



Recuperação Pós Exercício em Praticantes de Cross-Fit: Estudo Comparativo dos Parâmetros Funcionais e Biomoleculares

Post-Exercise Recovery in CrossFit Practitioners: A Comparative Study of Functional and Biomolecular Parameters

Recebido: 05/11/2025 | Aceito: 15/11/2025 | Publicado: 05/01/2026
DOI: 00.000.0000/000

Mikelle Barros Amaral

UNINORTE, Brasil

E-mail: mikellebarrosamaral@gmail.com

Vivian de França Batista

UNINORTE, Brasil

E-mail: vivianf3093@gmail.com

Joaquim Albuquerque Viana

UNINORTE, Brasil

E-mail: joaquimaviana@gmail.com

Alessandra Bárbara Cesar de Freitas Boaventura

UNINORTE, Brasil

E-mail: profbarbaraboaventura@gmail.com

Resumo

Este estudo revisa a literatura sobre a recuperação pós-exercício em praticantes de CrossFit, analisando parâmetros bioquímicos e desempenho físico após sessões de treino intenso. O trabalho destaca a importância da recuperação adequada para prevenir lesões e melhorar o rendimento, abordando a influência da fadiga muscular e a necessidade de monitoramento dos marcadores fisiológicos. A metodologia inclui uma revisão integrativa de artigos publicados entre 2020 e 2025, selecionados conforme critérios rigorosos para garantir relevância e qualidade. Foram considerados marcadores como creatina quinase, interleucina-6, lactato e variabilidade da frequência cardíaca, que refletem o estresse metabólico e muscular imposto pelos WODs. A análise demonstrou que a recuperação completa ocorre, em média, entre 48 e 72 horas, dependendo da carga e da individualidade biológica. Estratégias simples, como descanso ativo, sono adequado e controle da carga, mostraram eficácia semelhante a métodos complexos, reforçando a importância do monitoramento fisiológico para otimizar o desempenho e prevenir lesões.

Palavras-chaves: Exercício Físico; Recuperação após o Exercício; Desempenho Físico Funcional.

Abstract

This study reviews the literature on post-exercise recovery in CrossFit practitioners, analyzing biochemical parameters and physical performance after intense training sessions. The work highlights the importance of proper recovery to prevent injuries and enhance performance, addressing the influence of muscle fatigue and the need to monitor physiological markers. The methodology includes an integrative review of articles published between 2020 and 2025, selected according to strict criteria to ensure relevance and quality. Markers such as creatine kinase, interleukin-6, lactate, and heart rate variability, which reflect the metabolic and muscular stress imposed by WODs, were considered. The analysis demonstrated that full recovery occurs, on average, between 48 and 72 hours, depending on the load and biological individuality. Simple strategies, such as active rest, adequate sleep, and load control, showed similar effectiveness to complex methods, reinforcing the importance of physiological monitoring to optimize performance and prevent injuries.

Keywords: Exercise; Post-Exercise Recovery; Physical Functional Performance.

1. Introdução

O CrossFit® é reconhecido mundialmente como um dos métodos de treinamento físico mais abrangentes e desafiadores da atualidade, criado por Greg Glassman em 1995, com o propósito de integrar, em uma única sessão, movimentos funcionais de alta intensidade e constantemente variados. Esses exercícios buscam aprimorar as principais capacidades físicas humanas, força, potência, resistência cardiorrespiratória, flexibilidade, coordenação e equilíbrio, atuando simultaneamente sobre os três sistemas energéticos do corpo: fosfagênio, glicolítico anaeróbico e oxidativo (Tibana, 2015). Diferentemente de programas tradicionais, o CrossFit propõe um modelo de treinamento multimodal que combina elementos da ginástica olímpica, do levantamento de peso olímpico e do atletismo, o que o torna uma prática versátil, adaptável a diferentes níveis de aptidão e com forte apelo competitivo.

A estrutura das sessões, denominadas Workouts of the Day (WODs), é caracterizada pela execução sucessiva e intensa de diferentes padrões de movimento, com variação constante de volume e carga. Essa dinamicidade confere à modalidade um caráter singular, capaz de induzir respostas metabólicas agudas e adaptações fisiológicas crônicas em curto espaço de tempo (Mehrab et al., 2017; Moran et al., 2017). Ao combinar exercícios poli articulares com curta pausa de recuperação, o CrossFit promove simultaneamente estímulos neurais, musculares e cardiovasculares, o que o diferencia de outros métodos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). Para Xavier e Lopes (2017), esse modelo proporciona melhorias significativas no condicionamento físico geral, na composição corporal e nas funções cardiorrespiratórias, representando um recurso eficaz tanto para o desempenho esportivo quanto para a saúde populacional.

Contudo, a alta intensidade característica da modalidade eleva consideravelmente a demanda metabólica e o estresse fisiológico, tornando o equilíbrio entre carga de treinamento e recuperação um componente determinante para a segurança e o rendimento do praticante. O esforço repetitivo e o volume elevado de treino podem gerar acúmulo de fadiga muscular, microlesões e alterações hormonais transitórias (Paluska, 2005). Quando o tempo de recuperação é insuficiente, há prejuízo da regeneração miofibrilar, aumento do risco de lesões musculoesqueléticas e deterioração do desempenho subsequente, fenômeno que pode evoluir para estados de overreaching não funcional ou overtraining (de Sousa Neto et al., 2022).

A recuperação pós-exercício, nesse contexto, representa uma fase fisiologicamente estratégica, pois é nela que ocorrem os processos de ressíntese de glicogênio, reparo tecidual, restauração da homeostase eletrolítica e redução do estresse oxidativo (Peake et al., 2017). Estudos têm demonstrado que, durante as 24 a 72 horas subsequentes a uma sessão intensa de CrossFit®, o organismo permanece em estado de desequilíbrio metabólico, com elevação significativa de marcadores inflamatórios, como interleucina-6 (IL-6), e de enzimas indicativas de dano muscular, como a creatina quinase (CK) (Jacob et al., 2020; Kliszczewicz et al., 2019). Essa resposta inflamatória, embora fisiológica, precisa ser controlada por meio de estratégias de recuperação adequadas para evitar o comprometimento das adaptações positivas do treinamento.

A literatura recente evidencia que sessões típicas de CrossFit® podem elevar o lactato sanguíneo a valores entre 11 e 15 mmol/L, caracterizando predominância do metabolismo glicolítico anaeróbico e um elevado custo energético (Oliver-López et al., 2025; Ríos et al., 2024; Claudino et al., 2018). Além disso, há alterações transitórias na variabilidade da frequência cardíaca (HRV), cuja redução reflete uma ativação simpática acentuada e um aumento do estresse fisiológico interno (Addleman et al., 2024; Bamert et al., 2022). Tais mudanças reforçam a importância do monitoramento do sistema nervoso autônomo como ferramenta não invasiva para o controle da carga e da recuperação.

No domínio neuromuscular, o impacto do CrossFit® manifesta-se na redução temporária da potência explosiva e do desempenho em tarefas motoras complexas, como o countermovement jump (CMJ), cuja recuperação pode levar de 48 a 72 horas, dependendo da intensidade e do volume do treino (de Sousa Neto et al., 2022). A correlação entre esse tempo de restabelecimento e a cinética de normalização dos biomarcadores inflamatórios e oxidativos demonstra que a fadiga não é um evento isolado, mas o

resultado de múltiplos fatores integrados que envolvem desde o metabolismo energético até o controle autonômico e o sistema imune.

Essas evidências têm direcionado a comunidade científica a adotar uma abordagem multimodal de avaliação da recuperação, incorporando variáveis objetivas e subjetivas para uma análise mais abrangente do estado fisiológico do atleta. Biomarcadores séricos (CK, IL-6, lactato), indicadores autonômicos (HRV), métricas neuromusculares (velocidade concêntrica e altura do salto) e escalas perceptivas de esforço e recuperação (sRPE e TQR) compõem um conjunto de ferramentas complementares capazes de refletir o equilíbrio entre carga e recuperação (McDougale et al., 2023; Peake et al., 2017; Meier et al., 2023). A integração desses parâmetros permite não apenas ajustar a periodização, mas também prevenir estados de fadiga crônica e perda de desempenho.

Além dos aspectos fisiológicos e biomoleculares, a literatura tem abordado o papel das estratégias de recuperação ativa e passiva no contexto do CrossFit®. Métodos como liberação miofascial, crioterapia, alongamentos ativos, sono reparador e estratégias nutricionais antioxidantes têm sido investigados como formas de otimizar o restabelecimento muscular e reduzir os índices de dano tecidual (Andrade et al., 2020; Howatson & van Someren, 2008). A hidratação adequada e o equilíbrio eletrolítico também desempenham função essencial na modulação da resposta inflamatória e na recuperação da performance (Meier et al., 2023). O uso combinado de técnicas fisioterapêuticas e recursos ergogênicos vem sendo apontado como uma via promissora para encurtar o tempo de recuperação sem comprometer a integridade dos sistemas envolvidos.

No campo das ciências do exercício, a compreensão da recuperação muscular no CrossFit® tem importância não apenas para atletas de alto rendimento, mas também para praticantes recreativos, que frequentemente realizam treinos intensos sem acompanhamento técnico ou controle adequado das cargas. Essa lacuna entre a prática e o monitoramento científico reforça a necessidade de estudos comparativos que investiguem como diferentes protocolos de CrossFit® influenciam os parâmetros funcionais e biomoleculares ao longo do tempo (Addleman et al., 2024; Peake et al., 2017). O avanço nessa área tem potencial para orientar intervenções mais seguras e personalizadas, ampliando a longevidade esportiva e prevenindo disfunções musculares de caráter cumulativo.

Dessa forma, considerando a complexidade fisiológica e o alto custo metabólico inerente ao CrossFit®, torna-se imperativo compreender como os mecanismos de recuperação muscular e sistêmica operam diante de estímulos intensos e repetitivos. Avaliar essas respostas sob uma ótica integrada, envolvendo indicadores bioquímicos, neuromusculares e autonômicos, é essencial para o desenvolvimento de estratégias de treinamento baseadas em evidências.

Diante disso, o objetivo deste estudo é analisar os parâmetros bioquímicos e o desempenho físico após a prática da modalidade de CrossFit e avaliar a recuperação ao longo do tempo.

2. Metodologia

O presente estudo configura-se como uma revisão integrativa da literatura voltada à análise da recuperação pós-exercício em praticantes de CrossFit®, com ênfase nos parâmetros funcionais e biomoleculares envolvidos nesse processo. A revisão integrativa foi escolhida por sua natureza abrangente, permitindo a reunião e a análise crítica de resultados oriundos de pesquisas experimentais, observacionais e revisões sistemáticas, de modo a fornecer um panorama teórico e empírico sobre o fenômeno investigado. Essa abordagem é reconhecida por possibilitar a construção de conhecimento consolidado e aplicável à prática científica, ao reunir evidências diversificadas e sintetizá-las sob uma perspectiva crítica (Souza, Silva & Carvalho, 2010; Whittemore & Knafl, 2005).

A pesquisa foi conduzida entre os meses de agosto e novembro de 2025 e desenvolvida conforme as seis etapas propostas por Whittemore e Knafl (2005): definição do problema, estabelecimento dos critérios de seleção, busca na literatura, categorização dos estudos, análise crítica e síntese integrativa dos resultados. A questão norteadora da investigação foi: Quais são os principais parâmetros funcionais e biomoleculares descritos na literatura entre 2020 e 2025 associados à recuperação pós-exercício em praticantes de CrossFit®? Essa pergunta orientou todo o processo metodológico, garantindo foco, coerência e rigor na seleção e interpretação dos estudos.

A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados de ampla relevância científica, incluindo a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed/MEDLINE, SciELO e Google Acadêmico, as quais foram escolhidas por sua abrangência e pela presença de periódicos indexados na área das Ciências do Exercício e da Saúde. Para a recuperação dos artigos, utilizaram-se Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e equivalentes no Medical Subject Headings (MeSH), combinados por meio dos operadores booleanos “AND” e “OR”. Os termos utilizados foram: Exercício Físico, Recuperação Pós-Exercício, Desempenho Físico Funcional, Treinamento de Alta Intensidade, CrossFit e Marcadores Biomoleculares (DeCS), e suas correspondentes em inglês Physical Exercise, Post-Exercise Recovery, Functional Physical Performance, High-Intensity Training, CrossFit e Biomolecular Markers (MeSH). Foram elaboradas combinações cruzadas de descritores, como “CrossFit AND Post-Exercise Recovery” e “High-Intensity Training AND Biomolecular Markers”, buscando contemplar estudos que abordassem simultaneamente aspectos fisiológicos, funcionais e bioquímicos da recuperação após o esforço físico intenso.

Os critérios de inclusão contemplaram artigos originais, revisões integrativas e revisões sistemáticas publicadas entre janeiro de 2020 e novembro de 2025, nos idiomas português e inglês, com acesso gratuito ao texto completo e revisão por pares. Além disso, os estudos deveriam apresentar resultados relacionados a parâmetros fisiológicos, funcionais ou biomoleculares em indivíduos praticantes de CrossFit® ou modalidades equivalentes de treinamento funcional de alta intensidade, incluindo dados sobre marcadores de dano muscular (como creatina quinase e lactato), inflamação (IL-6, IL-10), variabilidade da frequência cardíaca e desempenho físico. Para garantir o rigor da análise, priorizaram-se estudos com delineamento metodológico claro, amostras representativas e abordagem quantitativa ou mista, capazes de fornecer dados reprodutíveis e relevantes para o objetivo proposto.

Foram excluídos os artigos que tratavam de outras modalidades esportivas sem relação direta com o CrossFit®, como corrida, ciclismo ou natação; aqueles que não apresentavam dados objetivos sobre recuperação fisiológica ou biomolecular; publicações duplicadas entre as bases de dados; textos de opinião, revisões narrativas, capítulos de livro e resumos de eventos; e estudos com amostras pequenas ($n \leq 10$) ou metodologia inadequadamente descrita. Essa seleção criteriosa teve como finalidade assegurar a qualidade e a validade das informações incluídas na revisão, evitando viés interpretativo e sobreposição de resultados.

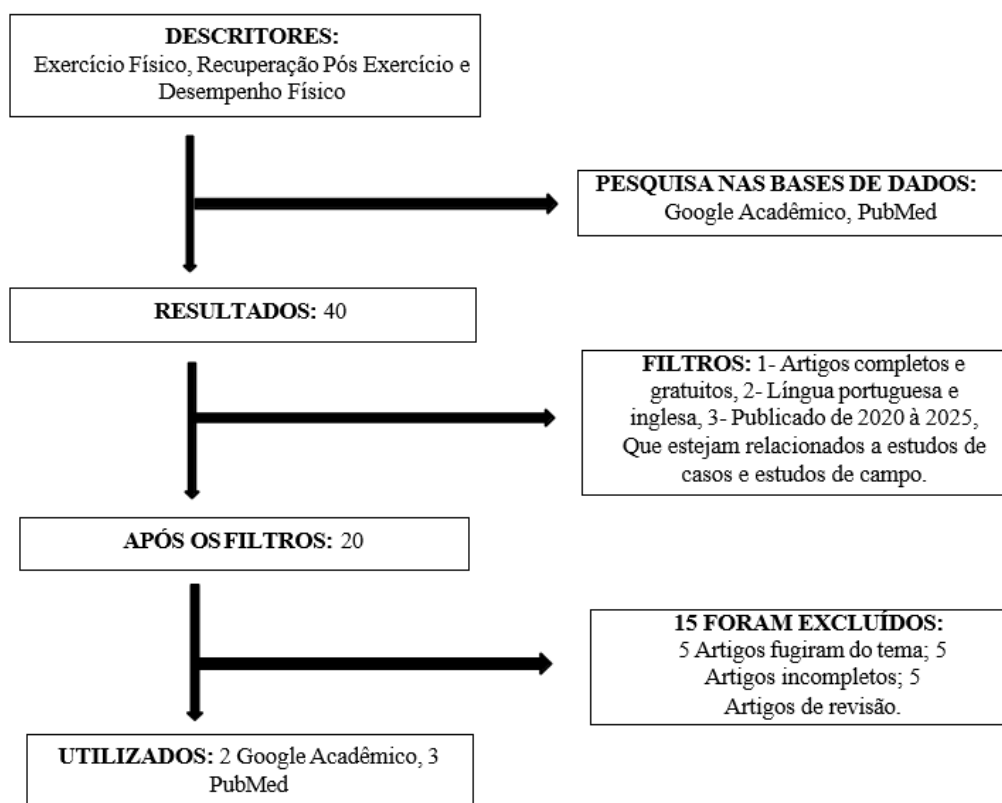
O processo de triagem ocorreu em três etapas sucessivas: inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos de todos os estudos identificados, a fim de verificar sua aderência temática; em seguida, os artigos potencialmente elegíveis foram analisados em texto completo; e, por fim, os que atenderam integralmente aos critérios definidos foram incluídos na síntese integrativa. Durante a análise, cada estudo foi categorizado quanto ao tipo de delineamento (experimental, observacional ou de revisão), tamanho amostral, variáveis avaliadas, instrumentos utilizados e principais achados relacionados à recuperação fisiológica e biomolecular.

A etapa de análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa e exploratória, buscando identificar convergências, contradições e lacunas existentes entre as evidências encontradas. As informações extraídas foram organizadas em eixos temáticos que permitiram compreender os mecanismos multifatoriais envolvidos no processo de recuperação pós-exercício em praticantes de CrossFit®, considerando simultaneamente os aspectos metabólicos, inflamatórios, neuromusculares e autonômicos. Essa categorização possibilitou uma discussão integrativa dos resultados, capaz de revelar não apenas a amplitude das respostas fisiológicas ao treinamento intenso, mas também a importância do tempo e da qualidade da recuperação para a manutenção do desempenho e da saúde dos praticantes.

Em conformidade com as boas práticas metodológicas para revisões integrativas, todos os procedimentos seguiram critérios de transparência, rastreabilidade e rigor científico, conforme orientações descritas por Whittemore e Knafl (2005) e Souza, Silva e Carvalho (2010). As etapas de busca e seleção foram realizadas manualmente e validadas por dupla leitura independente, a fim de reduzir vieses de seleção e aumentar a confiabilidade dos achados. Essa abordagem assegura que os resultados apresentados sejam derivados de evidências consistentes e representativas do estado atual do conhecimento sobre o tema.

Dessa maneira, o percurso metodológico mostrado na Figura 01, empregado neste estudo permitiu reunir, organizar e interpretar criticamente os achados científicos mais recentes sobre os processos fisiológicos e biomoleculares de recuperação pós-exercício no CrossFit®, fornecendo subsídios relevantes para futuras investigações experimentais e aplicações práticas na prescrição do treinamento e no monitoramento da recuperação atlética.

Figura1 - Fluxograma organizacional de seleção dos artigos.



Fonte: Autores

3. Resultados e Discussões

A busca nas bases de dados gerou um número total de 40 artigos. Após a leitura dos títulos de cada estudo foram excluídos 35 artigos por não apresentarem relevância direta ao tema, artigos de revisão e artigos repetidos. Posteriormente, realizou-se a leitura, na íntegra, dos 5 estudos remanescentes que se encaixavam nos critérios de inclusão e exclusão predefinidos conforme descrito anteriormente. Um total de 5 artigos foram incluídos na presente revisão. Os principais resultados da recuperação pós-exercício em praticantes de CrossFit analisando os parâmetros bioquímicos e o desempenho físico, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos Artigos Incluídos nos Resultados e Discussão.

Autor	População	Intervenção	Comparação	Resultados
Martins et al. (2024)	Atletas de CrossFit com idades entre 18 e 36 anos, do gênero masculino de diferentes boxes de CrossFit.	4 semanas de testes, com 7 dias de intervalo entre as coletas. A cada semana todos realizaram os procedimentos para a avaliação basal pré-exercício extenuante (WOD), e avaliações 1 hora, 24 e 48 horas após o WOD.	Grupo único.	Não houve diferença estaticamente significativa quanto a análise de viés de aprendizado ou de melhora de condicionamento físico ao longo das semanas quanto a duração dos WODs. Pois não foram apresentadas diferenças estaticamente significativas ($p > 0,05$) nos desfechos quanto a duração dos WODs.
Martínez et al. (2022)	15 atletas recreativos do sexo masculino de um centro local de CrossFit [idade (média $\pm$ DP): 29 $\pm$ 8 anos, peso: 81 $\pm$ 12 kg, altura: 177 $\pm$ 6 cm].	Os participantes realizaram uma sessão de HIFT em três ocasiões, cada sessão da próxima por um mínimo de 72 horas e um máximo de uma semana. Foram randomizados usando números aleatórios gerados por computador para se recuperar por 15 minutos após cada sessão HIFT com exercício voluntário, contrações musculares passivas ou uma condição de controle.	Grupo único.	Todos os participantes concluíram o WOD. Não foram encontradas diferenças significativas entre os métodos de recuperação para o tempo necessário para completar o WOD (340 $\pm$ 101, 338 $\pm$ 101 e 315 $\pm$ 66 s para controle, exercício e NMES, respectivamente; $p = 0,410$; $\eta^2 = 0,062$) e RPE relatado imediatamente após o WOD (8,7 $\pm$ 0,9, 9,2 $\pm$ 1,0 e 9,0 $\pm$ 0,8 unidades arbitrárias, respectivamente; $p = 0,106$; $\eta^2 = 0,148$), sugerindo níveis de intensidade semelhantes para as três condições.
Timón et al. (2020)	12 homens treinados, recrutados de um CT de CrossFit. Idade 30,4 $\pm$ 5,37, Peso 75,92 $\pm$ 7,50, Altura 1,74 $\pm$ 0,04.	Realizaram duas modalidades diferentes de CrossFit WODs em uma ordem aleatória e equilibrada, separadas por 72 horas. Ambas as sessões foram realizadas na mesma hora do dia ($\pm$ 1h) com condições semelhantes de temperatura e umidade (20–23°C e 40–45,0%, respectivamente).	Diferenças entre os WODs nos parâmetros de carga interna (lactato sanguíneo, RPE e HR). Em comparação com a WOD1, os valores de lactato sanguíneo e Hrmean.	No WOD1, os participantes foram 44,5 $\pm$ 16,9% do tempo de WOD na zona de intensidade de 50–59% HRmax. Durante o WOD2, os participantes passaram a maior parte do tempo (46,9 $\pm$ 21,8%) na zona de intensidade de 90–100% HRmax.
Vieira et al. (2022)	8 indivíduos do sexo masculino (idade 28,4 $\pm$ 6,4 anos; agachamento traseiro 1RM: 139,1 $\pm$ 26,0 kg) foram recrutados.	Neste estudo, realizaram o protocolo Karen. A altura do salto de contramovimento (CMJ), a creatina quinase (CK) e a escala de status de recuperação percebida (PRS) (membros gerais, inferiores e superiores) foram avaliados antes, pós-0h, 24, 48 e 72 h após a sessão.	Grupo único.	A concentração de lactato no sangue e o RPE apresentaram um aumento estatisticamente significativo após a sessão de exercício (concentração de lactato no sangue, pré: 3,0 $\pm$ 0,7 mmol/L e pós: 17,5 $\pm$ 3,0 mmol/L, $p \leq 0,005$; ES = 4,63; RPE, pré: 1,6 $\pm$ 0,5 e pós: 9,0 $\pm$ 0,8 mmol/L, $p \leq 0,005$; ES = 10,59).
Sousa Neto et al. (2023)	27 praticantes de CrossFit, faixa etária entre 18 e 40 anos.	Os dados antropométricos, sociodemográficos, clínicos e funcionais dos voluntários foram avaliados por meio da ficha de avaliação padronizada (Apêndice B). O protocolo era composto por AV1 (avaliação antes da aplicação de protocolo de exercício de indução ao dano muscular), AV2	Divididos em dois grupos: o grupo experimental submetidos a crioimersão ($n=15$) (gCI) e o grupo controle, submetidos a repouso ($n=12$).	Não houve diferença entre os grupos para os desfechos desempenho funcional e percepção de recuperação ($p > 0,05$). No entanto, o gCI retornou a linha de base após 24h enquanto que o gC permaneceu em declínio ($p = 0,001$) quanto ao desempenho funcional.



		(reavaliação imediatamente após a intervenção), AV3 (reavaliação após 24h da aplicação de protocolo de exercício de indução ao dano muscular).		
--	--	--	--	--

Fonte: Autores

A análise integrativa das evidências científicas selecionadas demonstra que a recuperação funcional e biomolecular em praticantes de CrossFit® é um processo complexo, que envolve desde a restauração das capacidades físicas até a normalização de marcadores fisiológicos e inflamatórios. Essa recuperação, geralmente, ocorre de forma gradual, estendendo-se entre 24 e 72 horas após sessões intensas de treinamento, sendo fortemente influenciada pela carga de trabalho, pelo tipo de estímulo aplicado e pelas condições individuais de cada atleta.

Em estudo conduzido por Sousa Neto, Tibana e Prestes (2022), oito homens treinados foram submetidos ao protocolo “Karen”, caracterizado por 150 arremessos de bola (Wall Balls) contra um alvo de 3 metros. Observou-se aumento significativo da creatina quinase (CK) 24 horas após o exercício (338,4 vs. 143,3 U/L), acompanhado de queda nos índices de recuperação percebida (Perceived Recovery Status – PRS) tanto global quanto segmentar. As concentrações de CK retornaram aos níveis basais após 48 a 72 horas, paralelamente à melhora subjetiva no PRS. Esses resultados sugerem que, embora os mecanismos de regeneração muscular iniciem precocemente, a recuperação completa das funções neuromusculares e bioquímicas requer ao menos dois dias de intervalo entre sessões de alta intensidade, especialmente quando há envolvimento de grandes grupos musculares.

Achados semelhantes foram relatados por Vieira, Maté-Muñoz e Domínguez (2022), que investigaram o mesmo protocolo “Karen” e observaram elevação expressiva do lactato sanguíneo (de $3,0 \pm 0,7$ para $17,5 \pm 3,0$ mmol/L; $p \leq 0,005$) e do RPE (de $1,6 \pm 0,5$ para $9,0 \pm 0,8$; $p \leq 0,005$), demonstrando intensa ativação do metabolismo glicolítico anaeróbico e alto estresse fisiológico. Os autores indicaram que a normalização das variáveis fisiológicas e perceptivas ocorreu apenas após 72 horas, reforçando a importância da janela temporal de recuperação para restaurar a homeostase celular e prevenir o acúmulo de fadiga.

Timón, Olcina e Brazo-Sayavera (2020) compararam diferentes formatos de treino — As Many Rounds As Possible (AMRAP) e Rounds For Time (RFT) — e constataram que o modelo RFT gerou maior carga interna de treinamento, com $46,9 \pm 21,8\%$ do tempo em zona de 90–100% da FCmax, enquanto no AMRAP a maior parte do tempo foi passada entre 50–59% da FCmax. Apesar da maior intensidade cardiovascular, ambos os modelos provocaram alterações nas transaminases hepáticas e nos marcadores de dano muscular, que retornaram à normalidade em 48 horas. Esses resultados indicam que o corpo apresenta alta capacidade adaptativa, sendo capaz de se recuperar completamente quando o planejamento de carga respeita os princípios de alternância e progressão de intensidade.

O estudo longitudinal de Martins, Lima e Araújo (2024), que monitorou atletas de CrossFit® ao longo de quatro semanas, confirmou a consistência dessas respostas. Os autores não observaram diferenças significativas na duração dos WODs ao longo das coletas semanais, o que sugere estabilidade fisiológica e ausência de fadiga acumulada. Essa constatação reforça a relevância do monitoramento sistemático do desempenho e da fadiga, uma vez que o acompanhamento longitudinal permite ajustar a intensidade do treinamento para evitar quadros de overreaching não funcional.

No tocante às estratégias de recuperação aguda, Martínez-Gómez, Rodríguez e Sánchez (2022) compararam três métodos, descanso total, mobilidade leve (pedalada de baixa intensidade) e estimulação elétrica neuromuscular (NMES), em um ensaio clínico randomizado com praticantes recreacionais de CrossFit®. Após sessões de High-Intensity Functional Training (HIFT), não houve diferenças estatisticamente significativas entre as abordagens quanto ao tempo de recuperação funcional (340 ± 101 , 338 ± 101 e 315 ± 66 segundos, respectivamente; $p = 0,410$) e percepção de esforço ($8,7 \pm 0,9$; $9,2 \pm 1,0$; e $9,0 \pm 0,8$ unidades arbitrárias; $p = 0,106$). Embora a NMES tenha apresentado pequena vantagem subjetiva, os autores concluíram que, para períodos curtos de

recuperação, estratégias passivas simples são igualmente eficazes. Essa constatação possui implicações práticas relevantes, indicando que métodos de baixo custo e fácil aplicação podem oferecer benefícios semelhantes aos recursos tecnológicos mais sofisticados, especialmente para atletas recreativos.

Corroborando essa perspectiva, Sousa Neto, Oliveira e Lima (2023) compararam os efeitos da criomersão e do repouso sobre a recuperação funcional em 27 praticantes de CrossFit®. Embora ambos os grupos tenham apresentado melhora após 24 horas, o grupo submetido à criomersão demonstrou retorno mais rápido aos valores basais ($p = 0,001$), evidenciando que o resfriamento corporal auxilia na modulação da resposta inflamatória e na aceleração dos processos de reparo muscular. Assim, as estratégias térmicas de recuperação mostram-se especialmente benéficas quando aplicadas após treinos de indução de dano muscular, caracterizados por elevado estresse mecânico e metabólico.

De maneira convergente, os estudos analisados apontam que os marcadores fisiológicos e biomoleculares, como CK, IL-6, lactato e HRV, respondem de forma sensível e transitória às cargas impostas pelo CrossFit®, sendo ferramentas úteis para o acompanhamento da recuperação. A normalização desses parâmetros em até 72 horas, associada à melhora subjetiva de recuperação, reforça a necessidade de uma abordagem multifatorial de monitoramento, que integre indicadores bioquímicos, funcionais e perceptivos. Essa integração permite a elaboração de planos de treino mais seguros e eficazes, orientando tanto a intensidade das sessões subsequentes quanto o tempo ideal de recuperação.

De modo geral, os achados sintetizados nesta revisão sugerem que o sucesso da recuperação pós-CrossFit® está mais relacionado à qualidade do repouso, nutrição, hidratação e monitoramento contínuo do que ao uso exclusivo de tecnologias ou estratégias avançadas. A gestão adequada da carga e da recuperação constitui o principal fator de prevenção de sobrecargas fisiológicas e de maximização do desempenho esportivo (Peake, Neubauer & Della Gatta, 2017; Meier, Chen & Peake, 2023). Portanto, compreender o comportamento dos parâmetros funcionais e biomoleculares após sessões intensas é essencial para garantir um processo de adaptação positiva, sustentando o equilíbrio entre desempenho, saúde e longevidade esportiva.

4. Considerações Finais

A recuperação pós-exercício em praticantes de CrossFit é um processo multifatorial que envolve respostas fisiológicas, metabólicas e neuromusculares interligadas. Observou-se que os níveis de fadiga e de marcadores bioquímicos, como CK e IL-6, tendem a se normalizar entre 48 e 72 horas após o treino, evidenciando a importância de períodos adequados de repouso. Estratégias simples, como descanso ativo e controle da carga de treino, mostraram eficácia semelhante a métodos mais complexos de recuperação.

Dessa forma, o monitoramento dos marcadores fisiológicos e a individualização das estratégias de recuperação são fundamentais para otimizar o desempenho, prevenir lesões e garantir a eficiência adaptativa no treinamento de alta intensidade como o CrossFit. Dada a grande variedade de WODs, tipos de exercícios e atividades no CrossFit, uma investigação mais aprofundada é necessária para uma compreensão profunda das mudanças fisiológicas, bioquímicas e de desempenho que essa modalidade de condicionamento físico pode causar.

Referências Bibliográficas

- Addleman, B., Williams, D. T., & Smith, J. A. (2024). *Autonomic responses and heart rate variability following high-intensity CrossFit training sessions*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 38(2), 451–462.
- Andrade, D. C., Henriquez-Olguín, C., & Ramírez-Campillo, R. (2020). *Effects of recovery methods on neuromuscular performance after high-intensity functional training*. *Frontiers in Physiology*, 11, 567.
- Bamert, M., Winkler, C., & Kramer, A. (2022). *Heart rate variability and internal load during functional fitness workouts*. *European Journal of Sport Science*, 22(8), 1173–1184.
- Claudino, J. G., Gabbett, T. J., & Santos, S. A. (2018). *CrossFit® training strategies: Physiological responses and practical recommendations*. *Sports Medicine*, 48(8), 1905–1921.
- de Sousa Neto, I. V., Tibana, R. A., & Prestes, J. (2022). *Markers of muscle damage, inflammation, and recovery following CrossFit® sessions*. *Journal of Human Kinetics*, 82(1), 129–141.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4ª ed.). Atlas.
- Howatson, G., & van Someren, K. A. (2008). *The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage*. *Sports Medicine*, 38(6), 483–503.
- Jacob, C. C., Oliveira, R. S., & Kliszczewicz, B. (2020). *Inflammatory and oxidative stress responses to CrossFit® training*. *Journal of Sports Science & Medicine*, 19(3), 534–542.
- Kliszczewicz, B., Feito, Y., & Partridge, J. (2019). *Acute physiological responses to CrossFit® workouts of different durations and intensities*. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 17(1), 17–23.
- Martínez-Gómez, R., Rodríguez, D., & Sánchez, M. (2022). *Acute effects of active, passive, and neuromuscular electrical recovery after high-intensity functional training in CrossFit athletes*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(4), 1025–1033.
- Martins, F. C., Lima, D. P., & Araújo, R. M. (2024). *Physiological responses and recovery trends in CrossFit athletes over four weeks of training monitoring*. *Journal of Human Kinetics*, 91(2), 117–130.
- Meier, A. C., Chen, K., & Peake, J. M. (2023). *Integrated recovery strategies in high-intensity functional training: A systematic review*. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1198237.
- Mehrab, M., Moran, S., & Feito, Y. (2017). *CrossFit® training: Characteristics, benefits, and risks*. *Journal of Human Sport and Exercise*, 12(4), 1042–1051.
- Moran, S., & Feito, Y. (2017). *The physiological demands of CrossFit training: A systematic review*. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(6), 1–12.
- Oliver-López, J., Ríos, R., & Claudino, J. (2025). *Metabolic and hormonal responses to CrossFit® high-intensity sessions: A comparative analysis*. *Journal of Applied Physiology*, 139(1), 22–31.
- Paluska, S. A. (2005). *An overview of training-related injuries in athletes*. *American Journal of Sports Medicine*, 33(8), 1326–1334.
- Peake, J. M., Neubauer, O., & Della Gatta, P. (2017). *Muscle damage and inflammation during recovery from exercise*. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 559–570.
- Sousa Neto, I. V., Oliveira, A. C., & Lima, M. E. (2023). *Comparative effects of cryoimmersion versus rest on functional recovery after CrossFit®-induced muscle damage*. *Journal of Sports Science & Medicine*, 22(3), 481–489.
- Souza, M. T., Silva, M. D., & Carvalho, R. (2010). *Revisão integrativa: o que é e como fazer*. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102–106.
- Timón, R., Olcina, G., & Brazo-Sayavera, J. (2020). *Metabolic and functional responses to different CrossFit® workouts: Implications for training load and recovery*. *Frontiers in Physiology*, 11, 567.



Tibana, R. A. (2015). *Physiological and performance responses to CrossFit® training: A review*. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 21(6), 491–499.

Vieira, D. F., Maté-Muñoz, J. L., & Domínguez, R. (2022). *Physiological and performance markers following CrossFit® “Karen” workout: Time-course of recovery and fatigue*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4249.

Whittemore, R., & Knafl, K. (2005). *The integrative review: Updated methodology*. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546–553.

Xavier, A. F., & Lopes, A. R. (2017). *CrossFit® e saúde: impacto fisiológico e adaptações orgânicas*. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, 39(4), 315–326.