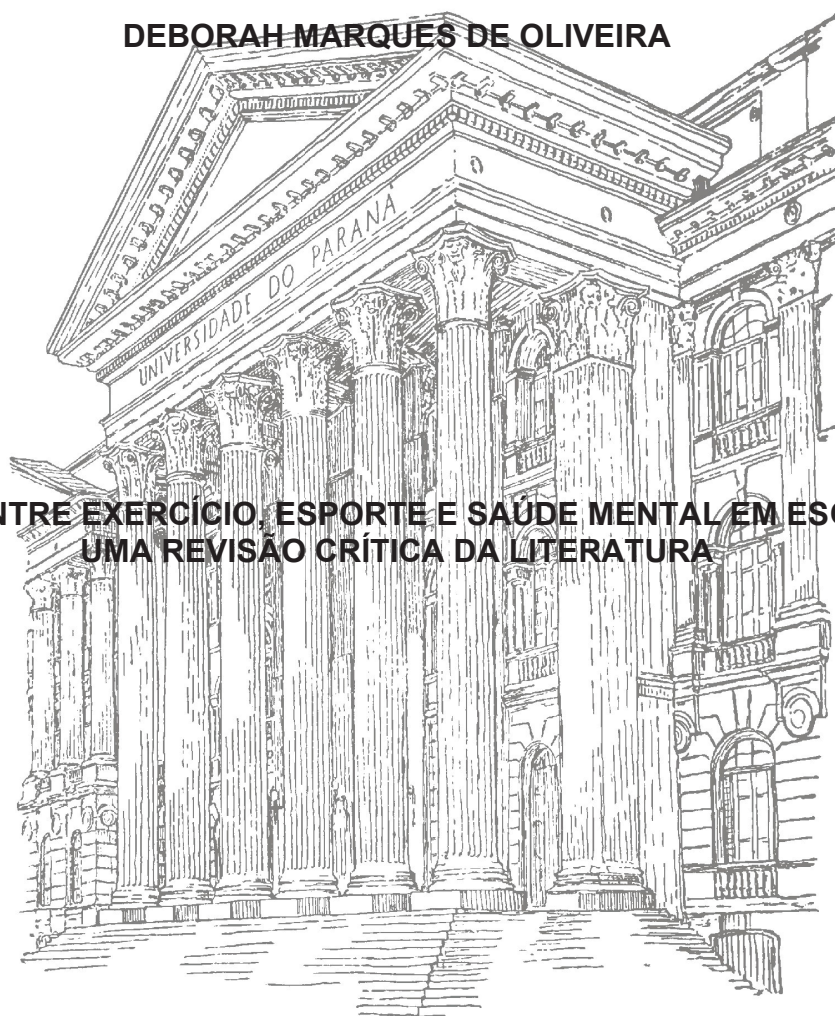


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DEBORAH MARQUES DE OLIVEIRA

**RELAÇÃO ENTRE EXERCÍCIO, ESPORTE E SAÚDE MENTAL EM ESCOLARES:
UMA REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA**



**CURITIBA, PR
2025**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DEBORAH MARQUES DE OLIVEIRA

**RELAÇÃO ENTRE EXERCÍCIO, ESPORTE E SAÚDE MENTAL EM ESCOLARES:
UMA REVISÃO CRÍTICA DA LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como requisito parcial para a
conclusão do Curso de Especialização em
Fisiologia do Exercício, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
Orientador: Prof. Dr. Wagner de Campos.

CURITIBA, PR
2025

RESUMO

Introdução: A saúde mental de crianças e adolescentes representa um desafio crescente para sistemas de saúde e educação globalmente. Este estudo analisa a relação entre exercício físico e saúde mental em escolares, explorando mecanismos neurobiológicos e intervenções eficazes. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão narrativa de artigos publicados entre 2020 e 2025, selecionados na base de dados Scopus. A busca utilizou descritores relacionados a exercício físico, saúde mental e adolescência, resultando em 30 artigos iniciais dos quais 12 foram incluídos após avaliação de títulos e resumos. **Desenvolvimento:** Os mecanismos subjacentes aos benefícios do exercício incluem regulação do eixo HPA, aumento da expressão de BDNF, modulação neurotransmissora e efeitos anti-inflamatórios. Evidências meta-analíticas apontam que protocolos de intensidade moderada a vigorosa, especialmente combinando exercícios aeróbicos e de resistência, proporcionam maiores benefícios para a saúde mental. Estudos epidemiológicos confirmam a associação negativa entre níveis de atividade física e sintomas de transtornos como depressão e ansiedade, destacando o valor adicional das modalidades esportivas coletivas por seus benefícios psicossociais. **Conclusão:** A adolescência representa uma janela crítica para intervenções baseadas em exercício físico devido à intensa reorganização neural e plasticidade sináptica. Recomenda-se a implementação de programas escolares estruturados, com frequência mínima de três sessões semanais. Limitações metodológicas na literatura apontam para a necessidade de estudos longitudinais, com controle rigoroso de variáveis fisiológicas e biomarcadores. O exercício físico se confirma como componente fundamental nas estratégias preventivas e terapêuticas para transtornos mentais em crianças e adolescentes.

Palavras chave: Exercício, Saúde Mental, Adolescência.

ABSTRACT

Introduction: Mental health in children and adolescents represents a growing challenge for health and education systems globally. This study analyzes the relationship between physical exercise and mental health in school-aged youth, exploring neurobiological mechanisms and effective interventions. **Methodology:** A narrative review of articles published between 2020 and 2025 was conducted, selected from the Scopus database. The search used descriptors related to physical exercise, mental health, and adolescence, resulting in 30 initial articles, of which 12 were included after evaluation of titles and abstracts. **Development:** The mechanisms underlying exercise benefits include HPA axis regulation, increased BDNF expression, neurotransmitter modulation, and anti-inflammatory effects. Meta-analytical evidence indicates that moderate to vigorous intensity protocols, especially combining aerobic and resistance exercises, provide greater mental health benefits. Epidemiological studies confirm the negative association between physical activity levels and symptoms of disorders such as depression and anxiety, highlighting the additional value of collective sports for their psychosocial benefits. **Conclusion:** Adolescence represents a critical window for exercise-based interventions due to intense neural reorganization and synaptic plasticity. Implementation of structured school programs with a minimum frequency of three weekly sessions is recommended. Methodological limitations in the literature point to the need for longitudinal studies with rigorous control of physiological variables and biomarkers. Physical exercise is confirmed as a fundamental component in preventive and therapeutic strategies for mental disorders in children and adolescents.

Keywords: Exercise, Mental Health, Adolescence.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. METODOLOGIA.....	8
3. DESENVOLVIMENTO.....	9
4. CONCLUSÕES.....	19
REFERÊNCIAS.....	22

1. INTRODUÇÃO

A saúde mental de crianças e adolescentes é um desafio cada vez mais complexo e multifacetado para os sistemas de saúde e educação em todo o mundo. A Organização Mundial da Saúde (OMS) aponta que cerca de 20% dos jovens em idade escolar apresentam transtornos mentais com possibilidades de diagnóstico, afetando o desenvolvimento acadêmico, social e emocional (WHO, 2022). Nesse contexto, os exercícios físicos e atividades esportivas vêm sendo explorados como estratégias promissoras para a promoção da saúde mental. A prática regular de exercícios está associada à redução de sintomas referentes à ansiedade e depressão, ao aumento da autoestima e a melhora da função cognitiva (BIDDLE, ASARE, 2023). Além disso, mecanismos neurobiológicos como alterações neuroquímicas, neuroplasticidade e modulação da resposta inflamatória são apontados como bases desses benefícios (ERICKSON et al., 2019).

O período escolar denomina-se como uma janela crítica do desenvolvimento, conseqüentemente para a formação de hábitos saudáveis, através de uma alta plasticidade cerebral moldando funções cognitivas e emocionais (FOULKES, BLAKEMORE, 2018). Programas escolares de atividade física estruturada podem promover benefícios psicossociais relevantes, como o domínio de habilidades sociais, resiliência emocional e melhor desempenho acadêmico (LUBANS et al., 2016; SINGH et al., 2019). Fisiologicamente, o exercício proporciona o aumento da perfusão cerebral, otimiza o aporte de nutrientes e oxigênio para o cérebro (MASAMOTO, HIRASE, YAMADA, 2016) e estimula a liberação de fatores neurotróficos como o *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF), fator de extrema importância para os processos neuroplásticos (MURAWSKA-CIALOWICZ et al., 2021).

A resposta hormonal ao exercício também desempenha papel importante, com modulações no cortisol, catecolaminas e endorfinas impactando o humor e a resposta ao estresse (MIKKELSEN et al., 2017). Na adolescência, a prática regular de exercícios físicos pode ajudar a restabelecer o funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), que, muitas vezes, apresenta desregulação em situações de ansiedade e depressão (ZSCHUCKE et al., 2015). Adicionalmente, a atividade física possui um papel importante na regulação de processos inflamatórios no corpo,

atuando sobre citocinas como IL-6, TNF- α e IL-10. Esse efeito pode ajudar a aliviar os sintomas de transtornos como o transtorno de ansiedade generalizada (TAG) e o transtorno depressivo maior (TDM) entre jovens e estudantes (KÖHLER et al., 2017; CABRAL-SANTOS et al., 2018).

Apesar dos avanços, a literatura ainda enfrenta certa fragmentação metodológica e conceitual. As intervenções analisadas variam em intensidade, frequência e modalidade, dificultando a definição de protocolos ideais para promoção da saúde mental (RODRIGUEZ-AYLLON et al., 2019). Ademais, fatores contextuais como condição socioeconômica, *background* cultural e infraestrutura escolar influenciam a efetividade dos programas (ÁLVAREZ-BUENO et al., 2017). Essas variáveis destacam a importância de se adotarem estratégias que sejam flexíveis e que considerem as particularidades de cada local, a fim de potencializar os benefícios do exercício físico para a promoção da saúde mental em escolares.

O organismo durante a adolescência possui particularidades fisiológicas que requerem atenção na prescrição de exercícios. Crianças e adolescentes apresentam respostas cardiovasculares, metabólicas e neuroendócrinas específicas, impactadas também pelas mudanças hormonais da puberdade (ARMSTRONG, McMANUS, 2017). As mudanças neurobiológicas promovidas pela prática de exercícios físicos englobam alterações em áreas importantes do cérebro, como o hipocampo, o córtex pré-frontal e a amígdala. Essas regiões são fundamentais para a regulação das emoções e o controle das funções executivas, sendo especialmente desenvolvidas com maior alcance neuroplástico durante as fases iniciais da vida (VOSS et al., 2020; HERTING, CHU, 2017).

No âmbito psicossocial, a prática esportiva fomenta o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, liderança e comunicação (HOLT et al., 2017), fortalecendo sentimentos de pertencimento e satisfação de necessidades psicológicas básicas (RYAN, DECI, 2017). A motivação para o exercício, crucial para a adesão, depende da experiência prazerosa durante a atividade e tende a declinar com a idade, especialmente no sexo feminino (EKKEKAKIS, BRAND, 2019; MARTINS et al., 2021). A compreensão dos fatores fisiológicos que modulam o prazer no exercício pode

orientar estratégias eficazes de promoção da atividade física na rotina de adolescentes.

O exercício também influencia mecanismos celulares relevantes para a saúde mental. A ativação de fatores de transcrição como PGC-1 α e CREB promove a biogênese mitocondrial e a síntese de proteínas antioxidantes, aumentando a resistência ao estresse oxidativo cerebral (BASSO, SUZUKI, 2017). Modificações epigenéticas induzidas pela atividade física, como a metilação do DNA, impactam a expressão de genes associados à plasticidade neural e podem influenciar a trajetória neuropsiquiátrica ao longo da vida (GOMEZ-PINILLA, THAPAK, 2024).

Por fim, o exercício atua na regulação dos ritmos circadianos e da qualidade do sono, aspectos críticos para a saúde mental de adolescentes (BLAKE et al., 2018; DOLEZAL et al., 2017). Adicionalmente, exerce efeitos positivos sobre a microbiota intestinal, favorecendo bactérias que produzem metabólitos neuroativos (MAILING et al., 2019; DALILE et al., 2019). Falando-se em termos de adaptação, a melhora cardiovascular induzida pela prática regular de exercícios otimiza o fluxo sanguíneo cerebral e está associada a um melhor desempenho cognitivo e emocional em escolares, consolidando o papel multifatorial do exercício físico na promoção da saúde mental durante a fase da adolescência (LECLAIRE, 2023).

Face a este cenário complexo e multifacetado, o presente estudo propõe-se a realizar uma revisão crítica e aprofundada da literatura científica dos últimos cinco anos, explorando sistematicamente a relação entre exercício físico, prática esportiva e saúde mental de alunos em idade escolar. Especificamente, esta investigação visa: examinar as principais modalidades de intervenção estudadas e seus impactos em diversos parâmetros da saúde mental, categorizando-as segundo intensidade, duração, frequência e tipo; elucidar os mecanismos fisiológicos e psicossociais subjacentes que explicam estes efeitos, com ênfase nas adaptações neurobiológicas, hormonais e imunológicas específicas da população adolescente; avaliar criteriosamente a qualidade metodológica dos estudos selecionados, identificando limitações e vieses recorrentes; e propor direcionamentos fundamentados para futuras investigações e para a implementação de programas baseados em evidências no contexto escolar.

A compreensão aprofundada desta complexa relação apresenta-se como condição fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas e programas educacionais eficazes, capazes de promover o bem-estar integral dos estudantes. Este conhecimento permitirá reconhecer o papel estratégico da atividade física estruturada como componente essencial de uma abordagem holística à saúde mental juvenil, integrando perspectivas fisiológicas, psicológicas e sociais. No cenário atual, onde os transtornos mentais entre os jovens têm se tornado cada vez mais comuns, especialmente em meio a desafios contemporâneos como o uso desmedido da tecnologia e o isolamento social, aprimorar intervenções que utilizam a atividade física se revela uma abordagem promissora. Essa estratégia é não apenas acessível, mas também pode ter um impacto profundo na promoção da saúde mental em escolares.

2. METODOLOGIA

Esta revisão se caracteriza como narrativa, e abrange estudos publicados nos últimos cinco anos, focando em pesquisas que investigaram a relação entre exercício, esporte e saúde mental em escolares. Segundo Gil (2022), a revisão narrativa é uma abordagem tradicional de revisão bibliográfica caracterizada por critérios mais flexíveis e subjetivos de seleção de material. Não exige protocolo rígido nem busca exaustiva, permitindo ao autor selecionar estudos conforme sua percepção de relevância, sendo útil para contextualizar teoricamente um tema específico.

A busca de artigos científicos foi realizada através da base de dados *Scopus*, considerada uma das mais abrangentes bases bibliográficas de literatura revisada por pares, cobrindo os campos das ciências, tecnologia, medicina, ciências sociais, artes e humanidades. A escolha desta base específica deveu-se à sua amplitude e ao rigor em seus critérios de indexação.

A estratégia de busca foi estruturada a partir das seguintes palavras-chave: exercício, saúde mental e adolescência. Foram estabelecidos como critérios de inclusão: estudos publicados entre janeiro de 2020 e janeiro de 2025; artigos escritos em inglês, português ou espanhol; revisões sistemáticas; amostra composta por crianças e/ou adolescentes em idade escolar (6-18 anos); e investigações que abordassem explicitamente a relação entre exercício físico/esporte e algum aspecto da saúde mental. Foram definidos os seguintes critérios de exclusão: estudos que

envolvem apenas adultos ou crianças em idade pré-escolar; publicações no formato de carta ao editor, editoriais, resumos de congressos ou capítulos de livro; estudos centrados apenas em atividade física como tratamento de condições médicas específicas sem relação direta com a saúde mental; e pesquisas com metodologia insuficientemente descrita

O processo de seleção dos estudos foi conduzido a partir de uma busca inicial utilizando os seguintes descritores: *"physical exercise" OR "sport" OR "physical activity" AND "mental health" OR "psychological wellbeing" OR "depression" OR "anxiety" OR "stress" AND "school children" OR "adolescents" OR "youth" OR "students"*. Isto resultou na identificação de 30 artigos, e após a avaliação de cada título e resumo, 12 artigos foram selecionados.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Mecanismos neurobiológicos e evidências meta-analíticas dos efeitos do exercício físico na saúde mental de adolescentes

A prática regular de atividade física vem sendo amplamente investigada como um fator protetor relevante para a saúde mental na adolescência, período caracterizado por profundas mudanças biológicas, cognitivas e sociais. A adolescência é um momento de reorganização estrutural e funcional do sistema nervoso central, especialmente do córtex pré-frontal, que está envolvido no controle executivo e na regulação emocional (WHITTLE, ZHANG, RAKESH, 2024). Essa imaturidade, somada à alta sensibilidade ao estresse, torna os adolescentes particularmente vulneráveis a transtornos mentais.

Entre os mecanismos destacados, o eixo HPA apresenta papel central, tendo sua atividade regulada a partir do exercício físico, assim contribuindo para a homeostase neuroendócrina. Essa regulação ocorre tanto pela redução da secreção basal de cortisol quanto pela melhora da sensibilidade dos receptores de glicocorticóides, um efeito essencial para evitar os danos neurotóxicos decorrentes da hipercortisolemia crônica. O funcionamento desregulado do eixo HPA é um sinal importante em casos de TAG e TDM, demonstrando um aumento dos níveis de cortisol em situações de estresse (KOSS, GUNNAR, 2018). Nesse contexto, a atividade física

emerge como uma espécie de treino fisiológico, modulando sua resposta de forma adaptativa. Este efeito é especialmente relevante em adolescentes, cuja reatividade exacerbada ao estresse social é bem documentada.

Outro mecanismo relevante é o aumento da expressão do BDNF, proteína essencial para processos de plasticidade sináptica e neurogênese (WALSH, TSCHAKOVSKY, 2018). Exercícios aeróbicos podem promover elevações significativas de BDNF, especialmente no hipocampo, uma das regiões mais vulneráveis à ação deletéria do estresse. Este efeito destaca o exercício como ferramenta neuroprotetora durante a adolescência. Curiosamente, a magnitude da elevação do BDNF depende da intensidade e do tipo de exercício, o que sugere que intervenções generalistas podem ter eficácia limitada.

Hale et al. (2021) corroboraram esse ponto ao indicar que protocolos aeróbicos moderados a vigorosos produzem benefícios superiores para a saúde mental em adolescentes, sobretudo diante de parâmetros como autoestima e qualidade de vida. Entretanto, também apontaram limitações metodológicas significativas nos estudos analisados, como falta de controle sobre intensidade, adesão e perfil psicológico dos participantes. Isso pode explicar a heterogeneidade de resultados encontrados por Neill et al. (2020), cuja meta-análise não detectou efeitos significativos globais da atividade física sobre sintomas de depressão e ansiedade em adolescentes.

Comparando ambos os estudos, fica evidente que a dose e intensidade do exercício são variáveis críticas, e devem ser consideradas. Ainda sobre este tópico, intervenções de baixa intensidade, muitas vezes utilizadas em contextos escolares ou comunitários, podem não alcançar o limiar fisiológico necessário para induzir mudanças neuroquímicas relevantes, e assim gerar possíveis vieses de resposta (MATEI et al., 2023).

Sugere-se que a ausência de efeito em algumas intervenções pode ser atribuída à incapacidade de aumentar substancialmente biomarcadores como BDNF e endocanabinóides. De fato, sem uma carga fisiológica adequada, o exercício pode falhar em promover neuroadaptações desejáveis, algo que precisa ser considerado no desempenho de programas para a promoção da saúde mental. Contrastando com essas dificuldades, em um estudo foi analisado que adolescentes mais ativos

apresentaram uma redução de 3% no risco de desenvolver TDM, o que se mostrou um achado consistente mesmo após considerar outros fatores que poderiam influenciar os resultados. Isso indica que, embora intervenções formais possam falhar, o comportamento ativo cotidiano ainda exerce efeito protetor relevante (HOU et al., 2024).

Além disso, a análise de subgrupos indicou que a combinação de exercícios aeróbicos com treino de resistência se mostrou mais eficaz do que realizar apenas atividades aeróbicas isoladamente. A explicação para esse benefício está na ativação simultânea de diferentes caminhos anabólicos e neuroprotetores, incluindo a elevação do *Insulin Growth Factor-1* (IGF-1), um fator de crescimento que desempenha papel fundamental na neurogênese. Esses achados são reforçados por estudos como o de Simpson et al. (2024), que investigaram intervenções através de práticas como ioga e diversas modalidades esportivas na população adolescente inserida num quadro de vulnerabilidade social. Aproximadamente 63% dos efeitos entre os grupos favoreceram as intervenções baseadas em exercício, indicando que, mesmo em contextos adversos, ele consegue promover benefícios significativos.

É admirável perceber que essas práticas, ao estimularem o nervo vago e favorecerem uma maior atividade do sistema nervoso parassimpático, podem proporcionar uma alternativa eficaz para redução do estresse e da ansiedade (SCHEPANSKI, 2025). Isso sugere que diferentes modalidades de exercício podem impactar sistemas fisiológicos distintos, complementando os efeitos do exercício aeróbico tradicional. Também observaram que combinações de exercício físico com técnicas de *mindfulness* possibilitaram efeitos mais consistentes sobre sintomas de TAG. Esse arranjo parece potencializar tanto mecanismos fisiológicos anti-inflamatórios quanto mecanismos corticais de regulação emocional, o que amplia a eficácia terapêutica da intervenção (SIMPSON et al, 2024).

Durante a pandemia de COVID-19, foi observado que níveis mais elevados de atividade física estavam associados a menores índices de depressão, ansiedade e estresse em adolescentes (LI et al, 2023). Este achado reforça a ideia de que o exercício físico mantém seu papel protetor mesmo sob condições extremas de estresse crônico e isolamento social. Mesmo atividades leves, como caminhadas

diárias, durante o confinamento, podem promover a liberação de endocanabinóides, como anandamida e 2-AG, substâncias endógenas associadas à melhora do humor e à analgesia (PSARIANOS et al., 2023). Estas informações ressaltam a versatilidade dos mecanismos fisiológicos ativados pela atividade física, que vão muito além dos neurotransmissores monoaminérgicos tradicionais.

Ademais, o exercício reduz a inflamação sistêmica, outro mecanismo implicado na etiologia de transtornos mentais (VENTURA et al., 2022). Em adolescentes, reduzir citocinas pró-inflamatórias pode ser crucial para prevenir trajetórias inflamatórias persistentes que aumentariam o risco de depressão na vida adulta. Os efeitos imunomoduladores, junto com os efeitos neuroplásticos, podem ampliar a compreensão dos benefícios do exercício regular durante essa fase crucial do desenvolvimento.

Por fim, Herrera e Leon-Rojas (2024) ressaltaram que o exercício durante a adolescência pode potencializar processos neuroplásticos essenciais, como a mielinização, a poda sináptica eficiente e a remodelação de circuitos neurais. Essas alterações estruturais consolidam a resiliência emocional e cognitiva, com efeitos que podem perdurar ao longo de toda a vida.

3.2. Panorama contemporâneo e perspectivas de intervenção: o papel da atividade física no desenvolvimento neuropsicológico juvenil

A saúde mental de adolescentes emergiu como uma das principais preocupações de saúde pública mundial, impulsionada pelo aumento expressivo nos diagnósticos de TDM, TAG, dentre outros distúrbios emocionais nos últimos 20 anos. Este fenômeno pode ser agravado por fatores contemporâneos como as pressões acadêmicas, o uso excessivo de tecnologias digitais e dos últimos cinco anos aos dias atuais, efeitos prolongados da pandemia de COVID-19 (RACINE et al., 2023). Frente a esse cenário desafiador, o interesse em intervenções não farmacológicas vem crescendo, assim dando ênfase a atividade física e o exercício estruturado devido aos seus efeitos promissores sobre a saúde mental de crianças e adolescentes. Do ponto de vista fisiológico, essas práticas desencadeiam adaptações neuroendócrinas, metabólicas, fisiológicas e estruturais que impactam diretamente o funcionamento

cerebral, contribuindo de maneira significativa para a resiliência emocional e o bem-estar psicológico.

A adolescência é reconhecida como um período de vulnerabilidade e oportunidade neurobiológica, marcado por intensas reorganizações sinápticas e maturação de circuitos frontocorticais, além de flutuações hormonais substanciais (HERTING, CHU, 2017). A plasticidade neural acentuada nesta fase torna o cérebro adolescente particularmente sensível a influências ambientais, incluindo a atividade física. Essa constatação reforça a importância de compreender os mecanismos fisiológicos que fundamentam a relação entre atividade física e saúde mental em jovens, resultando em intervenções mais eficazes e personalizadas.

Outro mecanismo central refere-se à promoção da neurogênese e da plasticidade sináptica, especialmente no hipocampo, estrutura crítica para a regulação emocional e memória, e a prática de exercício aeróbico pode estimular a produção de BDNF, fundamental para a saúde neuronal (KHALAFI, AGHAEINEJAD, SARESANGI, 2025). Em adolescentes, esse efeito é amplificado pela intensa remodelação neural da fase puberal. Estudos de neuroimagem funcional confirmam que adolescentes fisicamente ativos apresentam maior volume hipocampal e conectividade funcional superior com o córtex pré-frontal, fatores que se correlacionam negativamente com a sintomatologia depressiva (CHADDCK et al., 2010), reforçando a importância da atividade física no fortalecimento da saúde mental de jovens.

Além das adaptações estruturais, o exercício físico influencia a neurotransmissão monoaminérgica, crucial para o controle do humor. A prática regular eleva a disponibilidade de serotonina, dopamina e noradrenalina em regiões cerebrais associadas à regulação emocional (VALKENBORGH et al., 2019). Considerando que a adolescência é um período crítico de reorganização de sistemas de recompensa e motivação, estas alterações neuroquímicas induzidas pelo exercício oferecem uma oportunidade para intervenção precoce, podendo reduzir a vulnerabilidade ao desenvolvimento de transtornos mentais.

Uma revisão de escopo consolidou a evidência de que exercícios de intensidade moderada a vigorosa (60-80% da FC_{máx}) são eficazes na redução de sintomas depressivos e ansiosos em jovens (PASCOE et al., 2020). Este efeito é

mediado, em parte, pelo aumento sustentado de BDNF e da liberação de endocanabinóides relacionados ao bem-estar (MATEI et al., 2023). Contudo, a revisão de Pascoe et al. (2020) falha pela ausência de uma avaliação crítica individual dos estudos incluídos, limitando o entendimento dos mecanismos dose-resposta, lacuna que poderia ser superada com maior controle de variáveis como intensidade e frequência individualizadas.

No aprofundamento dos parâmetros de prescrição, Carvajal et al. (2025) ofereceram uma revisão específica sobre adolescentes entre doze e dezesseis anos, destacando que programas com pelo menos três sessões semanais por um período de aproximadamente dois meses resultaram em reduções consistentes de marcadores fisiológicos de estresse. Um achado relevante foi a superioridade dos protocolos de *High Intensity Interval Training* (HIIT) sobre o exercício contínuo de intensidade moderada, no que tange ao aumento de VO_2 máx e melhorias em indicadores psicológicos. Cabral et al. (2021) corroboram com esses achados, sugerindo que a melhora na capacidade cardiorrespiratória pode potencializar o metabolismo cerebral em áreas relacionadas à função executiva, consequentemente envolvendo aspectos como a regulação emocional.

Embora robusta, a revisão de Carvajal et al. (2025) foi limitada pela inclusão de apenas sete estudos, em sua maioria por contextos escolares controlados. Isso restringe a aplicabilidade prática dos resultados, que apontam a necessidade de avaliar a eficácia do exercício em ambientes mais heterogêneos e menos supervisionados, onde a adesão e o impacto fisiológico podem ser diferentes. Modalidades coletivas, como esportes de equipe, promoveram maiores benefícios socioemocionais, possivelmente pela ação de neuropeptídeos como ocitocina e vasopressina, que regulam comportamentos pró-sociais (BONE, 2018). Esta observação reforça a visão de que intervenções baseadas apenas em parâmetros fisiológicos podem subestimar os efeitos psicossociais moduladores da atividade física.

Ainda que haja consenso quanto aos benefícios da atividade física nos estudos apontados acima, existem lacunas metodológicas que impedem a definição de protocolos ideais. Exercícios matinais, por exemplo, parecem melhorar a secreção de

cortisol em padrões saudáveis, sugerindo que variáveis temporais também devem ser consideradas na prescrição de programas para adolescentes (ANDERSON et al., 2023). Fatores individuais como sexo biológico, estágio puberal e perfil genético também são negligenciados em grande parte das pesquisas. Polimorfismos genéticos podem modificar a resposta fisiológica ao exercício, particularmente em sistemas monoaminérgicos e de neurotrofismo (KAHARA et al., 2002). Este conhecimento reforça a necessidade de abordagens mais personalizadas nas intervenções com adolescentes.

Futuras pesquisas devem incorporar metodologias mais rigorosas, com controle refinado de variáveis fisiológicas e integração de biomarcadores objetivos, como BDNF, cortisol salivar e citocinas inflamatórias, além do uso de técnicas de neuroimagem. Complementarmente, abordagens qualitativas podem captar aspectos subjetivos, como o prazer associado ao exercício, que também impactam nas respostas neuroendócrinas, sugerindo que a experiência emocional do indivíduo com a prática deve ser considerada no desenho metodológico das intervenções.

Do ponto de vista aplicado, as evidências indicam que escolas e políticas públicas devem priorizar a sistematização de atividades físicas regulares, diversificadas e ajustadas ao perfil maturacional dos adolescentes. Estratégias combinadas, integrando exercício físico e intervenções cognitivas como *mindfulness*, mostraram efeitos superiores na regulação emocional e no nível de conectividade cerebral (MA, FANG, 2019). Essa conexão neurofisiológica destaca como a prática de atividades físicas pode ser verdadeiramente remodeladora, especialmente quando incorporada de forma consciente na rotina dos jovens.

3.3. Bases fisiológicas e biomarcadores da interação entre exercício físico e transtornos mentais na adolescência

A literatura científica tem evidenciado o aumento preocupante da prevalência de quadros de depressão e ansiedade entre crianças e adolescentes, muitas vezes com início precoce e impacto prolongado na vida adulta. O artigo de Hu et al. (2023) explora de forma abrangente os efeitos da atividade física nesses transtornos, trazendo à tona a relevância de intervenções não farmacológicas, principalmente considerando os riscos associados ao uso de medicamentos psicotrópicos nesta faixa

etária (COSTELLO et al., 2005; KESSLER et al., 2005). A revisão apresentada salienta como o exercício físico, além de acessível e de baixo custo, pode representar um importante tratamento terapêutico, especialmente ao modular mecanismos neurobiológicos (KOSS; GUNNAR, 2018; ZHANG et al., 2018).

Um dos pontos mais notáveis abordados no artigo é a interação entre o estresse e os biomarcadores inflamatórios como IL-6 e TNF- α , frequentemente elevados em jovens com transtornos afetivos (DANTZER et al., 2008; PAOLUCCI et al., 2018). A ativação do sistema imune, segundo os autores, pode alterar funções cognitivas e emocionais ao afetar estruturas como o hipocampo e a amígdala (MARSLAND et al., 2008; MONDELLI; VERNON, 2019). A atividade física, ao contrário, demonstrou atenuar esses efeitos por reduzir os níveis de citocinas inflamatórias e promover neurogênese e plasticidade neural (ARCHER et al., 2014; STRANAHAN et al., 2008), fornecendo suporte fisiológico à recuperação emocional e comportamental dos adolescentes.

Apesar dos achados promissores, o artigo também destaca limitações importantes na literatura existente. Muitos estudos são desenvolvidos em adultos (DOWLATI et al., 2010; MILLER et al., 2015), e os dados específicos para adolescentes são ainda escassos, especialmente no que tange a ensaios clínicos randomizados com seguimento longitudinal (AXELSDÓTTIR et al., 2021). Além disso, existe heterogeneidade metodológica significativa entre os estudos analisados, com variações nos tipos, intensidades e durações das intervenções físicas (LARUN et al., 2006), dificultando a padronização de recomendações. O artigo ressalta a necessidade urgente de mais pesquisas bem controladas focadas especificamente na juventude.

Em suma, a revisão analisada traz uma contribuição significativa para a nossa compreensão dos mecanismos fisiológicos, possibilitando que a prática de atividades físicas funcione como uma alternativa eficaz no tratamento da depressão e da ansiedade entre os jovens. O reconhecimento do papel do eixo HPA e de fatores imunológicos na mediação dos sintomas depressivos reforça a complexidade do tema e a importância de abordagens integrativas (WULSIN et al., 2016; ZAJKOWSKA et al., 2022).

3.4. Evidências epidemiológicas e implicações práticas da atividade física como estratégia protetora à saúde mental na adolescência

A elevação preocupante dos índices de diagnósticos de depressão e ansiedade em jovens tem motivado a busca por intervenções eficazes e de baixo custo, entre as quais se destaca a prática regular de atividade física. A literatura científica aponta que a prática de exercícios físicos impacta positivamente o sistema nervoso central, promovendo a liberação de neurotransmissores como serotonina, dopamina e endorfina, associados à sensação de bem-estar (ARCHER, JOSEFSSON, LINDWALL, 2014). No âmbito específico da fisiologia do exercício, os efeitos agudos e crônicos do treinamento físico sobre parâmetros psicológicos têm sido amplamente estudados. A melhora da oxigenação cerebral, induzida pelo aumento do débito cardíaco e vascularização, potencializa funções cognitivas e emocionais (OGOHO et al., 2014). A neurogênese hipocampal, estimulada pelo exercício aeróbico, também emerge como um mecanismo relevante na prevenção dos sintomas (PRATHAP, NAGEL, HERTING, 2021).

Neste contexto, o estudo de Murphy, Sweeney e McGrane (2020) oferece uma contribuição significativa. Conduzido com 5661 adolescentes irlandeses, o trabalho empregou instrumentos validados internacionalmente — como o *Beck Depression Inventory* (BDI) e o *Beck Anxiety Inventory* (BAI) — para investigar a relação entre níveis de atividade física e indicadores de saúde mental. Os resultados evidenciam que adolescentes mais fisicamente ativos relatam menores índices de depressão e ansiedade, corroborando a hipótese da influência positiva do exercício sobre o equilíbrio neuroquímico.

Um achado particularmente interessante deste estudo é a identificação de benefícios adicionais associados à prática de esportes coletivos. As interações sociais, nesse caso, parecem atuar como moderadoras, potencializando os efeitos positivos do exercício por meio da amplificação do suporte social e da construção de vínculos afetivos. Tal aspecto é consistente com estudos fisiológicos que associam interações sociais positivas à modulação do sistema nervoso autônomo e ao fortalecimento da resposta imunológica (SISK, GEE, 2022). Entretanto, o delineamento transversal adotado limita inferências causais, restringindo a

capacidade de estabelecer relações temporais entre atividade física e saúde mental. Uma outra limitação importante a ser considerada é a falta de uma investigação mais detalhada sobre variáveis do contexto, como a disponibilidade de espaços para a prática de esportes ou o apoio familiar. Esses fatores são amplamente reconhecidos por exercerem uma influência significativa sobre os níveis de atividade física e a saúde emocional (WHO, 2022).

Em paralelo, a revisão sistemática conduzida por Solidade et al. (2021) destaca-se por sua abordagem rigorosa focada em adolescentes brasileiros. A utilização dos critérios STROBE (*Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology*) para a avaliação da qualidade metodológica dos estudos confere robustez às conclusões, entre elas a associação positiva entre a prática de mais de 300 minutos semanais de atividade física e o bem-estar psicológico. Do ponto de vista fisiológico, este volume de exercício é suficiente para induzir adaptações cardiovasculares, neuromusculares e metabólicas benéficas à saúde mental. O estudo também reforça a importância da atividade física escolar como meio estruturado de intervenção, mas por outro lado não aborda adequadamente as desigualdades regionais de acesso à educação física de qualidade no Brasil. Tal omissão é crítica, dado que fatores socioeconômicos podem influenciar diretamente a possibilidade de prática esportiva e, conseqüentemente, os benefícios fisiológicos dela advindos.

No que tange ao artigo de Markova (2024), observa-se uma abordagem mais descritiva e voltada à divulgação científica. A obra reúne evidências dos benefícios do esporte sobre a saúde física e mental de adolescentes, abordando temas que vão desde os efeitos fisiológicos do exercício até seu impacto na autoestima e na prevenção da depressão. A linguagem acessível do texto facilita a transposição do conhecimento para o ambiente educacional e de saúde pública. Entre os méritos do artigo, destaca-se a ênfase em recomendações práticas para a escolha de modalidades esportivas mais adequadas ao perfil individual dos jovens, o que é fundamental do ponto de vista fisiológico, uma vez que diferentes tipos de exercício podem gerar adaptações específicas no organismo (HÖTTING, RÖDER, 2013). No entanto, a falta de uma metodologia sistemática para a seleção das evidências e a

predominância de estudos europeus entre as fontes utilizadas limitam o rigor científico e a aplicabilidade dos achados em contextos socioculturais distintos.

Comparativamente, Murphy, Sweeney e McGrane (2020) oferecem evidências quantitativas robustas com base em uma grande amostra europeia; Solidade et al. (2021) trazem uma análise local e metodológica rigorosa sobre adolescentes brasileiros; e Markova (2024) apresenta uma visão prática e educacional, embora com menor rigor metodológico. Esta complementaridade é valiosa, pois amplia a compreensão do impacto da atividade física na saúde mental sob diferentes perspectivas.

Sob a ótica da fisiologia humana, todos os estudos analisados reforçam a ideia de que a prática regular de atividade física promove adaptações sistêmicas que melhoram o funcionamento neural, hormonal e cardiovascular, resultando em benefícios psicológicos evidentes. Ainda assim, persistem lacunas importantes relativas à causalidade dos efeitos observados, à padronização das medidas de avaliação e à adaptação das intervenções a diferentes realidades socioeconômicas. Em termos de aplicação prática, os achados sugerem que políticas públicas devem priorizar a inserção sistemática da atividade física no ambiente escolar, com ênfase explícita não apenas nos ganhos físicos, mas também nos benefícios psicológicos e sociais. Ademais, programas de capacitação docente voltados para a identificação precoce de sinais de sofrimento psicológico entre adolescentes se mostram estratégicos.

4. CONCLUSÕES

A presente revisão evidencia o papel crucial do exercício físico como ferramenta fundamental de promoção à saúde mental de crianças e adolescentes em idade escolar. A integração dos achados científicos dos últimos cinco anos constata um quadro complexo de interações neurobiológicas, hormonais e psicossociais que fundamentam esta relação. Os mecanismos subjacentes aos benefícios observados envolvem desde alterações na expressão do BDNF e regulação do eixo HPA até modulações em sistemas de neurotransmissores e processos inflamatórios.

A análise crítica da literatura aponta que a eficácia das intervenções baseadas em exercício está intimamente relacionada a parâmetros específicos de prescrição, com evidências robustas favorecendo programas estruturados de intensidade moderada a vigorosa, preferencialmente com frequência mínima de três sessões semanais e duração aproximada de dois meses. Protocolos de HIIT e combinações de exercícios aeróbicos com treinamento de resistência demonstraram resultados particularmente promissores, sugerindo que a diversificação das modalidades pode maximizar os benefícios neurobiológicos.

Os estudos epidemiológicos revisados corroboram a associação negativa entre níveis de atividade física e sintomatologia de transtornos como TDM e TAG em escolares, mesmo em contextos desafiadores como o isolamento social durante a pandemia de COVID-19. Ademais, modalidades esportivas coletivas parecem oferecer benefícios adicionais, possivelmente mediados por fatores psicossociais e pela liberação de neuropeptídeos relacionados ao comportamento social, como a ocitocina.

A fase da adolescência representa uma janela crítica de desenvolvimento neurológico, caracterizada por intensa reorganização neural e alta plasticidade sináptica. Esta particularidade fisiológica torna este período simultaneamente vulnerável a transtornos mentais e reativo a intervenções baseadas em exercício físico. As adaptações neuroplásticas induzidas pela atividade física regular durante esta fase podem estabelecer trajetórias de desenvolvimento cerebral mais saudáveis, com potencial impacto ao longo de toda a vida.

Apesar dos avanços significativos na compreensão desta relação, a literatura científica ainda apresenta limitações importantes. A heterogeneidade metodológica entre os estudos, a escassez de ensaios clínicos randomizados com adolescentes e o controle insuficiente de variáveis contextuais dificultam o estabelecimento de protocolos padronizados. Além do mais, fatores individuais como sexo biológico, estágio puberal e perfil genético permanecem insuficientemente explorados, apesar de sua potencial influência na resposta fisiológica ao exercício.

Para a aplicação prática destes conhecimentos, recomenda-se que programas escolares de promoção da saúde mental incorporem atividades físicas estruturadas e

diversificadas, atentando para o limiar fisiológico necessário à indução de alterações neuroquímicas significativas. A personalização das intervenções, considerando aspectos como intensidade, modalidade e preferências individuais, mostra-se essencial para maximizar tanto a adesão quanto os benefícios neurobiológicos.

O desenvolvimento de políticas públicas que reconheçam o papel estratégico da educação física escolar na promoção da saúde mental de crianças e adolescentes deve ser priorizado, com ênfase na capacitação de profissionais para implementar programas baseados em evidências científicas. A abordagem integral da saúde do estudante, que se dá por sua totalidade resumida em aspectos físicos, psicológicos e sociais, apresenta-se como o caminho mais promissor para enfrentar o desafio crescente dos transtornos mentais na população jovem.

Futuras pesquisas devem buscar superar as limitações metodológicas identificadas, incorporando delineamentos longitudinais, controle rigoroso de variáveis fisiológicas e integração de biomarcadores objetivos. A investigação dos mecanismos epigenéticos envolvidos nas respostas ao exercício, bem como das interações entre atividade física e fatores contextuais como uso de tecnologia e padrões de sono, representa uma fronteira promissora para avanços na área.

Concluindo, as evidências consolidadas nesta revisão sustentam o exercício físico como componente fundamental de estratégias preventivas e terapêuticas para transtornos mentais em crianças e adolescentes. A compreensão refinada dos mecanismos fisiológicos subjacentes a estes benefícios permite o desenvolvimento de intervenções mais eficazes, contribuindo para o enfrentamento de um dos mais importantes desafios de saúde pública contemporâneos: a promoção do bem-estar psicológico da população de escolares.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ-BUENO, C. et al. Academic achievement and physical activity: a meta-analysis. **Pediatrics**, v. 140, n. 6, p. e20171498, 2017.
- ANDERSON, T. et al. The effect of acute exercise on the cortisol awakening response. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 5, p. 1027-1039, 2023.
- ARCHER, T.; JOSEFSSON, T.; LINDWALL, M. Effects of physical exercise on depressive symptoms and biomarkers in depression. **CNS & Neurological Disorders - Drug Targets**, v. 13, n. 10, p. 1640–1653, 2014. DOI: 10.2174/1871527313666141130203245.
- ARMSTRONG, N.; MCMANUS, A. M. Physiology of elite young male athletes. In: ARMSTRONG, N.; MCMANUS, A. M. (Eds.). **The Elite Young Athlete**. Basel: Karger Publishers, 2017. p. 1-22.
- AXELSDÓTTIR, B. et al. Review: exercise for depression in children and adolescents - a systematic review and meta-analysis. **Child and Adolescent Mental Health**, v. 26, p. 347–356, 2021. DOI: 10.1111/camh.12438.
- BASSO, J. C.; SUZUKI, W. A. The effects of acute exercise on mood, cognition, neurophysiology, and neurochemical pathways: a review. **Brain Plasticity**, v. 2, n. 2, p. 127-152, 2017.
- BIDDLE, S. J. H.; ASARE, M. Physical activity and mental health in children and adolescents: an updated review of reviews and an analysis of causality. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 42, p. 146–155, 2023.
- BLAKE, M. J. et al. The role of sleep in the relationship between ADHD symptoms and stop signal task performance. **Journal of Sleep Research**, v. 27, n. 5, p. e12691, 2018.
- BONE, G. **Investigating the role of team-based physical activity in mental health interventions for young people**. 2018. Tese de Doutorado. UCL (University College London).
- CABRAL, L. L. P. et al. Cardiorespiratory fitness and performance in multiple domains of executive functions in school-aged adolescents. **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 640765, 2021.
- CABRAL-SANTOS, C. et al. Similar anti-inflammatory acute responses from moderate-intensity continuous and high-intensity intermittent exercise. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 17, n. 2, p. 209-215, 2018.
- CARVAJAL TELLO, N. et al. Physical exercise and mental health in adolescents: scoping review. **Revista de Investigación e Innovación en Ciencias de la Salud**, v. 7, n. 1, p. 1–21, 2025. DOI: <https://doi.org/10.46634/riics.328>.

CHADDOCK, L. et al. A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. **Brain Research**, v. 1358, p. 172-183, 2010.

COSTELLO, E. J.; EGGER, H.; ANGOLD, A. 10-year research update review: the epidemiology of child and adolescent psychiatric disorders. **Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry**, v. 44, n. 10, p. 972–986, 2005. DOI: 10.1097/01.chi.0000172552.41596.6f.

DALILE, B. et al. The role of short-chain fatty acids in microbiota–gut–brain communication. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 16, n. 8, p. 461-478, 2019.

DANTZER, R. et al. From inflammation to sickness and depression: when the immune system subjugates the brain. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 9, n. 1, p. 46–56, 2008. DOI: 10.1038/nrn2297.

DOLEZAL, B. A. et al. Interrelationship between sleep and exercise: a systematic review. **Advances in Preventive Medicine**, v. 2017, p. 1364387, 2017.

DOWLATI, Y. et al. A meta-analysis of cytokines in major depression. **Biological Psychiatry**, v. 67, n. 5, p. 446–457, 2010. DOI: 10.1016/j.biopsych.2009.09.033.

EKKEKAKIS, P.; BRAND, R. Affective responses to and automatic affective valuations of physical activity: fifty years of progress on the seminal question in exercise psychology. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 42, p. 130-137, 2019.

ERICKSON, K. I. et al. Physical activity, cognition, and brain outcomes: a review of the 2018 physical activity guidelines. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, n. 6, p. 1242-1251, 2019.

FOULKES, L.; BLAKEMORE, S. J. Studying individual differences in human adolescent brain development. **Nature Neuroscience**, v. 21, n. 3, p. 315-323, 2018.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

GOMEZ-PINILLA, F.; THAPAK, P. Exercise epigenetics is fueled by cell bioenergetics: supporting role on brain plasticity and cognition. **Free Radical Biology and Medicine**, 2024.

HALE, G. E. et al. Physical activity interventions for the mental health and well-being of adolescents – a systematic review. **Child and Adolescent Mental Health**, v. 26, n. 4, p. 357–368, 2021. DOI: 10.1111/camh.12485.

HERRERA, S. G. R.; LEON-ROJAS, J. E. The effect of aerobic exercise in neuroplasticity, learning, and cognition: a systematic review. **Cureus**, v. 16, n. 2, 2024.

HERTING, M. M.; CHU, X. Exercise, cognition, and the adolescent brain. **Birth Defects Research**, v. 109, n. 20, p. 1672-1679, 2017.

HOLT, N. L. et al. Implications for positive youth development through sport. In: HOLT, N. L. (Ed.). **Positive Youth Development Through Sport**. 2. ed. London: Routledge, 2017. p. 1-8.

HÖTTING, K.; RÖDER, B. Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, v. 37, n. 9, p. 2243-2257, 2013.

HOU, J. et al. Physical activity and risk of depression in adolescents: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies. **Journal of Affective Disorders**, v. 371, p. 279–288, 2024. DOI: 10.1016/j.jad.2024.11.065.

HU, S.; LI, X.; YANG, L. Effects of physical activity in child and adolescent depression and anxiety: role of inflammatory cytokines and stress-related peptide hormones. **Frontiers in Neuroscience**, v. 17, 1234409, 2023. DOI: 10.3389/fnins.2023.1234409.

KAHARA, T. et al. Prediction of exercise-mediated changes in metabolic markers by gene polymorphism. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 57, n. 2, p. 105-110, 2002.

KESSLER, R. C. et al. Prevalence and treatment of mental disorders, 1990 to 2003. **New England Journal of Medicine**, v. 352, n. 24, p. 2515–2523, 2005. DOI: 10.1056/NEJMsa043266.

KHALAFI, M.; AGHAEINEJAD, M.; SARESANGI, M. The effect of exercise training on circulating levels of BDNF and IGF-1 in children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. **Journal of Applied Health Studies in Sport Physiology**, v. 12, n. 1, 2025.

KÖHLER, C. A. et al. Peripheral cytokine and chemokine alterations in depression: a meta-analysis of 82 studies. **Acta Psychiatrica Scandinavica**, v. 135, n. 5, p. 373-387, 2017.

KOSS, K. J.; GUNNAR, M. R. Annual research review: early adversity, the hypothalamic–pituitary–adrenocortical axis, and child psychopathology. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 59, n. 4, p. 327–346, 2018. DOI: 10.1111/jcpp.12784.

LARUN, L. et al. Exercise in prevention and treatment of anxiety and depression among children and young people. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, n. 3, CD004691, 2006. DOI: 10.1002/14651858.CD004691.

LECLAIRE, K. N. **The Association Between Aerobic Fitness and Network Connectivity in the Default Mode Network in Healthy Adolescents and Young Adults**. 2023. Tese de Doutorado. The University of Wisconsin-Milwaukee.

LI, B. et al. Physical activity and mental health in children and youth during COVID-19: a systematic review and meta-analysis. **Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health**, v. 17, 92, 2023. DOI: 10.1186/s13034-023-00629-4.

LUBANS, D. R. et al. Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms. **Pediatrics**, v. 147, n. 1, p. e2020011825, 2016.

MA, Y.; FANG, S. Adolescents' mindfulness and psychological distress: The mediating role of emotion regulation. **Frontiers in Psychology**, v. 10, p. 1358, 2019.

MAILING, L. J. et al. Exercise and the gut microbiome: a review of the evidence, potential mechanisms, and implications for human health. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 47, n. 2, p. 75-85, 2019.

MARKOVA, G. The Health Culture of Adolescents from Pleven, Bulgaria. **Health Education and Health Promotion**, v. 12, n. 1, p. 105-110, 2024.

MARSLAND, A. L. et al. Interleukin-6 covaries inversely with hippocampal grey matter volume in middle-aged adults. **Biological Psychiatry**, v. 64, n. 6, p. 484–490, 2008. DOI: 10.1016/j.biopsych.2008.04.016.

MARTINS, J. et al. A comparative study of participation in physical education classes among 170,347 adolescents from 54 low-, middle-, and high-income countries. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, p. 5804, 2021.

MASAMOTO, K.; HIRASE, H.; YAMADA, K. **New horizons in neurovascular coupling: a bridge between brain circulation and neural plasticity**. Elsevier, 2016.

MATEI, D. et al. The endocannabinoid system and physical exercise. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 3, p. 1989, 2023.

MIKKELSEN, K. et al. Exercise and mental health. **Maturitas**, v. 106, p. 48-56, 2017.

MILLER, C. H. et al. Meta-analysis of functional neuroimaging of major depressive disorder in youth. **JAMA Psychiatry**, v. 72, n. 10, p. 1045–1053, 2015. DOI: 10.1001/jamapsychiatry.2015.1376.

MONDELLI, V.; VERNON, A. C. From early adversities to immune activation in psychiatric disorders. **Clinical and Experimental Immunology**, v. 197, n. 3, p. 319–328, 2019. DOI: 10.1111/cei.13351.

MURAWSKA-CIALOWICZ, E. et al. BDNF impact on biological markers of depression—role of physical exercise and training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 14, p. 7553, 2021.

MURPHY, J.; SWEENEY, M. R.; McGRANE, B. Physical activity and sports participation in Irish adolescents and associations with anxiety, depression and mental wellbeing. Findings from the Physical Activity and Wellbeing (PAWS) Study. **Physical Activity and Health**, v. 4, n. 1, p. 107–119, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5334/paah.58>.

NEILL, R. D. et al. The effects of interventions with physical activity components on adolescent mental health: systematic review and meta-analysis. **Mental Health and Physical Activity**, v. 19, 100359, 2020. DOI: 10.1016/j.mhpa.2020.100359.

OGO, S. et al. The effect of changes in cerebral blood flow on cognitive function during exercise. **Physiological Reports**, v. 2, n. 9, p. e12163, 2014.

PAOLUCCI, E. M. et al. Exercise reduces depression and inflammation but intensity matters. **Biology of Sport**, v. 35, n. 1, p. 79–86, 2018.

PASCOE, M. et al. Physical activity and exercise in youth mental health promotion: a scoping review. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 6, n. 1, p. e000677, 2020.

PRATHAP, S.; NAGEL, B. J.; HERTING, M. M. Understanding the role of aerobic fitness, spatial learning, and hippocampal subfields in adolescent males. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 9311, 2021.

PSARIANOS, Alexandros et al. The role of physical exercise in opioid substitution therapy: mechanisms of sequential effects. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 5, p. 4763, 2023.

RACINE, N. et al. Global prevalence of depressive and anxiety symptoms in children and adolescents during COVID-19: a meta-analysis. **JAMA Pediatrics**, v. 177, n. 5, p. 483-491, 2023.

RODRIGUEZ-AYLLON, M. et al. Role of physical activity and sedentary behavior in the mental health of preschoolers, children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 49, n. 9, p. 1383-1410, 2019.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. **Self-determination theory: basic psychological needs in motivation, development and wellness**. New York: Guilford Press, 2017.

SCHEPANSKI, Steven et al. Mind–body therapies and their interplay with the immune system in children and adolescents: a protocol for a systematic review and meta-analysis. **Systematic Reviews**, v. 14, n. 1, p. 78, 2025.

SIMPSON, A. et al. Physical activity interventions for the promotion of mental health outcomes in at-risk children and adolescents: a systematic review. **Health Psychology Review**, v. 18, n. 4, p. 899–933, 2024. DOI: 10.1080/17437199.2024.2391787.

SINGH, A. S. et al. Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. **British Journal of Sports Medicine**, v. 53, n. 10, p. 640-647, 2019.

SISK, L. M.; GEE, D. G. Stress and adolescence: vulnerability and opportunity during a sensitive window of development. **Current Opinion in Psychology**, v. 44, p. 286-292, 2022.

SOLIDADE, V. T. et al. School physical activity and mental health in school-aged Brazilian adolescents: a systematic review. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 23, p. e82866, 2021.

VALKENBORGHS, S. R. et al. The impact of physical activity on brain structure and function in youth: a systematic review. **Pediatrics**, v. 144, n. 4, 2019.

VOSS, M. W. et al. Exercise, brain, and cognition across the life span. **Journal of Applied Physiology**, v. 128, n. 5, p. 1194-1207, 2020.

WALSH, J. J.; TSCHAKOVSKY, M. E. Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 11, p. 1095-1104, 2018.

WHITTLE, S.; ZHANG, L.; RAKESH, D. Environmental and neurodevelopmental contributors to youth mental illness. **Neuropsychopharmacology**, v. 50, n. 1, p. 201-210, 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Physical activity factsheets for the WHO European Region 2022**. Geneva: WHO, 2022.

ZSCHUCKE, E. et al. Exercise and physical activity in mental disorders: clinical and experimental evidence. **Journal of Preventive Medicine and Public Health**, v. 48, n. 5, p. 271-282, 2015.