

CENTRO UNIVERSITARIO DO RIO GRANDE DO NORTE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM FISIOTERAPIA ORTOPÉDICA E
DESPORTIVA

EFEITO DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO DANO E FADIGA
MUSCULAR: UMA REVISÃO

DIEGO AUGUSTO OLIVEIRA DA SILVEIRA

NATAL/RN

2012

Diego Augusto Oliveira da Silveira

**EFEITO DO LASER DE BAIXA INTENSIDADE NO DANO E FADIGA
MUSCULAR: UMA REVISÃO**

Trabalho apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Senso, em cumprimento à exigência para a conclusão do Curso de Especialização em Fisioterapia Ortopédica e Desportiva da UNI-RN.

Orientador: Prof. Dr. Wouber Héricksen de Brito Vieira

NATAL/RN

2012

RESUMO

INTRODUÇÃO: O dano e a fadiga muscular são eventos comuns em pessoas que praticam atividade física e/ou esportiva cujas consequências podem ser limitantes. Estudos têm sido realizados para desvendar os reais mecanismos envolvidos nesses eventos e os recursos para o devido manejo. O laser de baixa intensidade é um instrumento fisioterapêutico que pode atuar no metabolismo energético e interferir na oferta de ATP, minimizando o dano muscular e/ou aumentando a resistência à fadiga. Entretanto, a ação do laser no dano e/ou fadiga muscular é uma linha inovadora. **OBJETIVO:** O propósito do estudo foi realizar uma revisão de artigos que analisem o efeito do laser de baixa intensidade sobre o dano e/ou fadiga muscular. **MATERIAL E MÉTODOS:** Foram contemplados nesse trabalho os estudos presentes nas bases de dados LILACS, MEDLINE e no banco de teses do Portal Periódico (CAPES) envolvendo a temática. **RESULTADOS:** Vinte e cinco foram catalogados, de modo que as principais características consideradas nos estudos foram: os sujeitos, tipo de laser, músculo avaliado e a resposta do laser relacionado ao dano e/ou fadiga muscular incluindo vários tipos de avaliação. Em dezenove artigos a amostra foi composta por humanos e em seis por animais. O tipo de laser utilizado foi tanto na faixa do visível quanto do infravermelho e os parâmetros manipuláveis como, potência, energia e tempo de aplicação variaram de baixos a elevados valores. Diferentes variáveis foram analisadas (limiar de lactato, repetições máximas, atividade enzimática da CK e LDH, análises histológicas, expressão gênica e variáveis analisadas por dinamômetro isocinético incluindo pico de torque e índice de fadiga), as quais mostraram respostas favoráveis frente à terapia laser no sentido de atenuação do dano e/ou melhora no desempenho muscular. **CONCLUSÃO:** Os estudos considerados nessa revisão sugerem a eficácia da terapia laser para atenuação do dano e/ou maior resistência da fadiga muscular. Contudo, na perspectiva de padronizar os parâmetros adotados e criar um protocolo de tratamento seguro e eficaz faz-se necessária a realização de mais estudos nesta área discutindo, sobretudo, a dosimetria para a obtenção da melhor resposta. **Palavras-chave:** Terapia Laser de Baixa Intensidade; Dano muscular; Fadiga.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The damage and fatigue are common events in people who practice physical activity and / or sports whose consequences can be limiting. Studies have been conducted to unravel the actual mechanisms involved in these events and resources for proper management. The low level laser therapy (LLLT) is an instrument that can perform physical therapy on energy metabolism and interfere with the supply of ATP, minimizing muscle damage and / or increasing the fatigue. However, laser action in damage and / or muscle fatigue is an innovative line. **OBJECTIVE:** The purpose of this study was to review articles that analyze the effect of LLLT on the damage and / or muscle fatigue. **MATERIALS AND METHODS:** We included studies in this work present in the databases LILACS, MEDLINE and CAPES involving the issue. **RESULTS:** Twenty-five were sorted, so that the main characteristics considered in the study were the subjects, the laser type, muscle and measured response of the laser related to damage and / or fatigue including various types of evaluation. In nineteen articles the sample was composed of six humans and animals. The type of laser was used in both the visible and the infrared and the parameters manipulated as power, energy and time of application varied from low to high values. Different variables were analyzed (lactate threshold, maximal repetitions, enzymatic activity of CK and LDH, histological, gene expression and analyzed by variables including isokinetic peak torque and fatigue index), which showed favorable responses in front of the laser therapy towards mitigating the damage and / or improvement in muscle performance. **CONCLUSION:** The study considered in this review suggests the effectiveness of laser therapy for reduction of damage and / or increased resistance of muscle fatigue. However, in view of the parameters adopted to standardize and create a protocol for safe and effective treatment is needed to further studies in this area discussing mainly the dosimetry to obtain the best response.

Keywords: Low level laser therapy, muscle damage, fatigue.

INTRODUÇÃO

A prática de atividade física é, sem dúvida, um grande aliado para os que desejam alcançar uma boa qualidade de vida e longevidade. Porém, atividade física dependendo da forma que é executada e da condição prévia do indivíduo pode gerar danos ou alterações nas estruturas celulares do músculo com o objetivo de torná-lo mais preparado para a referida prática [1,2].

Os indivíduos iniciantes em um programa de exercício são os mais susceptíveis a esse dano muscular. No entanto, todo indivíduo que realiza algum exercício mais intenso, seja ele em sua fase excêntrica ou numa grande intensidade, estará predisposto a apresentar as consequências desse dano [3,4]. Quando se tem uma maior exigência das fibras musculares, sobretudo nas ações excêntricas há a ruptura dessas fibras desencadeando o processo fisiológico (inflamação, dor muscular tardia e o consequente reparo tecidual).

O uso excessivo das estruturas musculares pode acarretar ainda a falta de ATP para a continuação do exercício, que por sua vez torna o músculo mais predisposto à fadiga. A fadiga muscular pode ser definida como a incapacidade do músculo manter o desempenho ao longo do tempo, sendo um fenômeno que pode predispor o indivíduo a lesões músculo-esqueléticas [5,6].

Alguns recursos farmacológicos e não farmacológicos tem sido sugeridos para o manejo do dano muscular. Dentre os não farmacológicos destaca-se a crioterapia, o ultrassom, a massagem e o próprio exercício (cinesioterapia). Recentemente tem sido sugerida a terapia laser de baixa intensidade (TLBI) como outra modalidade terapêutica, sendo um recurso eletrofísico luminoso que possui características especiais capazes de interagir com os tecidos biológicos, dentre essas características podemos citar ser monocromaticidade, coerência e colimação.

Essa terapia desencadeia diversos efeitos fisiológicos que o fisioterapeuta pode usufruir para o tratamento de seus pacientes. Dentre as diversas respostas, pode-se destacar as relacionadas à bioenergética, como o aumento na taxa energética e a síntese de ATP mediante modificações da mitocôndria [7,8]. Entende-se por essas modificações o aparecimento de mitocôndrias gigantes e aumento na atividade enzimática que podem promover uma

potencialização do desempenho muscular aeróbio (maior resistência a fadiga) por maior disponibilidade de oxigênio e melhor função no transporte de elétrons na cadeia respiratória para produção de ATP.

A terapia laser de baixa intensidade tem sido reportada como eficiente na reparação de feridas cutâneas [9], tendões [10], nervos periféricos [11], e mais recentemente tem sido demonstrado seus efeitos no reparo do dano muscular e/ou melhora do desempenho muscular tanto em experiências com animais [12,13,14] como em humanos [15,16,17], representados pela redução da dor, dos níveis enzimáticos e da fadiga muscular, uma vez que são considerados suas propriedades analgésicas, anti-inflamatórias e antioxidantes.

O seu efeito analgésico se dá por meio do aumento do fluxo sanguíneo no local lesado, permitindo a eliminação de substâncias algogênicas e da absorção do exsudato inflamatório, além disso, determina uma normalização do potencial transmembrana de repouso e o relaxamento muscular. Já o efeito anti-inflamatório é alcançado pela ativação de macrófagos e do sistema imune, inibição da síntese de prostaglandina E_2 e liberação de óxido nítrico no local. Por fim, sua ação antioxidante ocorre por meio da ativação de enzimas que controlam o estresse oxidativo (radicais livres). Para alguns autores [16, 27] é essa diminuição do estresse oxidativo que melhora a função mitocondrial, estimulando a cadeia respiratória a liberar mais ATP e consequentemente reduzir fadiga muscular e melhorar a recuperação dos indivíduos.

Portanto, tendo em vista o destaque dessa temática e muitas pesquisas sendo desenvolvidas nessa área é que o presente estudo ganha sua importância, tendo o propósito de realizar uma breve revisão comparando e analisando os diversos estudos sobre os efeitos da terapia laser de baixa intensidade sobre o dano e/ou fadiga muscular.

MATERIAS E MÉTODOS

Foram contemplados nesse trabalho estudos presentes nas bases de dados LILACS, MEDLINE e no banco de teses do Portal Periódico CAPES envolvendo a temática do período de 2005 a 2012. As palavras-chave para a busca inicial foram dano muscular, Terapia Laser de Baixa Intensidade e fadiga muscular. Em seguida foram selecionados os resumos potencialmente relevantes para identificar artigos elegíveis para revisão completa. Também foi realizada uma busca pelas referências citadas nos artigos originais. Finalmente, foram analisados artigos elegíveis para o estudo.

RESULTADOS

Vinte e cinco artigos foram catalogados, de modo que as principais características consideradas nos estudos foram: os sujeitos, tipo de laser, músculo avaliado e a resposta do laser relacionado ao dano e/ou fadiga muscular incluindo vários tipos de avaliação. Em dezenove artigos a amostra foi composta por humanos e em seis por animais.

O tipo de laser utilizado foi tanto na faixa do visível quanto do infravermelho, sendo o mais comum o de 655 nm, 808 nm e 810 nm (tabela 1), e os parâmetros manipuláveis como, potência, energia e tempo de aplicação variaram de baixos a elevados valores. Vale ainda salientar que a maioria dos estudos realizou a aplicação do laser antes do protocolo de dano muscular.

Quanto ao músculo analisado quando se tratava de humanos, sete dos estudos avaliaram músculos do membro superior e outros doze músculos do membro inferior (incluindo quadríceps, tibial anterior e gastrocnêmio), restando seis artigos, referentes aos estudos em animais.

Diferentes variáveis foram analisadas (limiar de lactato, repetições máximas, atividade enzimática como CK e LDH, análises histológicas, expressão gênica através

de biopsia, ergoespirometria, perimetria da musculatura, e $VO_{2\max}$, e a mais comum entre elas as variáveis analisadas por dinamômetro isocinético incluindo pico de torque e índice de fadiga), as quais mostraram respostas favoráveis frente à terapia laser no sentido de atenuação do dano muscular, da fadiga e/ou melhora no desempenho muscular.

Comprimento de onda	Nº de artigos
630	1
655	4
660	2
780	2
808	6
810	4
830	3
904	1
LED (660/850)	3

Tabela 1. Comprimentos de ondas do laser utilizados nos artigos pesquisados.

DISCUSSÃO

No presente estudo foram avaliados 25 artigos com o propósito de analisar os efeitos da Terapia Laser de Baixa Intensidade sobre o dano e/ou fadiga muscular. Após a conclusão dessa fase pode-se constatar que a maioria dos artigos é dos anos de 2008 e 2011, o que traduz a importância que o assunto vem ganhando nos últimos anos, bem como a riqueza dos resultados que a aplicação desse recurso terapêutico tem apresentado.

Com relação aos artigos mais recentes pode-se perceber que todos foram realizados em humanos, o que demonstra que o assunto tem tido cada vez mais investigado em ensaios clínicos, os quais se aproximam mais da realidade. Os estudos em animais [14,17,19,23,24,25,26] tornaram-se protótipos para o maior número de ensaios clínicos subsequentes.

Foi possível verificar também que não há um consenso sobre os parâmetros usados, uma padronização ainda não foi possível, o que dificultou a comparação entre os dados. No entanto,

mesmo utilizando-se vários comprimentos de onda, dosagem, potência e até aplicações em diferentes momentos dos protocolos (pré, durante e pós-exercício) a maioria dos achados vem sendo favoráveis. Quando falamos em momento da aplicação deve surgir a discussão quanto ao que mais tem sido feito. A maioria dos estudos relatam a aplicação do laser antes do protocolo de dano muscular [6,14,16,29,31,33,34,35], porém sabe-se que a fototerapia apresenta uma melhor eficiência quando se tem um estresse oxidativo no local. A justificativa dada pelos autores é que antes da aplicação de laser deve-se realizar sessões de alongamento, porém pode-se dizer que de acordo com a fisiologia esse talvez não seja o estresse oxidativo ideal ainda para potencializar a ação do laser. Um reflexo de que essa crítica faz sentido é que os mais novos artigos datados de 2011 já tentam resolver esse impasse realizando aplicações simultâneas ou imediatamente após o protocolo de dano muscular [30, 36].

Porém, mesmo com esse viés de execução os trabalhos vem tendo resultados positivos. Este fato pode ser justificado pela atuação do laser gerando mudanças estruturais como a formação de mitocôndrias gigantes e químicas como o aumento na atividade de enzimas do sistema oxidativo, conforme apontado por outros estudos *in vitro* [7,8,17] e *in vivo* [18,19].

O aparecimento de mitocôndrias gigantes e aumento na atividade enzimática pode promover uma potencialização do desempenho muscular aeróbio por maior disponibilidade de oxigênio e melhor função no transporte de elétrons na cadeia respiratória para produção de ATP. Isso por sua vez, manteria o desempenho do músculo ao longo do tempo (retardaria a fadiga muscular).

Em uma pesquisa [6] realizada em 2008 que consistia na aplicação do laser em atletas imediatamente antes de um protocolo de fadiga os resultados acusaram a manutenção dos níveis de Creatina Kinase (CK) no grupo que utilizou o laser ativo e aumento dos níveis nos que fizeram uso placebo. Já em outro estudo [20] também realizado em 2008 com uma metodologia semelhante ao anterior, porém realizado em não atletas o número de repetições do exercício foi maior no grupo do laser, bem como o tempo de contração, além de um menor nível de lactato no sangue. Um terceiro estudo [21] no ano 2008 apresentou resultados semelhantes ao anterior, porém se diferenciou no tipo de comprimento de onda utilizado. Os dois primeiros usaram a

terapia laser de 830nm e o último citado o de 655nm, sugerindo que ambos os comprimentos de onda são eficazes na diminuição das consequências do dano muscular e na melhoria do desempenho físico dos indivíduos.

Um estudo [16] mais recente também avaliou o número de repetições, marcadores bioquímicos e níveis de lactato de pessoas que foram submetidos a um protocolo de dano muscular com aplicação do laser imediatamente antes do exercício, porém essa aplicação foi feita através de um diodo com 5 feixes de luz, o que provavelmente potencializou bastante o efeito do recurso luminoso, o que permitiu um aumento do número de repetições, e valores menores nos níveis de marcadores sanguíneos e lactato do grupo laser.

Os trabalhos que utilizaram avaliação do dinamômetro isocinético também demonstram dados interessantes. Em um deles [19] realizado em mulheres consistia na prática de um treinamento três vezes por semana durante 9 semanas, onde a aplicação do laser era realizada imediatamente após cada treino. Após esse período as reavaliações no dinamômetro isocinético identificaram diminuição dos índices de fadiga e aumento na potência média dos grupos musculares treinados. Um segundo trabalho [22] utilizando o dinamômetro isocinético, porém para reavaliar o perímetro da coxa também revelaram resultados favoráveis ao uso do laser comprovados por meio do aumento da massa muscular. Além disso, o mesmo trabalho demonstrou um aumento da carga suportada no teste de 1 repetição máxima no exercício de *Leg press*.

No último ano os estudos avançaram muito quanto aos métodos de avaliação utilizados. Dentre os avanços pode-se citar a avaliação através de ergoespirometria [28], teste de esforço submáximo [36], perimetria do músculo, além da realização de análise gênica através de biopsia muscular [32]. Todas essas novidades impressionam e estimulam a realização de novos trabalhos na área.

Os equipamentos de aplicação do laser tem se aprimorado cada vez mais além dos métodos de avaliação. O uso de um feixe único do laser praticamente caiu em desuso no último ano, sendo substituído pelos equipamentos com vários feixes (diodos) [29, 30, 36] ideais para

músculo de maior tamanho, possibilitando uma maior energia irradiada e consequentemente, obtenção de melhores resultados.

Um estudo [36] de 2011 trouxe como inovação a criação de placas com vários feixes de laser que eram posicionados na altura do quadríceps e isquiotibiais do paciente enquanto eles estavam realizando o protocolo de dano muscular na esteira.

Analizando os estudos citados pode-se perceber que muito ainda há para ser testado e descoberto, sendo esse um campo de estudo bastante inovador e promissor. Os estudos têm avançando bastante e sempre trazem algo inovador que se forem utilizados de maneira correta podem contribuir ainda mais no campo do conhecimento da terapia laser de baixa intensidade sobre o tecido muscular. Porém, é necessário um investimento financeiro alto para se unir o que há de melhor em todos os trabalhos e se montar uma metodologia mais exata.

CONCLUSÃO:

Os estudos considerados nessa revisão sugerem a eficácia da terapia laser de baixa intensidade para atenuação do dano e/ou fadiga muscular. Contudo, na perspectiva de padronizar os parâmetros adotados e criar um protocolo de tratamento seguro e eficaz faz-se necessária a realização de mais estudos nesta área, de modo que a eficácia do laser possa ser constatada em termos de parâmetros de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Feigenbaum MS, Pollock ML (1999) Prescription of resistance training for health and disease. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Jan; 31(1):38-45.
2. Kraemer WJ; Fry AC (1995) Strength testing: development and evaluation of methodology. In: Maud PJ; Foster C. Eds. *Physiological assessment of human fitness*. Champaign: Human Kinetics.
3. Cheung K, Hume P, Maxwell L (2003) Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine (Auckland)*. 2003;33(2):145-64.
4. Nosaka K, Newton M, Sacco P (2002) Delayed-onset muscle soreness does not reflect the magnitude of eccentric exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sport*. 12(6):337-46.
5. Lieber RL (2002) *Skeletal muscle Structure, Function and plasticity. Implications for rehabilitation and sports medicine*. Maryland, USA, Williams & Wilkins.
6. Leal Junior ECP, Lopes-Martins RABL, Dalan F, Sbabo FM, Generosi RA, Baroni BM, Penna SC, Iversen VV, Bjordal JM (2008) Effect of 830-nm Low-Level Laser Therapy applied before high-intensity exercises on skeletal muscle recovery in athletes. *Lasers Med Sci*, Volume 26, Number 5.
7. Bakeeva LE, Manteifel VM, Rodichen EB, Karu T (1993) Formation of giant mitochondria in human blood lymphocytes after He-Ne laser irradiation. *Mol. Biol.* 1993; 27(3): 608-17.
8. Karu TI (1987) Photobiological fundamentals of low-power laser therapy. *IEEE J. Quantum electronics QE*. 1987; 23(10): 1703-17.
9. Al-Watban FA, Zhang XY, Andres BL (2007). Low-level laser therapy enhances wound healing in diabetic rats: a comparison of different lasers. *Photomed Laser Surg* 25:72–77
10. Oliveira FS, Pinfildi CE, Parizoto NA, Liebano RE, Bossini PS, Garcia EB, Ferreira LM (2009). Effect of low level laser therapy (830 nm) with different therapy regimes on

- the process of tissue repair in partial lesion calcaneus tendon. *Lasers Surg Med* 41:271–276
11. Rochkind S, Geuna S, Shainberg A (2009) Chapter 25: phototherapy in peripheral nerve injury: effects on muscle preservation and nerve regeneration. *Int Rev Neurobiol* 87:445–464
 12. Liu XG, Zhou YJ, Liu TC, Yuan JQ (2009). Effects of low-level laser irradiation on rat skeletal muscle injury after eccentric exercise. *Photomed Laser Surg* 27:863–869
 13. Sussai DA, Carvalho PTC, Dourado DM, Belchior ACG, Reis FA, Pereira DM (2010). Low-level laser therapy attenuates creatine kinase levels and apoptosis during forced swimming in rats. *Lasers Med Sci* 25:115–120.
 14. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, de Almeida P, Ramos L, Iversen VV, Bjordal JM (2009) Effect of low-level laser therapy (GaAs 904 nm) in skeletal muscle fatigue and biochemical markers of muscle damage in rats. *Eur J ApplPhysiol* 108:1083–1088.
 15. Douris P, Southard V, Ferrigi R, Grauer J, Katz D, Nascimento C, Podbielski P (2006). Effect of phototherapy on delayed onset muscle soreness. *Photomed Laser Surg* 24:377–382
 16. Leal Junior EC, Lopes-Martins RB, Frigo, L, De Marchi T, Rossi RP, Godoi V, Tomazoni SS, Basso DPSM, LottiFilho P, Corsetti FV, Iversen VV, Bjordal JM (2010) b) 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* .Volume 40. Number 8.
 17. Vieira WHB, Goes R, Costa FC, Parizotto NA, Perez SEA, Baldissera V, Munin FS, Schwantes MLB (2006) Adaptação enzimática da LDH em ratos submetidos a treinamento aeróbio em esteira e laser de baixa intensidade, *Rer. Brasil. Fisiot.* 2006; 9(3):377-83.
 18. Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli F.M (2007) Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*; 81 and 82: 209–230

19. Vieira WHB, Santos RV, Dias NA, Araújo FR, Auad MA, Parizotto NA (2006) b)Efeitos do laser (808nm) sobre a performance muscular isocinética de mulheres jovens sob treinamento físico, Congresso Brasileiro de Biomecânica, São Pedro/SP.
20. Leal Junior EC, Lopes-Martins RB, Yanin AA, Baroni BM, De Marchi T, Bjordal JM. (2008) Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Lasers Med Sci*. DOI 10.1007/s10103-008-0592-9.
21. Leal Junior EC, Lopes-Martins RB, Dalan F, Ferrari M, Sbado FM, Generosi RA, Baroni BM, Penna SC, Iversen VV, Bjordal, JM (2008). Effect of 655-nm Low-Level Laser Therapy on Exercise-Induced Skeletal Muscle Fatigue in Humans *Photomedicine and Laser Surgery*. Volume 26, Number 5, 2008. DOI: 10.1089/pho.2007.2160
22. Ferraresi C, Oliveira TB, Zafalon LO, Reiff RBM, Baldissera V, Perez SEA Matheucci Júnior E, Parizotto, NA. (2010) Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci*. DOI 10.1007/s10103-010-0855-0
23. Vieira WHB, Santos GML, Parizotto NA, Perez SEA, Baldissera V, Shwantes, MLB (2005) LIMIAR DE ANAEROBIOSE EM RATOS SUBMETIDOS A TREINAMENTO FÍSICO EM ESTEIRA E LASER DE BAIXA INTENSIDADE. *Rev. bras. fisioter*. Vol. 9, No. 3 (2005), 377-383
24. Lopes-Martins RB, Marcos RL, Leonardo PS, Prianti Jr AC, Muscara MN, Aimbire F, Frigo L, Iversen VV, Bjordal, JM (2006) Effect of low-level laser (Ga-Al-As 655 nm) on skeletal muscle fatigue induced by electrical stimulation in rats. *J Appl Physiol* 101: 283–288, 2006..
25. Xiao-Guang Liu X, Zhou Y, Liu TC, Yuan J (2009). Effects of Low-Level Laser Irradiation on Rat Skeletal Muscle Injury after Eccentric Exercise. *Photomedicine and Laser Surgery*. Volume 27, Number 6, 2009

26. Mesquita-Ferrari RA, Martins MD, Silva Jr. JÁ, Silva TD, Piovesan RF, Pavesi VCS, Bussadori SK, Fernandes KPS (2010). Effects of low-level laser therapy on expression of TNF- α and TGF- β in skeletal muscle during the repair process. Received: 14 June 2010 / Accepted: 7 October 2010 / Published online: 4 November 2010.
27. Rizzi CF, Mauriz JL, Freitas Correa DS, et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) on the nuclear factor (NF)-kappaB signaling pathway in traumatized muscle. *Lasers Surg Med*. 2006;38:704-713.<http://dx.doi.org/10.1002/lsm.20371>
28. Vieira WHB; Ferraresi, C; Perez, SRA; Baldissera, V; Parizotto, NA (2011). 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) 27:497–504
29. Leal Junior EC; Nassar FR; Tomazoni SS; Bjordal JM; Lopes-Martins RAB (2011). Low-level laser therapy enhances muscular performance as measured by isokinetic dynamometry in humans. *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo, v.17, n.4, p.317-21.
30. Vieira WHB; Pereira J; Felismino A; Silveira D; Souza K; Caldas. V (2012). EFFECTS OF LOW-LEVEL LASER THERAPY (808 NM) ON INDICATORS OF INDUCED MUSCLE DAMAGE IN HUMANS. *Physical Therapy in Sport* doi:10.1016/j.ptsp.2012.03.002
31. Barone, B (2010). Efeito da fototerapia prévia ao exercício isocinético sobre a fadiga e o dano muscular. Dissertação de pos-graduação – UFRS.
32. Ferraresi C.1, Reiff R.B.d.M.1, Bagnato V.S.2, Panepucci R.A.3, Matheucci Jr E.4, Parizotto N.A (2011). LOW INTENSITY LASER THERAPY MODULATES GENE EXPRESSION AND INCREASES HUMAN MUSCLE PERFORMANCE IN EXERCISE. Number: RR-PO-203-22-*Physiotherapy* Volume 97 Supplement S1
33. Almeida P; Lopes-Martins RAB; Tomazoni SS; Marchi T; Bjordal JM; Leal Junior EC (2011). Red (660 nm) and infrared (830 nm) low-level laser therapy in skeletal muscle fatigue in humans: what is better? *Lasers Med Sci* DOI 10.1007/s10103-011-0957-3

34. Marchi T; Leal Junior EC; Tomazoni SS; Lopes-Martins RAB (2011). Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers Med Sci*. DOI 10.1007/s10103-011-0955-5
35. Ferraresi C; Baldissera, V ; Parizotto N.A (2010). Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci*. DOI 10.1007/s10103-010-0855-0
36. Paolillo FR; Milan JC; Aniceto; Parizotto N.A IV (2011). Effects of Infrared-LED Illumination Applied During High-Intensity Treadmill Training in Postmenopausal Women. *Photomedicine and Laser Surgery*. DOI: 10.1089/pho.2010.2961