

EFEITOS DA LASERTERAPIA DE BAIXA INTENSIDADE SOBRE

A FADIGA MUSCULOESQUELETICA: REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

THE EFFECTS OF LOW-INTENSITY LASERTHERAPY ABOUT MUSCULOSKELETAL TIREDNESS: LITERATURE SYSTEMATIC REVIEW

Fernando Bezerra Campos¹, Uebert Silva da Conceição², Glenda Maria Correia
de Oliveira³

Discente do curso de Fisioterapia no Centro Universitário do Rio Grande do
Norte (UNI-RN)^{1, 2}, Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário do
Rio Grande do Norte (UNI-RN)³

2016

RESUMO

A Laserterapia de Baixa Intensidade (LBI) vem sendo pesquisada e sua utilização vem gerando excelentes resultados quando aplicada com o intuito de melhorar o desempenho musculoesquelético. **Objetivo:** o presente trabalho tem como objetivo discutir o efeito do laser no processo de reparo tecidual da célula muscular, bem como diminuição do limiar da fadiga. **Métodos:** Este trabalho apresenta uma revisão sistemática de literatura, e foram incluídos na pesquisa artigos originais publicados em periódico das bases de dados: MedLine, Pubmed, Scielo Brasil, e Lilacs entre o ano de 2004 a 2015 nas línguas português e inglês, constando em sua metodologia a utilização do laser de baixa intensidade na fadiga muscular. **Resultados:** oito artigos selecionados e cinco discutidos. **Discussão:** Estudos tem demonstrado repostas com maior relevância quando aplicado o LBI após exercício de exaustão muscular. Por outro lado, evidências também constataram que a laserterapia obteve bons resultados quanto sua aplicação antes de exercícios

com a mesma característica. **Conclusão:** Dada a complexidade do assunto, a aplicação desta técnica merece estudos adicionais bem controlados, dessa forma, sugerimos a criação de um protocolo para a utilização deste recurso, a fim de melhor conhecer o comportamento do processo de reparação tecidual e fadiga musculoesquelética respectivamente.

Descritores: laserterapia, laser de baixa intensidade, fadiga muscular.

INTRODUÇÃO

Baseando-se nos diferentes tipos de tratamento o emprego do laser de baixa intensidade teve seus primeiros estudos em 1917 por Albert Einstein, no qual, publicou um artigo intitulado "A teoria Quântica da Radiação". Somente em 1960, o pesquisador Theodore Maiman tornou possível a teoria proposta por Einstein, produzindo um LASER na faixa vermelha do espectro eletromagnético, episódio que só foi concluído no final da década de 70 com o surgimento do LASER de Arseneto de Gálio (As-Ga) e de Arseneto de Gálio e Alumínio (As-Ga-Al)¹.

A terapia a laser de baixa intensidade (LBI) é uma aplicação de luz, técnica não invasiva (normalmente um laser de baixa potência na gama de 1 a 500 mW) a uma patologia. A luz é tipicamente da largura espectral estreita no espectro infravermelho e vermelho ou próximo (600-1000 nm), com uma densidade de potência ou irradiância (potência de saída dividida pela área do ponto de laser) entre 1 mW e 5 W / cm². Os comprimentos de onda infravermelhos penetram melhor através da pele humana do que os comprimentos de onda vermelho¹.

Contudo, a Laserterapia de Baixa Intensidade (LBI) na fadiga muscular antes do exercício, tem demonstrado resultados positivos, entretanto, como a fadiga muscular é um processo complexo que envolve elementos fisiológicos, biomecânicos e psicológicos, poucos estudos foram conclusivos¹. Além disso, fadiga é considerada por uma incapacidade musculoesquelético de gerar níveis de forças contráteis suficientes ou de manter esses níveis ao longo do tempo para realização de atividades funcionais^{2, 3}.

Portanto, o laser terapêutico de baixa intensidade é caracterizado pelo paralelismo, monocromaticidade, coerência e colimação dos seus feixes de luz. Este recurso terapêutico vem sendo constantemente pesquisado em diferentes tipos de tecidos biológicos. No tecido muscular são observados bons resultados no processo de reparação tecidual e redução da fadiga. No processo de fadiga muscular é sabido que os níveis dos marcadores: CK (Creatina Quinase) e lactato sanguíneos são reduzidos significativamente, após a aplicação da terapia a laser, em parâmetros específicos de dosimetria e comprimento de onda utilizado⁴. A luz produzida é constituída por fótons de mesmo comprimento de onda, que pode se remitida por uma onda contínua ou de modo pulsado, sendo um tratamento não invasivo, indolor e pode ser facilmente administrado em contextos de cuidados primários⁵.

Assim também, em células que recebem a irradiação do LBI, ocorrem alterações estruturais no sistema mitocondrial, as quais promovem a formação de mitocôndrias “gigantes” a partir da fusão das membranas de mitocôndrias vizinhas e menores, de tal forma que estas seriam capazes de proporcionar altos níveis de energia a partir da respiração celular⁶. Nos sistemas bioenergéticos das células, a luz do laser sensibiliza fotorreceptores, chamados de cromóforos, que formam parte das vias bioquímicas celulares, regulando componentes da cadeia respiratória (alterando seu potencial redox), convertendo a energia eletromagnética do laser em energia química da célula. Dentre as mudanças que esse processo causa, podemos destacar que as alterações do potencial redox dos carreadores das vias metabólicas promovem a aceleração da cadeia respiratória, bem como a promoção da ativação ou inibição enzimática⁷.

Aliado a isso, a fadiga também pode ser proveniente de algumas desordens ocorrentes no organismo, tais como: alteração da temperatura; alteração de pH; alteração do fluxo sanguíneo, acúmulo de partículas resultantes da hidrólise do ATP, além de outros produtos do metabolismo celular como, a perda da homeostasia do íon de Ca^{+2} , a lesão muscular induzida pelo exercício e outros fenômenos⁸.

Ademais, sabe-se que existem várias causas bioquímicas de caráter multifatorial na fadiga muscular, Fadiga Periférica (FP) são as que levam em consideração fatores bioquímicos ocorrentes nos músculos⁹.

Contanto, FP é causado pelo acúmulo de K^+ no sistema tubular transverso das fibras musculares, um outro tipo fadiga pode ser originado no músculo, denominado Fadiga Central ou metabólica (FC), caracterizada por efeitos diretos ou indiretos do acúmulo de metabólitos como fosfato inorgânico, adenosina difosfato, espécies reativas de oxigênio EROs (Espécies Reativas de Oxigênio), diminuição dos substratos (adenosina trifosfato - ATP, creatina-fosfato e glicogênio), a acidose intramuscular e/ou a redução do glicogênio muscular¹⁰. Além disso, do ponto de vista neural, quando o músculo esquelético sofre processo de microlesões, elas contribuem para a diminuição da capacidade de gerar força e causa um retardo do tempo de latência neuromuscular, o que predispõe o músculo a lesão durante a realização de movimentos rápidos ou bruscos^{8, 11, 12, 13, 14}.

Portanto, um músculo pode tornar-se mais lento ou mais rápido conforme atividade funcional realizada, ou seja, o fenótipo da fibra muscular pode ser alterado conforme o estímulo recebido¹⁵. De acordo com Minamoto¹⁰, as fibras musculares do tipo I possuem uma resistência à fadiga bem superior em relação às fibras do tipo II, ou seja, expostas a um esforço similar, as do tipo I se fadigariam mais tardiamente do que as fibras de tipo II. De modo consequente, as fibras musculares possuem diversas diferenças como: vascularização, coloração, velocidade de contração e limiar de fadiga.

Diante do exposto, alguns autores sugeriram que o LBI é uma terapia não invasiva no tratamento da fadiga muscular induzida pelo exercício, por atuar nos processos em que a função mitocondrial tem um papel fundamental na eficácia do reparo nas lesões musculares, devido ao seu poder de modular o potencial da célula em aumentar o transporte de elétrons na cadeia respiratória^{16, 17}.

Bjordan⁶ afirma também que, a aplicação da Laserterapia de Baixa Intensidade responde positivamente ao estímulo da atividade celular por estar relacionado a modulação da cadeia oxidativa. Em um outro experimento prévio

com animais realizado por Lopes e Martins¹⁸, descobriram que a Laserterapia de Baixa Intensidade poderia retardar o inevitável declínio da contração máxima durante repetidas contrações tetânicas induzidas eletricamente e, ainda mais, doses específicas de LBI reduziram os níveis da atividade de creatino-quinase muscular, em comparação com o grupo que não recebeu irradiação, indicando, portanto, uma diminuição do dano muscular.

Em contrapartida, alguns estudos evidenciam que a utilização da laserterapia tem certa ineficácia se conduzidos em musculatura predominantemente anaeróbica como: bíceps braquial e tibial anterior, pois os possíveis benefícios da LBI ocorreriam em fibras musculares do tipo I, que utilizam, com eficiência, o metabolismo aeróbio – ou o metabolismo anaeróbio láctico para a produção de ATP¹⁹.

Por tratar-se de uma terapêutica que vem sendo disseminada dentro desta temática, tendo em vista a necessidade de maior esclarecimento sobre as possibilidades terapêuticas da fisioterapia na fadiga muscular, esta revisão tem como objetivo discutir sobre os efeitos da laserterapia na fadiga muscular quanto às características das intervenções, resultados encontrados, bem como, o protocolo utilizado para aplicação deste recurso.

METODOLOGIA

Este trabalho apresenta-se como revisão sistemática de literatura, sendo incluídos na pesquisa artigos originais publicados nas bases de dados: MedLine, Pubmed, Scielo Brasil, e Lilacs. Tratando-se de uma terapêutica que vem sendo difundida e atualizada nos últimos anos, selecionamos como critério de inclusão: artigos originais publicados entre os anos de 2004 a 2015, artigos com idioma português/inglês, descritores na modalidade de: laserterapia, laser de baixa intensidade, fadiga muscular, exercício físico. Foram excluídos desta pesquisa os artigos que não continham a metodologia aplicada no que se diz respeito ao uso do laser de baixa intensidade no reparo das lesões musculares, artigos com baixa evidencia científica, artigos que abordam terapêuticas distintas ao do laser de baixa intensidade como: terapia manual, crioterapia, eletroestimulação, terapias holísticas, entre outras.

RESULTADOS

Dentre os artigos encontrados, oito deles foram analisados e cinco avaliaram os efeitos do laser sobre a fadiga muscular (Quadro I).

QUADRO I

	Laser 655nm, Potência 31,25mW/cm²	Tibial posterior	Aplicação Pós exercício	Redução do limiar de fadiga dependente dose
	Grupos: 1= 0,08J (30") 2= 0,2J (80") 3= 0,4J (160")		1 única aplicação	
	Modo: pontual			
	Laser 650 – 859nm Potência 10 – 30 mW/cm² J= 125	Quadriceps femoral	Aplicação Pré exercício	Atua como terapêutica preventiva
	Modo: pontual		1 única aplicação	
	Laser 600nm Potência 9,0mW/cm² J=20	Temporal	Aplicação Pós exercício	Aumento atividade C-oxidase
	Modo: pontual		1 única aplicação	
	Laser 650nm J=6, Modo: pontual	Não específica	Aplicação Pós exercício	Diminuição 10% de limiar de fadiga comparado ao GP controle
	Laser 810nm Potência 200mW/cm² J=240	Quadriceps femoral	Aplicação Pré exercício	Melhora hipertrofia e aumenta força muscular
	Modo: pontual		1 única aplicação	

*resumo dos estudos que pesquisaram os efeitos do laser frente à fadiga muscular

DISCUSSÃO

A fim de discutir os efeitos do LBI na fadiga muscular, buscou-se inicialmente observar o protocolo de aplicação nos artigos incluídos. Assim, verificou-se qual grupo muscular e se a aplicação foi pré ou pós o exercício resistido. Por meio desses dados, pode-se observar qual a faixa de parâmetro foi mais utilizado entre os estudos, qual tipo de laser mais empregado e, ainda, os resultados favoráveis ao limiar de fadiga muscular.

Durante a aplicação do LBI, para que se obtenha a resposta biológica adequada, é necessário atingir a dose ótima de radiação, o comprimento de onda correto e o número de aplicações suficientes para produzir efeito terapêutico²⁰. No presente estudo, foram observados poucos parâmetros de laser, visto que só se utilizaram aqueles mais evidenciados entre os artigos. Isso ocorre devido à falta de padronização de protocolos de tratamento e a dados insuficientes entre as pesquisas, fato, que também foi observado no estudo de Woodruff²¹.

No Quadro I, pode-se observar por meio do experimento realizado por Lopes-Martins²², no qual, testaram os efeitos do laser de baixa intensidade (Ga- Ai- Como 655nm) sobre a fadiga musculo esquelética, utilizando como protocolo de aplicação: Laser 655nm, Potencia 31,25 mW/cm², e energia variando de grupo para grupo. Grupo 1 = 0,08J (30"), Grupo 2 = 0,2J (80"), Grupo 3 = 0,4J (160"). A utilização da terapêutica foi feita sobre o músculo tibial posterior, obtendo como resultado estatisticamente, a redução do limiar de fadiga dependente da dose. Ou seja, quanto maior fosse a dose mais pré disponibilizaria o musculo à diminuição da fadiga musculo esquelética.

Corroborando com Lopes-Martins²², observando em seu estudo efeitos como, o aumento da microcirculação, a síntese de ATP reforçada, estimulação da cadeia respiratória mitocondrial, redução da atividade da creatinofosfoquinase, aumento da produção de antioxidantes, além de analgesia, antiinflamatório, e a cura do tecido após o uso do laser de baixa intensidade^{23,24}.

Como se pode observar no Quadro I, Baroni¹ e Baroni²⁵ incluíram em sua metodologia, níveis de parâmetros equivalentes de Laser (810/859 nm), potência (10/200 mW/cm²), energia total (125/240 J/cm²) e, aplicaram previamente ao exercício, obtendo respostas concordantes cadastrais.

Leal Junior²⁶ certifica os resultados encontrados nos estudo de Baroni (2010) e Baroni (2015) mostrando em sua revisão sistemática, resultados positivos consistentes de atraso da fadiga muscular, principalmente quando o tratamento pré-exercício era realizado. Por conseguinte, a aplicação do LBI antes do exercício nestes estudos, foi possível destacar que a fototerapia também contribui para reduzir os níveis de lesão muscular primária (relacionada com a lesão por tensão mecânica durante o exercício)¹. Por outro lado, Ferraresi² irradiando o LBI pós-exercício encontrou um aumento de 28,76% no desempenho muscular (teste de 1RM) no grupo tratado com

laser em relação ao grupo de treinamento, sugerindo que o treinamento de força pode ser combinado com LBI pós-exercício.

Observando-se ainda o Quadro I, Hayworth²⁷, utilizando protocolo de aplicação: Laser 600nm, Potência 9,0 mW/cm² e 20J sobre a musculatura temporal, demonstrou que o LBI é capaz de aumentar a atividade do citocromo C-oxidase no tecido musculoesquelético 24 h após uma única irradiação. Corroborando com o estudo de Leal Junior²⁶, em que, encontrou aumento dos níveis de C-oxidase quando o laser é irradiado somente uma vez após o exercício intenso. Além disso, os autores demonstraram que existe um aumento dependente da dose e do tipo de fibra muscular no citocromo C-oxidase. Isso significa que a LBI regula a atividade mitocondrial através do aumento da cadeia respiratória mitocondrial, consequentemente aumenta a produção de ATP em células musculares e diminui o stress oxidativo²⁸.

Buraleu²⁸ comparou os efeitos da terapêutica do laser de baixa intensidade com LED a fim de descobrir os reais efeitos sobre o aspecto de respiração celular e estimulação mitocondrial. Verificou através dos experimentos com grupo tratado e grupo controle que a aplicação do LBI e LED diminuiu em 10% o limiar de fadiga do grupo tratado com relação ao grupo controle. Concordando com Leal Junior²⁴, no qual contemplou em seu estudo a associação do LED e testemunhou redução significativa no limiar de fadiga musculoesquelética, tornando-os terapias potenciais na reparação tecidual.

Em 100% dos artigos, utilizou-se o modo de aplicação pontual da radiação. Alguns estudos mostram que esse modo de aplicação é o que permite melhor absorção pelas células e menor refração de incidência do raio²⁰. Além disso, pode-se entender que a aplicação por pontos permite a padronização da energia e do tempo para cada local, consequentemente possibilita o domínio mais rigoroso da quantidade de energia a ser oferecida a cada região, dando uma maior confiabilidade à metodologia.

Em relação à potência e à densidade do laser, nenhum dos artigos justificou parâmetros utilizados, não havendo assim padronização entre os protocolos empregados, o que dificulta alguma inferência sobre o limiar de fadiga muscular. Segundo Guirro e Weis²⁹, a densidade de energia ou dose deve ser calculada

precisamente para estabelecer diretrizes de tratamento em lesões específicas. Mas, em conformidade com Neves³⁰, o laser pode possuir vários efeitos de acordo as dosagens escolhidas: efeito antiálgico – de 2 a 4J/ cm²; efeito anti-inflamatório – de 1 a 3J/cm²; efeito regenerativo – de 3 a 6J/cm²; efeito circulatório – de 1 a 3J/cm².

Para que ocorra a regeneração tecidual muscular é um processo altamente sincronizado envolvendo a ativação de várias respostas celulares e moleculares, onde os genes específicos, as células satélites, células estaminais, fatores secretados e matriz extracelular desempenham papéis importantes na reconstrução das fibras musculares³¹.

Possivelmente seja difícil de determinar como o LBI atua exatamente sobre a regeneração muscular em resposta as sessões de exercício, embora haja evidências preliminares sugerindo um aumento da expressão do gene da biogênese mitocondrial, a síntese de proteínas e a angiogênese do tecido, bem como a diminuição da degradação de proteínas e inflamação².

Por consequente, Baroni¹, acredita-se que os maiores benefícios não partem somente do LBI, mas de possíveis agente ergogênico não farmacológico sendo: (1) os atletas interessados em melhorar o desempenho atlético, prevenção ou tratamento de lesões desportivas; e (2) pacientes com fraqueza extensor do joelho e / ou difícil para ganhar / restauração de massa muscular e força, tais como idosos, indivíduos após períodos de imobilização ou repouso no leito, e indivíduos com musculoesquelético (por exemplo, osteoartrite do joelho), pulmonar (por exemplo, crônica doença pulmonar obstrutiva) e doenças cardiovasculares (por exemplo, insuficiência cardíaca).

Os artigos não apresentaram embasamentos científicos relevantes sobre os fatos expostos, os quais parecem estar relacionados, diretamente, com a metodologia adotada nestes estudos.

CONCLUSÃO

Apesar de os artigos revisados apresentarem lapso ou uma grande variabilidade nos parâmetros físicos do laser com objetivo de produzir respostas frente à fadiga musculoesquelética, houve uma tendência de

protocolo de tratamento, utilizando o laser GaAlAs, com 650nm, pontual, e apenas uma aplicação (24h). Foi possível também observar que, em 80% dos artigos, ocorreram efeitos favoráveis à diminuição da fadiga e à aceleração do tempo para a reparação do tecido lesado, confirmando os objetivos do trabalho. Portanto, a LBI mostra ser um recurso fisioterapêutico eficaz no aperfeiçoamento das recuperações no desporto. Entretanto, as evidências não mostraram clareza do ponto vista metodológico, tão quanto as variáveis, como por exemplo: duração e parâmetros de aplicação antes ou após o exercício resistido. Por fim, existem alguns questionamentos que contradizem os achados obtidos, podendo não ser específico da radiação do laser, levando assim a crer que outros fatores podem estar associados quando submetido a um tratamento fototerápico, predispondo a estudos adicionais bem controlados. Dessa forma, sugerimos a criação de um protocolo para a utilização deste recurso, afim de melhor conhecer o comportamento do processo de reparação tecidual e fadiga musculoesquelética respectivamente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Baroni, Bruno Manfredini. Efeito da fototerapia prévia ao exercício isocinético sobre a fadiga e o dano muscular. 2010.
- 2) Ferraresi, Cleber; HAMBLIN, Michael R.; PARIZOTTO, Nivaldo A. Low-level laser (light) therapy (LLLT) on muscle tissue: performance, fatigue and repair benefited by the power of light. *Photonics and Lasers in Medicine*, v. 1, n. 4, p. 267-286, 2012.
- 3) Junior, Leal et al. Low-level laser therapy enhances muscular performance as measured by isokinetic dynamometry in humans. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 17, n. 4, p. 317-321, 2010.
- 4) Leal, Ernesto Cesar Pinto et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, v. 40, n. 8, p. 524-532, 2010.
- 5) Chow RT; Johnson MI; Lopes Martins A; Bjordal JM. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomized placebo or active-treatment controlled trials.

- Lancet.2009;374(9705):1897-908.10.1007/s00421-005-0116-2.[PubMed][Cross Ref]
- 6) Manteifel, V.M. and T.I. Karu, [Structure of mitochondria and activity of their respiratory chain in subsequent generations of yeast cells exposed to He-Ne laser light]. *Izv Akad Nauk Ser Biol*, 2005(6): p. 672-83.
 - 7) Vieira, W.H., et al., Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*, 2012. 27(2): p. 497-504.
 - 8) Westerblad, H., J.D. Bruton, and A. Katz, Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Exp Cell Res*, 2010. 316(18): p. 3093-9.
 - 9) Leppik, J.; Aughey, R.; Medved, I.; Fairweather, I.; Carey, M.; McKenna, M. Prolonged exercise to fatigue in humans impairs skeletal muscle Na⁺ -K⁺ -ATPase activity, sarcoplasmic reticulum Ca²⁺ release, and Ca²⁺ uptake. *Journal of Applied Physiology*. v. 97, p. 1414-1423, 2004.
 - 10) Aoki, M. S. Suplementação de creatina e treinamento de força: e feito do tempo de recuperação entre as séries. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília, v. 12, p. 39 – 44; Dezembro 2004.
 - 11) Bjordal, Jan Magnus et al. A systematic review with meta-analysis of the effect of low-level laser therapy (LLLT) in cancer therapy-induced oral mucositis. **Supportive Care in Cancer**, v. 19, n. 8, p. 1069-1077, 2011.
 - 12) Minshull, C., et al., Knee joint neuromuscular activation performance during muscle damage and superimposed fatigue. *J Sports Sci*, 2012. 30(10): p. 1015-24.
 - 13) Smalll, K., et al., The effects of multidirectional soccer-specific fatigue on markers of hamstring injury risk. *J Sci Med Sport*, 2010. 13(1): p. 120-5. skeletal muscle. *Photochem Photobiol* 86:673–680.
 - 14) James, C.R., B.W. Scheuermann, and M.P. Smith, Effects of two neuromuscular fatigue protocols on landing performance. *J Electromyogr Kinesiol*, 2010. 20(4): p. 667-75.
 - 15) Minamoto, V. B. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. *Fisioterapia e Pesquisa*. n. 9, p. 50-55, 2005.
 - 16) Rizzi, CF; Mauriz JL; Freitas Corrêa DS; Moreira AJ; Zettler CG, Filippin LI, et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) on the nuclear factor (NF)-kappaB signaling pathway in traumatized muscle. *Lasers Surg Med* 2006;38:704-13.
 - 17) Fillipin, LI; Mauriz JL; Vedovelli K; Moreira AJ; Zettler CG, Lech O, et al. Low-level laser therapy (LLLT) prevents oxidative stress and reduces fibrosis in rat traumatized Achilles tendon. *Lasers Surg Med* 2005;37:293-300.

- 18) Lopes-martins, R.A.B; Marcos, R.L.; Leonardo, P.S.; Prianti J.R., A.C.; Muscara, M.N.;Aimbire, F.; Frigo, L.; Iversen, V.V.; Bjordal, J.M. Effect of low-level laser (Ga-Ai-As 655nm)on Skeletal muscle fatigue induced by electrical stimulation in rats. J Appl Physiol., v.101, p.283-288,2006.
- 19) Burke, R. E. Motor units: anatomy, physiology, and functional organization. Comprehensive Physiology, 2011.
- 20) da Silva, R. M., & de Andrade, P. R. (2013). A LASERTERAPIA NA OSTEOGÊNESE: UMA REVISÃO DE LITERATURA. *Revista de Atenção à Saúde (antiga Rev. Bras. Ciên. Saúde)*, 10(34).
- 21) Woodruff LD, Bounkeo JM, Brannon WM, Dawes KS, Barham CD, Waddell DL et al. The efficacy of laser therapy in wound repair: a meta-analysis of the literature. 2004 Jun; 22(3):241-47.
- 22) Lopes-martins, R.A.B; Marcos, R.L.; Leonardo, P.S.; Prianti J.R., A.C.; Muscara, M.N.;Aimbire, F.; Frigo, L.; Iversen, V.V.; Bjordal, J.M. Effect of low-level laser (Ga-Ai-As 655nm)on Skeletal muscle fatigue induced by electrical stimulation in rats. J Appl Physiol., v.101, p.283-288,2006.
- 23) Borsa PA, Larkin KA, True JM (2013) Does phototherapy enhance skeletal muscle contractile function and postexercise recovery? A systematic review. J Athl Train 48:57–67.
- 24) Leal-Junior, Ernesto Cesar Pinto et al. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers in medical science*, v. 30, n. 2, p. 925-939, 2015.
- 25) Baroni, Bruno Manfredini et al. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *European journal of applied physiology*, v. 115, n. 3, p. 639-647, 2015.
- 26) Leal-Junior, Ernesto Cesar Pinto et al. Effect of phototherapy (low-level laser therapy and light-emitting diode therapy) on exercise performance and markers of exercise recovery: a systematic review with meta-analysis. *Lasers in medical science*, v. 30, n. 2, p. 925-939, 2015.
- 27) Hayworth CR, Rojas JC, Padilla E, Holmes GM, Sheridan EC, Gonzalez-Lima F (2010) In vivo low-level light therapy increases cytochrome oxidase in.
- 28) Burauleu, E.A., et al., Effects of laser and LED radiation on mitochondrial respiration in experimental endotoxic shock. *Lasers Med Sci*, 2012.
- 29) Guirro RRJ, Weis LC. Radiant power determination of low level laser therapy equipment and characterization of its clinical use procedures. *Photomed Laser Surg*. 2009 Aug; 27(4):633-39.

- 30) Neves LS, Silva CMS, Henriques JFC, Can- çado RH, Henriques RP, Janson G. A utilização do laser em ortodontia. Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial. 2005 set/out; 10(5):149-56.
- 31) Schoenfeld, Brad J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. The Journal of Strength & Conditioning Research, v. 24, n. 10, p. 2857-2872, 2010.