



# A FOTOBIMODULAÇÃO COMO TÉCNICA DE *RECOVERY* E *PERFORMANCE* EM ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO

## Photobiomodulation as a recovery and performance technique in high performance athletes

Carla Vitória de Almeida Savian<sup>1</sup>  
Alex Augusto Vendramini<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Bauru

<sup>2</sup>Orientador e Docente do curso de Fisioterapia das Faculdades Integradas de Bauru

### Resumo

Os atletas de alto rendimento possuem alta carga de treinamento semanal para atingir êxito em competições, com isso podem aumentar a fadiga muscular e a incidência de lesões. O sucesso no processo de melhora do desempenho físico depende da qualidade entre os estímulos do treinamento físico e da prescrição do exercício bem executada. Portanto, se faz necessário uma recuperação (*recovery*) adequada e de boas técnicas para a volta do atleta sem queixas ao esporte. Muitas modalidades de *recovery* vem sendo usadas após treinos e competições, sendo um uma delas a fotobiomodulação (FBM). A FBM é considerada uma técnica de *recovery* atual, suas evidências tem demonstrado grande potencial, uma vez que é capaz de melhorar o desempenho atlético, bem como melhorar a recuperação pós-exercício. É composta por um laser de baixa potência ou diodo emissor de luz, onde é feito a aplicação de luz a um tecido biológico e se tem respostas de recuperação bioquímica e funcional reduzindo a inflamação e o estresse oxidativo das células. O objetivo do estudo foi evidenciar o quanto a FBM ajuda na recuperação e na *performance* dos atletas de alto rendimento em seus sintomas pós atividade física. A revisão se baseou em estudos clínicos que mostram a eficácia da FBM em atletas de alto rendimento em diferentes doses e formas de aplicação. A maioria dos artigos demonstram que a FBM foi benéfica como técnica de *recovery* muscular e *performance* em atletas de alto rendimento.

**Palavras-Chave:** Atletas; Fotobiomodulação; Recuperação.

### Abstract

High-performance athletes have a high weekly training load to achieve success in competitions, which can increase muscle fatigue and the incidence of injuries. Success in improving physical performance depends on the quality of the physical training stimuli and the well-executed exercise prescription. Therefore, adequate recovery and good techniques are necessary for the athlete to return to the sport without complaints. Many recovery modalities have been used after training and competitions, one of which is photobiomodulation (PBM). PBM is considered a current recovery technique, and its

evidence has shown great potential, since it is capable of improving athletic performance, as well as improving post-exercise recovery. It consists of a low-power laser or light-emitting diode, where light is applied to biological tissue and biochemical and functional recovery responses are produced, reducing inflammation and oxidative stress in cells. The objective of the study was to demonstrate how much PBM helps in the recovery and performance of high-performance athletes in their post-physical activity symptoms. The review was based on clinical studies that show the effectiveness of PBM in high-performance athletes in different doses and forms of application. Most articles demonstrate that PBM was beneficial as a muscle recovery and performance technique in high-performance athletes.

**Key Words:** Athletes; Photobiomodulation; Recovery.

## Introdução

Os atletas de alto rendimento tem altas cargas de treinamento semanal para atingir seus objetivos nas competições, sendo diferenciado em semanas preparativas para o campeonato. O volume de treinamento semanal pode interferir na incidência de lesões, ou seja, quanto maior a carga de treinamento, maiores são as chances de fadiga muscular aguda ou crônica, cansaço, estresse e muitos outros prejuízos (Rios *et al.*, 2017).

Sabe-se que a fadiga aguda nos atletas pós competição, permanece por horas ou até dias, dificultando nos campeonatos que geralmente são competições, uma logo depois da outra, podendo causar assim uma fadiga crônica, e conseqüentemente um declínio no desempenho físico e até lesões (Tomazoni *et al.*, 2019).

As lesões em atletas profissionais de inúmeros esportes vêm crescendo cada vez mais e acometendo principalmente os membros inferiores (MMII) (Santos *et al.*, 2021). Por si só, praticar um esporte constantemente, em qualquer modalidade esportiva e em quaisquer níveis de desempenho, já possui risco para ocorrência de lesões em diferentes níveis. Nessas situações, a lesão é definida como qualquer acometimento ocorrido durante a atividade esportiva que afasta ou impede o atleta de dar continuidade ao treinamento no dia seguinte ao acontecido (Alves *et al.*, 2015), gerando graves afastamentos das atividades de treinamento e possivelmente de competições, sobrecarregando os atletas que se mantém em treinamento (Vieira *et al.*, 2019).

De uma forma mais generalista, estudos que investigam lesões em diferentes esportes tem indicado que essas ocorrências podem estar diretamente relacionadas

a fatores predisponentes intrínsecos (biológicos, biomecânicos, psicológicos, idade, deterioração do corpo, histórico de lesões, falta de preparo físico, dieta, fadiga, *overtraining*, comportamento de risco de cada atleta, entre outros) e extrínsecos (o ambiente em que se insere o atleta, o tipo e a condição dos pisos esportivos, temperatura do ambiente, etc.) (Valério *et al.*, 2021).

Todos esses fatores intrínsecos e extrínsecos estão associados a inúmeros prejuízos físicos e psicológicos ao atleta, podendo significar o abandono do esporte em diferentes etapas ou invalidez. A detecção precoce destas lesões é fundamental, auxiliando na elaboração de propostas preventivas e de tratamento e, reduzindo o tempo de afastamento dos atletas de suas modalidades (Silveira Junior *et al.*, 2016).

Para se obter sucesso no processo de melhora do desempenho físico, fadigas e exaustão causadas pelo treinamento intenso, depende da qualidade entre os estímulos do treinamento físico, e da prescrição do exercício bem executada. Então, se faz necessário uma recuperação (*recovery*) adequada e de boas técnicas para volta do atleta sem queixas ao esporte (González *et al.*, 2021), assim, uma estratégia de recuperação envolve a implementação de uma única técnica ou uma combinação de técnicas (Tomazoni *et al.*, 2019). Muitas modalidades de *recovery* vem sendo usadas após treinos e competições para a volta da homeostase do atleta, sendo uma delas a fotobiomodulação (FBM) (Oliveira *et al.*, 2023).

A FBM é considerada uma técnica de *recovery* atual; suas evidências vêm crescendo cada vez mais e tem demonstrado grande potencial, uma vez que é capaz de melhorar o desempenho atlético, bem como melhorar a recuperação pós-exercício (Tomazoni *et al.*, 2019). É composta por um laser de baixa potência ou diodo emissor de luz, onde é feito a aplicação de luz a um tecido biológico com respostas de recuperação bioquímica e funcional reduzindo a inflamação; o estresse oxidativo das células; melhorando o fluxo sanguíneo capilar e processamento de oxigenação; e aumentando a atividade da cadeia respiratória celular (Oliveira *et al.*, 2023; Dellagrana *et al.*, 2018).

Os principais cromóforos da FBM estão dentro da mitocôndria, sendo que as células com muita mitocôndria são responsivas à luz. Seu efeito de recuperação dos atletas após o treino e/ou competição é o aumento da citocromo c-oxidase nas fibras musculares esqueléticas que leva a regulação mitocondrial positiva, aumentando a

produção de ATP e assim levando mais energia para o músculo e diminuindo o estresse oxidativo (Oliveira *et al.*, 2017). Nesse contexto, vale ressaltar que a creatina quinase (CK) é uma importante enzima do metabolismo energético no interior das células musculares, mas seu aumento na corrente sanguínea após uma sessão de exercício é um indicativo de ruptura da membrana celular muscular e, conseqüentemente, dano muscular (Ferraresi *et al.*, 2015a).

Conforme mencionado acima, os treinos exaustivos e a demanda que esse treinamento exige aos atletas faz com que tenham cansaços excessivos podendo ocasionar muitos tipos de lesões e de diversos níveis. Os estudos mostram a frequência de lesões em atletas, o quanto o *recovery* é importante e o quanto a fotobiomodulação ajuda em diversos segmentos, porém, não mostram a fotobiomodulação como técnica de *recovery* especificamente em atletas de alto rendimento.

Portanto, esse estudo teve como objetivo evidenciar o quanto a fotobiomodulação ajuda na recuperação e na *performance* dos atletas de alto rendimento em seus sintomas pós atividade física.

## **Metodologia**

Foram realizadas pesquisas em bases de dados na internet nos sites SciELO, PEDro, PubMed e Lilacs, com periódicos limitados as línguas portuguesa, inglesa e espanhola, com delimitação de tempo de publicação nos últimos 10 anos, utilizando as palavras-chave: Atletas; Fotobiomodulação; Recuperação.

## **Desenvolvimento**

Como mencionado, o *recovery* é de extrema importância para os atletas e a prescrição de estratégias de recuperação pós-jogo ou pós-treino pode ser um ponto chave para otimizar o desempenho no esporte (González *et al.*, 2021). O equilíbrio entre o estresse do treinamento e a recuperação física deve ser gerenciado para maximizar a adaptação e o desempenho em sessões de treinamento ou competições subsequentes. A natureza repetitiva e exigente de uma temporada competitiva pode testar a capacidade fisiológica e psicológica dos atletas. Portanto, devem adotar

modalidades de recuperação que gerenciem a fadiga e melhorem a recuperação e o desempenho no treinamento/competição (Doherty *et al.*, 2021).

Follmer *et al.* (2018) investigaram os efeitos da FBM nos parâmetros de torque em 20 indivíduos, sendo 10 atletas de Jiu-Jitsu e 10 indivíduos fisicamente ativos, todos destros e com idades entre 18 e 35 anos. Foram submetidos ao mesmo protocolo em duas condições diferentes: placebo e FBM, e o intervalo entre cada sessão foi de 48h até 96h. O protocolo foi realizado de acordo com algumas etapas: aquecimento que foi realizado nos flexores de cotovelo; aplicação placebo ou FBM. Depois da aplicação (placebo/FBM) realizaram o protocolo de fadiga. A aplicação da FBM foi no membro superior direito em dois locais sobre o músculo bíceps braquial. Após as análises, verificou-se que a FBM melhorou o tempo de exaustão (3,2 e 12,7%) e impulso (6,6 e 9,1%) durante o protocolo de fadiga para ambos os grupos e foi eficiente retardando o início da fadiga independentemente do nível de treinamento dos indivíduos. Portanto, o FBM pode ser sugerido como um fator ergogênico para melhorar o desempenho muscular em atletas de Jiu-Jitsu.

Garcez *et al.* (2021) avaliaram os efeitos da FBM no desempenho esportivo em paratletas de natação. Dez paratletas foram selecionados (4 mulheres e 6 homens). A avaliação durou 3 semanas, onde na 1ª foram feitas as medidas de controle e na 2ª e 3ª semanas, foi executado a FBM. Inicialmente, foi realizado aquecimento, e mensurado o tempo, pico e a frequência cardíaca de recuperação. Realizaram 3 tiros de 50 metros nado livre em velocidade máxima com intervalo de 5 min. e foi registrado 1 min. após os mesmos parâmetros (tempo, pico e a frequência cardíaca de recuperação). Na 2ª semana, metade dos paratletas receberam FBM e os demais placebo, e na 3ª quem recebeu FBM na semana 2ª, recebeu placebo na 3ª e vice-versa. A FBM foi realizada com 2 equipamentos de matriz de LEDs de onda contínua, com um total de 36 LEDs, potência de saída de 5 mW/LED, resultando em 108 J de energia. Três músculos foram irradiados: bíceps, deltoide e trapézio sendo irradiação realizada bilateralmente por 10 min. Os autores observaram que a FBM aplicada antes do exercício aumentou o desempenho, a função cardiorrespiratória e a atividade muscular em paratletas de natação, melhorando o tempo de *sprint*, a força muscular e a função cardiovascular.

Ferraresi *et al.* (2015b) avaliaram a eficácia da terapia de diodo emissor de luz infravermelho (LEDT) e seus mecanismos de ação para melhorar o desempenho muscular em um atleta de elite (corredor de 28 anos com 4 anos de experiência em competições de corrida de alto nível). Foram analisados a cinética da captação de oxigênio (VO<sub>2</sub>), marcadores sanguíneos e urinários de dano muscular (CK e alanina) e fadiga (lactato). Primeiro, foi submetido ao teste de exercício cardiopulmonar em uma esteira para identificar a meta (alvo) de carga para trabalho constante (CWET), o qual teria que atingir em todas as fases dos procedimentos. O LEDT (placebo ou eficaz) foi aplicado em seis grupos musculares principais (nos MMSS, Core e MMII) em todas as fases. O intervalo de tempo entre as fases foi de 7 dias. Fase 1 e 2, aplicação PLACEBO 5 min. antes de correr na esteira (CWET) até a exaustão. Fase 3, aplicação EFICAZ 5 min. antes de correr na esteira (CWET) até a exaustão. Os resultados mostraram que somente a aplicação na fase 3 melhorou a velocidade de adaptação muscular do VO<sub>2</sub>, diminuiu o déficit de O<sub>2</sub>, aumentou o VO<sub>2</sub> da fase de componente lento, aumentou o limite de tempo do exercício e diminuiu os marcadores sanguíneos e urinários de dano muscular e fadiga. Os autores sugerem que um regime de pré-condicionamento muscular usando FBM antes de exercícios intensos poderia modular a função metabólica e renal para alcançar melhor desempenho.

Oliveira *et al.* (2017) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os efeitos da FBM, por meio da laserterapia de baixa potência, na recuperação do músculo esquelético pós-exercício e identificar a melhor potência de saída. Participaram desse estudo 28 jogadores de futebol de alto nível de uma mesma equipe. Eles foram divididos em 4 grupos aleatoriamente onde A: 100mW, B: 200mW, C: 400mW e D: 0mW (placebo). Foi retirado 10ml de uma amostra sanguínea, antes de qualquer procedimento e 1min. após o protocolo de contração excêntrica, e 1, 24, 48, 72 e 96h. A análise sanguínea envolveu a determinação da atividade da CK e da lactato de hidrogenase (LDH) como marcadores indiretos de dano muscular. Foi realizada a avaliação para verificar o limiar de dor à pressão e uma escala analógica visual (EVA), depois, foi aplicado o teste de contração voluntária isométrica máxima (MICV). O teste consistiu em três contrações isométricas de 5 segundos dos extensores do joelho do membro inferior não dominante e o maior valor de torque das três contrações (pico de torque) foi utilizado para a análise estatística (geração máxima de força). Um dispositivo de laser de *cluster* de cinco diodos foi usado para a terapia e foi aplicado

em seis locais diferentes dos músculos extensores do joelho (dois mediais, dois laterais e dois centrais) com a dose de 10J por diodo. Após 3 min. do término do FBM, os voluntários realizaram o protocolo de contração excêntrica, que consistiu em 75 contrações isocinéticas excêntricas dos extensores do joelho do membro inferior não dominante. Por fim, foi visto que a FBM aplicado com 810nm, a dose de 10J por diodo antes do exercício aumentou significativamente o pico de torque através do teste MIVC, diminuiu a dor a pressão e os níveis de marcadores bioquímicos relacionados a danos musculares, inflamação e estresse oxidativo. Os melhores resultados foram analisados com saídas de energia de 100 e 200mW do que com 400mW (por diodo), mostrando que saídas mais altas não são a melhor opção para atingir os efeitos desejáveis.

Bettleyon e Kaminski (2020) relatam que terapia a laser de baixo nível (LLLT) tem sido um tópico controverso por seu uso na recuperação atlética, principalmente devido à inconsistência na pesquisa sobre o momento da aplicação desta modalidade. Devido essa controvérsia realizaram uma análise crítica da literatura com o objetivo de avaliar se a LLLT diminui os mediadores de danificação dos músculos, que afetam a fadiga do jogador, a dor e desconforto muscular após o desempenho, em atletas de futebol. A revisão abordou 3 artigos utilizando atletas de futebol, a FBM no quadríceps, e com frequências parecidas (830, 830 e 810nm). Um dos artigos avaliou a FBM pré e pós-performance, e os outros dois somente pré-desempenho. Após analisarem os resultados concluíram que a terapia a laser pré ou pós-desempenho pode diminuir a CK, e a FBM pós-exercício diminui o lactato sanguíneo (BL). Os maiores efeitos da terapia a laser são a realização de terapia pós-desempenho a 10, 30 ou 50 J de energia total realizada em um mínimo de 2 locais no reto femoral, vasto lateral e vasto medial bilateralmente por 10 segundos cada. Os autores sugerem que mais pesquisas são necessárias para avaliar a confiabilidade e a validade do uso da LLLT na reabilitação e recuperação em outros esportes. Mais pesquisas também são necessárias para avaliar BL e CK quando a LLLT pós-exercício é realizada e para avaliar as diferenças em jogadores de futebol masculinos e femininos.

Ferraresi, Huang e Hamblin (2016) realizaram uma extensa pesquisa na literatura abordando os efeitos da FBM no tecido muscular humano em ensaios clínicos, em voluntários saudáveis não treinados e treinados, ou atletas, relacionados ao desempenho esportivo. As métricas de desempenho incluíram fadiga, número de

repetições, torque, hipertrofia, medidas de dano muscular e recuperação, como CK e dor muscular de início tardio. Todos os parâmetros foram avaliados, e identificaram que alguns parâmetros de FBM promoveram efeitos positivos, outros não apresentaram efeitos e alguns estudos tiveram efeitos ambíguos. Após avaliação de todos os resultados, os autores relatam que a FBM pode aumentar a massa muscular adquirida após o treinamento e diminuir a inflamação e o estresse oxidativo em biópsias musculares, e que ainda não há parâmetros completamente seguros e eficazes que possam ser recomendados ou prescritos. Sugerem que estudos futuros devem evidenciar os melhores parâmetros no uso clínico.

Marchi *et al.* (2018) analisaram os efeitos da FBM no desempenho e recuperação de jogadores de futsal em um ambiente de campo não controlado. Seis atletas profissionais de uma equipe de Futsal foram selecionados, entre 18 e 35 anos, sem histórico de lesão musculoesquelética. Foram separados em dois grupos para o uso da FBM efetiva e placebo. Os jogadores participaram de duas partidas, onde foram realizados os seguintes procedimentos: 40 min. antes da partida foram coletadas amostras de sangue basais para análise de marcadores oxidativos; logo depois foi empregado o protocolo de FBM onde doze *clusters* com 12 diodos foram utilizados nos principais músculos dos membros inferiores; cada local de irradiação recebeu uma dose de 30J administrada em 228s (3 min. e 48s por local); após o término da partida e 48h depois, foi realizada uma nova coleta. Após as análises dos marcadores, foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre o tratamento placebo, quando comparado ao da FBM. A implementação preventiva da FBM em jogadores profissionais de futsal parece ser eficaz na prevenção da fadiga e danos musculares, que acelera a recuperação muscular e melhora o desempenho dos atletas que permanecem em campo por mais tempo.

Ferraresi *et al.* (2015a) realizaram estudo com objetivo de investigar a eficácia da FBM por terapia com diodo emissor de luz (LEDT) na prevenção de danos musculares através da CK em jogadores profissionais de voleibol durante um campeonato nacional. Doze jogadores profissionais de voleibol com idade média de 25,5 anos foram acompanhados pelos pesquisadores em seus jogos. Foi realizada coleta de sangue 1h antes e 24h após cada partida oficial para análise dos marcadores de danos musculares. Os atletas foram divididos em quatro grupos diferentes de acordo com a dose de luz atribuída (Joules, J) da LEDT: Grupo 1: 20s



(105J total); Grupo 2: 40s (210J total); Grupo 3: 60s (315J no total) e Grupo 4: 30s (0J total). A irradiação foi realizada antes de cada uma das quatro partidas oficiais do campeonato no grupo muscular do membro inferior de cada atleta. Foi aplicado LEDT nos músculos que envolvem os principais movimentos de salto e aterrissagem necessários durante as partidas de voleibol. O LEDT evitou aumentos significativos de CK no sangue em atletas quando aplicado antes de partidas oficiais com uma resposta de dose leve de 210-315J.

Pinto *et al.* (2016) analisaram os efeitos da FBM com uma combinação de diferentes comprimentos de onda e fontes de luz (lasers e LEDs) no desempenho e recuperação de jogadores de Rugby de alto nível em um ambiente de teste de campo. Doze jogadores de Rugby masculino de alto nível com idade média de 23 anos foram recrutados no Clube de Rugby São José. Foram excluídos os atletas que apresentavam lesão muscular esquelética ou algo que pudesse limitar a realização de exercícios de alta intensidade. O teste de *sprint* de Bangsbo (BST) foi escolhido como teste de campo porque imita as principais ações realizadas durante as partidas de Rugby. Optou-se também por avaliar os níveis de lactato sanguíneo (3, 10, 30 e 60 minutos pós) por ser um marcador bioquímico relacionado ao metabolismo; e o questionário de fadiga foi utilizado para avaliar a fadiga percebida pelos atletas para cada condição testada. O estudo foi dividido em 3 fases: familiarização, controle placebo / FBM, e tempo para lactato sanguíneo. Na primeira fase, todos os atletas realizaram o BST para se familiarizarem. Na segunda e terceira fases, um placebo ou FBM ativo com emissor estilo *cluster* com 12 diodos foi aplicado nos músculos do MMII imediatamente antes dos atletas realizarem alongamento e aquecimento. Compreendeu-se alongamentos dinâmicos para MMII e *Core*, e o aquecimento composto por corrida curta de baixa intensidade, realizados após os tratamentos com a FBM ou placebo. Após as análises, foi verificado que a FBM pré-exercício mantém os atletas em um nível de desempenho mais alto, acelera a recuperação e, conseqüentemente, ajuda a evitar lesões, o que pode representar uma mudança na prática clínica atual com amplo uso de FBM em ambientes esportivos.

Santos Junior *et al.* (2023) verificaram o efeito da FBM no desempenho anaeróbio intermitente de alta intensidade de atletas de Jiu-Jitsu. Participaram do estudo 11 atletas masculinos de jiu-jitsu, graduados da faixa azul à preta, onde foram separados em três sessões (placebo, 6J ou 12J). A FBM foi realizada antes dos saltos

verticais e testes de Wingate (avalia a potência e a capacidade anaeróbia de atletas de combate) para membros inferiores (MMII). A FBM foi aplicada antes do aquecimento inicial, com os diodos posicionados nos músculos dos MMII. Depois da aplicação, os atletas realizaram um aquecimento, em seguida, o teste de salto de agachamento. Após 5 minutos, realizaram um aquecimento específico para o teste de Wingate e, após 3 minutos realizaram 3 séries de testes de Wingate para MMII com intervalo de 3 minutos entre os testes, onde a taxa de percepção subjetiva de esforço (PSE) e a frequência cardíaca (FC) foram coletadas para análise. Os resultados não confirmaram que a FBM promoveria um aumento no desempenho anaeróbio. Independentemente da dose aplicada, quando comparado ao tratamento com placebo, não foram encontradas diferenças significativas. Além disso, a FBM também não influenciou significativamente as respostas fisiológicas e perceptivas ao longo da sessão de teste, em comparação com o placebo. Estudos anteriores utilizando o teste de Wingate para avaliar as respostas do FBM realizaram um único teste em cada sessão. E também comparados a estudos anteriores do mesmo tipo que geraram resultados positivos, sugere que o nível de treinamento do sujeito pode interferir nos resultados clínicos, o que poderia explicar a diferença nos resultados encontrados neste estudo, avaliando atletas em comparação com outros, que avaliaram adultos saudáveis.

Tomazoni *et al.* (2019) analisaram os efeitos da FBM (usando terapia com laser infravermelho de baixa potência) aplicado antes de um teste de corrida progressiva sobre aspectos funcionais, danos musculares e marcadores de estresse inflamatório e oxidativo em jogadores de futebol de alto nível. Vinte e dois jogadores de futebol masculinos de alto nível do mesmo time foram recrutados. Na primeira etapa 50% dos voluntários receberam intervenção ativa e 50% placebo, e na segunda etapa, o oposto. Foram coletados 10ml de sangue antes e 5 minutos depois do procedimento de corrida progressiva, para as análises dos marcadores de danos musculares. Foi realizado uma série de alongamentos, depois aplicada a FBM ativa ou placebo e no final o protocolo de corrida progressiva. Um dispositivo de laser de *cluster* de cinco diodos foi usado. A FBM foi aplicada usando uma dose de 10 J por diodo (50 J por local), e com uma potência de saída de 100 mW e foi aplicado em contato direto com a pele nos músculos dos MMII. Os resultados demonstraram que a FBM pré-exercício foi capaz de melhorar diferentes aspectos funcionais relacionados ao desempenho

atlético e marcadores bioquímicos relacionados ao dano muscular e processo inflamatório em atletas de alto nível. Além disso, é importante destacar que houve um efeito antioxidante interessante, sendo capaz de diminuir o estresse oxidativo induzido pelo exercício, o que sugere que este pode ser um dos possíveis mecanismos de ação pelos quais a FBM promove efeitos ergogênicos e efeitos protetores aos músculos esqueléticos.

Vanin *et al.* (2016) realizaram um estudo com o objetivo de identificar a dose ideal para irradiação pré-exercício com terapia a laser de baixa intensidade (LLLT) buscando melhora do desempenho e da recuperação pós-exercício, por meio de marcadores funcionais e bioquímicos relacionados ao dano muscular. Participaram do estudo 28 atletas profissionais de futebol do sexo masculino onde foram separados em 4 grupos (7 participantes por grupo), de acordo com a dose: Grupo A 10J (60J total); Grupo B 30J (180J total); Grupo C 50J (300J total) e Grupo D placebo. Foi coletado 10ml de sangue antes, 1min. após o protocolo de contração excêntrica e 1, 24, 48, 72 e 96 h após, para análise de marcadores de danos musculares. Foi mensurado também a dor muscular de início tardio (DOMS) com base no limiar de dor à pressão com um algometro. Após a coleta de sangue, foi realizado a DOMS e a contração voluntária máxima (CVM) realizada com o dinamômetro isocinético, depois, a FBM com as doses de acordo com cada grupo nos músculos dos MMII, e depois, o protocolo de contração excêntrica, e ao final, novamente as avaliações iniciais para verificar a diferença (sangue, DOMS e CVM), 1, 24, 48, 72 e 96 h após. A FBM aumentou a CVM imediatamente após o exercício até 24 h com a dose de 50 J e de 24 para 96 h com a dose de 10 J. Tanto a dose de 10 J quanto a de 50 J diminuíram a CK e a IL-6 com melhores resultados a favor da dose de 50 J. Os autores relatam que a FBM pré-exercício aumenta significativamente o desempenho e melhora os marcadores bioquímicos relacionados ao dano e inflamação do músculo esquelético.

Reis *et al.* (2014) investigaram o efeito da laserterapia de baixa potência (LLLT) antes e após o exercício no desempenho do músculo quadríceps e avaliaram as alterações nos níveis de lactato e CK. Os participantes eram do sexo masculino, idade de 15 a 30 anos e profissionais de futebol. Foi realizado um sorteio (A, B ou C) que determinou se os participantes receberiam placebo, laser pré-fadiga ou o laser pós-fadiga. Foi realizado a coleta de sangue no início, depois uma série de alongamento dos MMII, a FBM (ativa ou placebo), o teste de fadiga e 5 minutos após, a coleta de

sangue novamente, no grupo A e B. No grupo C foi realizada coleta de sangue, alongamento nos MMII, o teste de fadiga, a FBM e a coleta de sangue, sendo diferenciados o A, B e C pela ordem da FBM, pré ou pós teste de fadiga. O aparelho da FBM possuía 6 diodos que ficavam em contato direto com a pele, e sob leve pressão. Foram operados no modo contínuo, aplicado 7 vezes, irradiando 42 pontos para cada perna, um total de 84 pontos irradiados por sessão de tratamento. O tratamento com laser reduziu significativamente os níveis de lactato (nos grupos laser pré-fadiga e pós-fadiga), e também reduziu o nível de CK apenas no grupo laser pós-fadiga, indicando que a LLLT pode ser eficaz para melhorar o desempenho muscular.

Luo *et al.* (2022) realizaram uma revisão sistemática e meta-análise de ensaios clínicos randomizados e estudos cruzados para avaliar os efeitos da LLLT no desempenho muscular e na recuperação da dor em atletas. Foram selecionados 24 artigos com alguns critérios de inclusão e exclusão e análises de possíveis vies. Os ensaios recrutaram atletas do sexo masculino, exceto 3 deles, os parâmetros da LLLT variaram entre os ensaios, o esporte envolvido e o local de aplicação do laser variaram também entre os testes. Quatorze ensaios foram classificados como de baixo risco para risco de vies, os outros 10 ensaios tiveram vies. Foi avaliada a eficácia da FBM por meio de vários resultados, como a força muscular medida com um dinamômetro, número de repetição, índice de dor, tempo até a fadiga, concentrações séricas de CK e lactato. Os atletas precisam se recuperar rapidamente de sua exaustão, embora o efeito terapêutico definitivo do LLLT ainda não tenha sido estabelecido, as evidências atuais apoiam que o uso de LLLT melhora o desempenho muscular e acelera a recuperação da dor em atletas fisicamente ativos. Evidências mais sólidas são encontradas para a aplicação no reto femoral, vasto lateral e vasto medial, com duas posições em cada músculo.

Orssatto *et al.* (2020) realizaram uma investigação sobre os efeitos da FBM no volume de treinamento resistido e no desconforto de 14 participantes (homens e mulheres) bem treinados com experiência em treinamento de resistência. Foi realizado um teste de 12-RM unilateralmente para ambas as pernas direita e esquerda na máquina de elevação de panturrilha em pé. Os participantes foram submetidos aleatoriamente a FBM ou placebo nos músculos gastrocnêmio e sóleo direito ou esquerdo. A FBM foi aplicada 5 min. antes da sessão de treinamento resistido e levou 7 min. para ser aplicado nos seis pontos. Os participantes realizaram o aquecimento

bilateralmente e após 2 minutos, iniciaram a sessão unilateral para o membro que recebeu tratamento com FBM ou placebo e a sessão foi realizada com 6 séries de repetições até a falha concêntrica. Após 7 dias, foram realizados os mesmos procedimentos, porém agora na perna contralateral. Antes e após a sessão de treinamento resistido, a força máxima de contração isométrica voluntária foi avaliada com um dinamômetro portátil. Este foi o primeiro estudo a investigar os efeitos agudos da FBM com o treinamento de resistência tradicional para os músculos flexores plantares em participantes bem treinados em um ambiente do mundo real. Estudos futuros devem se concentrar na compreensão dos mecanismos subjacentes às respostas agudas da FBM à fadiga do treinamento resistido e devem também investigar a dose correta da FBM para diferentes populações e modalidades de exercícios. Em conclusão, os parâmetros da FBM adotados no presente estudo não foram eficazes para aumentar o volume e reduzir o desconforto durante o treinamento resistido. Fatores como nível de treinamento dos participantes, modalidade de exercício, dose e dispositivo podem ter influenciado a ausência de efeito positivo favorecendo a FBM no presente estudo.

### **Considerações Finais**

De acordo com o que foi levantado na literatura, o *recovery* está presente atualmente na vida do atleta e vem apresentando uma crescente onda de resultados positivos em diferentes tipos. A fotobiomodulação está demonstrando grandes benefícios, tanto no pré exercício, como no pós exercício. E mesmo com parâmetros e técnicas diferentes de aplicação (laser ou LED), obteve melhora em seus marcadores e ajudou na recuperação muscular e na *performance* dos atletas de alto rendimento. Se faz necessário que estudos futuros evidenciem os melhores parâmetros para o uso clínico.

### **Referências**

ALVES, A. T. *et al.* Lesões em atletas de futevôlei. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 37, [s.n], p. 185-190, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/JgtzSzQfwNGy4vmNdy9kt9J/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BETTLEYON, J.; KAMINSKI, T. W. Does low-level laser therapy decrease muscle-damaging mediators after performance in soccer athletes versus sham laser treatment? A critically appraised topic. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 29, n. 8, p. 1210-1213, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32369763/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

DELLAGRANA, R. A. *et al.* Photobiomodulation therapy on physiological and performance parameters during running tests: dose–response effects. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 32, n. 10, p. 2807-2815, 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29481447/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

DOHERTY, R. *et al.* As práticas de sono e recuperação de atletas. **Nutrients**, v. 13, n. 4, p. 1330, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33920560/>. Acesso em: 02 abr. 2024.

FERRARESI, C. *et al.* Light-emitting diode therapy (LEDT) before matches prevents increase in creatine kinase with a light dose response in volleyball players. **Lasers in medical science**, v. 30, [s.n], p. 1281-1287, 2015a. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10103-015-1728-3>. Acesso em: 21 set. 2024

FERRARESI, C. *et al.* Muscular pre-conditioning using light-emitting diode therapy (LEDT) for high-intensity exercise: a randomized double-blind placebo-controlled trial with a single elite runner. **Physiotherapy theory and practice**, v. 31, n. 5, p. 354-361, 2015b. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25585514/>. Acesso em: 20 out. 2024.

FERRARESI, C.; HUANG, Y-Y.; HAMBLIN, M. R. Fotobiomodulação no tecido muscular humano: uma vantagem no desempenho esportivo? **Journal of biophotonics**, v. 9, n. 11-12, p. 1273-1299, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27874264/>. Acesso em: 02 abr. 2024.

FOLLMER, B. *et al.* Photobiomodulation therapy is beneficial in reducing muscle fatigue in Brazilian jiu-jitsu athletes and physically active men. **Sport Sciences for Health**, v. 14, [s.n], p. 685-691, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11332-018-0495-5>. Acesso em: 30 ago. 2024.

GARCEZ, A. *et al.* Effects of photobiomodulation on sport performance in swimming para-athletes—a case series. **Research in Sports Medicine**, v. 30, n. 1, p. 108-113, 2021. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15438627.2021.1888101>. Acesso em: 30 ago. 2024.

GONZÁLEZ, C. J. *et al.* Post-exercise Recovery Methods Focus on Young Soccer Players: A Systematic Review. **Rev. Frontiers in Physiology**, v. 12, [s.n], p. 1-12, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34093216/> Acesso em: 02 abr. 2024.

LUO, W. T. *et al.* Effects of low-level laser therapy on muscular performance and soreness recovery in athletes: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Sports Health**, v. 14, n. 5, p. 687-693, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34428975/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

MARCHI, T. *et al.* Photobiomodulation therapy before futsal matches improves the staying time of athletes in the court and accelerates post-exercise recovery. **Lasers in Medical Science**, v. 34, [s.n], p. 139-148, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10103-018-2643-1>. Acesso em: 13 ago. 2024.

OLIVEIRA, A. F. S. S. *et al.* A fotobiomodulação melhora o desempenho e a recuperação muscular? uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 29, [s.n], p. 1-7, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/BkXv8gzmsMdhpDJnmXNHJKS/abstract/?format=html&lang=pt> Acesso em: 02 abr. 2024.

OLIVEIRA, A. R. *et al.* Terapia de fotobiomodulação infravermelha pré-exercício (810 nm) no desempenho muscular esquelético e recuperação pós-exercício em humanos: qual a potência ideal? **Fotomedicina e Cirurgia a Laser**, v. 35, n. 11, p. 595-603, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29099680/> Acesso em: 05 abr. 2024.

ORSSATTO, L. *et al.* Photobiomodulation therapy effects on resistance training volume and discomfort in well-trained adults: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. **Photobiomodulation, Photomedicine and Laser Surgery**, v. 38, n. 12, p. 720-726, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32758087/>. Acesso em: 10 nov. 2024.

PINTO, H. D. *et al.* Photobiomodulation therapy improves performance and accelerates recovery of high-level rugby players in field test: a randomized, crossover, double-blind, placebo-controlled clinical study. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3329-3338, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27050245/>. Acesso em: 04 jul. 2024

REIS, F. A. *et al.* Effects of pre-or post-exercise low-level laser therapy (830 nm) on skeletal muscle fatigue and biochemical markers of recovery in humans: double-blind placebo-controlled trial. **Photomedicine and laser surgery**, v. 32, n. 2, p. 106-112, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24456143/>. Acesso em: 30 out. 2024.

RIOS, E. T. *et al.* Influência do volume semanal e do treinamento resistido sobre a incidência de lesão em corredores de rua. **RBPFEEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 64, p. 104-109, 2017. Disponível em: <https://www.rbpfex.com.br/index.php/rbpfex/article/view/1086> Acesso em: 05 abr. 2024.

SANTOS JUNIOR, R. B. *et al.* Effects of photobiomodulation on High-intensity intermittent anaerobic performance of lower limbs in brazilian Jiu-Jitsu athletes: A randomized, crossover, double-blind clinical trial. **International Journal of Exercise Science**, v. 16, n. 6, p. 1165, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10824299/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SANTOS, T. G. *et al.* Futebol de 5: Prevalência de Lesões Esportivas em Jogadores da Seleção Brasileira. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 27, n. 6, p. 553-557, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/zn9FrqCR6QcZcpksh6PCChF/abstract/?lang=pt> Acesso em: 05 abr. 2024.

SILVEIRA JUNIOR, J. A. *et al.* Questionário de prontidão para o esporte com foco nas lesões musculoesqueléticas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 05, p. 361-367, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/BrgSJLXqM7Nyftw3GLPGbXS/abstract/?lang=pt#ModalTutors>. Acesso em: 14 ago. 2024.

TOMAZONI, S. S. *et al.* Terapia com laser infravermelho de baixa intensidade (terapia de fotobiomodulação) antes do teste de corrida progressivo intenso de jogadores de futebol de alto nível: efeitos sobre marcadores funcionais, de dano muscular, inflamatórios e de estresse oxidativo - um ensaio clínico randomizado. **Medicina Oxidativa e Longevidade Celular**, v. 27, [s.n], p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31827687/> Acesso em: 08 abr. 2024.

VALÉRIO, M. M. *et al.* Lesões no esporte de rendimento: uma análise em atletas brasileiros de pádel. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 29, n. 1, p. 74-80, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/fp/a/LjMBHxLnWVRXwgvSv5XFxNd/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

VANIN, A. A. *et al.* Pre-exercise infrared low-level laser therapy (810 nm) in skeletal muscle performance and postexercise recovery in humans, what is the optimal dose? A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Photomedicine and laser surgery**, v. 34, n. 10, p. 473-482, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27575834/>. Acesso em: 04 jul. 2024.

VIEIRA, P. R. *et al.* Incidência de lesões musculoesqueléticas em árbitros de futebol: um estudo de três anos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 25, n. 3, p. 258-262, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/vYDGhQCSgMrNXBggBqFBFBp/abstract/?lang=pt> Acesso em: 02 abr. 2024.