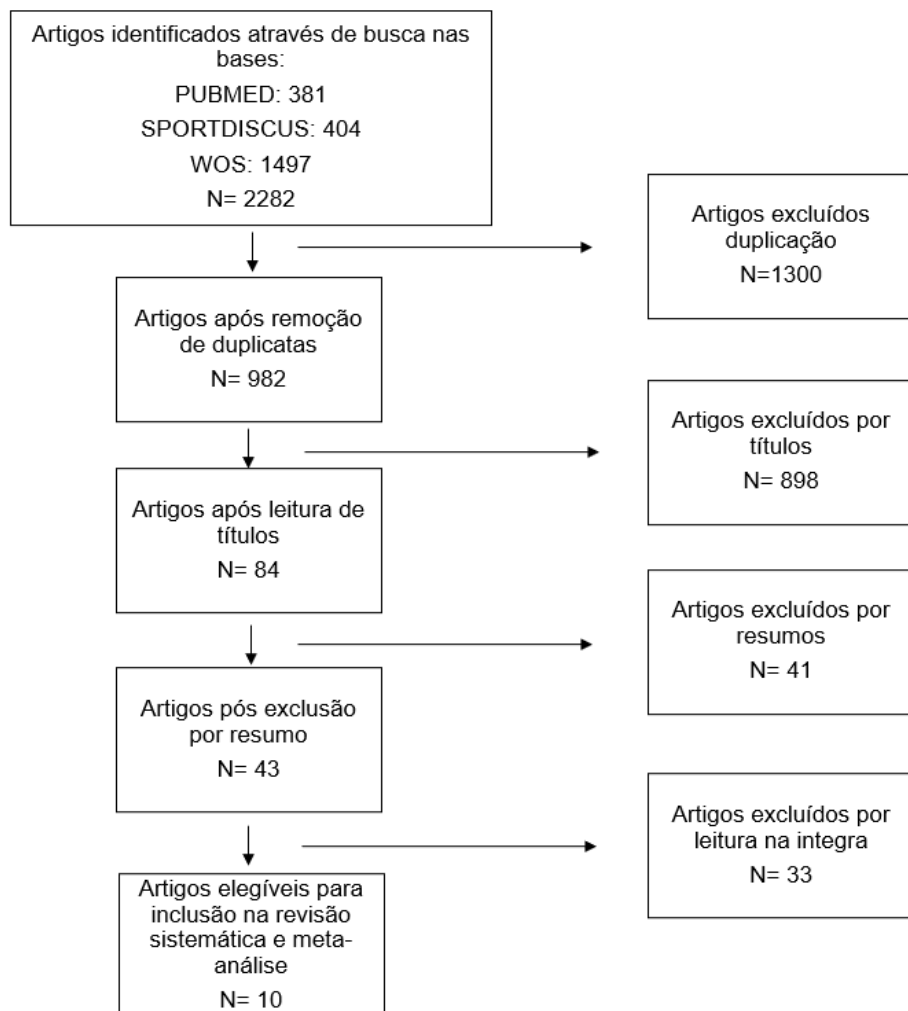
Os resultados de média e desvio-padrão das variáveis de interesse foram obtidos dos estudos incluídos. Para a meta-análise o software STATA foi utilizado para a verificação da heterogeneidade utilizando o teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) e a estatística  $I^2$ . O tamanho do efeito (Cohen's d ou Hedges' g) foi calculado para todos os estudos. A média ponderada do tamanho do efeito foi calculada levando em consideração as diferenças no tamanho das amostras. O tamanho do efeito médio não-ponderado também foi calculado e associado a um intervalo de confiança de 95%. Foi utilizada a classificação de Cohen para avaliar a magnitude do tamanho do efeito, onde  $d < 0,20$  indica efeito negligenciável,  $d = 0,20-0,49$  indica efeito pequeno,  $d = 0,50-0,79$  indica efeito moderado e  $d > 0,8$  indica efeito grande (COHEN, 1988).

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Revisão Sistemática

No total, 2282 artigos foram identificados por meio do banco de dados e pesquisas de referência. Após a remoção das duplicatas e exclusão dos artigos que não atendiam aos critérios de elegibilidade de acordo com a revisão de seus títulos, resumos e textos completos, 10 estudos, 36 ensaios, 293 indivíduos foram selecionados para inclusão na revisão sistemática (FIG. 2). O desenho do estudo é apresentado abaixo pela estratégia PICO (Tabela 1).

**Figura 2. Fluxograma do processo de escolha dos estudos.**



**Tabela 1. Estratégia Pico**

<b>ESTRATEGIA PICO</b>	
<b>POPULAÇÃO</b>	Veganos e vegetarianos
<b>INTERVENÇÃO</b>	Exercício físico
<b>COMPARADOR</b>	Onívoros
<b>OUTCOME (DESFECHO)</b>	Desempenho aeróbico, anaeróbico e IMC

#### 4.1.1 Caracterização da amostra

As características dos sujeitos, incluindo informações em relação ao tipo de dieta e ao tipo de protocolo usado em cada estudo, estão resumidos na Tabela 2. A maioria dos estudos usou dietas vegetarianas em seus protocolos. Em várias características, esses estudos apresentaram diferentes aspectos tais como de alimentação, (tipo de dieta), tempo de duração e o parâmetro medido para determinar o desempenho físico tais como: flexão e extensão de joelho, supino, remada e teste de  $VO_2$ . (Tabela 2).

Foram encontrados 3 (três) estudos com testes aeróbicos, 7 (sete) estudos com exercício de força de característica anaeróbica, concluindo um total de 10 manuscritos. A alimentação também se diferenciou entre os estudos, do total de 10 (dez) estudos 4 (quatro) tinham a dieta vegana como base e 6 (seis) dieta lacto-ovo-vegetariana. Dentre os estudos analisados tivemos 2 (dois) com mulheres e 8 (oito) estudos realizados com homens, o que não permitiu a realização de uma meta-análise separada entre gêneros.

**Tabela 2.** Características dos sujeitos (tempo de dieta, tipo de dieta, protocolo de exercício, variável de esforço). Abreviações- ONI: Onívoro; LOV: Lacto-Ovo- Vegetariano; VEG: Vegano

REFERÊNCIA	N DE SUJEITOS	CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	TEMPO DE DIETA	TIPO DE DIETA	PROTOCOLO	DURAÇÃO	VARIÁVEL	RESULTADOS
<b>NEBL et al., 2019</b>	26	Corredores recreativos	6 meses	Vegano e Lacto- ovo-vegetariano	Teste de esforço graduado	1 sessão	Potência Máxima (W/kg)	ONI: 4,15 ± 0,48, LOV: 4,20 ± 0,47, VEG: 4,16 ± 0,55
<b>NEBL et al., 2019</b>	26	Corredores recreativos	6 meses	Vegano e Lacto- ovo-vegetariano	Teste de esforço graduado	1 sessão	Potência Máxima por massa magra (W/kg LBM)	ONI: 5,29 ± 0,48, LOV: 5,39 ± 0,52, VEG: 5,26 ± 0,58
<b>NEBL et al., 2019</b>	16	Corredores recreativos	6 meses	Vegano e Lacto- ovo-vegetariano	Teste de esforço graduado	1 sessão	Potência Máxima (W/kg)	ONI: 3,99 ± 0,46, LOV: 4,06 ± 0,44, VEG: 4,06 ± 0,53
<b>NEBL et al., 2019</b>	16	Corredores recreativos	6 meses	Vegano e Lacto- ovo-vegetariano	Teste de esforço graduado	1 sessão	Potência Máxima (W/kg)	ONI: 4,41 ± 0,41, LOV: 4,46 ± 0,43, VEG: 4,39 ± 0,52
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treinamento Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas (especificar quantas vezes por semana)	Extensão de joelho direito (Nm)	ONI=189 ± 12 LOV= 179 ± 7

REFERÊNCIA	N DE SUJEITOS	CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	TEMPO DE DIETA	TIPO DE DIETA	PROTOCOLO	DURAÇÃO	VARIÁVEL	RESULTADOS
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treino Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas	Extensão de joelho esquerdo (Nm)	ONI= 185 ± 6 LOV= 181 ± 6
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treino Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas	Flexão de joelho direito (Nm)	ONI=157 ± 11 LOV= 167 ± 7
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treino Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas	Flexão de joelho esquerdo (Nm)	ONI=154 ± 25 LOV= 164 ± 7
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treino Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas	Supino (N)	ONI=627 ± 31 LOV=576 ±25
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treino Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas	Remada (N)	ONI=713 ± 34 LOV=669 ±27
<b>CAMPBELL et al., 1999</b>	19	Sujeitos acima do peso	12 semanas	Lacto- ovo-vegetariano	Treino Resistido 3 series de 8-12 repetições	12 semanas	Leg Press (N)	ONI=1694± 96 LOV=1564± 67

REFERÊNCIA	N DE SUJEITOS	CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	TEMPO DE DIETA	TIPO DE DIETA	PROTOCOLO	DURAÇÃO	VARIAVEL	RESULTADOS
<b>HAUB; WELLS; CAMPBELL, 2005</b>	21	<i>Fisicamente ativos</i>	14 semanas	Lacto- Ovo-Vegetariano	Teste de potência (3 repetições máximas em 4 (quatro) intensidades (20%, 40%, 60% e 80% relativas ao 1-RM).	12 semanas	Leg Press (N)	ONI= 1900 ± 381 LOV= 1958 ± 170
<b>HAUB; WELLS; CAMPBELL, 2005</b>	21	<i>Fisicamente ativos</i>	14 semanas	Lacto- Ovo-Vegetariano	Teste de potência (3 repetições máximas em 4 (quatro) intensidades (20%, 40%, 60% e 80% relativas ao 1-RM).	12 semanas	Remada (N)	ONI= 1248 ± 137 LOV= 1283 ± 150
<b>BOUTROS et al., 2020</b>	56	<i>Fisicamente ativos</i>	+ 24 meses	Veganos	Ciclo ergômetro	-	VO2 (ml/kg/min)	ONI= 41,6 ± 4,6 VEG=44,5 ± 5,2
<b>BOUTROS et al., 2020</b>	56	<i>Fisicamente ativos</i>	+ 24 meses	Veganos	Exercício Resistido	-	Tempo (min/week)	ONI= 8,8 ± 3,0 VEG= 12,2 ± 5,7
<b>BOUTROS et al., 2020</b>	56	<i>Fisicamente ativos</i>	+ 24 meses	Veganos	Força Muscular	-	Leg Press (kg/kg LBM)	ONI=2,5 ± 0,5 VEG=2,4 ± 0,4



REFERÊNCIA	N DE SUJEITOS	CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	TEMPO DE DIETA	TIPO DE DIETA	PROTOCOLO	DURAÇÃO	VARIAVEL	RESULTADOS
<b>BOUTROS et al., 2020</b>	56	<i>Fisicamente ativos</i>	+ 24 meses	<i>Veganos</i>	<i>Força Muscular</i>	-	<i>(Remada) (kg/kg LBM)</i>	<i>ONI= 1,4 ± 0,3 VEG=1,3 ± 0,2</i>
<b>RABEN et al., 1992</b>	8	<i>Atletas de resistência</i>	6 semanas	<i>Lacto- Ovo-Vegetariana</i>	<i>Resistencia até exaustão</i>	1 dia	<i>Resistencia (Tempo)</i>	<i>ONI= 78,2 ± 10,2 LOV= 75,3 ± 9,0</i>
<b>HIETAVALA et al., 2012</b>	9	<i>Fisicamente Ativos</i>	-	<i>Dieta vegetariana de baixa proteína</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	4 semanas	<i>VO2 (l/min) - Workload (40% of VO2max)</i>	<i>ONI= 1,82 ± 0,21 DVBP= 2,03 ± 0.25</i>
<b>HIETAVALA et al., 2012</b>	9	<i>Fisicamente Ativos</i>	-	<i>Dieta vegetariana de baixa proteína</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	4 semanas	<i>VO2 (l/min) - Workload (60% of VO2max)</i>	<i>ONI= 2,52 ± 0,33 DVBP= 2.86 ± 0.36</i>
<b>HIETAVALA et al., 2012</b>	9	<i>Fisicamente Ativos</i>	-	<i>Dieta vegetariana de baixa proteína</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	4 semanas	<i>VO2 (l/min) - Workload (80% of VO2max)</i>	<i>ONI= 3,54 ± 0,58 DVBP= 4.03 ± 0.5</i>
<b>HIETAVALA et al., 2012</b>	9	<i>Fisicamente Ativos</i>	-	<i>Dieta vegetariana de baixa proteína</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	4 semanas	<i>VO2 (l/min) - Workload (100% of VO2max)</i>	<i>ONI= 3,65 ± 0,65 DVBP= 3,87 ± 0.9</i>
<b>HIETAVALA et al., 2012</b>	9	<i>Fisicamente Ativos</i>	-	<i>Dieta vegetariana de baixa proteína</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	4 semanas	<i>Duration (min) in 100% of VO2max</i>	<i>ONI= 2,89 ± 1,91 DVBP= 1.81 ± 0.8</i>

REFERÊNCIA	N DE SUJEITOS	CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	TEMPO DE DIETA	TIPO DE DIETA	PROTOCOLO	DURAÇÃO	VARIAVEL	RESULTADOS
<b>LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016</b>	40	<i>Atletas – homens</i>	+ 24 meses	<i>Lacto -Ovo-Vegetariano</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	-	<i>VO2max (mL/kg/min)</i>	<i>ONI= 55.7 ± 8.4 LOV= 62.6 ± 15.4</i>
<b>LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016</b>	40	<i>Atletas - homens</i>	+ 24 meses	<i>Lacto -Ovo-Vegetariano</i>	<i>Extensão e Flexão de Pernas</i>	-	<i>Força Muscular (ft-lbs)</i>	<i>ONI= 124.2 ± 24.5 LOV= 114.4 ± 26.2</i>
<b>LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016</b>	30	<i>Atletas – mulheres</i>	+ 24 meses	<i>Lacto -Ovo-Vegetariano</i>	<i>Teste em ciclo ergômetro</i>	-	<i>VO2max (mL/kg/min)</i>	<i>ONI= 47.1 ± 8.6 LOV= 53.0 ± 6.9</i>
<b>LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016</b>	30	<i>Atletas – mulheres</i>	+ 24 meses	<i>Lacto -Ovo-Vegetariano</i>	<i>Extensão e Flexão de Pernas</i>	-	<i>Força Muscular (ft-lbs)</i>	<i>ONI= 73,6 ± 18.6 LOV= 65.5 ± 12.8</i>
<b>HEVIA-LARRAÍN et al., 2021</b>	19	<i>Homens- Fisicamente ativos</i>	-	<i>Veganos</i>	<i>Leg Press</i>	<i>12 semanas</i>	<i>Força Muscular (Kg.10<sup>3</sup>)</i>	<i>ONI= 186± 43 VEG= 177± 54</i>
<b>HEVIA-LARRAÍN et al., 2021</b>	19	<i>Homens- Fisicamente ativos</i>	-	<i>Veganos</i>	<i>Extensão de Pernas</i>	<i>12 semanas</i>	<i>Força Muscular (Kg.10<sup>3</sup>)</i>	<i>ONI= 58± 14 VEG= 52± 13</i>

REFERÊNCIA	N DE SUJEITOS	CARACTERÍSTICAS DOS SUJEITOS	TEMPO DE DIETA	TIPO DE DIETA	PROTOCOLO	DURAÇÃO	VARIAVEL	RESULTADOS
<b>DURKALEC-MICHALSKI et al., 2022</b>	10	Treinados	4 semanas	Veganos	Agachamento 70% (1RM)	-	Repetições	ONI= 21.9 ± 0.9 VEG= 26.1 ± 2.1
<b>DURKALEC-MICHALSKI et al., 2022</b>	10	Treinados	4 semanas	Veganos	Levantamento Terra 70% (1RM)	-	Repetições	ONI= 19.1 ± 1.4 VEG= 18.0 ± 1.2
<b>PFEIFFER et al., 2022</b>	18	Fisicamente ativos	+ 12 meses	Veganos	Teste em ciclo ergômetro	2 sessões	Potência Máxima (W/kg)	ONI= 7.58 ± 1.51 VEG= 8.13 ± 1.21
<b>PFEIFFER et al., 2022</b>	18	Fisicamente ativos	+ 12 meses	Veganos	Teste em ciclo ergômetro	2 sessões	Potência Média (W/kg)	ONI= 5.37 ± 0.84 VEG= 5.74 ± 0.81
<b>PFEIFFER et al., 2022</b>	18	Fisicamente ativos	+ 12 meses	Veganos	Teste em ciclo ergômetro	2 sessões	Tempo para alcançar potência max.(s)	ONI= 1.88 ± 0.39 VEG= 1.86 ± 0.38
<b>PFEIFFER et al., 2022</b>	18	Fisicamente ativos	+ 12 meses	Veganos	Teste em ciclo ergômetro	2 sessões	Índice de fadiga (%)	ONI= 47.52 ± 16.14 VEG= 52.67 ± 6.04

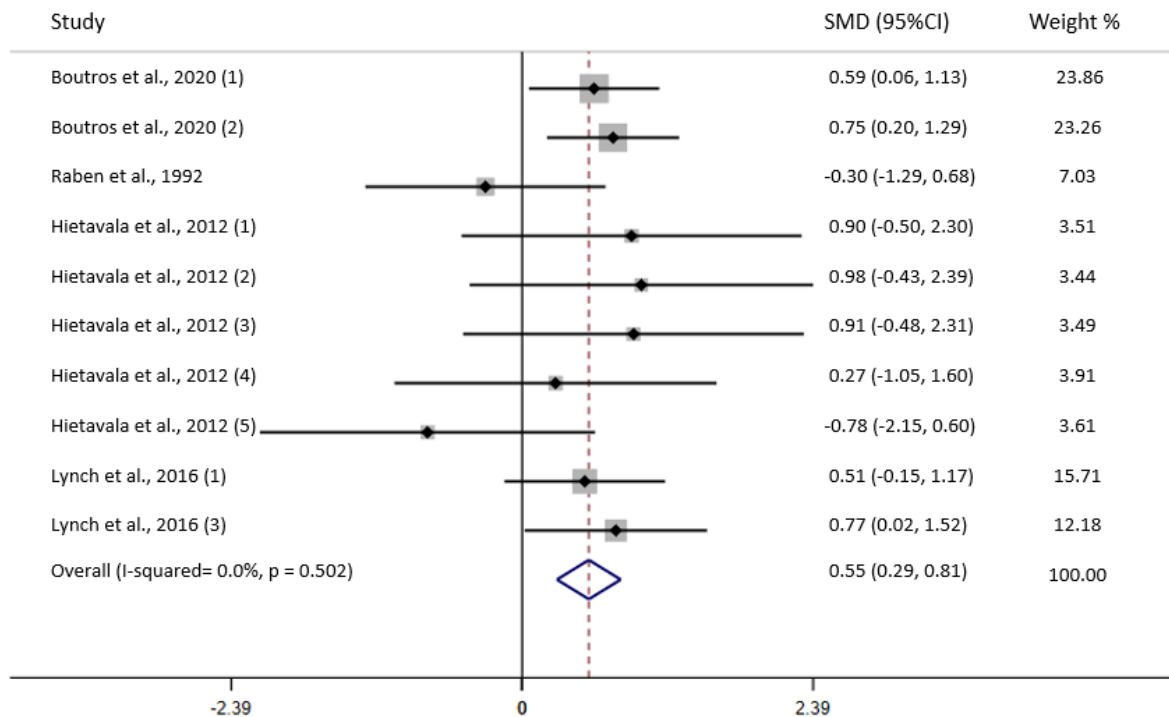
## 4.2 Meta-Análise

No total, 10 estudos (36 ensaios e 293 indivíduos) foram incluídos na meta-análise.

### 4.2.1 Análise da influência da dieta a base de plantas no desempenho aeróbico

Analisamos dados de dez ensaios com desempenho aeróbico e foi identificado que a alimentação a base de plantas aumentou o desempenho físico aeróbico de seus adeptos. O tamanho médio do efeito foi de 0,55 (IC 95% 0,29, 0,81) que indica que a relação entre dieta e exercício aeróbico é moderada. De acordo com a análise de efeitos fixos, nenhuma heterogeneidade foi observada entre esses estudos ( $I^2 = 0.0\%$ ,  $Q = 8.32$ ,  $df=9$ ,  $p = 0.502$ ) (FIG 3).

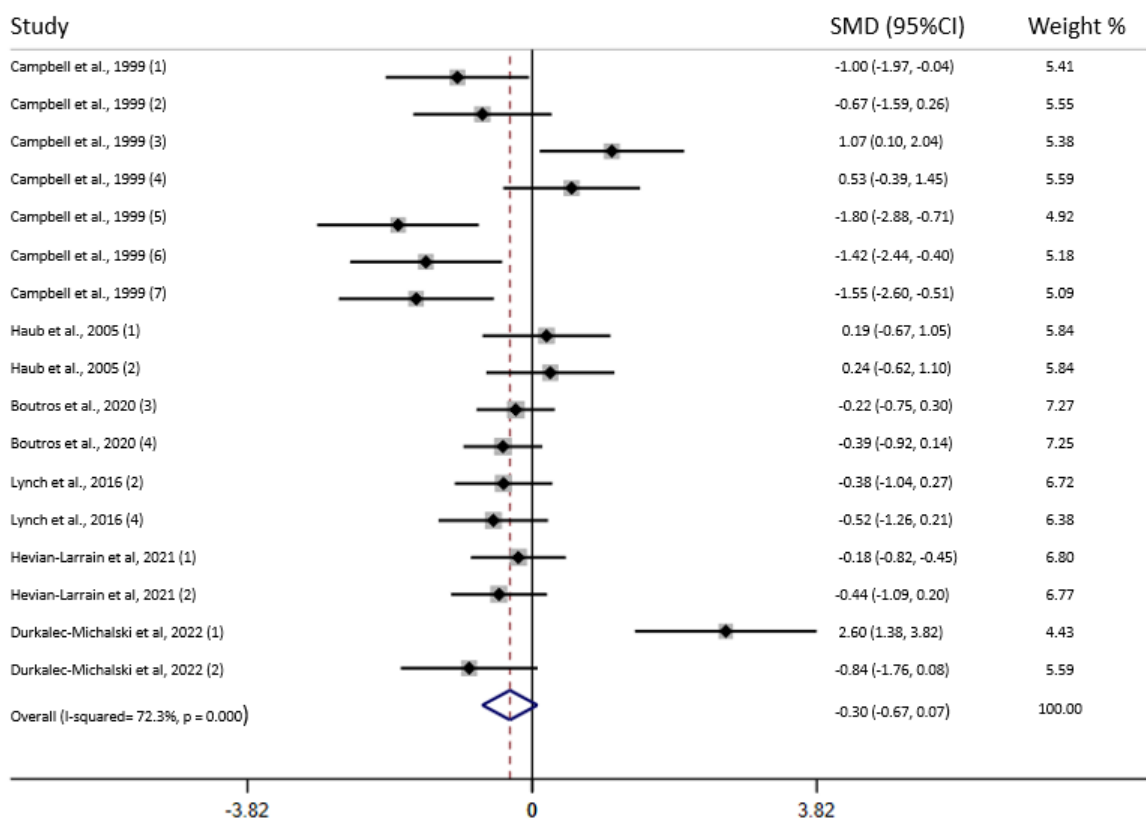
**Figura 3 Forest plot de desempenho físico aeróbico de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada**



#### 4.2.2 Análise da influência da dieta a base de plantas no desempenho anaeróbico

Analizamos dados de dezessete ensaios com exercícios resistidos e foi identificado que a alimentação a base de plantas não apresentou ganho de desempenho e também não influenciou de forma negativa a performance durante os testes. O tamanho médio do efeito foi de -0,30 (IC 95% -0,67, 0,07) que indica que não haver influência entre dieta e exercício de força. De acordo com a análise de efeitos fixos, nenhuma heterogeneidade foi observada entre esses estudos ( $I^2 = 72.3\%$ ,  $Q = 57.83$ ,  $df=16$ ,  $p = 0.000$ ).

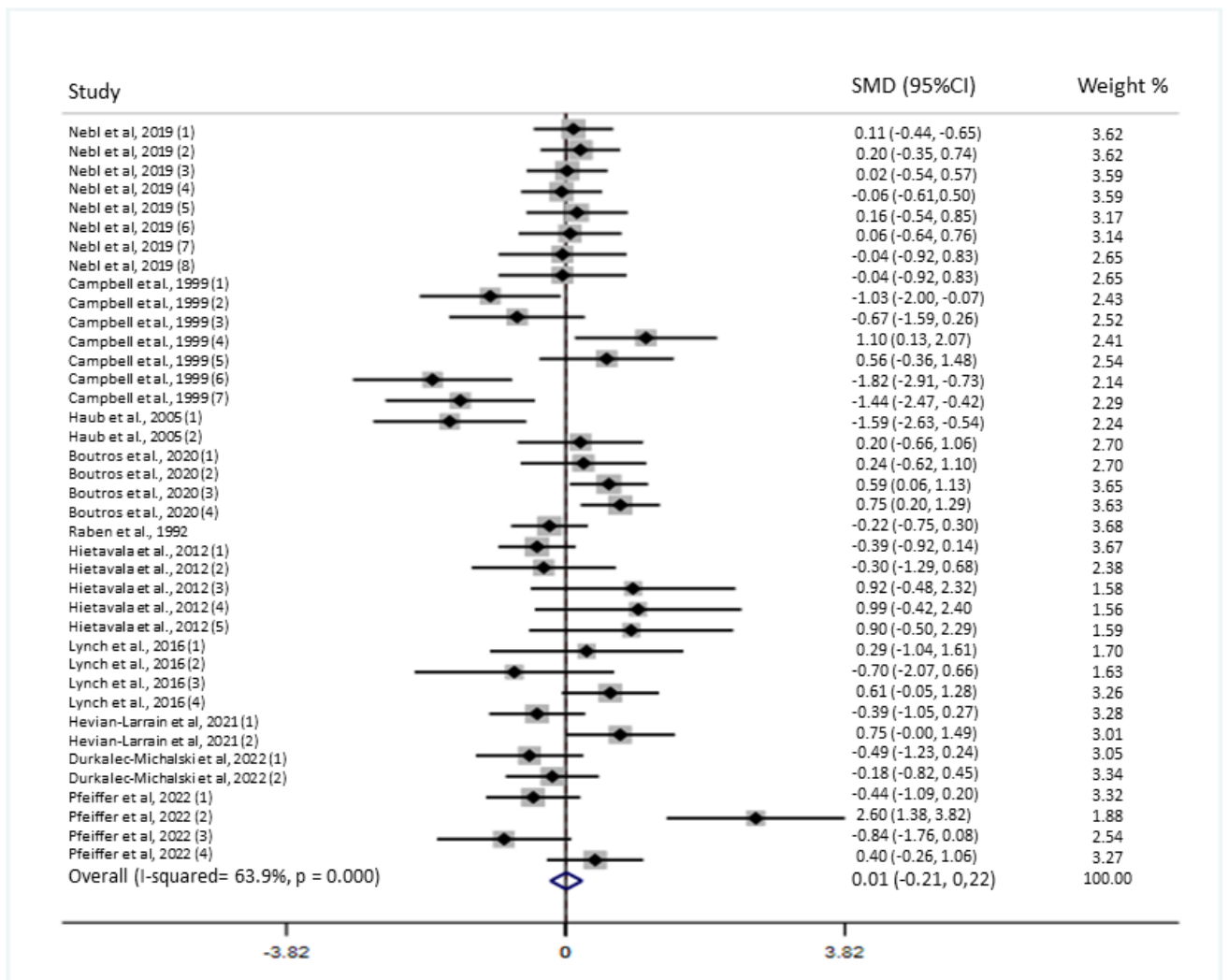
**Figura 4. Forest plot de desempenho físico anaeróbico de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada**



#### 4.2.3 Análise da influência da dieta a base de plantas no exercício físico geral

A análise geral (unificando todos os estudos) dos testes de desempenho em exercícios físico (aeróbico e anaeróbico) reuniu os dados de trinta e seis ensaios. Esta análise geral constatou que a dieta a base de plantas não influenciou no desempenho físico de forma geral. O tamanho médio do efeito foi 0,01 (IC 95% - 0,21, 0,22) (FIG. 5). De acordo com uma análise de efeitos fixos, nenhuma heterogeneidade foi observada entre esses estudos ( $I^2 = 63.9\%$ ,  $Q = 97.05$ ,  $df=35$ ,  $P = 0,000$ ).

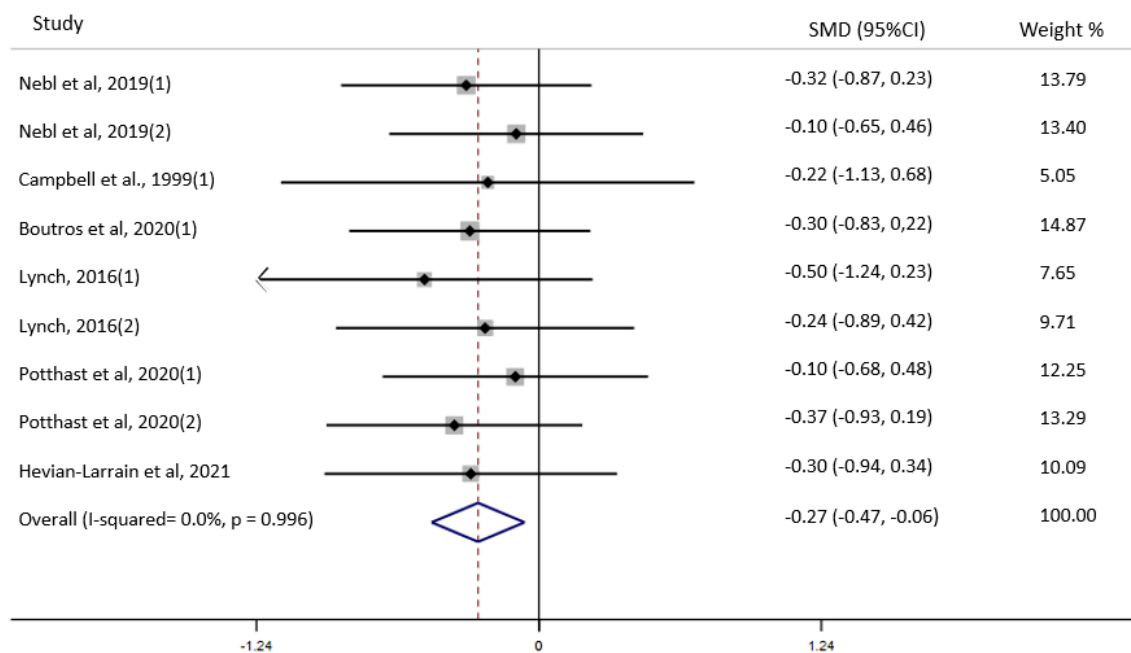
**Figura 5. Forest plot de desempenho físico geral de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada**



#### 4.2.4 Análise da influência da dieta a base de plantas no IMC

Após a análise que reuniu os dados de nove ensaios, verificou-se que a alimentação a base de plantas induziu uma redução do IMC de seus adeptos quando comparado aos indivíduos onívoros. O tamanho médio do efeito foi - 0,27 (IC 95% -0,40, - 0,15), o que indica uma pequena relação entre dieta e IMC. De acordo com uma análise de efeitos fixos, nenhuma heterogeneidade foi observada entre esses estudos ( $I^2 = 0.00\%$ ,  $Q = 1.25$ ,  $df=8$ ,  $P = 0.996$ )

**Figura 6. Forest plot do índice de massa corporal (IMC) de adeptos a dieta a base de planta. SMD, diferença média padronizada**



#### 4.3 Risco de Viés

Em geral, os estudos avaliados na presente revisão sistemática mostraram controle consistente do risco de viés e foram considerados estudos de boa qualidade. O risco de viés foi avaliado em oito estudos na revisão sistemática. Das oito avaliações, cinco estudos não apresentaram nenhum risco importante de viés.





## 5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar se as dietas a base de plantas interferiam no desempenho físico de seus adeptos. Foram considerados tanto o desempenho em exercícios aeróbio quanto em exercícios anaeróbios. Avaliamos também a influência da dieta na manutenção do peso corporal. As principais constatações de nosso estudo foram que uma dieta com base vegetal não prejudica o desempenho físico e mantém o IMC de indivíduos veganos/vegetarianos mais baixo quando comparados com os indivíduos onívoros. Em geral os estudos avaliados mostraram um bom controle de risco de viés.

Os resultados do presente estudo vão ao encontro dos achados de Lynch; Wharton; Johnson (2016) que relataram maiores níveis de  $VO_2$  máximo, em um grupo de mulheres vegetarianas jovens.

Uma possível explicação para tal benefício para o desempenho aeróbico seria o consumo elevado de carboidratos contido em frutas, legumes e vegetais presentes nas dietas veganas e vegetarianas. Levando em consideração que os aspectos regulatórios do metabolismo dos carboidratos estão dirigidos para o fornecimento rápido de ATP, advindo do metabolismo aeróbico e anaeróbico, ambos os sistemas são ativados muito rapidamente durante as transições de potência média para uma intensidade mais alta do exercício ( $VO_2 > 80\%$ ) (HARGREAVES e SPRIET, 2020).

Embora haja relatos controversos sobre a capacidade aeróbica de vegetarianos e onívoros a série de estudos relatados na literatura aqui analisados demonstram que as dietas a base de plantas poderiam ser benéficas para desempenho aeróbico (HIETAVALA *et al.*, 2012; LYNCH, WHARTON e JOHNSTON, 2016; BOUTROS *et al.*, 2020).

De maneira geral nossos estudos foram avaliados sem levar em consideração a distinção de gêneros. Não foi encontrado na literatura um número suficiente de estudos que possibilitassem uma meta-análise nesta direção. Embora a literatura já registre um possível impacto da dieta a base de plantas no desempenho aeróbico de mulheres (LYNCH, WHARTON e JOHNSTON, 2016) o presente trabalho não confirmou tal informação por falta de número de ensaios necessários para realizar a meta-análise, isto é, para a aplicação de meta-análise, exigiria um número maior de estudos.

Os níveis de desempenho físico nos vários testes de força aqui avaliados em conjunto (extensão e flexão de joelhos, leg press, remada e supino), não

apresentaram diferenças entre os indivíduos adeptos a dieta a base de plantas quando comparados a onívoros. Nossos estudos apresentam resultados similares aos de Boutros e colaboradores (2020) que, indicaram uma manutenção de rendimento de adeptos a dieta a base de plantas

A queda de rendimento tem sido uma preocupação constante de treinadores e atletas com relação ao consumo do tipo de proteína que eventualmente poderia comprometer o resultado. A queda de rendimento, mesmo que seja pequena, se torna importante para atletas de elite. De acordo com os nossos resultados essa preocupação não teria fundamento, indicando que proteínas vegetais presentes, na dieta apresentariam qualidades e quantidades necessárias para manutenção do desempenho esportivo. Esta manutenção do desempenho esportivo em indivíduos veganos/vegetarianos parece não estar associada ao menor consumo de nutrientes geralmente classificados como importantes para uma boa performance exigida em exercícios de força, como por exemplo a creatina (Cr). Estes componentes são encontrados em sua maioria em alimentos de origem animal, como a carne vermelha. Vegetarianos usualmente apresentam níveis mais baixos de creatina total. No entanto, essa diferença parece torná-los mais receptivos à suplementação de creatina e seus efeitos (BURKE *et al.*, 2003). Esta suplementação poderia ser desnecessária se a intensão for apenas a manutenção do desempenho e não uma eventual melhora associada ao aumento de consumo de creatina.

A ingestão de creatina via oral aumenta a quantidade de PCr (fosfocreatina) intramuscular, aumenta a contribuição para a rápida ressíntese de ATP necessária em atividades curtas e de alta intensidade e promovem o aumento de fosfatos de alta energia entre as mitocôndrias (origem) e a região sarcoplasmática (região muscular) (MAUGHAN, 1995; KREIDER, 2003; FEUERBACHE *et al.*, 2021). Tais ações causadas pelo possível efeito positivo da creatina são pontos importantes para o aumento de massa e força muscular (GUALANO *et al.*, 2011).

Fontes de proteínas de origem vegetal tendem a ter um perfil de distribuição de aminoácidos menos ideal que proteínas de origem animal (MARIOTTI; GARDNER, 2019), tal distribuição quanto mal avaliada poderia eventualmente ocasionar um uso inadequado dos aminoácidos para a síntese de proteínas (TUJIOKA *et al.*, 2011). A disponibilidade de aminoácidos influencia consideravelmente o acúmulo de proteína corporal. Aminoácidos derivados de proteínas vegetais possuem menor disponibilidade periférica do que derivados de

proteínas animais (MILLWARDE *et al.*, 2002), o que pode interferir de forma considerável na síntese proteica prejudicando assim o desempenho em exercícios de força.

No entanto, quando consumidas de maneira adequada, com planejamento, dietas a base de plantas supririam a demanda para realização da síntese proteica necessária do grupamento muscular envolvido na execução do exercício (BERRAZAGA *et al.*, 2019; JOY *et al.*, 2013). Como na presente análise não foi encontrado prejuízos nos desempenhos de força não deveria ser uma preocupação a ser considerada. Um plano alimentar bem elaborado com o consumo de 30g/refeição de proteínas vegetais pode ser uma estratégia eficiente para o aumento da massa muscular (BROWN *et al.*, 2004; JOY *et al.*, 2013; van VLIET; BURD; van LOON, 2015), assim como, diminuir as diferenças anabólicas existentes entre proteínas vegetais e animais (HAUB *et al.*, 2002; ISANEJAD *et al.*, 2015; HUANG *et al.*, 2016).

Um resultado bastante interessante do presente estudo foi que o IMC de indivíduos adeptos a dietas a base de plantas foi menor quando comparados a indivíduos onívoros, o que auxilia a consolidar o senso comum, bem como os resultados encontrados na literatura de que dietas a base de plantas associadas ao exercício físico seriam uma boa estratégia para emagrecimento (ALEWAETERS *et al.*, 2005; FONTANA *et al.*, 2007).

Os valores mais baixos de IMC na população vegetariana podem ser resultado de uma dieta mais saudável, já que são conhecidas por serem ricas em fibras e pobres em gordura animal. Nebl *et al.*, 2019 em seu estudo com corredores recreativos não encontraram diferenças entre onívoros e adeptos a dietas a base de plantas (veganos e vegetarianos), resultado que corrobora com outros estudos que utilizaram o IMC como variável de medida (NEBL *et al.*, 2019) (PHILLIPS *et al.*, 2004) (POTTHAST *et al.*, 2020). Embora veganos e vegetarianos possam apresentar um IMC um pouco mais baixo (MP= 22.66) que onívoros (MP=23.75), ainda assim apresentam valores dentro do normal (18.5 – 24.9) (OMS) não tendo apresentado um déficit acentuado como tem sido uma preocupação de treinadores.

## 6 CONCLUSÃO

Dietas a base de plantas não se apresentam prejudiciais ao desempenho físico em além disto, quando bem planejadas podem auxiliar na melhora da composição corporal de seus adeptos. Estudos futuros são interessantes para eventual relação entre dietas a bases a de plantas e gênero.

## REFERENCIAS

ALEWAETERS, K. *et al.* Cross-sectional analysis of BMI and some lifestyle variables in Flemish vegetarians compared with non-vegetarians. **Ergonomics**, v. 48, p. 1433-1444, 2005.

ATKINS, D. *et al.* Systems for grading the quality of evidence and the strength of recommendations I: critical appraisal of existing approaches The GRADE Working Group. **BMC Health Services Research**, v. 38, n. 4, p. 1-7, 2004.

BARANAUSKAS, M. *et al.* Nutritional habits among high-performance endurance athletes. **Medicina**, v. 51, p. 351-362, 2015.

BARR, S.; RIDEOUT, C. A. Nutritional considerations for vegetarian athletes. **Nutrition**, v. 20, n. 7-8, p. 696-703, 2004.

BOUTROS, G. H. *et al.* Is a vegan diet detrimental to endurance and muscle strength? **European Journal of Clinical Nutrition**, Abril. 2020.

BURKE, D. G. *et al.* Effect of creatine and weight training on muscle creatine and performance in vegetarians. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 35, p. 1946-1955, 2003.

CAMPBELL, W. W. *et al.* Effects of an omnivorous diet compared with a lactoovo vegetarian diet on resistance-training-induced changes in body composition and skeletal muscle in older men. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 70, p. 1032-1039, 1999.

CAMPOS, H. O. *et al.* Nitrate supplementation improves physical performance specifically in non-athletes during prolonged open-ended tests: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Nutrition**, v. 6, p. 636-657, 2018.

CRAIG, W. J.; MANGELS., A. R. Position of the American Dietetic Association: Vegetarian Diets. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, p. 1266-1282, 2009.

DASHTY, M. A quick look at biochemistry: Carbohydrate metabolism. **Clinical Biochemistry**, p. 1-13, 2013.

DURKALEC-MICHALSKI, K. *et al.* Effect of a Four-Week Vegan Diet on Performance, Training Efficiency and Blood Biochemical Indices in CrossFit-Trained Participants. **Nutrients**, v. 14, p. 1-19, 2022.

FAUDE, O. *et al.* Ernährungsanalysen und Vitaminstatus bei deutschen Spitzenathleten. **Leistungssport**, v. 35, p. 4-9, 2005.

FERREIRA, L. G.; BURINI, R. C.; MAIA, A. F. Vegetarian diets and sports performance. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 7, p. 469-477, 2006.

FONTANA, L. *et al.* Long-Term Low-Calorie Low-Protein Vegan Diet and Endurance Exercise are Associated with Low Cardiometabolic Risk. **Rejuvenation Research**, v. 10, n. 2, p. 225-234, 2007.

GASTIN, P. B. Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise. **Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

GORAN, M. *et al.* Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. **International Journal of Obesity**, v. 24, p. 841-848, 2000.

GUALANO, B. *et al.* Creatine in type 2 diabetes: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 5, p. 770-778, Maio. 2011.

HARGREAVES, M.; SPRIET, L. L. Exercise Metabolism: Fuels for the Fire. **Cold Spring Harbor Perspectives Medicine**, p. 1-15, 2018.

HARGREAVES, M.; SPRIET, L. L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. **Nature Metabolism**, 2020.

HAUB, M. D. *et al.* Effect of protein source on resistive-training-induced changes in body composition and muscle size in older men. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 76, n. 3, p. 511-517, 2002.

HAUB, M. D.; WELLS, A. M.; CAMPBELL, W. W. Beef and soy-based food supplements differentially affect serum lipoprotein-lipid profiles because of changes in carbohydrate intake and novel nutrient intake ratios in older men who resistive-train. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 54, p. 769– 774, 2005.

HEVIA-LARRAÍN, V. *et al.* High-Protein Plant-Based Diet Versus a Protein-Matched Omnivorous Diet to Support Resistance Training Adaptations: A Comparison Between Habitual Vegans and Omnivores. **Sports Medicine**, p. 1-14, 2021.

HIETAVALA, E.-M. *et al.* Low-protein vegetarian diet does not have a short-term effect on blood acid–base status but raises oxygen consumption during submaximal cycling. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 50, p. 1-9, 2012.

HOLLOSZY, J. O. Adaptations of Skeletal Muscle Mitochondria to Endurance Exercise: A Personal Perspective. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 32, n. 2, p. 41-43, Abril. 2004.

HUANG, R. Y. *et al.* Vegetarian Diets and Weight Reduction: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Journal of General Internal Medicine**, v. 31, n. 1, p. 109-116, 2016.

ISANEJAD, M. *et al.* Association of protein intake with the change of lean mass among elderly women: The Osteoporosis Risk Factor and Prevention – Fracture Prevention Study (OSTPRE-FPS). **Journal of Nutritional Science**, v. 4, n. 41, p. 1-8, 2015.

- JOY, J. M. *et al.* The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. **Nutrition Journal**, v. 13, p. 1-7, 2013.
- KEY, T. J.; APPLEBY, P. N.; ROSELL, M. S. Health effects of vegetarian and vegan diets. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 65, p. 35–41, 2006.
- KREIDER, R. B. *et al.* Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. **Molecular and cellular Biochemistry**, p. 95-104, Fevereiro. 2003.
- KRÓL, W. *et al.* A Vegan Athlete's Heart—Is It Different? Morphology and Function in Echocardiography. **Diagnostics**, v. 10, p. 1-9, 2020.
- LYNCH, H. M.; WHARTON, C. M.; JOHNSTON, C. S. Cardiorespiratory Fitness and Peak Torque Differences between Vegetarian and Omnivore Endurance Athletes: A Cross-Sectional Study. **Nutrients**, v. 8, n. 726, p. 1-11, 2016.
- LYNCH, H. M.; WHARTON, C. M.; JOHNSTON, C. S. Plant-Based Diets: Considerations for Environmental Impact, Protein Quality, and Exercise Performance. **Nutrients**, v. 10, n. 1841, p. 1-16, 2018.
- MARIOTTI, F.; GARDNER, C. D. Dietary Protein and Amino Acids in Vegetarian Diets—A Review. **Nutrients**, v. 11, p. 1-19, 2019.
- MAUGHAN, R. Creatine supplementation and exercise performance. **International Journal Sport Nutrition**, v. 5, n. 2, p. 100-110, 1995.
- MILLWARD, D. J. *et al.* Efficiency of utilization of wheat and milk protein in healthy adults and apparent lysine requirements determined by a single-meal [1-13C]leucine balance protocol. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 76, n. 6, p. 1326-1334, Dezembro. 2002.
- MONDAL, H.; MISHRA, S. P. Effect of BMI, Body Fat Percentage and Fat Free Mass on Maximal Oxygen Consumption in Healthy Young Adults. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**, v. 11, n. 6, p. 17-20, Junho. 2017.
- NEBL, J. *et al.* Exercise capacity of vegan, lacto-ovo-vegetarian and omnivorous runners. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 23, p. 1-8, 2019.
- PAGE, M. J. *et al.* PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. **BMJ**, n. 160, p. 1-36, 2021.
- PFEIFFER, A. *et al.* Sprint Interval Exercise Performance in Vegans. **Journal of the American College of Nutrition**, p. 1-9, 2021.
- PHILLIPS, F. *et al.* Effect of changing to a self-selected vegetarian diet on anthropometric measurements in UK adults. **Journal Human Nutrition Dietetic**, v. 17, p. 249-255, 2004.

POTTHAST, A. B. *et al.* Impact of Nutrition on Short-Term Exercise-Induced Sirtuin Regulation: Vegans Differ from Omnivores and Lacto-Ovo Vegetarians. **Nutrients**, v. 20, p. 15, Abril. 2020.

RABEN, A. *et al.* Serum sex hormones and endurance performance after a lactoovo vegetarian and mixed diet. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, p. 1290-1297, 1992.

SPRIET, L. L. New Insights into the Interaction of Carbohydrate and Fat Metabolism During Exercise. **Sports Medicine**, v. 44, p. 87-96, 2014.

TRAPP, D.; KNEZ, W.; SINCLAIR, W. Could a vegetarian diet reduce exercise-induced oxidative stress? A review of the literature. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 12, p. 1261-1268, Outubro. 2010.

TUJIOKA, K. *et al.* Effect of the quality of dietary aminoacids composition on the urea synthesis in rats. **Journal Nutrition Science Vitaminol**, v. 57, p. 48-55, 2011.

VENDERLEY, A. M.; CAMPBELL, W. W. Vegetarian Diets: Nutritional Considerations for Athletes. **Sports Medicine**, v. 36, n. 4, p. 293-305, 2006.

VLIET, S. V.; BURD, N. A.; LOON, L. J. V. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. **The Journal of Nutrition**, v. 145, n. 9, p. 1981-1991, 2015.



**ANEXOS**

**ANEXO A – TRABALHO EM INGLÊS**

**YANCKA DE OLIVEIRA DAMASCENO**

**PLANT-BASED DIETS IMPROVE AEROBIC EXERCISE PERFORMANCE  
BUT DO NOT INTERFERE WITH STRENGTH EXERCISE – A SYSTEMATIC  
REVIEW AND META-ANALYSIS**

**PLANT-BASED DIETS IMPROVE AEROBIC EXERCISE PERFORMANCE BUT DO NOT INTERFERE WITH STRENGTH EXERCISE – A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

Yancka de Oliveira Damasceno<sup>a\*</sup>; Lucas R. Drummond<sup>a,b</sup>; Helton O. Campos<sup>a,c</sup>; Gabriel Moraes<sup>a</sup>; Rodrigo Viza<sup>a</sup>; Fernando Barcelos<sup>a</sup>; Renata Campos<sup>a</sup>; Cauã Viana<sup>a</sup>; Henrique Gespacher<sup>a</sup>; Mateus Monteiro<sup>a</sup>; and Cândido C. Coimbra<sup>a</sup>

*a Department of Physiology and Biophysics, Institute of Biological Sciences, Federal University of Minas Gerais, 31270-901 Belo Horizonte, Brazil*

*b Department of Physical Education, State University of Minas Gerais – Divinópolis Unit, 35501-170 Divinópolis, Brazil*

*c Department of Biological Sciences, University of the State of Minas Gerais – Carangola Unit, 36800-000 Carangola, Brazil*

FIRST DRAFT

## **PLANT-BASED DIETS IMPROVE AEROBIC EXERCISE PERFORMANCE BUT DO NOT INTERFERE WITH STRENGTH EXERCISE – A SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS**

**BACKGROUND:** The aim of the present study was to evaluate whether plant-based diets would interfere with physical performance in aerobic and anaerobic exercises. In addition, we verified its influence on the maintenance of the BMI of physically active individuals through a systematic review followed by meta-analysis.

**METHODOLOGY:** For this, a systematic search was carried out in 3 electronic databases (PubMed, Web of Science and SPORTDiscus). Studies that presented subjects adept at plant-based diets, that is, vegans or vegetarians, were selected. The subjects should have been submitted to some protocol to evaluate physical performance or be practitioners of some sport. As a control group, omnivorous subjects were used.

**RESULTS:** A total of 10 studies (n=293 subjects) were included in the meta-analysis. The physical performance in aerobic and resistance exercises when analyzed together did not reveal any influence of the plant-based diet on performance (effect size [ET]= 0.01). However, the evaluation considering only the performance in aerobic exercises showed a moderate improvement in vegan/vegetarian subjects ([TE]= 0.55) when compared to omnivorous subjects. On the other hand, the analysis of performance in tests involving strength exercises found no improvement in the performance of vegan/vegetarian athletes ([TE] = -0.30). Regarding the influence of plant-based diets on BMI, a consistent reduction was observed ([TE]= -0.27).

**CONCLUSION:** Plant-based diets have a moderate potential to induce consistent improvement in aerobic exercise performance, but do not interfere with strength exercise performance. The plant-based diet has a positive effect on lowering the BMI of its adherents. However, some care must be taken, given the small number of studies evaluating physical performance in individuals who adhere to these diets.

**REGISTRATION:** The protocol for this systematic review was pre-registered on the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO, Registration Number: CRD42021248682).

**Keywords:** vegan diet; vegetarian diet; performance; exercise.

## 1. INTRODUCTION

Plant-based diets are generally rich in carbohydrates, antioxidants, fiber and phytochemicals when compared to omnivorous diets. They are mostly composed of plant foods such as fruits, vegetables, legumes, grains and oilseeds. However, they are very restrictive regarding the consumption of foods of animal origin, including proteins. Although all variations exclude meat consumption, in some of them, other foods of animal origin are included, such as dairy products and eggs (VENDERLEY and CAMPBELL, 2006).

There are several classifications of plant-based diets that differ according to the restrictions on consumption of animal products, the main ones being: lacto-ovo-vegetarian (eggs and dairy products are allowed); lacto-vegetarian (dairy allowed); egg-vegetarian (eggs are allowed) and the vegan diet (all foods of animal origin are excluded). The vegan diet even excludes honey from bees (VENDERLEY and CAMPBELL, 2006).

Aerobic training has the potential to increase mitochondrial biogenesis in the skeletal muscle (HOLLOSZY, 2004) and consequently allows a greater uptake of oxygen ( $O_2$ ). This greater uptake is related to efficiency for energy production, that is, the oxidative production of ATP (adenosine triphosphate). This ATP production involves the oxidation of nutrients in the mitochondria for energy supply. This energy is derived from food substrates rich in carbohydrates, lipids and proteins (HARGREAVES and SPRIET, 2020).

During submaximal exercise (60% to 80%  $VO_{2MAX}$ ) the oxidative metabolism of lipids and carbohydrates provides almost all the ATP needed for contractile activity. At moderate intensities of physical exercise (below 50 to 60%  $VO_{2MAX}$ ) lipid oxidation predominates, however with increasing exercise intensity there is an increasing use of energy from carbohydrate metabolism (Spriet, 2014). The relative contribution of these substrates is determined by the duration and intensity of the exercise (HARGREAVES and SPRIET, 2018).

Studies that have analyzed the relationship between plant-based diets and physical performance in aerobic exercise have found conflicting results regarding physical performance in performance evaluation tests performed. Boutros et al (2020), observed an improvement in  $VO_2$  during aerobic performance tests in physically active

vegan women when compared to omnivores. A similar result was observed in Lynch's study; Wharton; Johnson (2016) carried out with endurance athletes of both genders (men and women) who adhere to plant-based diets. However, Hietavala et al, (2012) found no differences in physically active vegetarian men who underwent the test to exhaustion on a cycle ergometer.

Anaerobic exercises and strength exercises have as their main characteristic the use of ATP derived from the independent synthesis of oxygen, having their subdivisions between alactic anaerobic pathway (ATP-CP pathway) and lactic anaerobic pathway (glycolytic pathway). The alactic anaerobic energy utilization pathway or the ATP-CP (CP – creatine-phosphate) pathway does not produce lactate at the end of the reactions. This pathway is characterized as an energy system of ATP resynthesis performed through energy derived from the high-energy phosphate bond of phosphocreatine existing in striated muscles (GASTIN, 2001).

The energy from the glycolytic pathway depends on the use of glucose captured from the circulation or derived from glycogen stored in the muscle. (FAUSTINO, 2004). Glycogen storage occurs from glucose/lactate by a process called glucogenesis (direct pathway)/gluconeogenesis (indirect pathway). In this way, glucose is added to the glycogen chain and stored mainly in the muscles and liver. Glucose derived from glycogenolysis becomes a source for rapid energy acquisition during high-intensity exercise (ADEVA-ANDANY et al., 2014).

The lactate formation pathway derived from the glycolytic pathway allows the generation and release of ATP during glycolysis without the use of oxygen. Excess lactate does not accumulate inside the cell and is released into the bloodstream, being largely taken up by the muscle, allowing a greater flow in the glycolytic pathway and consequent formation of ATP in the absence of O<sub>2</sub> (ADEVA-ANDANY et al., 2014).

Studies that relate plant-based diets with anaerobic exercise, such as strength and power exercises, have shown similar performance results between omnivores and vegetarians. That is, in both groups, gains of 10–38% in mean muscle strength were observed after 12 weeks of training (CAMPBELL et al., 1999; HAUB, WELLS and CAMPBELL, 2005). More recent studies of resistance and aerobic exercise reinforce these findings, as they did not find differences in aerobic exercise, stationary bicycle (NEBL et al, 2019) and in resistance exercise of upper and lower limbs (BOUTROS et al, 2020). However, these studies are scarce and not yet conclusive.

Another important aspect that has been raised in the literature is the choice of plant-based diets associated with physical exercise as part of a weight loss protocol (GORAN et al., 2000; MONDAL and MISHRA, 2017). This association between physical exercise/plant-based diet/weight loss has been attributed to the low body mass index (BMI) of vegetarians who practice physical exercise (CRAIG and MANGELS., 2009). However, the effects of plant-based diets and their interference on body weight have shown some conflicting results. Lynch; Wharton; Johnson (2016) found differences in body mass between vegetarian and omnivorous athletes. However, such results were not confirmed by Boutros et al. (2020) among vegan women. However, for male athletes who use plant-based diets, body weight reduction has been reported (LYNCH; WHARTON; JOHNSTON, 2016; KRÓL et al., 2020). Together these results suggest that there would be a possible influence of gender in relation to BMI determined by plant-based diets.

Despite these differences in the results of the literature, plant-based diets associated with aerobic physical exercise have been used as a strategy to help maintain lean mass in overweight women. However, even when weight reduction was not found, training associated with diet determined a 15% increase in VO<sub>2</sub>max and at the same time has been shown to be positive for the reduction of visceral fat and maintenance of lean mass (GORAN et al., 2000).

In recent years, some hypotheses regarding the possible benefit of adopting vegetarian diets to improve physical performance have been raised. This advantage has been attributed to the high amount of carbohydrate consumption and, consequently, better glycogen reserves (BARR and RIDEOUT, 2004; FERREIRA et al, 2006), which, associated with the increase in the consumption of phytochemicals and antioxidants, would possibly help to reduce the damage of the oxidative stress caused by exercise (TRAPP, KENEZ and SINCLAIR, 2010). The lower body fat index observed in individuals adept to plant-based diets seems to be due to their lower lipid content and the higher fiber content found in these diets. These characteristics of lower energy density of the diet combined with the practice of exercise would improve VO<sub>2</sub> (BOUTROS et al., 2020).

Despite the possible benefits of a vegetarian diet for performance and health, coaches of high-performance athletes are concerned about the possibility of low consumption of micro and macronutrients such as B vitamins (B1, B2, B6, B12), calcium, zinc and proteins. Insufficient intake of these nutrients could eventually cause

a drop in sports performance (FAUDE et al., 2005; VENDERLEY; CAMPBELL, 2006; BARANAUSKAS et al., 2015).

Faced with the increasing adherence to plant-based diets by athletes and physical exercise practitioners, it would be important to identify the possible benefits and risks that could impact the physical performance and health of these individuals.

Taking this fact into account, this study aims to identify whether plant-based diets influence the physical performance and body composition of vegan and vegetarian individuals when compared to omnivores.

## **2. PURPOSE**

The aim of the present study was to evaluate whether plant-based diets interfere with physical performance in aerobic and anaerobic exercises and BMI of physically active individuals through a systematic review followed by meta-analysis.

## **3. METHODS**

### *3.1 Protocol and registration in PROSPERO*

This systematic review and meta-analysis were conducted and reported according to the guidelines outlined in PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis) (PAGE et al., 2021) and registered in PROSPERO (CRD42021248682).

### *3.2 Selection of studies*

A systematic search of electronic databases including PubMed, Web of Science and SPORTDiscus was first performed in August 2020 and updated in June 2022 with no date restrictions. The research strategy used a combination of the following descriptors: vegan diet OR vegetarian diet OR diet-based plant AND exercise, physical training, sports, aerobic, strength, resistance, effort, performance, power, running, speed, hypertrophy and BMI.

### *3.3 Selection criteria*

Studies that had the following criteria were selected: (I) subjects who were adept at plant-based diets (vegans and vegetarians) (II) subjects submitted to a protocol to assess physical performance, (III) subjects who practiced some type of sport and (IV) omnivorous subjects as a control group. Reviews, systematic reviews, case studies and

letters were not included, but were analyzed. The stages of study selection followed the following sequence: exclusion of duplicates, reading of titles, reading of abstracts and reading of studies in full (Figure 2). In the present study, lacto-ovo-vegetarian and vegan diets will be analyzed when used by athletes and physically active individuals in aerobic and resistive training.

### *3.4 Risk of bias assessment*

The risk of bias assessment was performed by independent reviewers using an adaptation of the Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation (GRADE) instrument (ATKINS et al., 2004; CAMPOS et al., 2018; CAMPOS et al., 2022). Discrepant assessments were resolved through discussion with an independent reviewer. In this way, it was possible to assess the risk of bias in each study included in the present systematic review. The domains evaluated in the studies were: absence of allocation concealment, absence of blinding, incomplete follow-up, selective reporting of outcomes and other limitations. After this evaluation, the quality of the articles was classified according to the number of negative responses in: high quality (5 no), moderate quality (4 no), low quality (3 no), very low quality (1 or 2 no). Very low-quality articles were excluded from the work.

### *3.5 Statistical analysis*

The mean and standard deviation results of the variables of interest were obtained from the included studies. For the meta-analysis of the heterogeneity of the studies, the chi-square test ( $\chi^2$ ) and the I<sup>2</sup> statistic were used. The effect size (Cohen's *d* or Hedges' *g*) was calculated for all studies. The weighted mean of the effect size was calculated taking into account the differences in sample sizes. The unweighted mean effect size was also calculated and associated with a 95% confidence interval. The Cohen classification was used to assess the magnitude of the effect size, where  $d < 0.20$  indicates a negligible effect,  $d = 0.20-0.49$  indicates a small effect,  $d = 0.50-0.79$  indicates a moderate effect. and  $d > 0.8$  indicates large effect (Cohen, 1988).

## **4. RESULTS**

### *4.1 Systematic Review*



In total, 2282 articles were identified through the database and references. After removing duplicates and excluding articles that could not be reviewed for eligibility criteria according to their titles, abstracts and full texts, 36 trials, 293 studies were selected for inclusion in the systematics (FIG. 1).

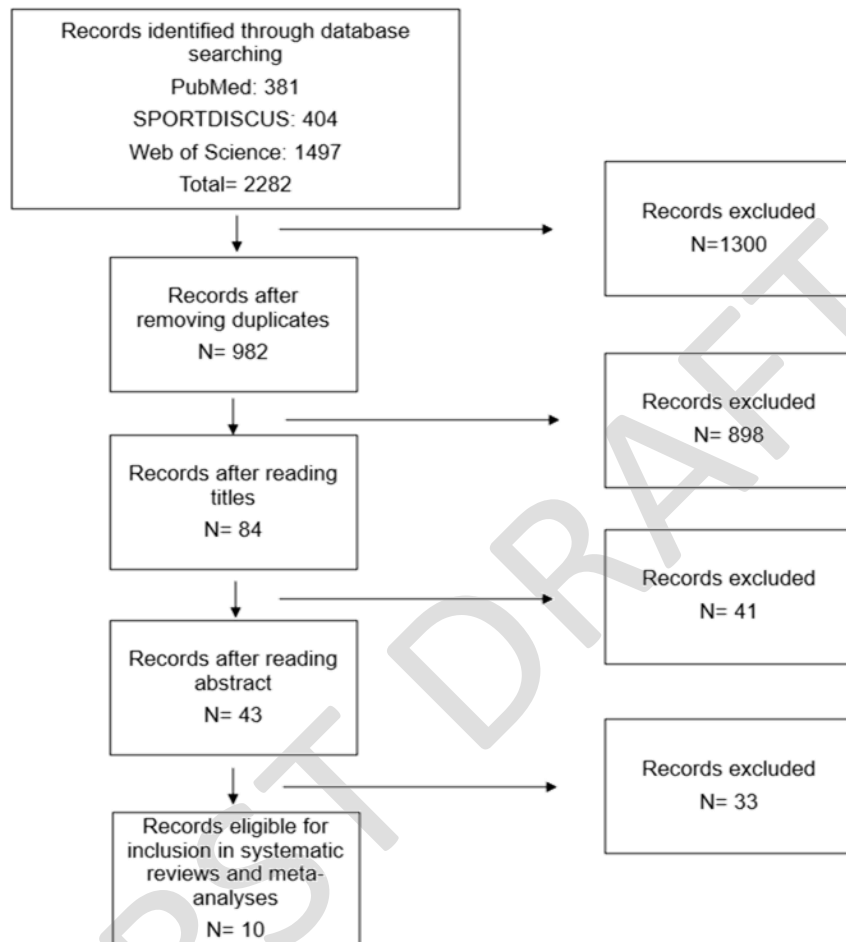


Fig.1. Summary of the study selection process.

#### *4.1.1 Sample characterization*

Subject characteristics, including information regarding the type of diet and the type of protocol used in each study, are summarized in Table 1. Most studies used vegetarian diets in their protocols. In several characteristics, these studies presented different aspects such as feeding, (type of diet), duration time and the parameter measured to determine physical performance such as: knee flexion and extension, bench press, rowing and VO<sub>2</sub> test. (Table 1).

We found 3 (three) studies with aerobic tests, 7 (seven) studies with resistive tests of anaerobic characteristic, concluding a total of 10 manuscripts. The diet also differed between the studies, of the total of 10 (ten) studies, 4 (four) had a vegan diet as a base and 6 (six) had a lacto-ovo-vegetarian diet. Among the analyzed studies, we had 2 (two) with women and 8 (eight) studies carried out with men, which did not allow a separate meta-analysis between genders.

**Table 1.** Characteristics of the subjects (time on diet, type of diet, exercise protocol, effort variable). Abbreviations- ONI: Omnivore; LOV: Lacto-Ovo-Vegetarian; VEG: Vegan

REFERENCE	N OF SUBJECTS	CHARACTERISTICS OF SUBJECTS	TIME OF DIET	TYPE OF DIET	PROTOCOL	DURATION	VARIABLE	RESULTS
NEBL ET AL, 2019	26	Recreational runners	6 months	Vegan and Lacto- ovo-vegetarian	Graded exercise test	1 session	Max Power (W/kg)	ONI: 4,15 ± 0,48, LOV: 4,20 ± 0,47, VEG: 4,16 ± 0,55
NEBL ET AL, 2019	26	Recreational runners	6 months	Vegan and Lacto- ovo-vegetarian	Graded exercise test	1 session	Max Power lean mass (W/kg LBM)	ONI: 5,29 ± 0,48, LOV: 5,39 ± 0,52, VEG: 5,26 ± 0,58
NEBL ET AL, 2019	16	Recreational runners	6 months	Vegan and Lacto- ovo-vegetarian	Graded exercise test	1 session	Max Power (W/kg)	ONI: 3,99 ± 0,46, LOV: 4,06 ± 0,44, VEG: 4,06 ± 0,53
NEBL ET AL, 2019	16	Recreational runners	6 months	Vegan and Lacto- ovo-vegetarian	Graded exercise test	1 session	Max Power (W/kg)	ONI: 4,41 ± 0,41, LOV: 4,46 ± 0,43, VEG: 4,39 ± 0,52
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Right knee extension (Nm)	ONI=189 ± 12 LOV= 179 ± 7

REFERENCE	N OF SUBJECTS	CHARACTERISTICS OF SUBJECTS	TIME OF DIET	TYPE OF DIET	PROTOCOL	DURATION	VARIABLE	RESULTS
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Left knee extension (Nm)	ONI= 185 ± 6 LOV= 181 ± 6
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Right knee flexion (Nm)	ONI=157 ± 11 LOV= 167 ± 7
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Left knee flexion (Nm)	ONI=154 ± 25 LOV= 164 ± 7
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Chest press (N)	ONI=627 ± 31 LOV=576 ±25
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Arm Pull (N)	ONI=713 ± 34 LOV=669 ±27
CAMPBELL ET AL 1999	19	Overweight subjects	12 weeks	Lacto- ovo-vegetarian	Resistance Training 3 sets of 8-12 reps	12 weeks	Leg Press (N)	ONI=1694± 96 LOV=1564± 67

REFERENCE	N OF SUBJECTS	CHARACTERISTICS OF SUBJECTS	TIME OF DIET	TYPE OF DIET	PROTOCOL	DURATION	VARIABLE	RESULTS
HAUB; WELLS; CAMPBELL, 2005	21	Physically active	14 weeks	Lacto- Ovo-Vegetarian	Power test (3 maximum repetitions in 4 (four) intensities (20%, 40%, 60% and 80% relative to the 1-RM).	12 weeks	Leg Press (N)	ONI= 1900 ± 381 LOV= 1958 ± 170
HAUB; WELLS; CAMPBELL, 2005	21	Physically active	14 weeks	Lacto- Ovo-Vegetarian	Power test (3 maximum repetitions in 4 (four) intensities (20%, 40%, 60% and 80% relative to the 1-RM).	12 weeks	Arm Pull (N)	ONI= 1248 ± 137 LOV= 1283 ± 150
BOUTROS ET AL, 2020	56	Physically active	+ 24 months	Vegans	Cycle ergometer	-	VO2 (ml/kg/min)	ONI= 41,6± 4,6 VEG=44,5± 5,2
BOUTROS ET AL, 2020	56	Physically active	+ 24 months	Vegans	Exercise Resistance	-	Time (min/week)	ONI= 8,8 ± 3,0 VEG= 12,2±5,7
BOUTROS ET AL, 2020	56	Physically active	+ 24 months	Vegans	Muscle Strength	-	Leg Press (kg/kg LBM)	ONI=2,5 ± 0,5 VEG=2,4 ± 0,4
REFERENCE	N OF	CHARACTERISTICS	TIME OF	TYPE OF	PROTOCOL	DURATION	VARIABLE	RESULTS

	SUBJECTS	OF SUBJECTS	DIET	DIET				
<b>BOUTROS ET AL, 2020</b>	56	<i>Physically active</i>	+ 24 months	Vegans	Muscle Strength	-	Arm Pull (kg/kg LBM)	ONI= 1,4 ± 0,3 VEG=1,3 ± 0,2
<b>RABEN ET AL, 1992</b>	8	<i>Endurance athletes</i>	6 weeks	Lacto- Ovo-Vegetarian	Endurance	1 day	Resistance (Time)	ONI= 78,2 ± 10,2 LOV= 75,3 ± 9,0
<b>HIETAVALA ET AL, 2012</b>	9	<i>Physically active</i>	-	Diet vegetarian of low protein	Cycle ergometer	4 weeks	VO2 (l/min) - Workload (40% of VO2max)	ONI= 1,82 ± 0,21 DVBP= 2,03 ± 0,25
<b>HIETAVALA ET AL, 2012</b>	9	<i>Physically active</i>	-	Diet vegetarian of low protein	Cycle ergometer	4 weeks	VO2 (l/min) - Workload (60% of VO2max)	ONI= 2,52 ± 0,33 DVBP= 2.86 ± 0.36
<b>HIETAVALA ET AL, 2012</b>	9	<i>Physically active</i>	-	Diet vegetarian of low protein	Cycle ergometer	4 weeks	VO2 (l/min) - Workload (80% of VO2max)	ONI= 3,54 ± 0,58 DVBP= 4.03 ± 0.5
<b>HIETAVALA ET AL, 2012</b>	9	<i>Physically active</i>	-	Diet vegetarian of low protein	Cycle ergometer	4 weeks	VO2 (l/min) - Workload (100% of VO2max)	ONI= 3,65 ± 0,65 DVBP= 3,87 ± 0.9
<b>HIETAVALA ET AL, 2012</b>	9	<i>Physically active</i>	-	Diet vegetarian of low protein	Cycle ergometer	4 weeks	Duration (min) in 100% of VO2max	ONI= 2,89 ± 1,91 DVBP= 1.81 ± 0.8

REFERENCE	N OF SUBJECTS	CHARACTERISTICS OF SUBJECTS	TIME OF DIET	TYPE OF DIET	PROTOCOL	DURATION	VARIABLE	RESULTS
LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016	40	<i>Athletes – mens</i>	+ 24 <i>months</i>	<i>Lacto -Ovo- Vegetarian</i>	<i>Cycle ergometer</i>	-	<i>VO2max (mL/kg/min)</i>	<i>ONI=</i> <i>55.7 ± 8.4</i> <i>LOV=</i> <i>62.6 ± 15.4</i>
LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016	40	<i>Athletes – mens</i>	+ 24 <i>months</i>	<i>Lacto -Ovo- Vegetarian</i>	<i>Leg Extension and Flexion</i>	-	<i>Muscle Strength (ft-lbs)</i>	<i>ONI=</i> <i>124.2 ± 24.5</i> <i>LOV=</i> <i>114.4 ± 26.2</i>
LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016	30	<i>Athletes – womans</i>	+ 24 <i>months</i>	<i>Lacto -Ovo- Vegetarian</i>	<i>Cycle ergometer</i>	-	<i>VO2max (mL/kg/min)</i>	<i>ONI=</i> <i>47.1 ± 8.6</i> <i>LOV=</i> <i>53.0 ± 6.9</i>
LYNCH; WHARTON; JOHNSTON; 2016	30	<i>Athletes – womans</i>	+ 24 <i>months</i>	<i>Lacto -Ovo- Vegetarian</i>	<i>Leg Extension and Flexion</i>	-	<i>Muscle Strength (ft-lbs)</i>	<i>ONI=</i> <i>73,6 ± 18.6</i> <i>LOV=</i> <i>65.5 ± 12.8</i>
HEVIA-LARRAÍN ET AL, 2021	19	<i>Homens- Physically active</i>	-	<i>Vegans</i>	<i>Leg Press</i>	<i>12 weeks</i>	<i>Muscle Strength (Kg.10<sup>3</sup>)</i>	<i>ONI=</i> <i>186± 43</i> <i>VEG=</i> <i>177± 54</i>
HEVIA-LARRAÍN ET AL, 2021	19	<i>Homens- Physically active</i>	-	<i>Vegans</i>	<i>Leg Extension</i>	<i>12 weeks</i>	<i>Muscle Strength (Kg.10<sup>3</sup>)</i>	<i>ONI=</i> <i>58± 14</i> <i>VEG=</i> <i>52± 13</i>

REFERENCE	N OF SUBJECTS	CHARACTERISTICS OF SUBJECTS	TIME OF DIET	TYPE OF DIET	PROTOCOL	DURATION	VARIABLE	RESULTS
DURKALEC-MICHALSKI ET AL, 2022	10	Trained	4 weeks	Vegans	Squat 70% (1RM)	-	Repetitions	ONI= 21.9 ± 0.9 VEG= 26.1 ± 2.1
DURKALEC-MICHALSKI ET AL, 2022	10	Trained	4 weeks	Vegans	Deadlift 70% (1RM)	-	Repetitions	ONI= 19.1 ± 1.4 VEG= 18.0 ± 1.2
PFEIFFER ET AL, 2022	18	Physically active	+ 12 months	Vegans	Cycle ergometer	2 sessions	Max Power (W/kg)	ONI= 7.58 ± 1.51 VEG= 8.13 ± 1.21
PFEIFFER ET AL, 2022	18	Physically active	+ 12 months	Vegans	Cycle ergometer	2 sessions	Mean Power (W/kg)	ONI= 5.37 ± 0.84 VEG= 5.74 ± 0.81
PFEIFFER ET AL, 2022	18	Physically active	+ 12 months	Vegans	Cycle ergometer	2 sessions	Time to reach maximal power output (s)	ONI= 1.88 ± 0.39 VEG= 1.86 ± 0.38
PFEIFFER ET AL, 2022	18	Physically active	+ 12 months	Vegans	Cycle ergometer	2 sessions	Fatigue index (%)	ONI= 47.52 ± 16.14 VEG= 52.67 ± 6.04

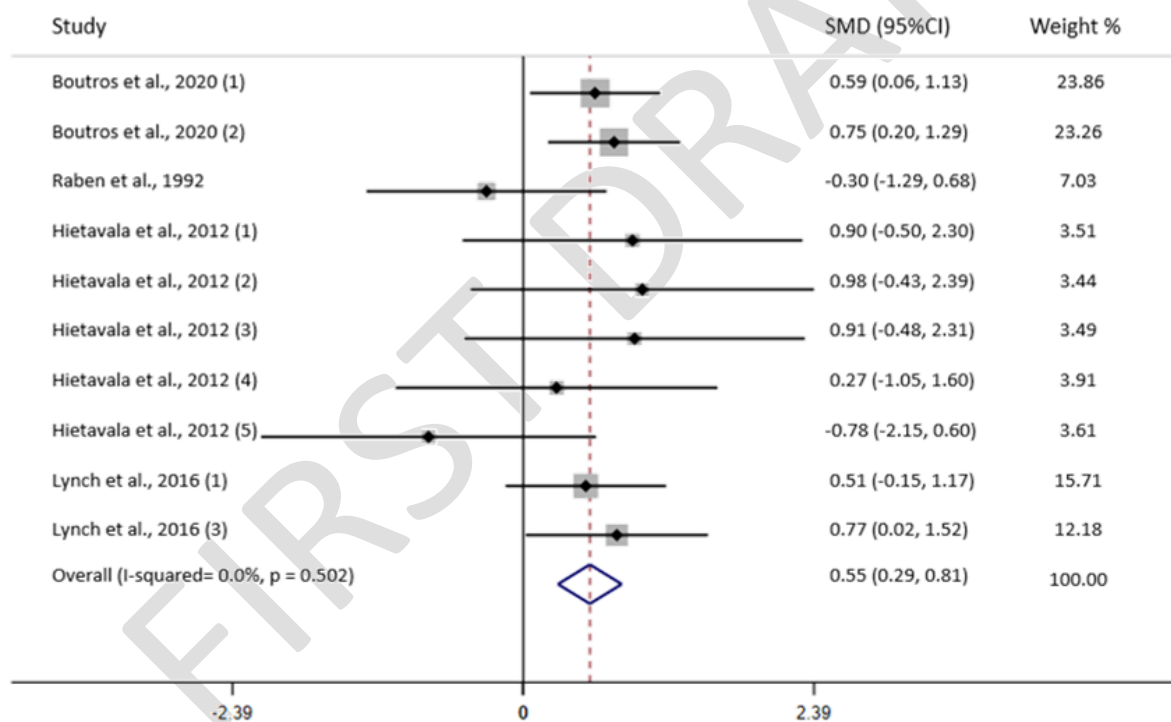


## 4.2 Meta-Analysis

In total, 10 studies (36 trials and 293 subjects) were included in the meta-analysis.

### 4.2.1 Analysis of the influence of plant-based diet on aerobic performance

We analyzed data from ten trials with aerobic performance and it was identified that plant-based food increased the aerobic physical performance of its adherents. The mean effect size was 0.55 (95% CI 0.29, 0.81) which indicates that the relationship between diet and aerobic exercise is moderate. According to the fixed effects analysis, no heterogeneity was observed between these studies ( $I^2 = 0.0\%$ ,  $Q = 8.32$ ,  $df = 9$ ,  $p = 0.502$ ) (FIG 2).

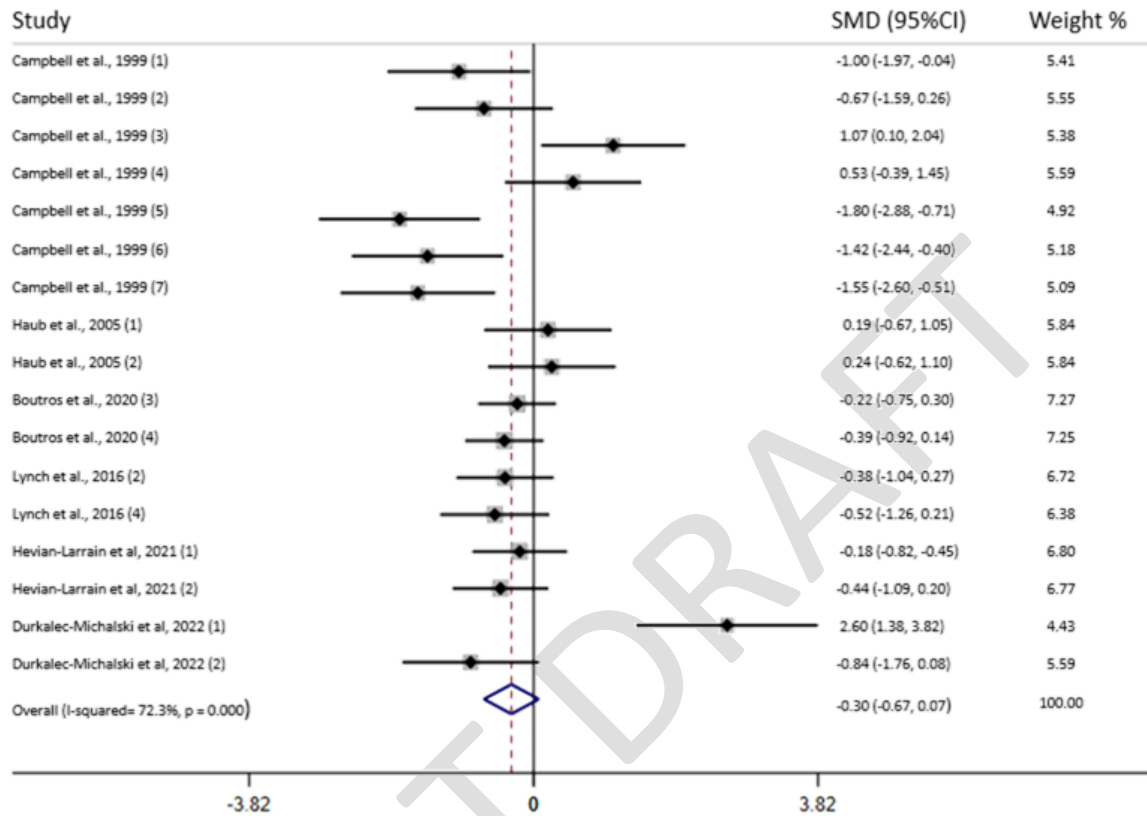


**Figure 2.** Forest plot of aerobic physical performance of plant-based diet adherents. SMD, standardized mean difference

### 4.2.2 Analysis of the influence of plant-based diet on anaerobic performance

We analyzed data from seventeen trials with resistance exercises and it was identified that the plant-based diet did not present a performance gain and did not negatively influence performance during the tests. The mean effect size was -0.30 (95% CI -0.67, 0.07) which

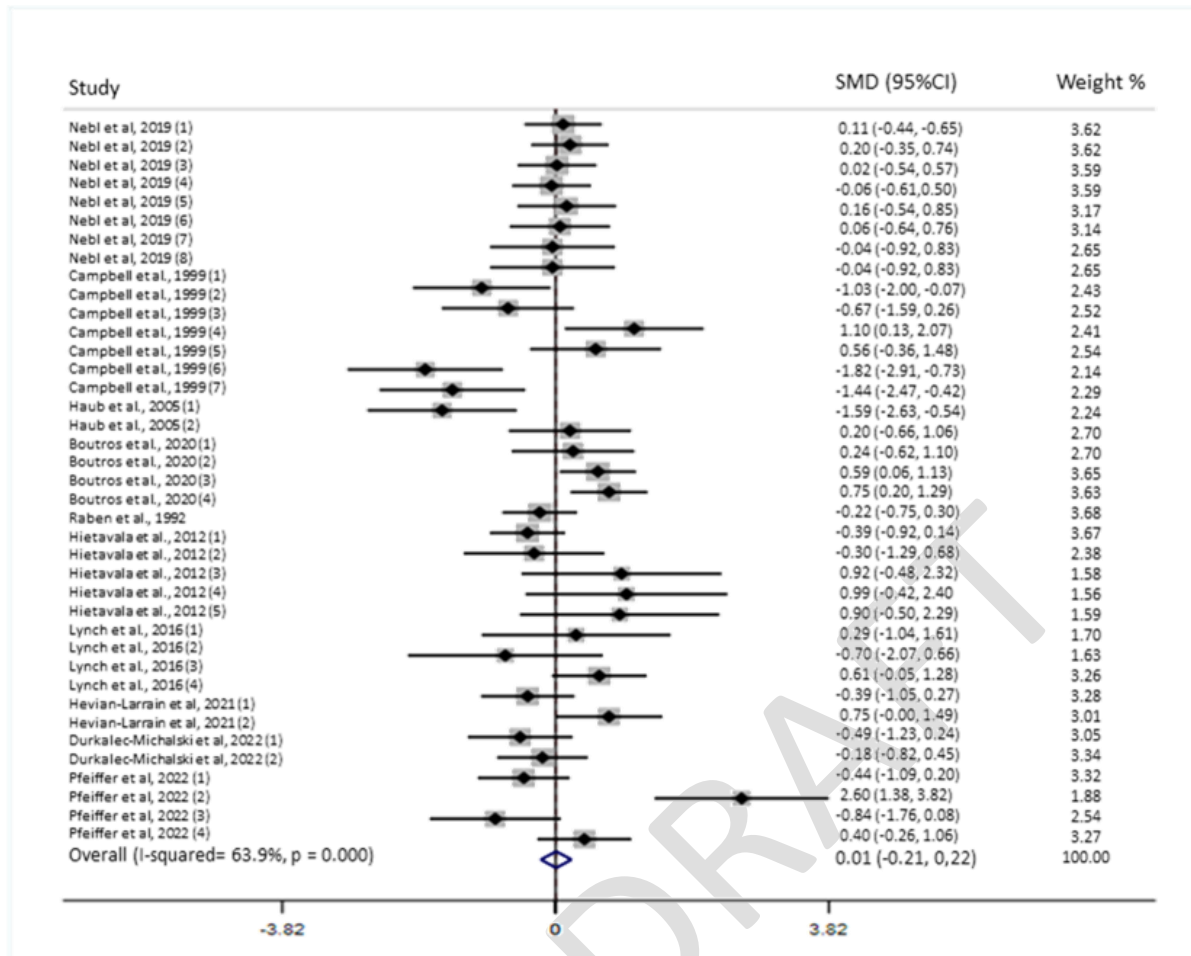
indicates that there is no influence between diet and strength exercise. According to the fixed effects analysis, no heterogeneity was observed between these studies ( $I^2 = 72.3\%$ ,  $Q = 57.83$ ,  $df=16$ ,  $p = 0.000$ ).



**Figure 3. Forest plot of anaerobic physical performance of plant-based diet adherents. SMD, standardized mean difference**

#### 4.2.3 Analysis of the influence of plant-based diet on general physical exercise

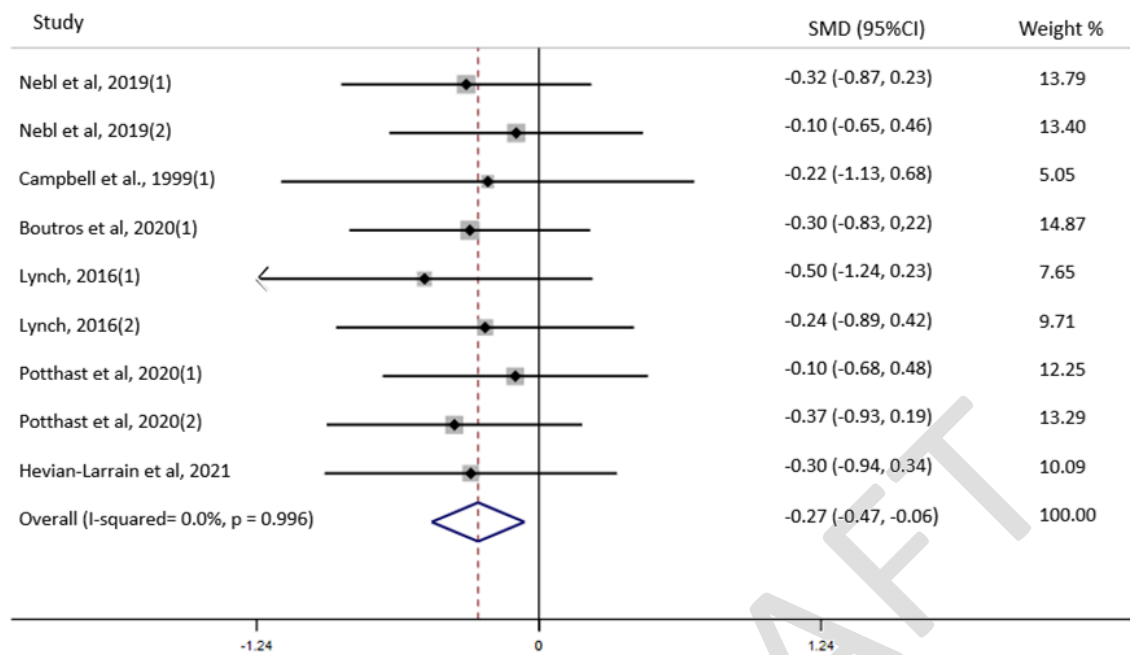
The general analysis (unifying all studies) of performance tests in physical exercises (aerobic and anaerobic) gathered data from thirty-six trials. This general analysis found that the plant-based diet did not influence overall physical performance. The mean effect size was 0.01 (95% CI -0.21, 0.22) (FIG. 5). According to a fixed effects analysis, no heterogeneity was observed between these studies ( $I^2 = 63.9\%$ ,  $Q = 97.05$ ,  $df=35$ ,  $P = 0.000$ ).



**Figure 5.** Forest plot of general physical performance of plant-based diet adherents. SMD, standardized mean difference

#### 4.2.4 Analysis of the influence of plant-based diet on BMI

After the analysis that gathered the data of nine trials, it was found that the plant-based diet induced a reduction in the BMI of its adherents when compared to omnivorous individuals. The mean effect size was -0.27 (95% CI -0.40, -0.15), which indicates a small relationship between diet and BMI. According to a fixed effects analysis, no heterogeneity was observed between these studies ( $I^2 = 0.00\%$ ,  $Q = 1.25$ ,  $df = 8$ ,  $P = 0.996$ ).



**Figure 6.** Forest plot of body mass index (BMI) of plant-based dieters. SMD, standardized mean difference

### 4.3 Risk of Bias

In general, the studies evaluated in the present systematic review showed consistent control of the risk of bias and were considered good quality studies. The risk of bias was assessed in ten studies in the systematic review. Of the ten assessments, seven studies did not present any major risk of bias.

Table 2. Risk of bias

REFERENCE	ABSENCE OF ALLOCATION SECRECY	ABSENCE OF MASKING	INCOMPLETE SEGMENT	SELECTIVE OUTCOME REPORT	OTHER LIMITATIONS	QUALITY
NEBL ET AL, 2019	NO	NO	NO	NO	NO	HIGH
CAMPBELL, 1999	YES	YES	YES	NO	NO	LOW
HAUB ET AL., 2005.	YES	YES	NO	NO	NO	LOW
BOUTROS, 2020	YES	NO	NO	NO	NO	MODERATE
RABEN, 1992	YES	YES	NO	YES	NO	LOW
LYNCH ET AL, 2016	NO	YES	YES	NO	NO	MODERATE
HIETAVALA ET AL, 2012	NO	YES	NO	NO	NO	MODERATE
HEVIA-LARRAÍN ET AL, 2021	NO	NO	NO	NO	NO	HIGH
PFEFFEIR ET AL, 2021	NO	NO	NO	NO	NO	HIGH
DURKALEC-MICHALSKI ET AL, 2022	NO	NO	NO	NO	NO	HIGH

## 5. DISCUSSION

The aim of the present study was to evaluate whether plant-based diets interfered with the physical performance of their adherents. Both performance in aerobic and anaerobic exercises were considered. We also evaluated the influence of diet on body weight maintenance. The main findings of our study were that a plant-based diet moderately improves aerobic performance and does not impair strength performance. In addition, it keeps the BMI of vegan/vegetarian individuals lower when compared to omnivorous individuals.

The results of the present study are in agreement with Lynch's findings; Wharton; Johnson (2016) who reported higher levels of VO<sub>2</sub> max in a group of young vegetarian women.

A possible explanation for this benefit for aerobic performance would be the high consumption of carbohydrates contained in fruits, vegetables and vegetables present in vegan and vegetarian diets. Considering that the regulatory aspects of carbohydrate metabolism are directed towards the rapid supply of ATP from both aerobic and anaerobic metabolism, both systems are activated very rapidly during transitions from medium power to higher exercise intensity (VO<sub>2</sub> > 80%) (HARGREAVES; SPRIET, 2020).

Although there are controversial reports on the aerobic capacity of vegetarians and omnivores, the series of studies reported in the literature analyzed here demonstrate that plant-based diets would actually be beneficial for aerobic performance (HIETAVALA et al., 2012; LYNCH; WHARTON; JOHNSTON, 2016, 2016; BOUTROS et al., 2020).

In general, our studies were evaluated without taking into account the distinction of genders. A sufficient number of studies were not found in the literature to allow a meta-analysis in this direction. Although the literature already records a possible impact of the plant-based diet on the aerobic performance of women (LYNCH; WHARTON; JOHNSTON, 2016), the present work did not confirm such information due to the lack of number of trials necessary to perform the meta-analysis, this that is, for the application of meta-analysis, it would require a larger number of studies.

The levels of physical performance in the various strength tests evaluated here together (knee extension and flexion, leg press, rowing and bench press) did not show differences between individuals adhering to plant-based diets when compared to omnivores. Our studies present similar results to those of Boutros et al. (2020), who indicated a maintenance of performance of plant-based diet adherents.

The drop in performance has been a constant concern of coaches and athletes regarding the consumption of the type of protein that could eventually compromise the result. The drop in performance, even if it is small, becomes important for elite athletes. According to our results, this concern would be unfounded, indicating that vegetable proteins present in the diet would present the qualities and quantities necessary for the maintenance of sports performance. This maintenance of sports performance in vegan/vegetarian individuals does not seem to be associated with lower consumption of nutrients generally classified as important for good performance required in strength exercises, such as creatine (Cr). These components are mostly found in foods of animal origin, such as red meat. Vegetarians usually have lower levels of total creatine. However, this difference appears to make them more receptive to creatine supplementation and its effects (BURKE et al, 2003). This supplementation could be unnecessary if the intention is only to maintain performance and not an eventual improvement associated with the increase in creatine consumption.

Oral creatine intake increases the amount of intramuscular PCr (phosphocreatine), increases the contribution to the rapid resynthesis of ATP required in short, high-intensity activities, and promotes the increase of high-energy phosphates between the mitochondria (origin) and the sarcoplasmic region (muscle region) (MAUGHAN, 1995; KREIDER, 2003; FEUERBACHE et al., 2021). Such actions caused by the possible positive effect of creatine are important points for increasing muscle mass and strength (GUALANO et al., 2011). Protein sources of plant origin tend to have a less ideal distribution profile of amino acids than proteins of animal origin (MARIOTTI; GARDNER, 2019), such a distribution, when poorly evaluated, could eventually lead to an inappropriate use of amino acids for protein synthesis (TUJIOKA. et al., 2011). The availability of amino acids considerably influences the accumulation of body protein. Amino acids derived from plant proteins have lower peripheral availability than those derived from animal proteins (MILLWARDE et al., 2002), which can significantly interfere with protein synthesis, thus impairing performance in strength exercises.

However, when consumed properly, with planning, plant-based diets would meet the demand for the necessary protein synthesis of the muscle group involved in exercising (BERRAZAGA et al., 2019; JOY et al., 2013). As in the present analysis no losses were found in strength performance, it should not be a concern to be considered. A well-designed food plan with the consumption of 30g/meal of vegetable proteins can be an efficient strategy for increasing muscle mass (BROWN et al., 2004; JOY et al., 2013; van VLIET; BURD; van

LOON, 2015). Well as reducing the anabolic differences between plant and animal proteins (HAUB et al., 2002; ISANEJAD et al., 2015; HUANG et al., 2016).

A very interesting result of the present study was that the BMI of individuals adept to plant-based diets was lower when compared to omnivorous individuals, which helps to consolidate common sense, as well as the results found in the literature that diets based on plants associated with physical exercise would be a good strategy for weight loss (ALEWAETERS et al., 2005; FONTANA et al., 2007).

The lower BMI values in the vegetarian population may be a result of a healthier diet, as they are known to be high in fiber and low in animal fat. Nebl et al, 2019 in their study with recreational runners did not find differences between omnivores and plant-based diets (vegans and vegetarians), a result that corroborates other studies that used BMI as a measurement variable (NEBL et al., 2019; PHILLIPS et al., 2004; POTTHAST et al., 2020). Although vegans and vegetarians may have a slightly lower BMI (MP=22.66) than omnivores (MP=23.75), they still have values within the normal range (18.5 – 24.9) (WHO) and have not shown a marked deficit as has been a coaches' concern.



## 6. CONCLUSION

Plant-based diets are not harmful to the physical performance in strength exercise of their supporters, in addition, when well planned, they can help improve aerobic performance and reduce the body composition of their supporters. Future studies are interesting for possible relationship between plant-based diets and gender.

FIRST DRAFT