



# **Sobre a relação entre a atividade física e a microbiota intestinal**

**José Fausto Lopes Ferreira Santos Monteiro**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Medicina**  
(mestrado integrado)

Orientador: Prof. Doutor José Luís Ribeiro Themudo Barata  
Co-orientador: Prof. Doutora Maria Assunção Vaz Patto

**abril de 2022**



## **Dedicatória**

Ao Rogério Afonso Ferreira Monteiro

À Maria do Rosário Nunes Lopes dos Santos

À Maria da Glória

À Anabela Santos

À minha família

Aos irmãos que me dão vida

À Ana Marta, à mulher da minha vida



## **Agradecimentos**

Agradecimento especial ao Professor Doutor Themudo Barata, Professor que escolhi, orgulhosamente, como meu orientador.

Ao curso, à vida. A todos os sorrisos, suor e lágrimas.



# Resumo

## Introdução

A relação entre a Atividade Física e a Microbiota Intestinal encontra-se muito pouco definida e muito atomizada (pouco holística). O objetivo principal é identificar e, de alguma forma, estabelecer relação entre Atividade Física e a Microbiota Intestinal, sem deixar de ver esta mesma relação como integrante da promoção de completo bem-estar físico e mental.

## Metodologia

No sentido de identificarmos e analisarmos a relação entre a Atividade Física e Microbiota Intestinal, realizámos uma revisão sistemática. Para tal, seleccionámos quatro bases de dados – *PubMed*, *Web of Science*, *Google Scholar* and *Cochrane Library* - e as seguintes palavras-chave: *human*; *biological organism*; *gut microbiota*; *physical activity*. Definimos também critérios de inclusão: 1) artigos com base nos últimos 5 anos de publicação, ou seja de 2016-2021; 2) artigos focados em humanos independentemente da idade e sexo; 3) artigos que se debruçam sobre a atividade física e estabelecem relação com a microbiota intestinal; 4) artigos que incluem a intervenção de atividade física de curto, médio e longo prazo independentemente do tipo de atividade física; 5) artigos com base na revisão sistemática, revisão narrativa, testes randomizados controlados e testes não randomizados controlados; 6) idioma em inglês.

## Resultados

Seleccionámos 10 artigos e, com base nestes, identificámos uma clara associação entre a Atividade Física e Microbiota Intestinal independentemente do ano, país e metodologia utilizada.

## Conclusão

É evidenciada uma associação entre a Atividade Física e a Microbiota Intestinal, uma vez que a sua composição se altera e melhora a saúde dos indivíduos, aumentando a função intestinal e imunológica e assegurando a homeostasia energética.

## **Palavras-chave**

População humana; organismo biológico; microbiota intestinal; atividade física

# **Abstract**

## **Introduction**

The relationship between Physical Activity and Intestinal Microbiota is poorly defined and highly atomized (little holistic). The main objective is to identify and, in some way, establish relationship between Physical Activity and the Intestinal Microbiota, without seeing this same relationship as a promotion of complete physical and mental well-being.

## **Methodology**

In order to identify and analyze the relationship between Physical Activity and Intestinal Microbiota, we developed a systematic review. To do this, we selected four databases - PubMed, Web of Science, Google Scholar and Cochrane Library - and the following keywords: human; biological organism; gut microbiota; physical activity. We also defined inclusion criteria: 1) articles based on the last 5 years of publication, that is, 2016-2021; 2) articles focused on humans regardless of age and sex; 3) articles that focus on physical activity and establish a relationship with the intestinal microbiota; 4) articles that include the short, medium and long term physical activity intervention regardless of the type of physical activity; 5) articles based on systematic review, statistical analysis and controlled and randomized tests; 6) language in English.

## **Results**

We selected 10 articles and based on these we identified a clear association between Physical Activity and Intestinal Microbiota regardless of the year, country and methodology used.

## **Conclusion**

It is evidenced a clear association between Physical Activity and Intestinal Microbiota, since its composition changes and improves the health of individuals, increasing intestinal and immune function and ensuring energy homeostasis.

## **Keywords**

Human population; biological organism; gut microbiota; physical activity.

# Índice

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Palavras-chave .....	viii
Abstract.....	ix
Keywords .....	x
Lista de Figuras.....	xiii
Lista de Tabelas .....	xv
Lista de Acrónimos .....	xvii
Introdução .....	1
Metodologia .....	3
Figura 1- Etapas do processo da revisão sistemática.....	4
Revisão Sistemática .....	7
Figura 2- Diagrama fluxo- seleção dos artigos que determina a revisão sistemática ..	8
Avaliação do risco de viés .....	9
Revisão Sistemática: Resultados .....	13
Discussão e Conclusão .....	27
Referências Bibliográficas .....	31



## **Lista de Figuras**

Figura 1: Etapas do processo da revisão sistemática

Figura 2: Diagrama fluxo - seleção dos artigos que determina a revisão sistemática

Figura 3: Avaliação dos vários fatores de risco de viés para cada um dos estudos randomizados controlados incluídos

Figura 4: Avaliação do risco de viés - apresentada na forma de percentagem do total de estudos randomizados controlados incluídos

Figura 5: Avaliação dos vários fatores de risco de viés para o estudo não randomizado controlado



## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Formulação da questão de investigação (PICO)

Tabela 2 - Avaliação do risco de viés nas revisões sistemáticas incluídas no estudo usando a ferramenta ROBIS

Tabela 3- Resultados dos artigos selecionados



## Lista de Acrónimos

AGCC	Ácidos Gordos de Cadeia Curta
AF	Atividade Física
DII	Doença Inflamatória Intestinal
EEC	Enteroendocrine Cells
EF	Exercício Físico
GABA	Gamma- Aminobutyric Acid
GLP-1	Glucagon-Like Peptide 1
GLUT-4	Glucose Transporter 4
GOT	Glutamato-Oxaloacetato Transaminase
IMC	Índice de Massa Corporal
LBP	Lipopolysaccharide Binding Protein
LDH	Lactato Desidrogenase
LPS	Lipopolysaccharide
MI	Microbiota Intestinal
MICT	Moderate-Intensity Continuous Training
PICO	Population – Intervention – Comparater – Outcome
SIT	Sprint Interval Training
TGI	Trato Gastrointestinal
TNF- $\alpha$	Tumor Necrosis Factor- $\alpha$
Treg	Células T Reguladoras



## Introdução

O Exercício Físico (EF) e a Atividade Física (AF) são, naturalmente, essenciais nos seres humanos. O movimento corporal, independentemente do objetivo, é intrínseco ao ser humano e à sua vida.

O EF e a AF, à primeira vista, poderiam parecer sinónimos, no entanto, o EF é uma subcategoria da AF. A AF consiste em movimentos corporais produzidos por músculos esqueléticos que gastam energia, ao passo que o EF é definido como sendo uma atividade planeada, estruturada, repetitiva e objetiva de movimentos corporais, com o intuito de melhorar ou manter um ou mais componentes da atividade física. (1) Por outras palavras, o exercício físico caracteriza-se por movimentos repetitivos e planeados, na qual a aptidão ou condição física pretende ser mantida ou melhorada. A AF e o EF regulares promovem a saúde, uma vez que os estudos demonstram que com eles, a saúde física, mental e social são potenciadas. Acresce que a probabilidade de fumar é menor e verifica-se um aumento da performance académica e uma melhor integração social. Para além disso, o exercício físico regular ajuda a prevenir patologias cardiovasculares, diabetes e contribui ainda para a redução do *stress*, ansiedade e depressão. (2)

Nesse sentido, a AF engloba o conceito de EF e são assim dois conceitos distintos. Apesar disso, ambos devem fazer parte da rotina diária trazendo benefícios para a saúde, sendo os efeitos sobre a microbiota intestinal, exemplo disso.

A Microbiota Intestinal (MI) consiste no conjunto de bactérias, *Archaea* e *Eukarya* que colonizam o TGI do ser humano. (3) Coexiste com o ser humano há milhares de anos e desempenha um papel importante na absorção de nutrientes e minerais, síntese de enzimas, vitaminas, aminoácidos e produção de ácidos gordos de cadeia curta. O metabolismo humano é regulado, assim como a nutrição, a função imunológica e a saúde mental. Por outro lado, muitos fatores podem influenciar a composição da microbiota intestinal. Estes incluem tipo de parto, dieta, localização geográfica, etnia e medicação, por exemplo. (4)

Os estudos indicam que 75 % da MI é coberta por filos (*Actinobacteria*, *Firmicutes* e *Bacteroidetes*), enquanto cerca de 25% ainda é desconhecida. As espécies bacterianas prevalentes variam de 1000 a 1500, sendo que estas são essenciais para manter a saúde. Quando este equilíbrio é posto em causa podem surgir doenças do foro gastrointestinal como a doença do intestino irritável, enterocolite, obesidade, ou até autismo. (5)

Uma vez exposto em que consiste a AF e a MI, convém identificar e de alguma forma estabelecer a relação entre estes dois conceitos. Assim sendo, procurámos realizar uma revisão sistemática, obtendo como base a articulação destes termos.

Neste sentido, estruturámos o presente trabalho em cinco componentes:

1. No primeiro procedemos à introdução;
2. no segundo iremos expor a metodologia para seleção dos artigos definindo critérios de inclusão, exclusão, assim como palavras-chave e base de dados;
3. o terceiro componente, uma vez já estabelecida a metodologia, será dedicado à revisão sistemática;
4. o quarto componente, apresentamos os resultados desta revisão;
5. por fim, no quinto e último componente, serão discutidos os resultados e elaboradas as conclusões.

## **Metodologia**

A razão de termos optado por realizar uma revisão sistemática em detrimento de uma revisão de literatura tradicional, deve-se ao facto de a última ser subjetiva, o que leva a um maior número de enviesamentos e erros, para além de que, não descreve o processo de pesquisa da literatura, a seleção dos artigos ou a avaliação da qualidade dos estudos. Assim, seleccionámos a revisão sistemática, pois tende a ser imparcial e reproduzível, atendendo a que responde a uma questão de investigação bem definida e é caracterizada por uma metodologia abrangente e transparente. Esta abrangência e transparência deve-se à sistematização dos documentos relevantes, avaliação da qualidade dos mesmos, extração dos dados e sintetização dos resultados. (6) Desta forma, é necessário um conjunto de objetivos claramente definidos com critérios de elegibilidade, de forma a se atingir a melhor qualidade possível dos resultados. (7)

Com base nas características da revisão sistemática anteriormente expostas, identificámos etapas para a consecução desta revisão. Estas encontram-se na Figura 1 que se apresenta de seguida.

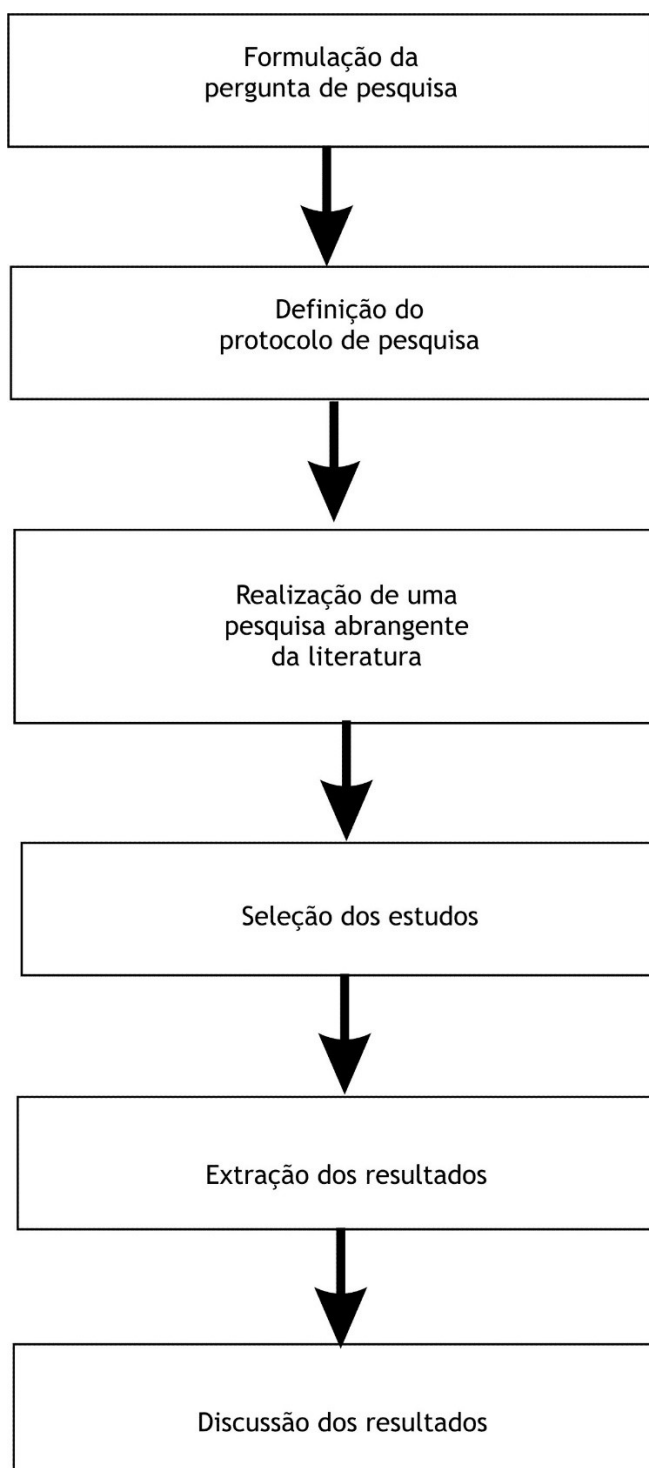


Figura 1- Etapas do processo da revisão sistemática

1) *Formulação da pergunta de pesquisa*

A pergunta de pesquisa é um passo importante na revisão sistemática, sendo que esta deve ser bem formulada e clara. Se a questão for muito restrita serão identificados poucos estudos.

Para a formulação desta questão iremos utilizar o acrónimo PICO (Tabela 1).

Tabela 1 - Formulação da questão de investigação (PICO)

<b>P</b>	<i>Population</i>	Que população?	População humana
<b>I</b>	<i>Intervention</i>	Que intervenção?	Prática de atividade física
<b>C</b>	<i>Comparater</i>	Com o que vai ser comparado?	-
<b>O</b>	<i>Outcome</i>	Resultados/efeitos ou consequências.	A atividade física altera a composição da microbiota intestinal e melhora a saúde.

Deste modo colocámos a seguinte questão: **Existem evidências que a prática da atividade física pode alterar a composição da microbiota intestinal e melhorar a saúde na população humana?**

2) *Definição do protocolo da pesquisa*

Começámos por selecionar as bases de dados. Optámos por *PubMed*, *Web of Science*, *Google Scholar* and *Cochrane Library*. A *PubMed* por se tratar de uma base referencial de informação disponível com fácil acesso e atualizada em áreas como a medicina, enfermagem, ciências farmacêuticas e ciências da vida. A *Web of Science* por permitir facilmente aceder a literatura científica correspondente ou relacionada. O *Google Scholar* na medida em que permite pesquisar informação académica na web através da familiar interface *Google*. Finalmente, a *Cochrane Library* por se constituir como um conjunto de bases de dados em medicina e outras especialidades de saúde fornecidas pela *Cochrane* e outras organizações. No seu núcleo encontra-se a coleção *Cochrane Reviews*, uma base de dados de revisões sistemáticas e meta-análises que resumem e

interpretam os resultados da pesquisa médica. Estas bases de dados são, na nossa opinião, as mais adequadas face ao estudo e à temática selecionada.

Após a seleção da base de dados selecionámos as seguintes palavras-chave: *physical activity AND gut microbiota; human AND ((gut microbiota) OR (biological organism)); physical activity AND biological organism.*

Uma vez definidas a base de dados e as palavras-chave, é essencial selecionarmos os critérios de inclusão e exclusão dos artigos.

Deste modo, os artigos selecionados têm como base os seguintes critérios de inclusão:

- 1) Artigos com base nos últimos 5 anos de publicação, ou seja, de 2016-2021;
- 2) artigos focados em humanos independentemente da idade e género;
- 3) artigos que se debruçam sobre a atividade física e estabelecem relação com a microbiota intestinal;
- 4) artigos que incluem a intervenção de atividade física de curto, médio e longo prazo independentemente do tipo de atividade física;
- 5) artigos com base na revisão sistemática, revisão narrativa, testes não randomizados controlados e testes randomizados controlados;
- 6) idioma em inglês.

Todos os artigos que não verificam o cumprimento de todos os critérios são automaticamente excluídos.

## Revisão Sistemática

A seleção dos artigos consistiu em diferentes etapas.

A primeira, consistiu na identificação dos artigos com a temática analisada nas bases de dados *PubMed*, *Web of Science*, *Google Scholar* and *Cochrane Library*, sendo que foram identificados 127 artigos.

Posteriormente, realizámos uma triagem, sendo que dos 127 artigos, lemos o resumo e *abstract* de 100 e destes, excluámos 30 artigos tendo em conta o objetivo do estudo.

De seguida, verificámos a elegibilidade dos artigos conseguindo ler, integralmente, 60 artigos e desses excluámos 50, visto não cumprirem os critérios estabelecidos de inclusão pelas razões que se seguem:

- ✓ Ano do artigo superior a 5 anos (n=11)
- ✓ Baseados em humanos e animais (n=9)
- ✓ Artigos baseados em revisão sistemática, revisão narrativa, testes não randomizados controlados e testes randomizados controlados (n=10)
- ✓ Idioma sem ser em inglês (n=20)

Este processo foi executado por dois investigadores independentes (DM) e (JM). Em caso de discórdia, um terceiro investigador independente foi responsável pelo desempate (LH). Posto isto, foram selecionados 10 artigos que respeitavam os objetivos deste estudo.

De forma a representar estas etapas concebemos a Figura 2.

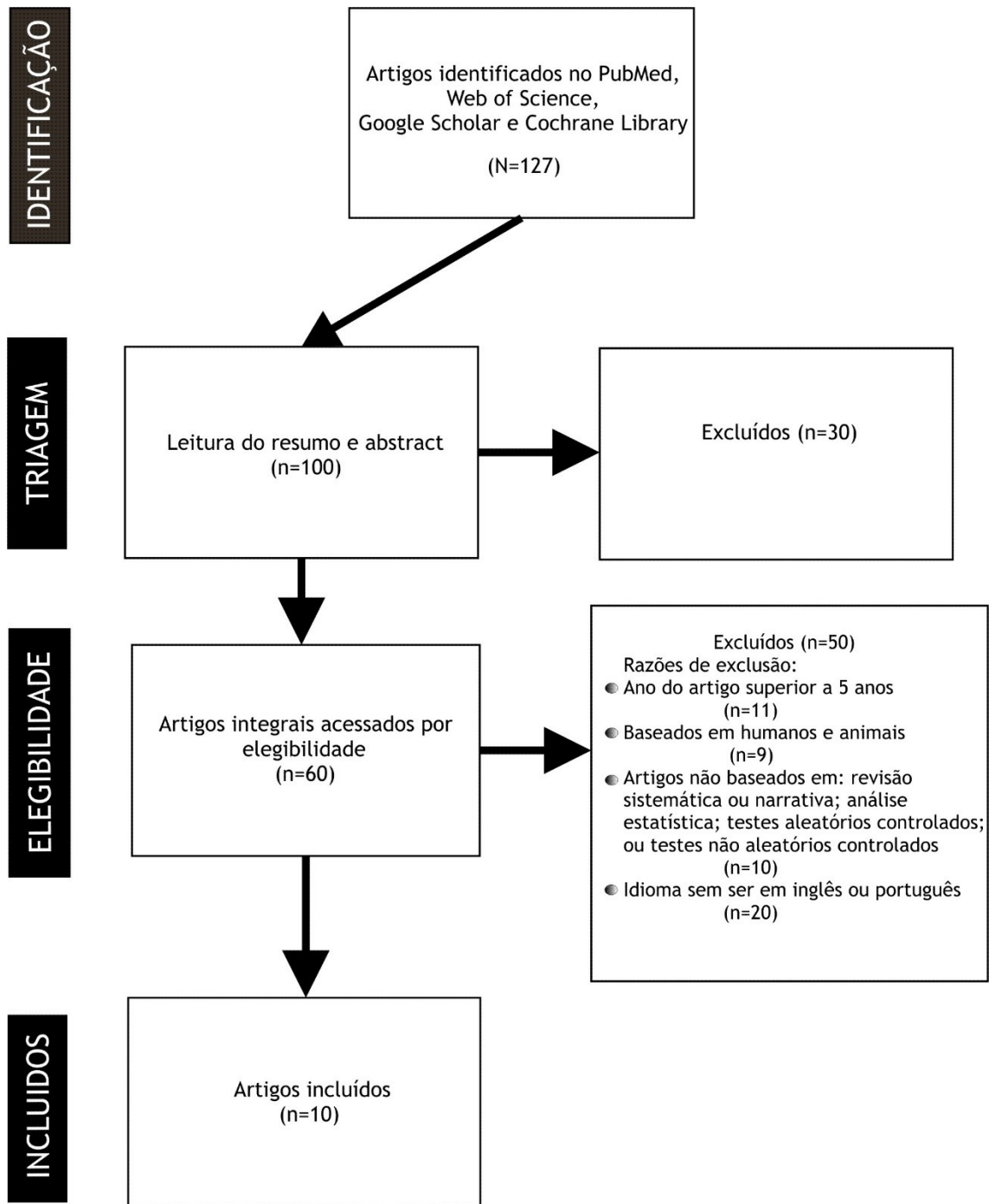


Figura 2- Diagrama fluxo- seleção dos artigos que determina a revisão sistemática

Neste sentido, a seleção dos artigos teve os seguintes aspectos em consideração:

- Examinar títulos e resumos para remover documentos, obviamente, irrelevantes;
- Obter textos integrais de todos os artigos potencialmente relevantes;
- Examinar se os estudos estão de acordo com os critérios de elegibilidade;
- Tomar as decisões finais quanto à inclusão dos estudos antes de proceder à extração dos dados.

## **Avaliação do risco de viés**

A avaliação do risco de viés dos artigos incluídos foi realizada através da ferramenta, *Revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials (RoB 2)*, (8) dado que dois dos estudos incluídos assentam em ensaios clínicos randomizados controlados, e através da ferramenta *ROBINS-I*, (9) visto que foi incluído um ensaio clínico não randomizado controlado; *NewCastle-Ottawa*; (10) *QUADAS*; (11) difícil aplicabilidade – uma vez que é necessário aplicar um questionário de 27 itens - (*Downs and Black*); (12) não clareza do risco de viés dos estudos incluídos: baixo risco, incerto e alto risco (*RoB*); (13) *PEDro*. (14)

Neste sentido, a avaliação dos estudos randomizados controlados (15) e (16) está representada na figura n.º 3 e n.º 4 e a avaliação do estudo não randomizado controlado (17) está representado na figura n.º 5. Neste último caso, adotámos a avaliação do risco de viés constante em (9), aplicando a ferramenta *ROBINS-I*. Esta ferramenta aplica-se à avaliação do risco de viés em estudos não randomizados controlados e apresenta boas evidências da avaliação do risco de viés (18) e (19). Por outro lado, para avaliar o risco de viés das revisões sistemáticas incluídas no nosso estudo utilizamos a ferramenta *ROBIS* criada com uma rigorosa metodologia que pode ser aplicada em quatro dos principais tipos de revisões sistemáticas na área da saúde: intervenção, diagnóstico, prognóstico e etiologia (20) e (21). O *ROBIS* considera três fases de avaliação do risco de viés em

Revisões Sistemáticas: Avaliação da relevância; Identificação de preocupações com o processo de revisão; Julgamento de risco de viés na revisão.

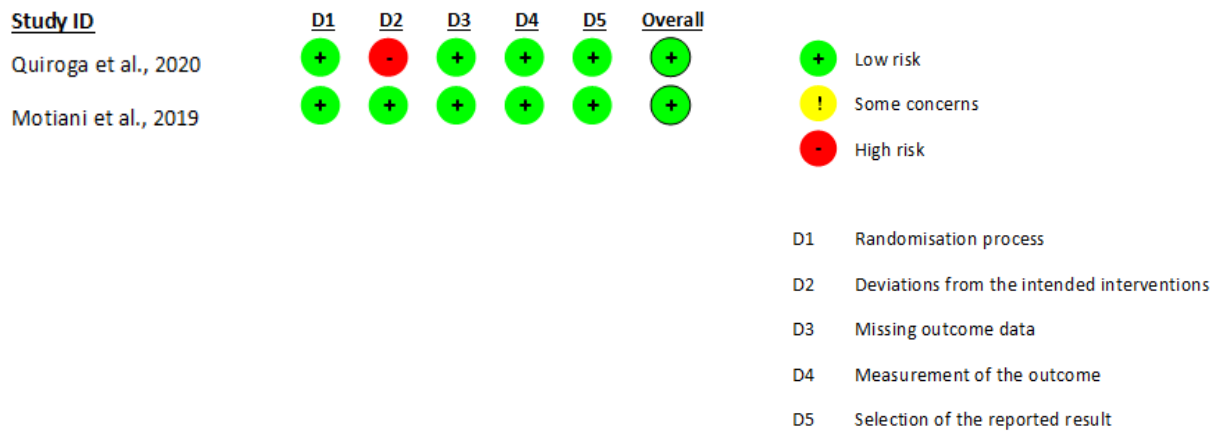


Figura 3 - Avaliação dos vários fatores de risco de viés para cada um dos estudos randomizados controlados incluídos

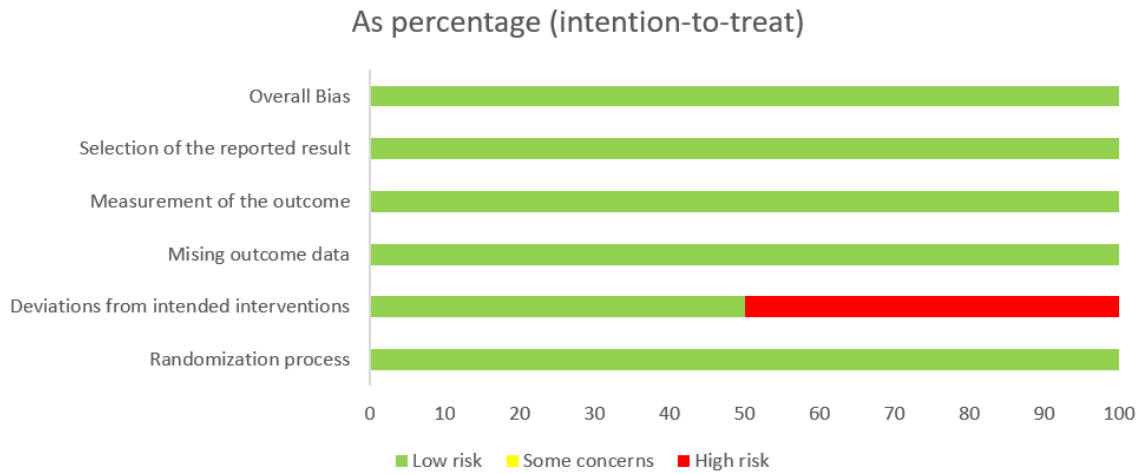


Figura 4 - Avaliação do risco de viés - apresentada na forma de percentagem do total de estudos randomizados controlados incluídos

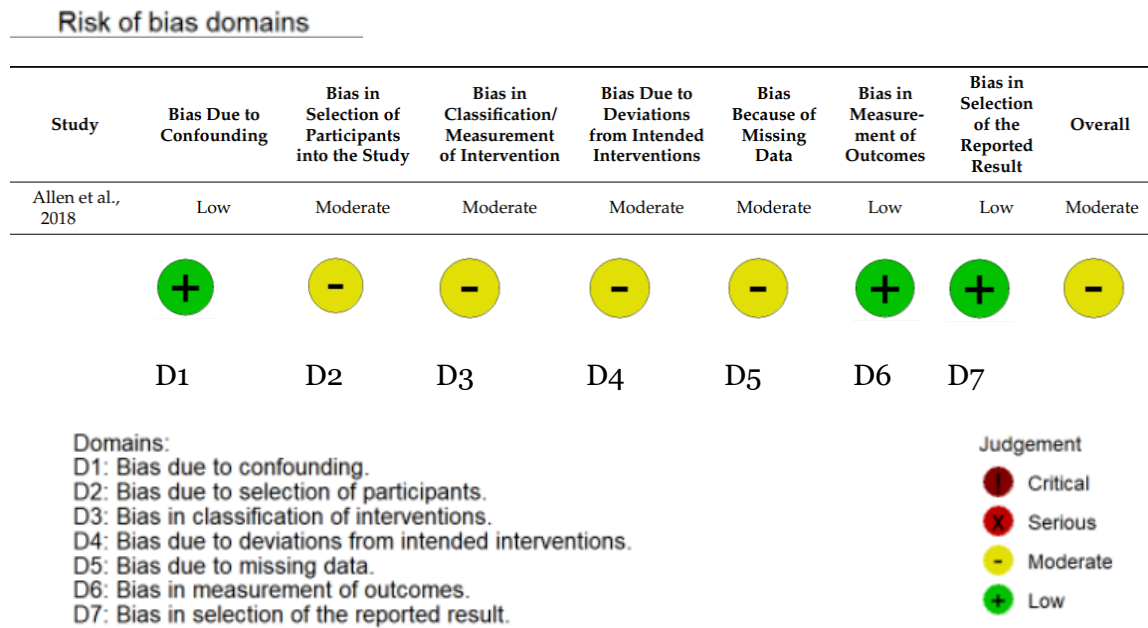


Figura 5 - Avaliação dos vários fatores de risco de viés para o estudo não randomizado controlado

O estudo (17) é considerado de risco baixo ou moderado de viés para todos os cinco domínios.

Tabela 2 – Avaliação do risco de viés nas revisões sistemáticas incluídas no estudo usando a ferramenta ROBIS

Review	Phase 2				Phase 3
	Study eligibility criteria	Identification and selection of studies	Data collection and study appraisal	Synthesis and findings	Risk of bias in the review
Aya, V, et al., 2021	Low	Low	Low	Low	Low
Dorelli, B. et al, 2021	Low	Low	Low	Low	Low
Alvarez, L. et al., 2020	Low	Low	Low	Low	Low
Sohail, M. et al., 2019	Low	Low	Unclear	Low	Low
Mach, N, Botella, D., 2017	Low	Low	Low	Low	Low

Low – Low risk of bias; High – High risk of bias; and Unclear– Unclear risk of bias

Seguidamente apresentamos os resultados, tendo por base os 10 artigos selecionados.



## Revisão Sistemática: Resultados

De modo a resumir os resultados obtidos, elaborámos a Tabela 3 onde se incluem elementos como o ano; autor; país; população alvo; tipo de estudo e tipo de treino/duração. Os artigos foram ordenados consoante a data e ordem alfabética do autor do artigo.

Tabela 3- Resultados dos artigos selecionados

<b>Ano</b>	2020
<b>Autor</b>	Quiroga <i>et al.</i>
<b>País</b>	Espanha
<b>População alvo</b>	Crianças obesas (n=39) e não obesas (n=14) com idades entre os 7 e 12 anos, sendo que o grupo de obesos pediátricos foi dividido, aleatoriamente, em duas categorias com base no protocolo de treinos.
<b>Tipo de estudo</b>	Estudo randomizado controlado.
<b>Tipo/duração de treino</b>	O grupo dos obesos treinava 12 semanas, enquanto o grupo de controlo obeso manteve as suas rotinas diárias normais.
<b>Referência</b>	(15)
<b>Bactérias</b>	<i>Bacteroidete; Proteobacteria; Firmicutes; Actinobacteria.</i>

<p><b>Resultados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os níveis de glicose plasmática e fecal, de lactato desidrogenase (LDH) e de glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT), após o treino combinado de força e resistência de 12 semanas foram reduzidos;</li> <li>• O treino inibiu ainda a ativação da cascata de inflamação associada com a obesidade dependente da NLRP3 e da OPN.</li> <li>• A força dinâmica dos membros superiores e inferiores, aumentou com o exercício físico;</li> <li>• Existência de um perfil da microbiota na obesidade dada à maior detenção de <i>Bacteroidetes</i> e <i>Proteobacteria</i> e menores de <i>Firmicutes</i> e <i>Actinobacteria</i>. Este perfil foi, positivamente, modificado pela intervenção física, sendo que o desempenho do exercício físico impede a obesidade precoce.</li> </ul>
<p><b>Ano</b></p>	<p>2019</p>
<p><b>Autor</b></p>	<p>Motiani <i>et al.</i></p>
<p><b>País</b></p>	<p>Finlândia</p>
<p><b>População alvo</b></p>	<p>População sedentária: Pré- diabéticos (n=9); diabetes tipo 2 (n=9). Com 49 anos e de índice de massa corporal, 30,5 Kg/m<sup>2</sup>.</p>
<p><b>Tipo de estudo</b></p>	<p>Estudo randomizado controlado.</p>
<p><b>Tipo/duração de treino</b></p>	<p>Treinos ocorridos seis vezes por semana durante 2 semanas, sendo que todos foram supervisionadas.</p>
<p><b>Referência</b></p>	<p>(16)</p>
<p><b>Bactérias</b></p>	<p><i>Bacteroidetes; Firmicutes.</i></p>
<p><b>Resultados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A aptidão cardiorrespiratória (V'O<sub>2max</sub>) melhorou após <i>Sprint Interval Training</i> (SIT);</li> <li>• Registou-se tanto no SIT como no <i>Moderate-Intensity Continuous Training</i> (MICT) um aumento do filo <i>Bacteroidetes</i>, que se pensa que previna a obesidade por mecanismos ainda desconhecidos, diminuindo a razão</li> </ul>

	<p><i>Firmicutes</i> / <i>Bacteroidetes</i>, uma vez que, a quantidade de <i>Firmicutes</i> não sofreu alterações.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanto o SIT como o MICT contribuíram para a redução de marcadores inflamatórios como o <i>Tumor Necrosis Factor-<math>\alpha</math></i> (TNF-<math>\alpha</math>) e a <i>Lipopolysaccharide Binding Protein</i> (LBP), já que um aumento da prevalência de <i>Bacteroidetes</i> na MI pensa-se que esteja associado com a redução da prevalência de bactérias Gram-negativas e a consequente redução de <i>Lipopolysaccharide</i> (LPS) e por último de LPB no sangue;</li> <li>• Só o MICT reduziu o <i>uptake</i> de ácidos gordos livres a nível intestinal, uma vez que, contribuiu para a redução da lipólise (por diminuição da massa gorda visceral e por aumento da sensibilidade à insulina) de ácidos gordos livres no plasma;</li> <li>• Tanto o SIT como o MICT não influenciaram o <i>uptake</i> de glicose a nível intestinal, que se pensa que pode ser devido à duração do período de treino (2 semanas);</li> <li>• O exercício físico melhora o perfil da microbiota intestinal e reduz a endotoxemia através da redução do marcador de inflamação intestinal LBP.</li> </ul>
<b>Ano</b>	2018
<b>Autor</b>	Allen <i>et al</i>
<b>País</b>	Estados Unidos da América
<b>População alvo</b>	População obesa (n=14) e não obesa (n= 18) Mulheres com 25-45 anos que fizeram exercício físico.
<b>Tipo de estudo</b>	Estudo não randomizado controlado.
<b>Tipo/duração de treino</b>	Treino aeróbio supervisionado com 6 semanas de duração de 30 a 60 minutos.
<b>Referência</b>	(17)
<b>Bactérias</b>	-----

<p><b>Resultados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O exercício levou a uma melhoria da aptidão cardiorrespiratória <math>V' O_{2max}</math> que voltou a regredir aquando do retorno ao estilo de vida sedentário;</li> <li>• O exercício aeróbico aumentou as concentrações fecais de acetato, propionato e butirato. No entanto este efeito estava correlacionado com o IMC;</li> <li>• As alterações induzidas pelo exercício na microbiota intestinal eram dependentes do estado de obesidade, mas independentes da dieta;</li> <li>• O exercício físico aumentou as concentrações fecais de ácidos gordos de cadeia curta (butirato e acetato) em magros, mas não em obesos;</li> <li>• O EF aumentou, independentemente do IMC, a abundância de espécies produtoras de butirato como <i>Clostridiales spp</i>, <i>Lachnospira spp</i>, <i>Roseburia spp</i>, <i>Lachnospiraceae unclass.</i> e <i>Faecalibacterium spp</i>. Esta alteração da MI foi revertida assim que o exercício físico cessou.</li> </ul>
<p><b>Ano</b></p>	<p>2021</p>
<p><b>Autor</b></p>	<p>Aya <i>et al.</i></p>
<p><b>País</b></p>	<p>Colômbia</p>
<p><b>População alvo</b></p>	<p>Atletas de competição e pessoas inativas.</p>
<p><b>Tipo de estudo</b></p>	<p>Revisão sistemática: artigos longitudinais (7); artigos transversais (3). Base de dados: <i>Medline / Ovid, NIH / PubMed e Academic Search.</i> Tempo da revisão: de agosto a outubro de 2020.</p>
<p><b>Tipo/duração de treino</b></p>	<p>-----</p>
<p><b>Referência</b></p>	<p>(22)</p>
<p><b>Bactérias</b></p>	<p><i>Lachnospiraceae; Akkermansiaae; Faecalibacterium; Bacteroidete; Actinobactérias; Bacteroides; Firmicutes; Proteobacteria; Verrucomicrobia.</i></p>

<p><b>Resultados</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversidade de microbiota intestinal em atletas;</li> <li>• Mais bactérias <i>Lachnospiraceae</i>, <i>Akkermansia</i> e <i>Faecalibacterium</i> em mulheres ativas e menor abundância em <i>Bacteroidetes</i>;</li> <li>• Aptidão cardiorrespiratória aumenta a composição da microbiota intestinal;</li> <li>• Consoante as atividades físicas e desempenho físico, a microbiota intestinal alterava-se;</li> <li>• O índice de massa corporal está associado à resposta da microbiota intestinal ao exercício físico;</li> <li>• A microbiota fecal de indivíduos aparentemente saudáveis com <math>IMC \geq 25 \text{ Kg/m}^2</math> alterou-se, tendo incrementado, discretamente, a abundância relativa de <i>Actinobactérias</i>, <i>Bacteroides</i>, <i>Firmicutes</i>, <i>Proteobacteria</i> e filos <i>Verrucomicrobia</i> após 6 semanas de treino aeróbico supervisionado.</li> <li>• Programas de exercício aeróbico de 6 semanas em indivíduos com <math>IMC &lt; 25 \text{ Kg/m}^2</math> potenciam a formação de bactérias produtoras de ácidos gordos de cadeia curta como a <i>Roseburia</i>, <i>Lachnospira</i>, <i>Lachnospriaceae</i>, <i>Clostridiales</i> e <i>Faecalibacterium</i>.</li> </ul>
<p><b>Ano</b></p>	<p>2021</p>
<p><b>Autor</b></p>	<p>Dorelli <i>et al.</i></p>
<p><b>País</b></p>	<p>Itália</p>
<p><b>População alvo</b></p>	<p>Atletas; pessoas com atividade física; pessoas sedentárias.</p>
<p><b>Tipo de estudo</b></p>	<p>Revisão sistemática: Atletas (n=5); pessoas com atividade física (n=3); pessoas sedentárias (n=2). Base de dados: <i>PubMed</i>, <i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i> Tempo de revisão: dezembro a abril de 2020.</p>
<p><b>Tipo/duração de treino</b></p>	<p>-----</p>
<p><b>Referência</b></p>	<p>(23)</p>

<b>Bactérias</b>	<i>Firmicutes; Lachnospiraceae; Paraprevotellaceae; Ruminococcaceae; Veillonellaceae.</i>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diferenças na variabilidade e abundância bacteriana entre pessoas ativas e inativas, com filos <i>Firmicutes</i> superiores em indivíduos ativos em comparação com inativos;</li> <li>• Separar os efeitos da Dieta e da AF sobre a MI é difícil, até porque a realização de AF pode influenciar a adoção de dietas específicas.</li> </ul>
<b>Ano</b>	2020
<b>Autor</b>	Alvarez <i>et al.</i>
<b>País</b>	Espanha
<b>População alvo</b>	População adulta saudável.
<b>Tipo de estudo</b>	Revisão sistemática: observacionais (n=9); intervenções de exercícios de muito curto prazo (n= 4) e intervenções de exercícios de médio / longo prazo (n=5) Base de dados: <i>SciELO, Scopus, PubMed e Web of Science</i> Tempo de revisão: fevereiro até 5 de julho de 2019.
<b>Tipo/duração de treino</b>	Exercícios de muito curto prazo e de médio/longo prazo.
<b>Referência</b>	(24)
<b>Bactérias</b>	<i>Firmicutes; Bacteroidetes; Proteobacteria.</i>
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Os resultados mostraram que a atividade física e a aptidão cardiorrespiratória parecem estar positivamente associadas à diversidade alfa fecal bacteriana (26).</li> <li>• Associações contrastantes foram detetadas entre o nível de atividade física e aptidão cardiorrespiratória para os filos <i>Firmicutes, Bacteroidetes e Proteobacteria</i></li> <li>• Relatórios sobre os efeitos das intervenções de exercícios de muito curto e médio / longo prazo sobre a composição da microbiota intestinal foram inconsistentes. No entanto, estudos revelam que apenas EF realizado durante &gt; 8 semanas têm efeitos sobre a diversidade da MI.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O EF através da promoção da contração do músculo esquelético parece promover a liberação de miocinas que vão interagir com incretinas (GLP-1) e com recetores presentes no íleo.</li> </ul>
<b>Ano</b>	2020
<b>Autor</b>	Mohr <i>et al.</i>
<b>País</b>	Estados Unidos da América
<b>População alvo</b>	Atletas e população sedentária.
<b>Tipo de estudo</b>	Revisão narrativa (n=16 artigos).
<b>Tipo/duração de treino</b>	-----
<b>Referência</b>	(25)
<b>Bactérias</b>	-----
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aptidão cardiorrespiratória mais alta (medida pelo <math>\dot{V}O_{2max}</math>) correlacionada, positivamente, com aumentos na diversidade microbiana, nomeadamente, com a diversidade de <i>Firmicutes</i> e de <i>Bacteroidetes</i>. O <math>\dot{V}O_{2max}</math> parece ainda ser, inversamente proporcional à quantidade de lipopolissacarídeos de membrana, de bactérias Gram-negativas, presentes na corrente sanguínea, ou seja, quanto maior o <math>\dot{V}O_{2max}</math>, menor a quantidade de lipopolissacarídeos e, como tal, menor estado pró-inflamatório;</li> <li>• O exercício físico pode modular a composição e capacidade metabólica da microbiota intestinal em indivíduos sedentários;</li> <li>• Mudanças na microbiota intestinal exercidas pelo exercício físico dependem do estado fisiológico do indivíduo;</li> <li>• Mudanças induzidas pelo exercício na capacidade metabólica da microbiota intestinal podem ser transitórias e provavelmente dependentes de estímulos repetidos de exercícios;</li> <li>• O exercício excessivo prolongado tem uma influência na função intestinal, nomeadamente, através do aumento da permeabilidade intestinal.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlações positivas entre taxa intestinal e exercício. O exercício parece enriquecer a diversidade da microbiota, estimular a proliferação de bactérias que podem modular a imunidade da mucosa, melhorar as funções de barreira e vias funcionais capazes de produzir substâncias que podem aumentar o desempenho e a saúde.</li> <li>• Em adultos saudáveis, 85% dos hidratos de carbono, entre 65-95% das proteínas e a quase totalidade das gorduras ingeridas na dieta são absorvidas antes da chegada ao cólon. Os remanescentes 10-30% que chegam ao cólon, se não existisse MI, pensa-se que seriam excretados, integralmente, nas fezes.</li> </ul>
<b>Ano</b>	2019
<b>Autor</b>	Mailing <i>et al.</i>
<b>País</b>	Estados Unidos da América
<b>População alvo</b>	Atletas; população obesa; população sedentária; Estudos longitudinais: 32 adultos sedentários (magros IMC, <25 Kg/m <sup>2</sup> ou obeso IMC, > 30 Kg/m <sup>2</sup> ).
<b>Tipo de estudo</b>	Revisão narrativa: estudos transversais (n=7); longitudinais (n=3).
<b>Tipo/duração de treino</b>	Sessão supervisionada de 6 semanas de exercícios de <i>endurance</i> (30 a 60 minutos de duração, 3 por semana) com controles dietéticos rigorosos.
<b>Referência</b>	(26)
<b>Bactérias</b>	<i>Faecalibacterium prausnitzii</i> ; <i>Roseburia hominis</i> ; <i>Firmicutes</i> ; <i>Bacteroidetes</i> ; <i>Faecalibacterium</i> ; <i>Bacteroides</i> ;
<b>Resultados</b>	Os estudos transversais concluíram: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os atletas tiveram maior diversidade alfa bacteriana fecal e uma abundância relativa maior de 40 táxones bacterianos na microbiota intestinal;</li> </ul>

- As mulheres ativas em comparação com as sedentárias que realizaram pelo menos 3 horas de exercício por semana tiveram níveis aumentados de *Faecalibacterium prausnitzii* e de *Roseburia hominis*;
- A aptidão cardiorrespiratória estava correlacionada com a microbiota intestinal, uma vez que aumentou a quantidade de *Firmicutes* e *Bacteroidetes*;

Estudos longitudinais concluíram:

- Aumento de *Faecalibacterium* em indivíduos magros, mas reduziu a abundância em indivíduos obesos;
- Diminuição de *Bacteroides* nos indivíduos magros e aumento nos indivíduos obesos;
- Com seis semanas de exercício aumentaram a abundância de concentrações de acetato e butirato, mas apenas em pessoas magras;
- Táxones bacterianos e Ácidos Gordos de Cadeia Curta aumentaram com o exercício e diminuíram, subsequentemente, durante o período de sedentarismo de 6 semanas;
- Observada uma tendência para um aumento na diversidade bacteriana nos grupos que praticaram programas de exercício e que consomem, concomitantemente, *whey protein*.

Relativamente às implicações do EF na prevenção de certas doenças:

- Exercício contribui para um aumento da prevalência de Táxones produtores de butirato, estando estes, diretamente relacionados com as vias de proliferação e de supressão tumoral no Cancro Colorretal.
- Sujeitos com Doença Inflamatória Intestinal (DII) têm o processo de metabolização de Hidratos de Carbono e o processo de biossíntese de Aminoácidos comprometido. 2 processos que o EF promove. Para além disso, bactérias do género *Roseburia* encontram-se diminuídas nesta doença e como tal, a produção de butirato e a formação de Células T reguladoras (Treg) encontra-

	<p>se comprometida. O EF promove tanto a produção de butirato, como a formação de células Treg.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EF atenua a disbiose visceral e promove o desenvolvimento de bactérias produtoras de butirato. O butirato, por sua vez, estimula a produção de hormonas de saciedade, regulando, indiretamente, o apetite e melhorando o <i>outcome</i> de sujeitos com obesidade, ou síndrome metabólica.</li> <li>• EF por promoção do desenvolvimento de espécies produtoras de Serotonina e Gamma - aminobutyric acid (GABA) como <i>Lactobacillus</i>, tem um papel crucial no controlo de patologias do foro mental. Os estudos referem também que, sujeitos com depressão major, têm quantidades de <i>Firmicutes</i>, <i>Bacteroidetes</i> e <i>Actinobacteria</i> alteradas.</li> </ul>
<b>Ano</b>	2019
<b>Autor</b>	Sohali <i>et al.</i>
<b>País</b>	Qatar
<b>População alvo</b>	População com atividade física.
<b>Tipo de estudo</b>	Revisão sistemática (n=72) Bancos de dados: <i>MEDLINE</i> e <i>Google Scholar</i> Tempo de revisão: Outono de 2018 a primavera de 2019.
<b>Tipo/duração de treino</b>	-----
<b>Referência</b>	(27)
<b>Bactérias</b>	-----
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• As alterações microbianas induzidas pelo exercício afetam as vias imunológicas do hospedeiro e melhoram a homeostasia energética.</li> <li>• Os microrganismos libertam fatores neuroendócrinos e imunomoduladores que podem reduzir o <i>stress</i> inflamatório e oxidativo e melhorar o metabolismo, a capacidade cardiorrespiratória e a resistência à insulina.</li> </ul>

<b>Ano</b>	2017
<b>Autor</b>	Mach, Botella
<b>País</b>	Holanda
<b>População alvo</b>	Atletas.
<b>Tipo de estudo</b>	Revisão sistemática (n=10) Base de dados: <i>MEDLINE</i> , <i>Scopus</i> , <i>Clinical Trials</i> , <i>Springer Link</i> e <i>Embase</i> .
<b>Tipo/duração de treino</b>	-----
<b>Referência</b>	(28)
<b>Bactérias</b>	-----
<b>Resultados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A microbiota intestinal pode ser capaz de fornecer um marcador mensurável e eficaz da função imunológica de um atleta, sendo que a análise da composição microbiana também pode ser importante para detetar <i>stress</i> induzido por exercício físico e distúrbios metabólicos.</li> <li>• A revisão também apoia a hipótese de que a modificação da microbiota por meio do uso de probióticos pode ser uma importante ferramenta terapêutica para melhorar a saúde geral, o desempenho e a energia dos atletas.</li> </ul>

Como observamos na tabela anteriormente exposta, obtivemos diversos resultados consoante os artigos.

Foram identificadas diferenças notáveis entre atletas competidores e pessoas inativas, sendo que uma maior diversidade de microbiota intestinal foi relatada em atletas que tinham padrões dietéticos específicos (dietas com elevado teor de proteína). Por outro lado, foi relatada em mulheres ativas uma abundância significativa de bactérias *Lachnospiraceae*, *Akkermansiaceae* e *Faecalibacterium* juntamente com uma abundância menor no filo *Bacteroidetes*. Também se verificaram associações entre a

aptidão cardiorrespiratória e composição da microbiota intestinal. Nenhuma diferença relacionada com o sexo e consumo de oxigênio foi observada no campo da microbiota intestinal. Consoante as atividades físicas e desempenho físico, a microbiota intestinal alterava-se. O índice de massa corporal (IMC) foi igualmente um fator determinante na resposta da microbiota ao exercício físico. A microbiota fecal de indivíduos aparentemente saudáveis com  $IMC \geq 25 \text{ Kg/m}^2$  demonstrou aumentos discretos de *Actinobacterias*, *Bacteroides*, *Firmicutes*, *Proteobacteria* e filos *Verrucomicrobia* após 6 semanas de treino aeróbico supervisionado. (22)

Identificou-se, também, uma maior variabilidade e prevalência do filo *Firmicutes* em indivíduos ativos em comparação com inativos, especialmente em atletas. Constatou-se também que a ingestão inadequada de carboidratos e fibra alimentar associada a uma dieta rica em proteínas observada nos atletas pode ser neutralizada pelos efeitos benéficos do exercício na diversidade da microbiota intestinal. (23)

Níveis mais elevados de atividade física ou aptidão cardiorrespiratória foram associados a aumentos da diversidade alfa fecal bacteriana (diversidade bacteriana encontrada numa amostra de fezes). (26) Níveis mais elevados de atividade física e aptidão cardiorrespiratória foram associados positivamente com a concentração fecal de ácidos gordos de cadeia curta. Contudo os relatórios sobre os efeitos das intervenções de exercícios de muito curto e médio / longo prazo sobre a composição da microbiota intestinal foram inconsistentes. (24)

Em (25) verifica-se que a aptidão cardiorrespiratória mais alta estava correlacionada positivamente com o aumento da diversidade microbiana. Além disso, o exercício físico pode modular a composição e capacidade metabólica da microbiota intestinal humana em sedentários. Com base nestes resultados os autores concluíram que as atividades físicas, fatores dietéticos e composição corporal promovem uma microbiota intestinal mais “associada à saúde”. Neste sentido, existem mais espécies bacterianas promotoras da saúde e maior diversidade microbiana em atletas face à população sedentária.

O treino físico reduziu níveis de glicose plasmática e fecal, de lactato desidrogenase (LDH) e de glutamato-oxaloacetato transaminase (GOT), após o treino combinado de força e resistência de 12 semanas. No que respeita à microbiota intestinal, a análise demonstrou que existe um perfil bacteriano associado à obesidade com uma maior deteção dos filos *Bacteroidetes* e *Proteobacteria*, enquanto *Firmicutes* e *Actinobacteria* detinham menor incidência. Além disso o estudo randomizado controlado verificou que

o desempenho da atividade física tende a neutralizar o perfil da microbiota associado à obesidade. (15)

No estudo de Mailing *et al.* foram analisados estudos transversais e longitudinais. Assim, nos estudos transversais, os atletas apresentaram maior diversidade alfa fecal bacteriana (26) e uma abundância relativa maior de 40 táxones bacterianos na microbiota intestinal. Mulheres ativas, em comparação com as sedentárias, que realizaram pelo menos 3 horas de exercício por semana apresentaram níveis aumentados de *Faecalibacterium prausnitzii*, *Roseburia hominis*. Por outro lado, nos estudos longitudinais observou-se uma tendência para a diminuição das espécies *Bacteroides* nos indivíduos magros e um aumento destas espécies em indivíduos obesos. Por outro lado, foi ainda possível observar um aumento na diversidade bacteriana nos grupos exercício que consomem *whey protein*. Relativamente às implicações do EF na prevenção de certas doenças percebeu-se que este pode ter um papel importante na prevenção de cancro colorretal, obesidade e síndrome metabólico, doença inflamatória intestinal e patologias do foro mental.

No estudo de Motiani *et al.* concluiu-se que tanto no SIT como no MICT ocorreu uma modificação do perfil da MI, aumentando o filo *Bacteroidetes* e diminuindo a razão *Firmicutes* / *Bacteroidetes*. Verificou-se também em ambas as tipologias de treino ocorreu diminuição de marcadores inflamatórios como o TNF- $\alpha$  e o TBP. (16)

Outra das averiguações foi no sentido que o exercício físico afeta as vias imunológicas do hospedeiro e melhora a homeostasia energética. Verificou-se também que os microrganismos da MI libertam fatores neuroendócrinos e imunomoduladores que podem reduzir o *stress* inflamatório e oxidativo. (27)

Em (17), indivíduos magros com IMC < 25 Kg/m<sup>2</sup> e indivíduos obesos com IMC > 30 Kg/m<sup>2</sup> sedentários, que realizaram treino aeróbio supervisionado de 6 semanas revelaram melhoria da aptidão cardiorrespiratória VO<sub>2</sub>max e um aumento de espécies produtoras de butirato no fim da intervenção, tendo estes dois parâmetros voltado aos valores pré-intervenção depois de 6 semanas de sedentarismo. Aptidão cardiorrespiratória VO<sub>2</sub>max e a abundância de espécies produtoras de butirato voltou aos valores basais depois da intervenção realizada. Neste artigo, também se pode observar que o exercício físico aumentou as concentrações fecais de ácidos gordos de cadeia curta em magros, mas não em obesos.

Por último a MI sofre adaptações com o exercício de *endurance* e pode ser eficaz no processo imunológico do atleta. Os probióticos em articulação com um plano alimentar bem formulado podem ajudar atletas com histórico de distúrbios respiratórios e gastrointestinais durante períodos intensos de treino e competição. (28)

## Discussão e Conclusão

Os estudos analisados vão de 2017 a 2021, conforme o espaço temporal definido nos critérios de inclusão da seleção dos estudos.

No que respeita aos países em que se desenvolveram os estudos, os Estados Unidos da América possuem maior percentagem de estudos (17); (25); (26). A seguir encontra-se a Espanha (15); (24), seguida da Colômbia (22), da Itália (23), da Finlândia (16), do Qatar (27) e da Holanda (28).

Os trabalhos (22); (23); (24); (27) e (28) assentam numa revisão sistemática, o estudo (25) e (26) assenta numa revisão narrativa, enquanto os estudos (15) e (16) assentam num ensaio randomizado controlado e o estudo (17) num ensaio não randomizado controlado.

Independentemente do ano, país e tipo de artigos, os resultados indicam uma clara associação entre a atividade física e a microbiota intestinal. Importa aqui salientar que a diferença entre atletas e pessoas ativas tem por base o número de horas semanais de treino e o desempenho de uma atividade profissional, sendo que as mudanças na microbiota intestinal exercidas pelo exercício físico dependem do estado fisiológico do indivíduo e de estímulos repetidos. (25)

Com efeito, os artigos concluíram que as atividades físicas e desempenho físico alteravam e melhoravam a microbiota intestinal (16); (22); (25); (26). Posto isto, a diversidade da microbiota intestinal era maior em atletas (23); (26) que em pessoas ativas.

De facto, foi verificada uma associação direta entre a atividade física e a microbiota intestinal, tendo sido comprovadas diferenças na variabilidade e abundância bacteriana entre pessoas ativas e inativas (22); (23). Contudo, o exercício físico pode modular a composição e capacidade metabólica da microbiota intestinal nos indivíduos sedentários. (25)

Em função do esforço físico desenvolvido, em vários artigos, nomeadamente (16); (22); (24); (25); (26) conclui-se que a aptidão cardiorrespiratória também estava correlacionada com a composição da microbiota intestinal.

No que respeita à composição da microbiota intestinal, esta é coberta em 75 % por filos *Actinobacteria*, *Firmicutes* e *Bacteroidetes*. (5) Após 6 semanas de treino aeróbio supervisionado, a microbiota fecal em indivíduos aparentemente saudáveis apresentou mudanças discretas em relação à abundância relativa de *Actinobactérias*, *Bacteroides*, *Firmicutes*, *Proteobacteria* e filos *Verrucomicrobia*outra. (22) Em (17), constata-se também que o exercício aeróbio aumenta as concentrações fecais de acetato, propionato e butirato. No entanto este efeito estava correlacionado com o IMC, sendo este um fator importante na microbiota intestinal. (22)

Outra conclusão foi observada no que diz respeito ao exercício, pois, com efeito, quando este se prolongou e foi excessivo ocorreu um aumento da permeabilidade intestinal que pode facilitar processos infecciosos (25), reduziu também os níveis de glicose plasmática e fecal após o treino combinado de força e resistência de 12 semanas e a força dinâmica aumentou. (15)

Em pessoas magras, o exercício desenvolvido em 6 semanas aumentou a abundância de concentrações de acetato e butirato (26), tendo-se observado a tendência para um aumento na diversidade bacteriana nos grupos exercício que consumiram *whey protein*. Em (17), conclui-se que o exercício físico aumentou as concentrações fecais de ácidos gordos de cadeia curta em indivíduos magros, mas não em indivíduos obesos. No entanto, as mudanças induzidas pelo exercício na microbiota foram amplamente revertidas assim que o exercício físico cessou (17), demonstrando mais uma vez a associação entre a microbiota intestinal e atividade física.

O equilíbrio da microbiota intestinal é assim essencial para promover a saúde e bem-estar. Aliar a atividade física à microbiota alterando, como demonstrámos, a composição da última, é melhorar a saúde, fortalecer a imunidade e promover a homeostasia energética. (27) Deste modo, o *stress* inflamatório e oxidativo em pessoas que sofrem de distúrbios metabólicos e em atletas podem ser aliviadas (27); (28).

Posto tudo isto, é importante referir que os artigos analisados demonstram uma clara evidência entre a atividade física e a microbiota intestinal, contudo mais estudos são necessários, de modo a perceber a importância na população humana da relação entre a atividade física e microbiota intestinal, uma vez que, identificámos algumas limitações aquando do estudo do tema em análise, nomeadamente:

- A incidência dos artigos era majoritariamente em países desenvolvidos, por isso torna-se necessário apostar em estudos nas regiões em desenvolvimento;
- Foram consideradas diferentes populações, tais como atletas de competição e pessoas inativas, crianças obesas e não obesas, população sedentária com enfoque para pessoas pré diabéticas e diabéticas tipo 2, população obesa e não obesa, assim como mulheres entre 25-45 anos. Apesar de ser importante esta diversidade é difícil comparar os estudos, visto que a população alvo é diversificada;
- No que respeita à metodologia destacam-se 5 revisões sistemáticas, contudo só numa delas, nomeadamente a (22), se focou em estudos transversais e longitudinais. 2 revisões narrativas. 2 testes randomizados controlados e 1 teste não randomizado controlado. No entanto são necessários mais estudos com diversas metodologias;
- O tipo/ duração de treino obtiveram pouco destaque. Sendo que a maioria dos estudos incidiam sobre intervenções de 6-12 semanas. Posto isto, demonstra-se a necessidade de ser dada maior atenção aos tipos de treino e duração, sendo que a aposta deve ser no sentido de refletir sobre diferentes atividades físicas e durações inferiores a 6 semanas;

Concluindo e relembrando a pergunta de pesquisa: *existem evidências que a prática da atividade física pode alterar a composição da microbiota intestinal e melhorar a saúde na população humana?* A resposta é afirmativa, visto que a prática de AF tem interferência direta na motilidade, permeabilidade intestinal e na diversidade bacteriana que, conseqüentemente, vão desencadear um conjunto de processos neuroendócrinos e imunomediados benéficos a vários sistemas de órgãos, nomeadamente:

Aquando da contração do músculo esquelético, durante o exercício, ocorre a libertação de miocinas que vão promover a libertação de neuropéptidos como o *Glucagon-Like Peptide 1* (GLP-1) pelas *Enteroendocrine Cells* (EEC). (24) Este, por sua vez, enquanto se encontra em circulação e atravessando a Barreira Hemato-Encefálica atua a nível central para promover o efeito de saciedade. Contribui ainda para a libertação de insulina por

células  $\beta$  pancreáticas em resposta à ingestão de glicose, tendo por isso, um efeito incretínico marcado. (29)

O aumento da diversidade da Microbiota Intestinal potenciada pelo EF, faz com que a quantidade de bactérias produtoras de Ácidos Gordos de Cadeia Curta (AGCC), como o butirato seja incrementada. Estes AGCC, aparentemente, intervêm nos mecanismos de supressão tumoral, na formação de células Treg a nível intestinal e conseqüentemente, na diminuição de processos infecciosos e inflamatórios. Certas bactérias como *Lactobacillus* produzem, diretamente, neurotransmissores (Serotonina e GABA) que atuam a nível central, podendo ter um papel importante na prevenção de patologias do foro mental. (26) Pensa-se ainda que, o aumento da quantidade de *Bacteroidetes* na MI promovido pelo EF esteja, diretamente, relacionado com a diminuição de bactérias Gram-negativas patogénicas e com a conseqüente diminuição de endotoxinas como o LPS em circulação. (16)

Por último, sabe-se que o EF contribui para o aumento do *uptake* de glicose nos músculos ativos, uma vez que, aumenta a disponibilidade de Glucose Transporter 4 (GLUT-4) no sarcolema (30), o que por sua vez, vai aumentar a sensibilidade à insulina, visto que, sendo esta definida como a concentração de insulina necessária para causar 50% do seu efeito máximo no transporte de glicose (31), quanto mais glicose for transportada para o interior das células do músculo esquelético pelos GLUT-4, menos insulina vai ser necessária para transportar glicose para o interior das células a nível sistémico.

Posto tudo isto, sendo a AF um dos promotores de todos os processos desencadeados pelos microrganismos que compõem a MI que falámos, é importante frisar que são estes mesmos processos que vão permitir manter o metabolismo, a disponibilidade energética e, conseqüentemente, a capacidade de realizar AF ao ser humano. AF e MI atuam, por isso, numa simbiose harmoniosa, complexa e consonante que demorará muito tempo a decifrar.

## Referências Bibliográficas

1. Caspersen CJ, Christenson GM. Physical Activity , Exercise , and Physical Fitness : Definitions and Distinctions for Health-Related Research. 1985;(April).
2. A actividade física e o desporto : um meio para melhorar a saúde e o bem-estar. :1-7.
3. Thursby E, Juge N. Introduction to the human gut microbiota. 2017;0:1823-36.
4. Cresci GAM, Izzo K. Gut Microbiome. 2019;45-54.
5. Collado MC, Ba C, Pe G. Defining microbiota for developing new probiotics. 2012;35:35-9.
6. Donato H, Donato M. Stages for Undertaking a Systematic Review. 2019;32(3):227-35.
7. Hanley T, Cutts L. What is a systematic review ? 2014;(January 2013).
8. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2 : a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials as an essential component of a. 2019;1-8.
9. Sterne JAC, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, Viswanathan M, et al. ROBINS-I : a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions (“ Risk Of Bias In Non-randomised tool for evaluating risk of bias in. 2016;4-10.
10. Lo CK, Mertz D, Loeb M. Newcastle-Ottawa Scale : comparing reviewers ’ to authors ’ assessments. 2014;1-5.
11. Whiting P, Rutjes AWS, Reitsma JB, Bossuyt PMM, Kleijnen J. The development of QUADAS : a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. 2003;13:1-13.
12. Aubut JL, Marshall S, Bayley M, Teasell RW. A comparison of the PEDro and Downs and Black quality assessment tools using the acquired brain injury intervention literature. 2013;32:95-102.

13. Farrah K, Young K, Tunis MC, Zhao L. Risk of bias tools in systematic reviews of health interventions : an analysis of PROSPERO-registered protocols. 2019;1–9.
14. Morton NA De. The PEDro scale is a valid measure of the methodological quality of clinical trials : a demographic study. *Aust J Physiother* [Internet]. 2009;55(2):129–33. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514\(09\)70043-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0004-9514(09)70043-1)
15. Quiroga R, Nistal E, Estébanez B, Porras D, Juárez-fernández M, Martínez-flórez S, et al. Exercise training modulates the gut microbiota profile and impairs inflammatory signaling pathways in obese children. *Exp Mol Med* [Internet]. 2020;1048–61. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s12276-020-0459-0>
16. Löyttyniemi E, Salminen S, Nuutila P, Kalliokoski KK, Hannukainen JC. Exercise Training Modulates Gut Microbiota Profile and Improves Endotoxemia. (5):94–104.
17. Allen JM, Mailing LJ, Niemi GM, Moore R, Cook MD, White BA, et al. Exercise Alters Gut Microbiota Composition and Function in Lean and Obese Humans. 2018;747–57.
18. Schünemann HJ, Cuello C, Akl EA, Mustafa RA, Jörg J. Europe PMC Funders Group Europe PMC Funders Author Manuscripts GRADE Guidelines : 18 . How ROBINS-I and other tools to assess risk of bias in non-randomized studies should be used to rate the certainty of a body of evidence. 2019;105–14.
19. Cataldi S, Bonavolont V, Poli L, Clemente FM, Candia M De, Carvutto R, et al. The Relationship between Physical Activity , Physical Exercise , and Human Gut Microbiota in Healthy and Unhealthy Subjects : A Systematic Review. 2022;
20. Dta F. ROBIS : Tool to assess risk of bias in systematic reviews Phase 1 : Assessing relevance ( Optional ) Phase 2 : Identifying concerns with the review process DOMAIN 1 : STUDY ELIGIBILITY CRITERIA DOMAIN 2 : IDENTIFICATION AND SELECTION OF STUDIES. :1–3.
21. Whiting P, Systematic K. ROBIS : Tool to assess risk of bias in systematic reviews Guidance on how to use ROBIS. :1–39.
22. Perez L, Ramı JD, Aya V, Flo A. Association between physical activity and changes in intestinal microbiota composition : A systematic review. 2021;1–21.

23. Dorelli B, Gall F, Vito C De, Duranti G, Iachini M, Zaccarin M, et al. Can Physical Activity Influence Human Gut Microbiota Composition Independently of Diet ? A Systematic Review. 2021;1–14.
24. Ortiz-alvarez L, Xu H, Martinez-tellez B. Influence of Exercise on the Human Gut Microbiota of Healthy Adults : A Systematic Review. 2020;1–9.
25. Mohr AE, Jäger R, Carpenter KC, Kerksick CM, Purpura M, Townsend JR, et al. The athletic gut microbiota. Journal of the International Society of Sports Nutrition; 2020. 1–33 p.
26. Mailing LJ, Allen JM, Buford TW, Fields CJ, Woods JA. Exercise and the Gut Microbiome : A Review of the Evidence , Potential Mechanisms , and Implications for Human Health. 2019;75–85.
27. Tudies S, Sohail MU, Yassine HM, Sohail A, Thani AA Al. Impact of Physical Exercise on Gut Microbiome , Inflammation , and the Pathobiology of Metabolic Disorders. 2019;35–48.
28. Mach N, Fuster-botella D. Endurance exercise and gut microbiota : A review. 2017;6:179–97.
29. Murphy K, Spreckley E, Murphy KG. The L-cell in nutritional sensing and the regulation of appetite. 2015;(August).
30. Borghouts LB, Keizer HA. Exercise and Insulin Sensitivity : A Review. 1999;
31. Holloszy JO. Exercise-induced increase in muscle insulin sensitivity. 2022;63110:338–43.

