

Exercício físico e microbiota intestinal em atletas e indivíduos fisicamente ativos saudáveis: uma revisão de revisões sistemáticas.

Physical exercise and gut microbiota in athletes and healthy physically active individuals: a review of systematic reviews.

Letícia Christina Sena de Albuquerque¹

Lucca Bonfim Leite de Moura Sérvulo¹

Rizia Laysa Soares Braga¹

Ana Carolina Machado Leódido¹

Manoel Dias de Souza Filho¹

RESUMO

A microbiota intestinal desempenha funções essenciais na manutenção da homeostase, atuando no metabolismo, na imunidade e na comunicação entre o intestino e o sistema nervoso, podendo ser modulada por diferentes fatores, incluindo o exercício físico. Este estudo analisou os impactos do exercício físico sobre a microbiota intestinal em indivíduos fisicamente ativos saudáveis, incluindo atletas e praticantes recreacionais. Trata-se de uma revisão sistematizada da literatura conduzida conforme as diretrizes PRISMA, com busca nas bases PubMed, OpenAIRE, Cochrane Library e LILACS, abrangendo artigos publicados entre 2015 e 2025, em acesso aberto, envolvendo adultos saudáveis de 18 a 59 anos. Foram selecionados estudos que investigaram a relação entre exercício físico e composição da microbiota intestinal, e os dados foram organizados e avaliados quanto à qualidade metodológica. Dos 19.812 estudos identificados, 10 atenderam aos critérios de elegibilidade. Os resultados evidenciam associação entre a prática de exercício físico e alterações na composição e diversidade da microbiota intestinal, com variações relacionadas ao nível de atividade física, intensidade do treinamento e características individuais. Exercícios de

¹Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPA) Av. São Sebastião nº 2819, 64202-020. Parnaíba, Nossa Senhora de Fátima, PI, e-mail: soaresbragarizialaysa@gmail.com

intensidade moderada associaram-se ao aumento da diversidade bacteriana e ao enriquecimento de microrganismos potencialmente benéficos, enquanto exercícios intensos e prolongados relacionaram-se a alterações na permeabilidade intestinal, respostas inflamatórias e desequilíbrios microbianos. Conclui-se que o exercício físico exerce efeito modulador sobre a microbiota intestinal, com possíveis repercussões na saúde metabólica, imunológica e no desempenho esportivo, destacando-se a necessidade de estudos futuros que aprofundem os mecanismos envolvidos nessa interação.

Palavras-chave: Microbiota Intestinal. Exercício Físico. Atletas. Desempenho Esportivo. Microbioma Intestinal

ABSTRACT

The gut microbiota plays essential roles in maintaining homeostasis, acting in metabolism, immunity, and communication between the gut and the nervous system. Its composition can be influenced by several factors, including physical exercise. This study analyzed the effects of physical exercise on the gut microbiota of healthy physically active individuals, including athletes and recreational exercisers. A systematized literature review was conducted following PRISMA guidelines. Searches were performed in PubMed, OpenAIRE, Cochrane Library, and LILACS databases, covering open-access articles published between 2015 and 2025 involving healthy adults aged 18 to 59 years. Studies investigating the relationship between physical exercise and gut microbiota composition were selected, and data were organized and assessed for methodological quality. Of the 19,812 studies identified, 10 met the eligibility criteria. The findings demonstrated an association between physical exercise and changes in gut microbiota composition and diversity, with variations related to physical activity level, training intensity, and individual characteristics. Moderate-intensity exercise was associated with increased bacterial diversity and enrichment of potentially beneficial microorganisms, whereas intense and prolonged exercise was linked to changes in intestinal permeability, inflammatory responses, and microbial imbalance. In conclusion, physical exercise exerts a modulatory effect on the gut microbiota, with potential implications for metabolic and immune health as well as sports performance. These findings highlight the need for further studies to better understand the mechanisms underlying this interaction.

Keywords: Gut microbiota; Physical exercise; Physical activity; Athletes; Microbial diversity.

1 INTRODUÇÃO

A microbiota intestinal corresponde ao conjunto de microrganismos que colonizam o trato gastrointestinal humano e desempenham papel essencial na manutenção da homeostase do organismo, atuando em processos como digestão, metabolismo energético, modulação imunológica, integridade da barreira intestinal e produção de metabólitos biologicamente ativos (RODRIGUES et al., 2024; SOKOL, 2019). Esse ecossistema microbiano é dinâmico e pode ser influenciado por diferentes fatores, como idade, genética, padrão alimentar, uso de medicamentos e características do estilo de vida (RODRIGUES et al., 2024; TICINESI et al., 2019). Entre esses fatores, o exercício físico tem recebido crescente atenção devido ao seu potencial efeito modulador sobre a diversidade e a composição da microbiota intestinal.

Evidências científicas indicam que a microbiota intestinal exerce funções que vão além dos processos metabólicos tradicionais, participando da modulação da resposta inflamatória, da maturação imunológica, da comunicação bidirecional entre intestino e sistema nervoso e da produção de metabólitos, especialmente os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), importantes para a homeostase metabólica e energética (SANTOS, 2022). Nesse contexto, estudos sugerem uma relação bidirecional entre exercício físico e microbiota intestinal, na qual o treinamento pode modular a composição microbiana, enquanto alterações na microbiota podem influenciar o metabolismo energético, a resposta inflamatória e as adaptações fisiológicas ao esforço físico (DORELLI et al., 2021; MIN et al., 2024; PÉREZ-PRIETO et al., 2024).

Entre os principais grupos bacterianos da microbiota intestinal destacam-se os filos Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria e Proteobacteria (CONSÓRCIO, 2012), cuja composição e diversidade têm sido associadas à manutenção da saúde intestinal e sistêmica (GHAFAR et al., 2024; BOYTAR et al., 2023; PÉREZ-PRIETO et al., 2024). Evidências sugerem que indivíduos fisicamente ativos e atletas apresentam diferenças na diversidade e composição microbiana quando comparados a indivíduos menos ativos, com maior abundância relativa de microrganismos associados ao metabolismo energético e à produção de metabólitos benéficos, embora os mecanismos envolvidos ainda não estejam completamente elucidados (AYA et al., 2021; DZIEWIECKA et al., 2022; PÉREZ-PRIETO et al., 2024).

Apesar dos potenciais benefícios associados ao exercício físico, os achados da literatura ainda não são consensuais. Em geral, exercícios de intensidade moderada estão associados ao aumento da diversidade bacteriana e à estabilidade do ambiente intestinal, enquanto exercícios intensos e prolongados podem estar relacionados a alterações como

aumento da permeabilidade intestinal, estresse oxidativo, resposta inflamatória exacerbada e possíveis quadros de disbiose. Além disso, variáveis como modalidade esportiva, volume e intensidade do treinamento, nível de condicionamento físico e hábitos alimentares atuam como fatores de confusão, dificultando a interpretação isolada dos efeitos do exercício sobre a microbiota intestinal (BONOMINI-GNUTZMANN et al., 2022; MIN et al., 2024; DORELLI et al., 2021).

Diante das lacunas existentes na literatura, especialmente quanto às diferenças entre atletas e indivíduos fisicamente ativos não atletas e à heterogeneidade dos resultados encontrados, torna-se necessária a síntese crítica das evidências disponíveis para melhor compreensão dos mecanismos envolvidos nessa interação e de seus possíveis impactos sobre a saúde e o desempenho físico.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar os impactos do exercício físico sobre a microbiota intestinal de atletas e indivíduos fisicamente ativos e saudáveis, investigando alterações na diversidade e composição microbiana, bem como possíveis associações entre características do treinamento físico e as adaptações intestinais observadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA/REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Microbiota Intestinal: Composição, Funções e Importância Fisiológica

A microbiota intestinal corresponde ao conjunto de microrganismos que colonizam o trato gastrointestinal humano e desempenham papel essencial na manutenção da homeostase do organismo, atuando em processos como digestão, metabolismo energético, modulação imunológica, integridade da barreira intestinal e produção de metabólitos biologicamente ativos (GHAFAR et al., 2024; BOYTAR et al., 2023). Esse ecossistema é composto predominantemente pelos filos Firmicutes, Bacteroidetes, Actinobacteria e Proteobacteria, cuja composição é influenciada por fatores genéticos, ambientais e comportamentais.

Entre os principais metabólitos produzidos destacam-se os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), especialmente acetato, propionato e butirato, os quais desempenham papel relevante na sinalização metabólica sistêmica, na regulação inflamatória e na homeostase energética (PÉREZ-PRIETO et al., 2024; GHAFAR et al., 2024). Alterações na composição desse ecossistema, conhecidas como disbiose, têm sido associadas a distúrbios metabólicos, inflamatórios e gastrointestinais, evidenciando sua relevância para a saúde humana.

2.2 Relação entre Exercício Físico e Microbiota Intestinal

Evidências indicam que a relação entre exercício físico e microbiota intestinal apresenta caráter bidirecional, uma vez que o treinamento pode modular a composição microbiana, enquanto alterações na microbiota podem influenciar o metabolismo energético, a resposta inflamatória e o desempenho fisiológico (DORELLI et al., 2021; MIN et al., 2024; PÉREZ-PRIETO et al., 2024).

Os mecanismos envolvidos incluem alterações no fluxo sanguíneo intestinal, motilidade gastrointestinal, resposta hormonal e modulação imunológica. Embora fatores dietéticos exerçam influência relevante, estudos indicam que algumas adaptações microbianas podem ocorrer independentemente da dieta em determinados contextos (DORELLI et al., 2021).

De modo geral, indivíduos fisicamente ativos apresentam maior diversidade bacteriana e maior abundância de microrganismos associados à saúde metabólica. No entanto, a literatura ainda apresenta heterogeneidade significativa, atribuída às diferenças metodológicas, aos protocolos de exercício e às características das populações estudadas (MIN et al., 2024; BOYTAR et al., 2023). Assim, o exercício físico deve ser compreendido como um fator sistêmico capaz de influenciar não apenas o sistema musculoesquelético, mas também o ambiente intestinal e sua composição microbiana.

2.3 Diversidade Microbiana e Perfil Bacteriano em Indivíduos Fisicamente Ativos

A diversidade microbiana intestinal é um importante indicador da estabilidade ecológica e funcional do ecossistema intestinal. Evidências sugerem que indivíduos fisicamente ativos apresentam maior riqueza bacteriana quando comparados a indivíduos sedentários, indicando efeito modulador do exercício sobre a microbiota intestinal (MIN et al., 2024; PÉREZ-PRIETO et al., 2024).

Essas alterações envolvem tanto a diversidade alfa quanto a diversidade beta, refletindo mudanças internas na comunidade microbiana e entre diferentes grupos populacionais. Contudo, os resultados ainda são inconsistentes entre estudos, possivelmente devido à influência de fatores como dieta, idade, sexo, composição corporal e suplementação alimentar (ORTIZ-ALVAREZ; XU; MARTINEZ-TELLEZ, 2020; DORELLI et al., 2021).

Estudos indicam que atletas podem apresentar perfis microbianos distintos, com enriquecimento de grupos associados ao metabolismo energético e à produção de metabólitos

bioativos. Entretanto, parte dessas diferenças pode estar relacionada ao estilo de vida, o que limita a atribuição exclusiva dessas alterações ao exercício físico.

2.4 Influência da Intensidade, Duração e Modalidade Do Exercício

Os efeitos do exercício sobre a microbiota intestinal dependem fortemente das características do treinamento, como intensidade, duração, frequência e modalidade. Exercícios moderados e regulares estão associados ao aumento da diversidade bacteriana e à melhora da integridade intestinal, além do enriquecimento de microrganismos benéficos (BONOMINI-GNUTZMANN et al., 2022; GHAFAR et al., 2024).

Em contrapartida, exercícios de alta intensidade ou longa duração podem induzir alterações transitórias na microbiota intestinal, aumento da permeabilidade intestinal e maior resposta inflamatória. Esses efeitos sugerem uma relação dependente da carga de treinamento, na qual o exercício pode atuar tanto como estímulo benéfico quanto como fator de estresse fisiológico (BONOMINI-GNUTZMANN et al., 2022).

A modalidade esportiva também influencia essas respostas. Atividades de endurance tendem a induzir mudanças mais expressivas na microbiota devido ao maior estresse metabólico, enquanto exercícios resistidos e combinados apresentam resultados mais variáveis (BOYTAR et al., 2023). Assim, os efeitos do exercício não são universais, sendo modulados por características do treinamento e fatores individuais.

2.5 Principais Grupos Bacterianos Associados ao Exercício Físico

Diferentes grupos bacterianos têm sido associados às adaptações induzidas pelo exercício físico, especialmente aqueles relacionados ao metabolismo energético e à produção de metabólitos bioativos. No entanto, os achados permanecem heterogêneos, dificultando a definição de um perfil microbiano específico associado à prática de exercício (GHAFAR et al., 2024; MIN et al., 2024; PÉREZ-PRIETO et al., 2024).

Alterações na proporção entre Firmicutes e Bacteroidetes também são frequentemente relatadas, embora ainda não exista consenso sobre seu significado fisiológico, reforçando a necessidade de maior padronização metodológica entre os estudos.

2.6 Metabólitos Microbianos, Metabolismo Energético e Desempenho Físico

Os metabólitos produzidos pela microbiota intestinal constituem um importante elo entre o ambiente intestinal e as adaptações fisiológicas ao exercício físico. Entre eles,

destacam-se os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), como acetato, propionato e butirato, que desempenham funções na homeostase energética, na regulação imunológica e na integridade intestinal (MIN et al., 2024; PÉREZ-PRIETO et al., 2024).

O butirato atua como principal fonte energética para colonócitos e exerce efeito anti-inflamatório, enquanto acetato e propionato participam da regulação metabólica sistêmica e do metabolismo energético durante o exercício (AYA et al., 2021). Evidências sugerem que alterações na produção desses metabólitos podem influenciar adaptações fisiológicas ao treinamento, indicando que parte dos efeitos benéficos do exercício pode estar mediada pela microbiota intestinal.

3 METODOLOGIA

Este trabalho é uma revisão de revisões sistemáticas (umbrella review), de carácter qualitativo e abordagem descritiva. O objetivo é analisar e sintetizar o impacto do exercício físico sobre a microbiota intestinal de atletas de elite e atletas recreativos saudáveis.

Para garantir maior rigor metodológico, transparência e reprodutibilidade do processo de seleção dos estudos, a pesquisa foi conduzida conforme as recomendações do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Foram contempladas as etapas sistematizadas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos artigos científicos. Portanto, para a elaboração desta revisão foi utilizada a estratégia PICO (P - population; I - intervention; C - comparison; O - outcomes), exposta no quadro 1. Os descritores DeCS e MeSH combinados com os operadores booleanos AND e OR foram utilizados para a maior sensibilidade de busca.

Quadro 1. Estratégia PICO

Elemento	Definição
P: população de interesse	Atletas de elite e indivíduos fisicamente ativos
I: intervenção	Protocolos de exercício físico
C: comparação	Diferentes tipos ou níveis de treinamento
O: resultado/desfecho	Alterações na composição e diversidade da microbiota intestinal

A busca foi realizada nas bases de dados: PubMed, OpenAIRE, Cochrane Library e Lilacs via Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Foram incluídas revisões sistemáticas e meta análises publicadas entre 2015 e 2025 disponíveis na íntegra independentemente do idioma. Os estudos selecionados envolveram exclusivamente seres humanos com idade entre 18 e 59 anos, incluindo atletas e indivíduos fisicamente ativos. Não houve restrição quanto ao tipo de exercício, modalidade esportiva, intensidade e tempo de prática. Os estudos analisados investigaram a relação entre a prática do exercício físico e a diversidade microbiana, bem como as alterações moduladoras associadas à sua composição.

Foram excluídas: dissertações; teses; resumos de congressos; editoriais; cartas ao editor; opiniões de especialistas; relatos de caso; estudos transversais, de caso-controle e de coorte; ensaios clínicos randomizados e experimentais; revisões narrativas, integrativas, de escopo, e de revisões; estudos realizados exclusivamente em modelos animais; publicações indisponíveis na íntegra, duplicadas ou que não apresentassem relação direta com o tema proposto.

Ademais, estudos que envolvem indivíduos com doenças gastrointestinais prévias, condições metabólicas, neurológicas, cardiovasculares, endócrinas, renais, neoplásicas ou imunológicas, também foram excluídos. Além daqueles que obtinham intervenções que interferem diretamente na microbiota intestinal: suplementações isoladas com probióticos, prebióticos e simbióticos.

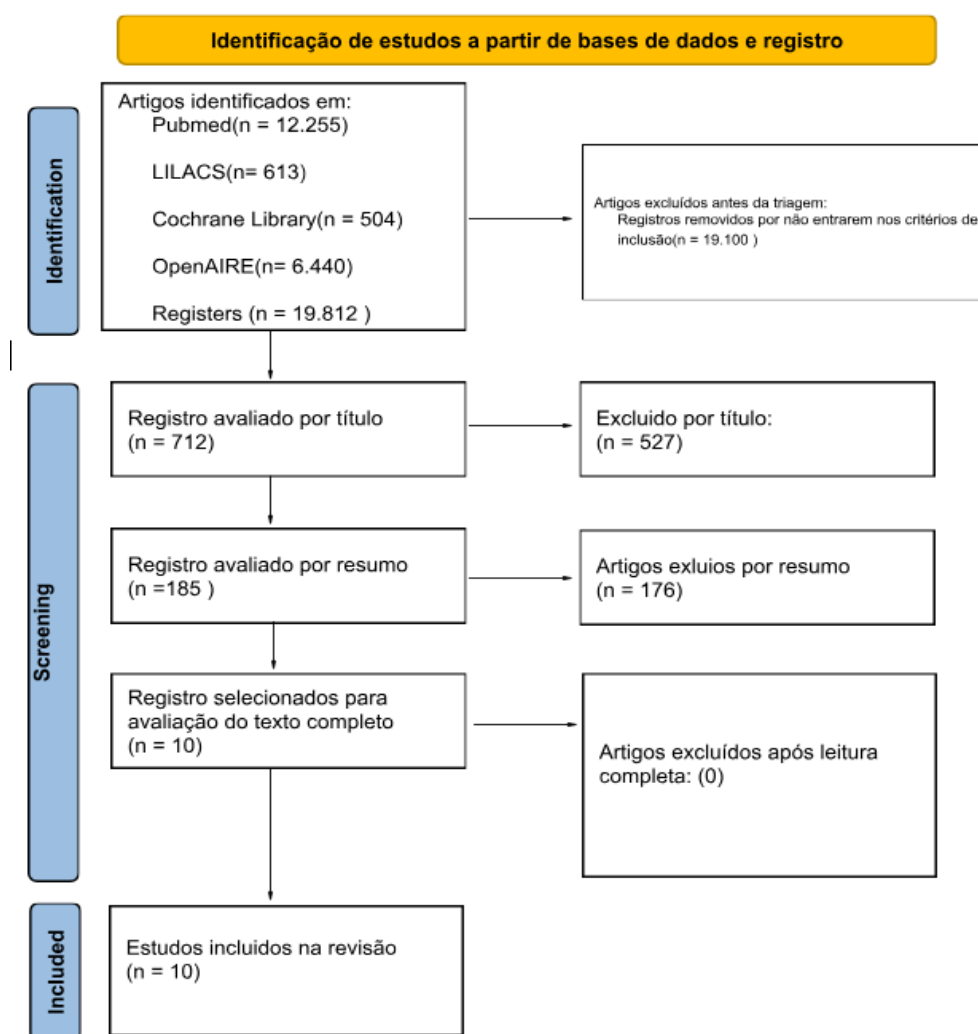
A seleção dos estudos foi conduzida de acordo com as recomendações do protocolo PRISMA, e envolveu as etapas de: identificação; remoção de duplicatas; triagem por título e resumo; leitura integral dos estudos elegíveis e aplicação rigorosa dos critérios de inclusão e exclusão.

A triagem e seleção dos artigos foram realizadas de forma independente e buscou reduzir possíveis vieses durante o processo de elegibilidade. Os dados extraídos foram organizados em tabelas que continham informações relacionadas ao autor, ano de publicação, desenho do estudo, população analisada, características do exercício físico investigado, alterações observadas na microbiota intestinal e principais resultados encontrados.

A avaliação metodológica dos estudos incluídos foi realizada por meio de leitura crítica e sistematizada. Foram considerados aspectos relacionados ao risco de viés, qualidade metodológica, consistência dos resultados, aplicabilidade clínica e clareza na descrição dos métodos utilizados. Essa etapa permitiu maior confiabilidade na interpretação dos achados e auxiliou na discussão crítica das evidências disponíveis.

A busca inicial identificou 19.812 artigos. Após aplicar o filtro de 10 anos e remover todos os artigos que não se encaixam nos critérios de inclusão, 712 estudos seguiram para a triagem. A seleção foi feita com base na leitura de títulos e resumos, e, quando necessário, dos textos completos conforme os critérios de inclusão definidos. Foram selecionados 10 artigos para leitura integral e todos atenderam aos critérios e foram incluídos na revisão. O processo de seleção seguiu o modelo PRISMA e está representado na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma de identificação, triagem, elegibilidade e análise dos estudos incluídos nesta revisão sistematizada da literatura.



Fonte: Autoria Própria - Dados da pesquisa, (2025).

3.1 Seleção dos Estudos

A busca inicial identificou 19.812 artigos. Após a aplicação do filtro temporal de 10 anos e a remoção de duplicatas, 712 estudos foram selecionados para triagem. Em seguida,

realizou-se a análise de títulos e resumos, sendo complementada pela leitura na íntegra quando necessário, a fim de verificar a adequação aos critérios de elegibilidade previamente estabelecidos.

Ao final do processo de seleção, 10 revisões foram incluídas nesta análise. As informações referentes aos estudos selecionados, incluindo autores, ano de publicação, população, objetivos, metodologia e principais resultados, estão sintetizadas no Quadro 2.

AUTORES / ANO	POPULAÇÃO	OBJETIVOS	METODOLOGIA	RESULTADOS PRINCIPAIS
Ortiz-Alvarez, L., Xu, H., Martinez-Tellez, B. (2020)	Adultos saudáveis	Resumir a literatura sobre a influência do exercício na microbiota intestinal de adultos saudáveis	Revisão Sistemática (18 estudos: 9 observacionais/cross-sectionais, 4 intervenções curtas e 5 intervenções de média/longas)	Níveis mais altos de atividade física e aptidão cardiorrespiratória (VO ₂ max) foram positivamente associados com maior diversidade alfa bacteriana fecal. Achados controversos entre phyla, mas associação positiva com alguns SCFAs.
Min, L. et al. (2024)	Adultos (geral)	Examinar quantitativamente o efeito do exercício na diversidade da microbiota intestinal	Revisão Sistemática + Meta-Análise (25 estudos, n=1044 participantes)	Exercício aumentou significativamente o índice de Shannon (WMD = 0.05). Diminuiu Bacteroidetes e aumentou Firmicutes. Mudanças mais marcantes em mulheres e idosos.

Bonomini-Gnutzmann, R. et al. (2022)	Humanos (ênfase em exercícios de endurance)	Avaliar o efeito da intensidade e duração do exercício na microbiota intestinal	Revisão Sistemática	Grande parte dos estudos relatou efeitos adversos em exercícios de endurance prolongado/intenso (aumento de I-FABP, distress intestinal e alterações na microbiota).
--------------------------------------	---	---	---------------------	--

Cataldi, S. et al. (2022)	Populações saudáveis e não saudáveis	Analisar a relação entre atividade física, exercício físico e microbiota intestinal em indivíduos saudáveis e com diferentes condições clínicas	Revisão Sistemática	A prática regular de atividade física e exercício físico está associada ao aumento da diversidade microbiana, enriquecimento de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta e melhora da homeostase intestinal. Os efeitos observados variam conforme intensidade, duração do exercício e características individuais dos participantes.
---------------------------	--------------------------------------	---	---------------------	--

Dziewiecka, H. et al. (2022)	Humanos (ativos vs sedentários, atletas vs não-atletas)	Analisar as alterações induzidas pela atividade física na microbiota intestinal	Revisão Sistemática	Nível de atividade física modula a microbiota intestinal. Atletas geralmente apresentam maior diversidade, mas efeitos variam conforme intensidade e duração.
Dorelli, B. et al. (2021)	Humanos	Avaliar se a atividade física influencia a composição da microbiota independentemente da dieta	Revisão Sistemática	Evidências sugerem que a atividade física influencia a composição da microbiota mesmo controlando a dieta, embora o papel ainda não seja totalmente claro.
Pérez-Prieto, I. et al. (2024)	Humanos (diferentes idades e condições)	Analisar atividade física, comportamento sedentário e microbioma	Revisão Sistemática + Meta-Análise (91 estudos, n=2632)	Atividade física associada positivamente com abundância de produtores de SCFA. Sedentarismo tem efeitos negativos.

Aya, V. et al. (2021)	Humanos saudáveis	Analisar a associação entre atividade física e mudanças na composição da microbiota intestinal	Revisão Sistemática	Atividade física está associada a mudanças favoráveis na composição da microbiota intestinal.
Ghaffar, T. et al. (2024)	Adultos	Avaliar o papel da microbiota em diferentes tipos e intensidades de atividade física	Revisão Sistemática + Meta-Análise	Tipo e intensidade de exercício influenciam a razão Firmicutes/Bacteroidetes e composição microbiana.

Boytar, A.N. et al. (2023)	Populações saudáveis e clínicas	Avaliar o efeito da prescrição de exercício (frequência, intensidade, duração, tipo) na microbiota	Revisão Sistemática (28 ensaios longitudinais)	Exercício moderado a alta intensidade (30- 90 min, $\geq 3x/semana$, ≥ 8 semanas) modifica a microbiota em ambas populações (saudáveis e clínicas).
----------------------------	---------------------------------	--	--	---

Fonte: Autoria Própria – Quadro 2, (2025).

3.2 Síntese dos Achados dos Estudos Incluídos

Os estudos incluídos evidenciam, de forma geral, que o exercício físico exerce influência significativa sobre a composição e diversidade da microbiota intestinal. Ortiz-Alvarez et al. (2020) observaram associação positiva entre níveis elevados de atividade física, aptidão cardiorrespiratória e maior diversidade alfa bacteriana, além de possíveis relações com a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), embora com achados heterogêneos entre filos bacterianos.

De forma convergente, Min et al. (2024), em meta-análise, demonstraram aumento significativo da diversidade microbiana em indivíduos fisicamente ativos, com alterações na composição bacteriana, incluindo variações na proporção Firmicutes/Bacteroidetes. Pérez-Prieto et al. (2024) também identificaram associação positiva entre atividade física e abundância de microrganismos produtores de AGCC, enquanto o sedentarismo apresentou efeitos adversos sobre o microbioma intestinal.

Resultados semelhantes foram observados por Dziewiecka et al. (2022) e Aya et al. (2021), os quais destacaram diferenças na composição microbiana entre indivíduos ativos e sedentários, bem como entre atletas e não atletas. Já Dorelli et al. (2021) reforçaram que tais efeitos podem ocorrer independentemente da dieta, embora esta permaneça um importante fator modulador.

Por outro lado, Bonomini-Gnutzmann et al. (2022) evidenciaram que exercícios de alta intensidade e longa duração podem estar associados a efeitos adversos transitórios, como aumento de marcadores de permeabilidade intestinal e desconfortos gastrointestinais. Em

concordância, Ghaffar et al. (2024) destacaram que intensidade e modalidade do exercício influenciam diretamente a composição microbiana, enquanto Boytar et al. (2023) reforçaram que protocolos de exercício bem estruturados (moderados a vigorosos, com duração e frequência adequadas) são capazes de promover modificações consistentes na microbiota intestinal.

3.3 Qualidade Metodológica dos Estudos

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos foi realizada por meio do instrumento Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Checklist for Systematic Reviews and Research Syntheses, composto por 11 domínios com respostas classificadas como “sim”, “não”, “incerto” ou “não aplicável”.

Para fins de interpretação, adotou-se a seguinte classificação: 8 a 11 pontos indicam alta qualidade metodológica; 4 a 7 pontos indicam qualidade moderada; e 0 a 3 pontos indicam baixa qualidade metodológica.

Todos os 10 estudos incluídos apresentaram alta qualidade metodológica, com pontuações variando entre 8 e 11 pontos, conforme apresentado no Quadro 3. Esse resultado indica robustez metodológica das evidências utilizadas nesta revisão e reforça a confiabilidade dos achados analisados.

Checklist JBI para revisões sistemáticas

Autor	Resultado	Qualidade
Aya et al., 2021	8/11	Alta
Bonomini-Gnutzmann et al., 2022	10/11	Alta
Boytar et al., 2023	10/11	Alta
Cataldi et al., 2022	10/11	Alta
Dorelli et al., 2021	9/11	Alta
Dziewiecka et al., 2022	10/11	Alta
Ghaffar et al., 2024	11/11	Alta
Min et al., 2024	11/11	Alta
Ortiz-Alvarez et al., 2020	10/11	Alta
Pérez-Prieto et al., 2024	11/11	Alta

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Exercício Físico como Modulador da Diversidade Microbiana

Os estudos analisados demonstram que o exercício físico está associado a modificações na composição e na diversidade da microbiota intestinal, sugerindo um potencial papel modulador sobre o ambiente microbiano. De modo geral, indivíduos fisicamente ativos tendem a apresentar maior diversidade bacteriana quando comparados a indivíduos menos ativos, característica frequentemente associada à maior estabilidade ecológica intestinal e à melhor capacidade funcional da microbiota.

Ortiz-Alvarez, Xu e Martinez-Tellez (2020) observaram que maiores níveis de atividade física e melhor aptidão cardiorrespiratória apresentaram associação positiva com a diversidade alfa bacteriana fecal, sugerindo que adaptações fisiológicas decorrentes do treinamento podem influenciar a composição da microbiota intestinal. Resultados semelhantes foram observados por Dziewiecka et al. (2022) e Allen et al. (2015), nos quais foram identificadas diferenças no perfil microbiano entre indivíduos ativos, sedentários e atletas, embora os autores ressaltem a influência da heterogeneidade metodológica entre os estudos.

Apesar dessas evidências favoráveis, os resultados mostraram-se inconsistentes quanto à magnitude das alterações observadas. Dorelli et al. (2021) destacam que fatores como dieta, características populacionais, sexo, idade e protocolos de exercício podem atuar como potenciais fatores de confusão, dificultando a atribuição isolada dos efeitos observados ao exercício físico. Dessa forma, embora exista uma tendência favorável à associação entre atividade física e aumento da diversidade microbiana, ainda é necessária maior padronização metodológica para melhor compreender essa interação.

4.2 Intensidade e Duração do Exercício Físico e suas Repercussões sobre a Microbiota Intestinal

As evidências analisadas sugerem que os efeitos do exercício físico sobre a microbiota intestinal dependem significativamente das características do treinamento realizado, especialmente da intensidade, duração e frequência. Exercícios moderados e praticados regularmente apresentam associação mais consistente com o aumento da diversidade microbiana e o enriquecimento de grupos bacterianos potencialmente benéficos, sugerindo efeitos favoráveis sobre a estabilidade intestinal (BONOMINI-GNUTZMANN et al., 2022; GHAFFAR et al., 2024). Esse aumento da diversidade é considerado um importante indicador de saúde intestinal, uma vez que está relacionado à maior capacidade funcional da microbiota, à produção de metabólitos benéficos e à manutenção da homeostase metabólica e imunológica.

Por outro lado, exercícios prolongados e de elevada intensidade parecem induzir respostas fisiológicas distintas. Bonomini-Gnutzmann et al. (2022) relataram que exercícios intensos, particularmente modalidades de endurance de alta intensidade ou longa duração, estiveram associados ao aumento de marcadores de permeabilidade intestinal, à maior ocorrência de desconfortos gastrointestinais e a alterações transitórias na microbiota. Esses achados sugerem uma relação dependente da dose do exercício, na qual o treinamento deixa

de promover apenas adaptações benéficas e passa a atuar como potencial fator de estresse fisiológico para o ambiente intestinal.

Além disso, Ghaffar et al. (2024) destacaram que diferentes intensidades de exercício podem produzir respostas distintas na composição microbiana, influenciando a abundância de grupos bacterianos específicos e, consequentemente, a funcionalidade metabólica da microbiota. Dessa forma, embora o exercício seja amplamente reconhecido como fator promotor da saúde intestinal, os resultados sugerem que os benefícios mais consistentes são observados em protocolos de intensidade moderada e realizados regularmente, enquanto cargas excessivas de treinamento podem favorecer desequilíbrios transitórios da microbiota e alterações na integridade intestinal.

Aspectos relacionados à prescrição do exercício também parecem influenciar essas respostas. Boytar et al. (2023) verificaram que programas compostos por exercícios moderados a vigorosos, realizados regularmente e mantidos por períodos prolongados, apresentam maior potencial para promover modificações na microbiota intestinal. Todavia, os autores ressaltam que fatores individuais, características do treinamento e diferenças metodológicas entre os estudos podem influenciar os resultados observados, dificultando o estabelecimento de um padrão universal de respostas microbianas ao exercício.

4.3 Modificações na Composição da Microbiota Intestinal Induzidas pelo Exercício Físico

Os estudos revisados ressaltam que uma maior diversidade da microbiota intestinal está associada a um fenótipo mais saudável. Nesse sentido, os artigos analisados apresentam diversos pontos em comum, conferindo maior consistência aos resultados encontrados. Um exemplo recorrente refere-se à relação entre os filos Firmicutes e Bacteroidetes. Segundo Ghaffar et al. (2024), exercícios de alta intensidade podem influenciar a abundância relativa desses grupos, promovendo aumento de Firmicutes e redução de Bacteroidetes. Considerando que esses filos representam aproximadamente 90% da microbiota intestinal de adultos, alterações em sua proporção podem refletir mudanças relevantes no equilíbrio microbiano, motivo pelo qual são frequentemente utilizados como biomarcadores da saúde intestinal.

O enriquecimento de grupos bacterianos específicos reforça a capacidade do exercício físico de modular a microbiota intestinal. Entretanto, essas alterações variam conforme o tipo, a duração e a intensidade da prática. Aya et al. (2021) observaram aumento das famílias Lachnospiraceae e Akkermansiaceae, bem como do gênero *Faecalibacterium*, em indivíduos

fisicamente ativos. Além disso, a maior abundância dos gêneros *Parabacteroides*, *Phascolarctobacterium*, *Oscillibacter*, *Bilophila* e *Gordonibacter*, bem como das espécies *Eubacterium rectale*, *Faecalibacterium prausnitzii* e *Bacteroides vulgatus*, foi associada a atletas de alto rendimento e maior nível competitivo. Em fisiculturistas, foram relatados aumentos dos gêneros *Faecalibacterium*, *Sutterella*, *Clostridium*, *Haemophilus* e *Eisenbergiella*, acompanhados por redução de *Bifidobacterium* e *Parasutterella*.

O estudo de Dziewiecka et al. (2022) demonstrou que o aumento do nível de atividade física em não atletas está associado a uma microbiota com maior proporção de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). Além disso, determinadas modalidades esportivas parecem favorecer o crescimento de microrganismos produtores de metabólitos benéficos. Como exemplo, destaca-se o gênero *Faecalibacterium*, cuja abundância se relaciona à produção de butirato e à manutenção da saúde intestinal. Outro exemplo é o gênero *Coprococcus*, que apresenta níveis compatíveis com indivíduos fisicamente ativos e pode aumentar significativamente em corredores após a participação em provas de meia maratona.

A família *Lachnospiraceae* é um dos grupos bacterianos mais frequentemente associados aos efeitos positivos do exercício físico, devido à sua participação na fermentação de fibras alimentares e na produção de metabólitos importantes para a homeostase intestinal. O gênero *Faecalibacterium* também tem sido associado a indivíduos com maior aptidão física, enquanto *Roseburia*, *Akkermansia* e membros da família *Ruminococcaceae* são frequentemente encontrados em maior abundância em praticantes de exercícios de baixa a moderada intensidade. Em atletas de endurance, destaca-se ainda o aumento do gênero *Veillonella*, bactéria capaz de utilizar o lactato produzido durante o exercício como substrato metabólico, evidenciando a estreita relação entre o metabolismo muscular e a microbiota intestinal (CATALDI et al., 2022; Estaki et al., 2016).

4.4 Efeitos do Exercício Físico sobre a Produção de Metabólitos da Microbiota Intestinal

Diante das diversas formas de intervenção por meio do exercício físico e de sua capacidade de modular o comportamento e a composição da microbiota intestinal, essas estimulações podem favorecer a produção de metabólitos que, por sua vez, beneficiam o funcionamento intestinal do indivíduo praticante. A presença da família *Lachnospiraceae* e dos gêneros *Roseburia* e *Faecalibacterium* está associada à capacidade de fermentação da

microbiota intestinal e à produção de butirato, metabólito responsável pela manutenção da homeostase intestinal, integridade da barreira intestinal e redução da inflamação.

As provas de resistência promovem o aumento do gênero *Veillonella*, que metaboliza o lactato e o converte em propionato, o qual atua como fator associado à melhora do desempenho esportivo (PÉREZ-PRIETO et al., 2024; Scheiman et al., 2019).

Sob o viés de Cataldi et al. (2022), a maior abundância do gênero *Akkermansia* está associada à redução de distúrbios metabólicos e da obesidade. Esse gênero também está relacionado à melhora da sensibilidade à insulina. O autor descreve que a prática regular de exercícios enriquece o hospedeiro com bactérias benéficas produtoras de butirato e outros ácidos graxos de cadeia curta. Em contrapartida, evidencia que a intensidade e a duração do treinamento são fatores que podem prejudicar a relação entre espécies microbianas, favorecendo o aumento de bactérias pró-inflamatórias.

A revisão de Ortiz-Alvarez et al. (2020) demonstra que a abundância do filo *Bacteroidetes* apresenta heterogeneidade, uma vez que fatores além do exercício, como dieta e nível de condicionamento físico, influenciam a resposta. Esse filo está associado à produção de acetato e propionato, contribuindo para o metabolismo glicídico e lipídico. O autor relata que os resultados referentes ao filo *Proteobacteria* não seguem um padrão de resposta em indivíduos saudáveis após intervenção por exercício; entretanto, seu aumento é frequentemente associado a quadros de disbiose. Entre os principais gêneros associados à prática de exercício, destaca-se o *Faecalibacterium*, cuja presença está relacionada à produção de butirato, principal metabólito utilizado como fonte energética pelos colonócitos.

5 CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o exercício físico atua como modulador da microbiota intestinal em indivíduos fisicamente ativos, respondendo ao objetivo proposto de analisar seus impactos sobre a composição e diversidade microbiana. Verifica-se que essa relação se estabelece de forma dependente das características do treinamento, indicando que diferentes protocolos de exercício produzem respostas fisiológicas distintas no ambiente intestinal.

Confirma-se que a interação entre exercício físico e microbiota intestinal não ocorre de maneira uniforme, sendo influenciada por variáveis relacionadas ao tipo, intensidade e duração do exercício, além de fatores individuais e comportamentais. Esse achado amplia a compreensão de que adaptações microbianas estão associadas a um conjunto multifatorial de determinantes biológicos e ambientais.

Evidencia-se que os efeitos do exercício físico sobre a microbiota intestinal contribuem para a compreensão de mecanismos envolvidos na regulação da saúde metabólica e imunológica, representando avanço teórico na área ao integrar respostas fisiológicas ao exercício com a ecologia microbiana intestinal.

Identifica-se como limitação a heterogeneidade metodológica dos estudos analisados e a variabilidade dos protocolos de exercício, o que restringe a comparação direta entre os achados. Considera-se necessária a realização de estudos futuros com maior padronização metodológica e delineamentos controlados, visando esclarecer com maior precisão os mecanismos envolvidos nessa interação e suas implicações fisiológicas.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. M. *et al.* Voluntary and forced exercise differentially alters the gut microbiome in C57BL/6J mice. **Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 8, p. 1059-1066, 2015. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01077.2014>.

AYA, V.; FLÓREZ, A.; PEREZ, L.; RAMÍREZ, J. D. Association between physical activity and changes in intestinal microbiota composition: a systematic review.

BONOMINI-GNUTZMANN, R. *et al.* Effect of intensity and duration of exercise on gut microbiota in humans: a systematic review.

BOYTAR, A. N. *et al.* The effect of exercise prescription on the human gut microbiota and comparison between clinical and apparently healthy populations: a systematic review.

CATALDI, S. *et al.* The relationship between physical activity, physical exercise, and human gut microbiota in healthy and unhealthy subjects: a systematic review. **Biology**, Basel.

CONSÓRCIO PROJETO MICROBIOMA HUMANO. Estrutura, função e diversidade do microbioma humano saudável. **Nature**, v. 486, n. 7402, p. 207-214, 2012.

DORELLI, B. *et al.* Can physical activity influence human gut microbiota composition independently of diet? A systematic review.

DZIEWIECKA, H. *et al.* Physical activity induced alterations of gut microbiota in humans: a systematic review.

ESTAKI, M. *et al.* Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity and distinct metagenomic functions. **Microbiome**, v. 4, n. 1, p. 42, 2016. <https://doi.org/10.1186/s40168-016-0189-7>.

GHAFFAR, T. *et al.* The role of gut microbiota in different types of physical activity and their intensity: systematic review and meta-analysis.

MIN, L. *et al.* Effects of exercise on gut microbiota of adults: a systematic review and meta-analysis.

ORTIZ-ALVAREZ, L.; XU, H.; MARTINEZ-TELLEZ, B. Influence of exercise on the human gut microbiota of healthy adults: a systematic review.

PÉREZ-PRIETO, I. *et al.* Physical activity, sedentary behavior and microbiome: a systematic review and meta-analysis.

RODRIGUES, F.; SANTIAGO, P. R. S.; CARVALHO, L. F. C. Relação intestino e sistema nervoso central: a importância do microbioma intestinal. **Saberes: Revista Interdisciplinar de Filosofia e Educação**, v. 24, n. 1, 2024.

SANTOS, C. F. **Interação entre dieta, exercício físico e microbiota em atletas: uma revisão narrativa da literatura**. 2022.

SCHEIMAN, J. *et al.* Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. **Nature Medicine**, v. 25, n. 7, p. 1104-1109, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41591-019-0485-4>.

SOKOL, H. Définition et rôles du microbiote intestinal. **Revue de Praticien**, v. 69, n. 7, p. 776-782, 2019.

TICINESI, A. *et al.* Exercise and immune system as modulators of intestinal microbiome: implications for the gut-muscle axis hypothesis. **Exercise Immunology Review**, v. 25, p. 84-95, 2019.