

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Milena Ferreira Gomes Silvério

**INFLUÊNCIA DO SONO NA RECUPERAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA EM
ATLETAS APÓS TREINAMENTO ESPORTIVO**

Belo Horizonte

2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Milena Ferreira Gomes Silvério

**INFLUÊNCIA DO SONO NA RECUPERAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA EM
ATLETAS APÓS TREINAMENTO ESPORTIVO**

Trabalho de conclusão apresentado ao curso de Especialização em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fisioterapia Esportiva

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Andressa da Silva de Mello

Belo Horizonte

2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL
ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA

FOLHA DE APROVAÇÃO

INFLUÊNCIA DO SONO NA RECUPERAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA EM ATLETAS APÓS TREINAMENTO ESPORTIVO

Milena Ferreira Gomes Silvério

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pela Coordenação do curso de ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA, do Departamento de Fisioterapia, área de concentração FISIOTERAPIA ESPORTIVA.

Aprovada em 05/12/2025, pela banca constituída pelos membros: Julia Beatriz Rodrigues; Jefferson Martins de Brito.

Belo Horizonte, 19 de janeiro de 2026.

Prof(a). Renan Alves Resende Coordenador do
Curso de Especialização em Fisioterapia



Documento assinado eletronicamente por **Renan Alves Resende, Professor do Magistério Superior**, em 21/01/2026, às 13:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4890170** e o código CRC **629DEEE5**.

Referência: Processão nº 23072.202864/2026-63

SEI nº 4890170

RESUMO

Introdução: A recuperação musculoesquelética é essencial para o desempenho esportivo e prevenção de lesões, sendo influenciada por fatores como nutrição, treinamento e descanso. Entre esses fatores, o sono tem se destacado como determinante na regeneração muscular e no equilíbrio fisiológico pós-exercício.

Objetivo: O objetivo deste estudo foi analisar a influência do sono na recuperação musculoesquelética após treinos intensos, identificando mecanismos fisiológicos envolvidos, os efeitos da privação e estratégias para otimizar sua qualidade.

Metodologia: Trata-se de uma revisão sistemática conduzida na base PubMed, incluindo artigos publicados entre 2018 e 2025 em inglês, português e espanhol. Foram selecionados 15 estudos centrais que abordaram diretamente a relação entre sono e recuperação, além de 5 utilizados como apoio teórico.

Resultados: Os principais achados indicaram que a má qualidade ou privação do sono está associada a maior risco de lesões, atraso na regeneração muscular, redução da força e pior desempenho físico. Em contrapartida, estratégias como suplementação proteica pré-sono e higiene do sono apresentaram efeitos positivos nos marcadores de recuperação. A interpretação fisiológica sugere que o sono adequado favorece a síntese proteica, regula a resposta inflamatória e a secreção hormonal, enquanto sua restrição eleva marcadores inflamatórios, prejudicando a recuperação.

Conclusão: Conclui-se que o sono exerce influência significativa sobre a recuperação musculoesquelética, contribuindo para regeneração, prevenção de lesões e manutenção do desempenho, enquanto sua privação compromete esses processos. Estratégias práticas para melhorar o sono devem ser incorporadas às rotinas de atletas e programas de fisioterapia esportiva.

Palavras-chave: sono, atletase músculo.

ABSTRACT

Introduction: Musculoskeletal recovery is essential for sports performance and injury prevention, being influenced by factors such as nutrition, training, and rest. Among these, sleep has emerged as a key determinant in muscle regeneration and post-exercise physiological balance.

Objective: This study aimed to analyze the influence of sleep on musculoskeletal recovery after intense training, identifying physiological mechanisms involved, the effects of sleep deprivation, and strategies to optimize sleep quality.

Methods: A systematic review was conducted in the PubMed database, including articles published between 2018 and 2025 in English, Portuguese, and Spanish. Fifteen central studies that directly addressed the relationship between sleep and recovery were selected, in addition to five used as theoretical support.

Results: The main findings indicated that poor sleep quality or deprivation is associated with greater risk of injuries, delayed muscle regeneration, reduced strength, and lower physical performance. Conversely, strategies such as pre-sleep protein supplementation and sleep hygiene presented positive effects on recovery markers. From a physiological perspective, adequate sleep enhances protein synthesis, regulates inflammatory response and hormonal secretion, whereas restriction increases inflammatory markers, impairing recovery.

Conclusion: It is concluded that sleep significantly influences musculoskeletal recovery, contributing to regeneration, injury prevention, and maintenance of performance, while its deprivation compromises these processes. Practical strategies to improve sleep should be incorporated into athletes' routines and sports physiotherapy programs.

Key-words: sleep, athletes and musculoskeletal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos	16
--	----

LISTADE TABELAS

Tabela1–Síntesedosestudiosincluídos	17
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CK	Creatina Quinase
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
DOMS	<i>Delayed Onset Muscle Soreness</i>
IL-6	Interleucina 6
PSQI	<i>Pittsburgh Sleep Quality Index</i>
RED-S	Relative Energy Deficiency in Sport
SOF	<i>Special Operation Forces</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA.....	13
Delineamentodapesquisa.....	13
Procedimentos.....	13
Critériosdeinclusãoeexclusão.....	13
Extraçãoeanálisedos dados.	14
Qualidademetodológica.....	14
3 RESULTADOS.....	15
4 DISCUSSÃO	21
5 CONCLUSÃO.....	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A recuperação musculoesquelética é um componente fundamental para o desempenho atlético e a longevidade na prática de atividades físicas. Em esportes de alto rendimento e também no exercício recreacional, a capacidade do corpo se recuperar adequadamente após treinos ou competições é determinante para a manutenção da integridade física, prevenção de lesões e otimização do desempenho (Clemente et al., 2021). A recuperação envolve uma série de processos fisiológicos e metabólicos que restauram a homeostase do organismo, reparam tecidos danificados e reequilibram sistemas energéticos. Entre os fatores que influenciam diretamente esse processo, destaca-se o sono, uma função biológica vital, frequentemente negligenciada no contexto esportivo, mas essencial para a regeneração muscular, funcionamento cognitivo e saúde geral dos praticantes de atividade física (Freitas et al., 2023).

Segundo Ndongo et al. (2022) e Trommelen et al. (2021), o sono desempenha um papel restaurador, especialmente em indivíduos submetidos a treinos intensos. Durante o sono, ocorrem processos anabólicos importantes, como a liberação de hormônios do crescimento e a síntese proteica, que são essenciais para a recuperação de tecidos musculares lesionados por microtraumas induzidos pelo exercício. Além disso, o sono regula a resposta inflamatória e contribui para a consolidação da memória motora, o que tem implicações tanto na reabilitação quanto na aprendizagem de novos gestos esportivos. Assim, a privação ou a má qualidade do sono pode comprometer significativamente a recuperação e a capacidade de adaptação ao treinamento.

Apesar da sua importância comprovada, o sono adequado ainda é um desafio entre atletas e indivíduos fisicamente ativos. Muitos relatam dificuldades para dormir ou manter uma boa qualidade do sono, seja por fatores relacionados ao estresse competitivo, ansiedade pré-prova, viagens frequentes, mudanças de fuso horário ou mesmo pela excitação fisiológica pós-exercício (Bilgoe et al., 2022). Além disso, rotinas de treinamento em horários inadequados ou uso excessivo de dispositivos eletrônicos antes de dormir podem comprometer o ritmo circadiano, reduzindo a eficiência do sono e, conseqüentemente, prejudicando a recuperação.

Dobrosielski, Sweeney e Lisman (2023) relatam que o crescente interesse científico em compreender o papel do sono na performance física tem fomentado

pesquisas que apontam uma relação direta entre qualidade, duração do sono e incidência de lesões musculoesqueléticas. Atletas que dormem menos de sete horas por noite apresentam maior risco de lesões, pior desempenho e menor tolerância ao estresse do treinamento. Além disso, déficits crônicos de sono afetam negativamente variáveis fisiológicas como frequência cardíaca de repouso, variabilidade da frequência cardíaca e níveis de cortisol, fatores que influenciam diretamente a prontidão física e mental para o treino (Ritland et al., 2022).

No nível celular, a falta de sono também interfere em processos metabólicos críticos. A síntese de proteínas musculares, processo essencial para a regeneração pós-exercício, pode ser inibida quando o sono é insuficiente ou fragmentado. Além disso, há alterações na liberação de hormônios anabólicos como a testosterona e o hormônio do crescimento, ambos essenciais para a recuperação e hipertrofia muscular (Grier et al., 2023). Estudos ainda apontam que o sono de má qualidade contribui para o aumento de marcadores inflamatórios, o que pode prolongar o tempo de recuperação e potencializar o risco de *overtraining* (Laroche et al., 2023).

Nesse contexto, a compreensão da relação entre sono e recuperação musculoesquelética ganha relevância não apenas do ponto de vista científico, mas também prático. A identificação de estratégias que promovam a higiene do sono e a adequação dos ciclos circadianos pode ser uma ferramenta eficaz na prevenção de lesões, na aceleração da regeneração e na melhora da performance esportiva. Práticas como controle de estímulos luminosos, uso de técnicas de relaxamento, intervenções comportamentais e ajustes nos horários de treino têm sido sugeridas como formas de otimizar a qualidade do sono em atletas (Skare et al., 2022).

Diante disso, este estudo propõe investigar a influência do sono na recuperação musculoesquelética após treinamento esportivo. A escolha deste tema justifica-se pela crescente demanda por intervenções que promovam uma recuperação mais eficaz, especialmente em contextos nos quais a carga de treinamento é elevada e o tempo de recuperação é limitado. A temática é pertinente ao campo da fisioterapia esportiva, pois oferece subsídios para o desenvolvimento de protocolos mais individualizados e integrativos, que considerem não apenas os aspectos mecânicos e terapêuticos da recuperação, mas também os comportamentais e fisiológicos, como o sono.

A pergunta norteadora deste trabalho é: **de que maneira a qualidade e a duração do sono influenciam a recuperação musculoesquelética após o treinamento esportivo?** A resposta a essa questão tem implicações importantes para o planejamento do treinamento, a reabilitação de lesões, o desempenho esportivo e a saúde geral de atletas e praticantes de exercício físico. A relevância científica da pesquisa está em ampliar o entendimento sobre um fator muitas vezes negligenciado nas rotinas de recuperação: o sono. Já sua relevância prática está em fornecer informações que possam orientar treinadores, fisioterapeutas e profissionais da saúde na implementação de estratégias mais eficazes de recuperação.

Com base nesse panorama, o objetivo geral do estudo é analisar a influência do sono na recuperação musculoesquelética após o treinamento esportivo, considerando variáveis como qualidade e duração do sono, incidência de lesões, impacto sobre o desempenho físico e estratégias para melhorar a recuperação por meio do sono. A partir dessa análise, espera-se contribuir para o avanço do conhecimento na área e para a aplicação de práticas mais eficientes e seguras no âmbito do treinamento esportivo e da fisioterapia.

2 METODOLOGIA

Delineamento da pesquisa

O presente estudo se caracteriza como uma revisão sistemática da literatura, como objetivo de analisar e sintetizar as evidências existentes sobre a influência do sono na recuperação musculoesquelética após treinamento esportivo. Essa abordagem permite uma avaliação abrangente e crítica da produção científica, promovendo uma melhor compreensão das variáveis envolvidas nesse processo.

Procedimentos

A busca por artigos científicos foi realizada exclusivamente na base de dados PubMed, por ser uma das principais fontes internacionais de publicações em ciências da saúde e fisioterapia. O período de busca abrangeu artigos publicados nos últimos cinco anos. Foram encontrados 149 artigos, dos quais foram considerados apenas aqueles que analisaram a relação entre sono e recuperação muscular em atletas e indivíduos fisicamente ativos. Os termos de busca utilizados foram: "*Sleep AND athletes AND musculoskeletal*".

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos na presente pesquisa estudos experimentais, ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas e metanálises que abordaram a relação entre sono e recuperação musculoesquelética. A seleção contemplou trabalhos envolvendo atletas de alto rendimento, de ambos os sexos, praticantes de esportes de resistência ou treinamento de força, bem como indivíduos não atletas que se submeteram a sessões de treinamento. Os estudos selecionados avaliaram variáveis como qualidade e duração do sono e seus efeitos sobre a regeneração muscular. As medidas de desfecho pré-estabelecidas englobam indicadores de qualidade do sono, incidência de lesões musculoesqueléticas, tempo necessário para recuperação e impacto na performance esportiva, permitindo uma análise abrangente da influência do sono nos processos de recuperação pós-exercício.

Extração e análise dos dados

Foram extraídos dados referentes ao tipo de estudo, características da população envolvida (incluindo idade, gênero e modalidade esportiva ou tipo de treinamento praticado), bem como detalhes sobre as intervenções relacionadas ao sono, abrangendo sua duração, qualidade e possíveis estratégias específicas adotadas para otimização do descanso. Também serão coletadas as medidas de desfecho utilizadas, tais como força muscular, dor muscular, biomarcadores de recuperação, entre outras variáveis pertinentes. As informações extraídas serão apresentadas de forma descritiva, com um resumo das principais características metodológicas dos estudos e dos resultados mais relevantes. Será realizado um levantamento das tendências identificadas entre as publicações analisadas, com foco na influência do sono sobre a recuperação musculoesquelética, enfatizando os efeitos negativos da privação e dos distúrbios do sono nesse processo. Além disso, serão destacadas as estratégias recomendadas na literatura para a promoção de um sono de qualidade como ferramenta de recuperação. Por fim, será conduzida uma análise crítica das limitações metodológicas dos estudos selecionados e das principais lacunas identificadas na produção científica sobre o tema.

Qualidade metodológica

Embora este estudo se caracterize como uma revisão sistemática da literatura, não foi realizada uma avaliação formal da qualidade metodológica dos estudos incluídos, como por meio de ferramentas padronizadas (ex.: PEDro scale, ROBIS, AMSTAR 2). Essa decisão se justifica pela diversidade de delineamentos metodológicos presentes nos artigos selecionados, incluindo estudos observacionais, revisões sistemáticas, estudos experimentais e hipóteses científicas. Ainda assim, buscou-se garantir a relevância e a atualidade dos estudos por meio de critérios rigorosos de inclusão, como a exigência de publicações nos últimos cinco anos, em periódicos indexados, com foco direto na relação entre sono e recuperação musculoesquelética em contextos de exercício físico de alta intensidade. Recomenda-se, em futuras revisões, a aplicação de instrumentos específicos de avaliação metodológica para fortalecer a robustez da síntese dos achados.

3 RESULTADOS

A busca sistemática realizada na base de dados PubMed, utilizando os descritores previamente definidos, resultou em um total de 149 artigos. Após leitura dos títulos e resumos, 115 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, como foco inadequado, população incompatível ou ausência de relação direta com a recuperação musculoesquelética. Não houve duplicatas ou adições manuais. Os 34 artigos restantes foram lidos na íntegra, e ao final da análise, 20 estudos foram incluídos na presente revisão por atenderem completamente aos critérios de elegibilidade. O processo de triagem e seleção dos estudos está ilustrado no Fluxograma PRISMA (Figura 1).

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos estudos incluídos, contemplando o tipo de estudo, a população avaliada, os objetivos, as intervenções relacionadas ao sono, as medidas de desfecho e os principais resultados encontrados. Dentre os 20 estudos analisados as intervenções mais frequentes foram:

- Avaliação do impacto do sono (duração e qualidade) na recuperação musculoesquelética e lesões (n=10)
- Monitoramento de variáveis relacionadas à carga de treino, estresse e fadiga (n=6)
- Estratégias de intervenção ou educação para melhorar o sono (n=2)
- Discussão teórica ou revisão sobre o papel do sono na recuperação (n=2)

As populações avaliadas incluíram atletas de alto rendimento (futebol, endurance, badminton, dança), militares em treinamento, e indivíduos fisicamente ativos submetidos a exercícios intensos.

Os desfechos mais frequentemente avaliados foram: qualidade e duração do sono (medidos por instrumentos como o PSQI ou actigrafia); força muscular, dor muscular tardia (DOMS) e níveis de creatina quinase (CK); biomarcadores hormonais e inflamatórios (como cortisol, IL-6 e testosterona); incidência de lesões musculoesqueléticas; desempenho físico em testes específicos.

A maioria dos estudos apontou que o sono de má qualidade ou sua privação está associado a aumento no risco de lesões musculoesqueléticas, redução da força e desempenho atlético, além de atraso nos processos regenerativos musculares. Estudos com intervenções indicam que a suplementação proteica antes de dormir e estratégias comportamentais de higiene do sono podem melhorar indicadores de recuperação. Esses achados estão organizados de forma detalhada na **Tabela 1**.

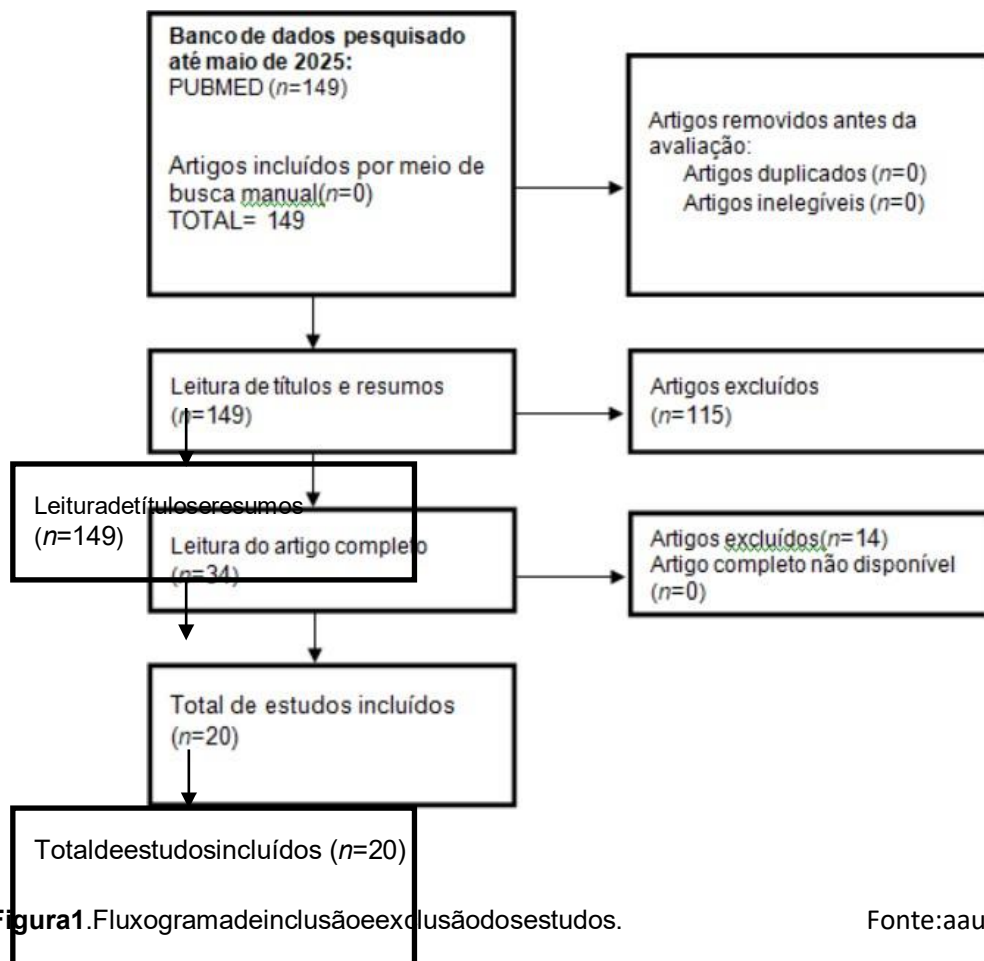


Figura 1. Fluxograma de inclusão e exclusão dos estudos.

Fonte: autora (2025).

Tabela 1. Síntese dos estudos incluídos.

Estudo/Design	Amostra	Objetivo	Intervenção	Instrumentos de avaliação	Resultados
Huang&Ihm(2023) Revisão narrativa	Atletas de diversas modalidades	Investigar a relação entre privação de sono e risco de lesões	Sem intervenção	Diversos estudos com dados de monitoramento de sono e incidência de lesões	Sono insuficiente aumenta significativamente o risco de lesões musculoesqueléticas em atletas
Forbes et al.(2023) Revisão narrativa	Adultos fisicamente ativos e atletas	Avaliar os efeitos da suplementação de creatina sobre a função cerebral e saúde	Suplementação de creatina (foco cognitivo)	Estudos com testes cognitivos e imagens cerebrais	Embora não diretamente voltado à recuperação muscular, há implicações positivas da creatina na função neurológica, que pode impactar indiretamente o desempenho esportivo
Candow et al.(2022) Revisão narrativa	Adultos jovens e idosos fisicamente ativos	Discutir os potenciais efeitos da creatina na saúde cerebral	Suplementação de creatina	Dados de estudos anteriores com medidas cognitivas e neuromusculares	A creatina pode melhorar funções cerebrais e possivelmente influenciar processos regenerativos, mas não foca diretamente na recuperação musculoesquelética
Viegas et al.(2021) Estudo transversal	100 atletas adolescentes de diferentes esportes	Investigar se o sono pode prever lesões musculoesqueléticas	Sem intervenção	Questionário de qualidade do sono e registro de lesões	A qualidade do sono foi um preditor significativo de lesões musculoesqueléticas em adolescentes
Bonilla et al.(2021) Revisão narrativa	Estudos com atletas de resistência e força	Apresentar estratégias nutricionais para recuperação pós-exercício	Abordagem 4R's + sono como elemento complementar	Não aplicável (revisão)	O sono é considerado um dos pilares para a recuperação, juntamente com estratégias nutricionais como reposição de glicogênio e ingestão proteica

Ndongo et al. (2022) Estudo transversal	366 atletas senegaleses de alto rendimento	Investigar a relação entre qualidade do sono e dores musculoesqueléticas	Sem intervenção	PSQI (índice de qualidade do sono) e Questionário de sintomas dolorosos	Atletas com má qualidade de sono apresentaram maior prevalência de dores musculoesqueléticas
Skare et al. (2022) Estudo transversal	61 atletas juniores de badminton	Avaliar o comportamento do sono e sintomas musculoesqueléticos	Sem intervenção	Questionários de sono e sintomas físicos	Embora sem significância estatística, houve tendência de relação entre sono inadequado e maior ocorrência de dores musculares
Trommelen et al. (2021) Ensaio clínico randomizado	36 atletas de endurance	Analisar o efeito da ingestão de proteína antes do sono sobre a síntese proteica	Ingestão de proteína vs placebo antes de dormir	Biópsia muscular, análise de síntese proteica mitocondrial	A proteína ingerida antes do sono aumentou significativamente a síntese proteica durante a recuperação noturna
Clemente et al. (2021) Revisão sistemática	Estudos com jogadores de futebol	Investigar a relação entre sono, desempenho, carga de treino e lesões	Sem intervenção	Estudos com actigrafia, PSQI, monitoramento de carga de treino e dados de lesões	Sono inadequado correlaciona-se com aumento de lesões e queda de desempenho
Ritland et al. (2022) Estudo transversal	4.721 soldados do Exército dos EUA	Investigar a associação entre qualidade do sono, dor e lesões musculoesqueléticas	Sem intervenção	Autorrelato de duração do sono, dor musculoesquelética e histórico de lesão	Sono insuficiente associado à maior frequência de dor e lesões musculoesqueléticas
Dobrosielski et al. (2023) Revisão Sistemática	Adultos atletas	Revisar associação entre sono ruim e incidência de lesões relacionadas ao esporte e treino	Sem intervenção	Análise de artigos científicos	Má qualidade de sono está associada a aumento de lesões ou dor musculoesquelética

Grieretal. (2020) Estudoobservacional	SoldadosUS Army SOF	Avaliarrelaçãointerrelaçãoentre duração do sono e lesões musculoesqueléticas	Semintervenção	Actigrafia, Questionários, registrodelesões	Menorsonoassociadoàmaiorincidênciade lesões musculoesqueléticas
Freitasetal.(2021) Hipóteseexperimental	Atletas	Avaliarsedébitode sono induz lesões musculares	Privaçãodesono controlada	Avaliação clínica, examesbioquímicos, relatos de dor	Débitodesonosugeridocomofatorcausador de lesões musculares
Larocheetal.(2019) Estudoobservacional	Recrutas militares	Avaliarcargadetreino, sono, lesões e desempenho em treinamento militar	Monitoramento rotina	Questionários, actigrafia,testes físicos	Maiorcargadetreinoepiorsonoaugmentam risco de lesões
Kargletal.(2021) Estudoexperimental	Militaresem treinamento intenso	Avaliar respostas inflamatórias,sono desempenho	Treinamentomilitar árido	Marcadores inflamatórios, actigrafia,testes físicos	Sonoestresseinfluenciamrespostas inflamatórias e desempenho
Bilgoeetal.(2023) RevisãoSistemática	Atletasde elite	Revisar intervenções paramelhorarsonoem esportistas	Intervenções variadas	Revisãodeestudos clínicos	Intervençõesmelhoramsonoerecuperação atlética
Jungeetal.(2022) Estudoprospectivo	Dançarinos profissionais	Prevalência e determinantes de problemasdosono	Semintervenção	Questionários, entrevistas	Problemasdesonoprevalentes,relacionados ao estresse e rotina
Gillbanksetal.(2022) Estudoqualitativo	Remadores leves	PerspectivassobreRED- S (deficiência energética)	Semintervenção	Entrevistas qualitativas	RED-Simpactasaúdeósseaesonodosatletas

Srirugetal.(2022) Estudo transversal	Jovens adultos pós-COVID	Avaliar e fazer a COVID-19 sobre composição corporal, sono e aptidão	Sem intervenção	Avaliações físicas, Questionários de sono	COVID-19 impacta negativamente a qualidade do sono e a aptidão física
Silva et al.(2023) Estudo observacional	Jogadores de futebol	Associação entre sono ruim e lesões no futebol	Sem intervenção	Questionários, registros clínicos	Sono ruim/má qualidade está associada a aumento de lesões e dor musculoesquelética

***Declaro ter utilizado ferramentas de inteligência artificial (ChatGPT) para apoio pontual na organização textual, sendo toda a argumentação, análise e redação de minha autoria.**

4 DISCUSSÃO

Os resultados desta revisão evidenciaram que o sono exerce papel importante na recuperação musculoesquelética após treinos intensos, corroborando o objetivo deste estudo de analisar a relação entre sono e recuperação em atletas e indivíduos fisicamente ativos. A revisão incluiu 15 artigos centrais e evidenciou de forma consistente que a má qualidade ou a privação de sono está associada ao aumento do risco de lesões musculoesqueléticas, maior prevalência de dor tardia, redução da força e pior desempenho físico. Em contrapartida, intervenções voltadas para a melhora do sono, como práticas de higiene e ingestão proteica pré-sono, mostraram efeitos positivos na síntese proteica muscular e na regeneração tecidual, reforçando o papel essencial do sono na recuperação de atletas.

Os resultados encontrados permitem interpretar o sono como fator modulador da homeostase musculoesquelética. Estudos observacionais revelaram que atletas com melhores índices de qualidade do sono apresentaram menos dores musculares e recuperação mais eficiente da força, enquanto aqueles com padrões de sono prejudicados relataram maior incidência de lesões. Esses achados podem ser justificados pelos mecanismos fisiológicos do sono, que incluem aumento da síntese proteica, regulação da secreção hormonal anabólica e controle da resposta inflamatória. Por outro lado, noites de sono insuficiente associam-se a elevação de marcadores inflamatórios, como a interleucina-6, e a prejuízos na reparação tecidual, o que pode justificar a maior suscetibilidade a microlesões relatada em diferentes modalidades esportivas.

Ao agregar os resultados, observa-se um consenso importante entre diferentes delineamentos: tanto estudos transversais quanto ensaios clínicos apontam para a relevância do sono como variável independente para a recuperação muscular. Mesmo em populações distintas, como atletas de endurance, militares e praticantes de modalidades coletivas, os desfechos foram semelhantes, sugerindo que os efeitos benéficos do sono se estendem a diferentes contextos esportivos. Um resultado considerado “inesperado” foi a

identificação de alguns estudos em que não houve correlação direta entre sono e desfechos musculoesqueléticos; no entanto, tais trabalhos apresentaram limitações metodológicas, como amostras reduzidas ou instrumentos subjetivos de avaliação, o que pode justificar as discrepâncias encontradas.

Ao confrontar os achados com a literatura de apoio, nota-se que pesquisas sobre aspectos cognitivos, saúde geral ou fadiga crônica também reforçam a importância do sono para o desempenho esportivo. Estudos sobre distúrbios do sono em dançarinos e atletas com deficiência energética relativa no esporte, por exemplo, mostraram comprometimento da saúde e do rendimento, ainda que não avaliando diretamente a regeneração muscular. Esses dados complementares fortalecem a interpretação de que o sono exerce influência multidimensional sobre o atleta, extrapolando a esfera musculoesquelética.

Apesar da consistência dos achados, esta revisão apresenta limitações que devem ser consideradas. O número de estudos incluídos, embora suficiente para identificar tendências, ainda é reduzido para estabelecer conclusões definitivas. A qualidade metodológica foi heterogênea, com predomínio de estudos transversais e observacionais, os quais não permitem estabelecer causalidade. As amostras variaram bastante em tamanho e perfil, incluindo desde atletas de elite até militares em treinamento, o que limita a generalização dos resultados. Houve também falta de homogeneidade quanto às intervenções e medidas de desfecho, já que alguns estudos avaliaram sono por meio de questionários subjetivos, enquanto outros utilizaram actigrafia ou biomarcadores. Essas diferenças metodológicas dificultam comparações diretas e indicam a necessidade de mais ensaios clínicos randomizados e padronização dos métodos de avaliação para que o impacto do sono na recuperação musculoesquelética seja compreendido de forma mais precisa. Além disso, a ausência de uma avaliação formal da qualidade metodológica dos estudos incluídos representa uma limitação adicional, que deve ser considerada na interpretação dos resultados.

5 CONCLUSÃO

De forma geral, esta revisão permitiu concluir que o sono exerce influência significativa na recuperação musculoesquelética de atletas e indivíduos fisicamente ativos. A boa qualidade e a duração adequada do sono estão associadas à melhora de processos de regeneração tecidual, à redução da dor muscular tardia, a menor risco de lesões e à manutenção da força e do desempenho físico. Por outro lado, a privação ou a má qualidade do sono comprometem a recuperação, favorecendo quadros de fadiga e maior susceptibilidade a lesões.

Os achados indicam que o sono deve ser considerado um componente fundamental dentro das estratégias de recuperação esportiva, ao lado de fatores como nutrição e treinamento. Além disso, intervenções simples, como práticas de higiene do sono e estratégias nutricionais específicas, mostraram potencial para otimizar a recuperação musculoesquelética, reforçando sua aplicabilidade prática no contexto da fisioterapia e do treinamento esportivo.

Apesar dessas evidências, ainda há lacunas importantes no campo de estudo. Futuras pesquisas devem priorizar ensaios clínicos controlados, com medidas objetivas de sono e marcadores fisiológicos de recuperação, a fim de fortalecer a compreensão sobre os mecanismos envolvidos e estabelecer protocolos mais padronizados.

REFERÊNCIAS

BILGOE, S. C. et al. Sleep interventions in elite sport: a systematic review. *South African Journal of Sports Medicine*, v. 37, n. 1, e18811, 15 fev. 2025. DOI: 10.17159/2078-516X/2025/v37i1a18811.

CLEMENTE, F. M. et al. Relationships between sleep, athletic and match performance, training load, and injuries: a systematic review of soccer players. *Healthcare (Basel)*, v. 9, n. 7, p. 808, 26 jun. 2021. DOI: 10.3390/healthcare9070808.

DOBROSIELSKI, D. A.; SWEENEY, L.; LISMAN, P. J. The association between poor sleep and the incidence of sport and physical training-related injuries in adult athletic populations: a systematic review. *Sports Medicine*, v. 51, n. 4, p. 777-793, abr. 2021. DOI: 10.1007/s40279-020-01416-3.

FORBES, S. C. et al. Effects of creatine supplementation on brain function and health. *Nutrients*, v. 14, n. 5, p. 921, 22 fev. 2022. DOI: 10.3390/nu14050921.

FREITAS, L. S. N. et al. Sleep debt induces skeletal muscle injuries in athletes: a promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, v. 142, p. 109836, set. 2020. DOI: 10.1016/j.mehy.2020.109836.

GILLBANKS, L.; MOUNTJOY, M.; FILBAY, S. R. Lightweight rowers' perspectives of living with Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). *PLoS One*, v. 17, n. 3, e0265268, 17 mar. 2022. DOI: 10.1371/journal.pone.0265268.

GRIER, T. et al. Sleep duration and musculoskeletal injury incidence in physically active men and women: a study of U.S. Army Special Operation Forces soldiers. *Sleep Health*, v. 6, n. 3, p. 344-349, jun. 2020. DOI: 10.1016/j.sleh.2020.01.004.

HUANG, K.; IHM, J. Sleep and injury risk. *Current Sports Medicine Reports*, v. 20, n. 6, p. 286-290, 1 jun. 2021. DOI: 10.1249/JSR.0000000000000849.

JUNGE, A. et al. Sleeping Beauty? A prospective study on the prevalence of sleep problems and their potential determinants in professional dancers. *Sports Medicine-Open*, v. 10, n. 1, p. 131, 20 dez. 2024. DOI: 10.1186/s40798-024-00798-2.

KARGL, C. K. et al. Inflammatory and oxidant responses to arduous military training: associations with stress, sleep, and performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 56, n. 12, p. 2315-2327, 1 dez. 2024. DOI: 10.1249/MSS.0000000000003525.

LAROCHE, M.-A. et al. Assessment of training load, sleep, injuries, and operational physical performance during basic military qualification. *Military Medicine*, v. 188, n. 7-8, p. e2018-e2025, 22 jul. 2023. DOI: 10.1093/milmed/usac334.

MCCLEAN, Z. J. et al. A biopsychosocial model for understanding training load, fatigue, and musculoskeletal sport injury in university athletes: a scoping review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 38, n. 6, p.1177-1188, 1 jun. 2024. DOI: 10.1519/JSC.0000000000004789.

MCGUINNESS, A. et al. Monitoring wellness, training load, and running performance during a major international female field hockey tournament. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 8, p. 2312-2320, ago. 2020. DOI: 10.1519/JSC.0000000000002835.

NDONGO, J. M. et al. Poor quality of sleep and musculoskeletal pains among highly trained and elite athletes in Senegal. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v.16,n.1,p.54,22fev.2024.DOI:10.1186/s13102-023-00705-4.

PINHEIRO, L. et al. Periodic health evaluation in Para athletes: a position statement based on expert consensus. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, v.10,n.4,e001946,9out.2024.DOI:10.1136/bmjsem-2024-001946.

RITLAND, B. M. et al. The relationship between sleep, pain, and musculoskeletal injuries in US Army Soldiers. *BMJ Military Health*, v.170,n.6, p.491-494,25nov.2024.DOI:10.1136/military-2022-002281.

SILVA, A. et al. Poor sleep quality's association with soccer injuries: preliminary data. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 15,n. 5,p. 671-676, 1 maio 2020. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0185.

SKARE, K. et al. Cross-sectional study assessing sleep behavior and musculoskeletal symptoms in elite junior badminton athletes. *Medicine (Baltimore)*, v. 103, n. 27, e38698, 5 jul. 2024. DOI: 10.1097/MD.00000000000038698.

SRIRUG, P. et al. Effect of post COVID-19 on body composition, physical fitness, sleep quality and quality of life among young adults: a cross-sectional study of matched pairs. *PeerJ*, v. 12, e18074, 20 set. 2024. DOI: 10.7717/peerj.18074.

TROMMELEN, J. et al. Pre-sleep protein ingestion increases mitochondrial protein synthesis rates during overnight recovery from endurance exercise: a randomized controlled trial. *Sports Medicine*, v. 53, n. 7, p. 1445-1455, jul.2023. DOI: 10.1007/s40279-023-01822-3.