



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA-UnB  
FACULDADE DE CEILÂNDIA-FCE  
CURSO DE FISIOTERAPIA

GIOVANNA TAINÁ RAZZOLINI

EFEITOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA  
INFRAVERMELHO NO DESEMPENHO DO  
MÚSCULO TIBIAL ANTERIOR EM  
CONDIÇÕES ISOCINÉTICAS: ENSAIO  
ALEATÓRIO E CONTROLADO

BRASÍLIA  
2014

GIOVANNA TAINÁ RAZZOLINI

EFEITOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA  
INFRAVERMELHO NO DESEMPENHO DO  
MÚSCULO TIBIAL ANTERIOR EM  
CONDIÇÕES ISOCINÉTICAS: ENSAIO  
ALEATÓRIO E CONTROLADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade de Brasília – UnB – Faculdade de  
Ceilândia como requisito parcial para obtenção do  
título de bacharel em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Chieregato Matheus

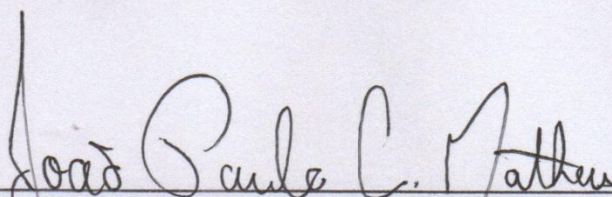
BRASÍLIA  
2014

GIOVANNA TAINÁ RAZZOLINI

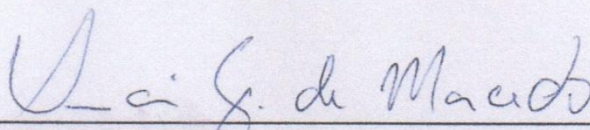
EFEITOS DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA  
INFRAVERMELHO NO DESEMPENHO DO  
MÚSCULO TIBIAL ANTERIOR EM CONDIÇÕES  
ISOCINÉTICAS: ENSAIO ALEATÓRIO E  
CONTROLADO

Brasília, 03/06/2014

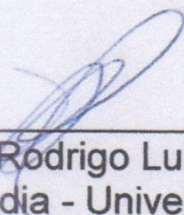
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.Dr. João Paulo Chierregato Matheus  
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB  
Orientador



Prof.Dr. Osmair Gomes de Macedo  
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB



Prof. Dr. Rodrigo Luiz Carregaro  
Faculdade de Ceilândia - Universidade de Brasília-UnB

***Dedicatória***

*Este trabalho é dedicado ao meu filho, Marcelo, que mesmo antes de chegar ao mundo já se tornou a luz da minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

*Inicialmente, a Deus, pela minha vida e por me guiar pelos caminhos que me fizeram chegar onde estou.*

*À minha família, principalmente meus pais, Enio e Rosana Razzolini, por terem sido minha base e terem me apoiado em cada fase da minha vida.*

*Ao meu Amor, Victor Daier, por ter me acalmado e consolado nas horas mais difíceis e ter me incentivado e me dado força para atingir meus objetivos.*

*Ao meu professor orientador João Paulo, por ter me aberto tantas portas e ter me guiado durante minha vida acadêmica. E também a todos os professores de fisioterapia da Universidade de Brasília, por terem sido verdadeiros exemplos de profissionais dedicados e que amam sua profissão.*

*Aos companheiros de pesquisa, Wesley, Thainá e Larissa, por tornarem a busca pelo conhecimento muito mais prazerosa e divertida.*

*Ao Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação (DPP) pelo fomento para aquisição dos equipamentos e ao CNPQ pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de iniciação científica.*



“A vida nem sempre segue a nossa vontade, mas ela é perfeita naquilo que tem que ser” (Chico Xavier)

## RESUMO

RAZZOLINI, Giovanna; MATHEUS, João Paulo Chieregato. Efeitos do laser de baixa potência infravermelho no desempenho do músculo tibial anterior em condições isocinéticas: ensaio aleatório e controlado. 2014. 26f. Monografia (Graduação) - Universidade de Brasília, Graduação em Fisioterapia, Faculdade de Ceilândia. Brasília, 2014.

O uso do laser de baixa potência (LBP) no retardo da fadiga muscular e melhora do desempenho é um tema que tem ganhado destaque na reabilitação musculoesquelética. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos do LBP infravermelho (808nm, 4,9J/ponto, 175J/cm<sup>2</sup>) no índice de fadiga e pico de torque do músculo tibial anterior em mulheres jovens. Para isso, 20 voluntárias estudantes da Universidade de Brasília foram selecionadas e divididas em três grupos: controle (GC), placebo (GP) e laser (GL). Foram realizadas duas avaliações isocinéticas do tibial anterior, com intervalo de 24 horas entre elas. O protocolo de avaliação era composto por 25 repetições concêntricas de flexão plantar/ dorsiflexão a uma velocidade de 240°/ 60° por segundo respectivamente. No GL foi aplicado o recurso logo após a avaliação 1. O GP passou pelo mesmo protocolo que o GL, mas com o aparelho desligado. O GC realizou as duas avaliações sem nenhuma intervenção. Os índices de fadiga na avaliação 1 foram de 46,2±20,0% (GC), 53,6±10,63% (GP) e 47,7±17,0% (GL). Na avaliação 2 foram de 39,0±24,0% (GC), 50,6±15,7% (GP) e 41,5±11,2% (GL). Os picos de torque na avaliação 1 foram de 17,8±2,9N.m (GC), 20,0±4,0N.m (GP) e 25,2±5,5N.m (GL). Na avaliação 2 foram de 20,4±4,6N.m (GC), 19,5±3,5N.m (GP) e 26,0±5,6N.m (GL). Não foram encontradas diferenças significativas em nenhuma das comparações ( $p>0,05$ ). Assim, concluímos que o laser terapêutico comercial, de baixa potência, nos parâmetros selecionados, não proporcionou alterações no índice de fadiga e pico de torque após 24 horas em mulheres jovens.

Descritores: Terapia a laser de baixa intensidade; dinamômetro de força muscular; fadiga muscular; força muscular.

## ABSTRACT

RAZZOLINI, Giovanna., MATHEUS, João Paulo Chieregato. Effects of low-level laser therapy infrared on isokinetic performance of the tibialis anterior muscle: a randomized controlled clinical trial. 2014. 26f. Monograph (Graduation) - University of Brasilia, undergraduate course of Physicaltherapy, Faculty of Ceilândia. Brasília, 2014.

The use of low level laser (LLL) in muscle fatigue delay and performance improvement is a topic that has gained prominence in musculoskeletal rehabilitation. Thus, the aim of this study was to evaluate the effects of infrared LLL (808 nm, 4.9 J / point, 175J/cm<sup>2</sup>) in the fatigue index and peak torque of the tibialis anterior muscle in young women. For this, 20 volunteers students from the University of Brasilia were selected and divided into three groups: control (CG), placebo (PG) and laser (LG). Two isokinetic evaluations of the tibialis anterior were performed with an interval of 24 hours between them. The evaluation protocol consisted of 25 plantar flexion / dorsiflexion concentric repetitions at 240 ° / 60 ° per second angular speed respectively. The laser was applied at the CG after evaluation 1. PG went through the same protocol as LG, but with the laser power turned off. The CG held the two evaluations without any intervention. The fatigue indices in evaluation 1 were 46.2±20.0% (CG), 53.6±10.63% (PG) and 47.7±17.0% (LG). In evaluation 2 were 39.0±24.0% (CG), 50.6±15.7% (PG) and 41.5±11.2% (LG). Evaluation 1 peak torque were 17.8±2.9 Nm (CG), 20.0±4.0 Nm (PG) and 25.2±5.5 Nm (LG). In evaluation 2 were 20.4±4.6 Nm (CG), 19.5±3.5 Nm (PG) and 26.0±5.6 Nm (LG). No significant differences were found in any of the comparisons ( $p > 0.05$ ). Thus, we conclude that the LLL, at the selected parameters, provided no change in fatigue index and peak torque after 24 hours in young women.

**Keywords:** Laser therapy, low-level; Muscle strength dynamometer; muscle fatigue; muscle strength.



**SUMÁRIO**

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| 1-LISTA DE ABREVIATURAS.....                                               | 10 |
| 2-LISTA DE TABELAS E FIGURAS.....                                          | 11 |
| 3-INTRODUÇÃO.....                                                          | 12 |
| 4- METODOLOGIA.....                                                        | 13 |
| 5-RESULTADOS.....                                                          | 16 |
| 6-DISCUSSÃO .....                                                          | 17 |
| 7- CONCLUSÃO .....                                                         | 19 |
| 8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                         | 19 |
| 9-ANEXOS .....                                                             | 22 |
| ANEXO A – NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA.....                                | 22 |
| ANEXO B- DECLARAÇÃO SOBRE O PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM<br>PESQUISA..... | 24 |
| ANEXO C- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....                   | 25 |

**1-LISTA DE ABREVIATURAS**

|                  |                                |
|------------------|--------------------------------|
| FC               | Fosfocreatina                  |
| Ca <sup>2+</sup> | íon Cálcio                     |
| LBP              | Laser de baixa potência        |
| LDH              | Lactato desidrogenase          |
| CK               | Creatina-quinase               |
| COX-2            | Ciclo-oxigenase 2              |
| GC               | Grupo controle                 |
| GP               | Grupo placebo                  |
| GL               | Grupo Laser                    |
| LLLT             | <i>Low level laser therapy</i> |

## 2-LISTA DE TABELAS E FIGURAS

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Protocolo da pesquisa.....                   | 14 |
| <b>Tabela 1:</b> Parâmetros do laser terapêutico.....         | 15 |
| <b>Gráfico 1:</b> Índices de fadiga nas avaliações 1 e 2..... | 16 |
| <b>Gráfico 2:</b> Picos de torque nas avaliações 1 e 2.....   | 17 |

### 3-INTRODUÇÃO

O desempenho muscular inclui componentes como força, resistência e controle motor. A força muscular é entendida como a capacidade máxima de contração de um músculo e a resistência muscular é a habilidade do músculo de resistir à fadiga ou de contrair repetitivamente durante um período de tempo<sup>1</sup>. Uma das formas de se avaliar o desempenho muscular é através do dinamômetro isocinético que, entre outros parâmetros, fornece os dados do pico de torque e do índice de fadiga<sup>2</sup>.

O torque é o resultado da força aplicada em um ponto multiplicado pela distância entre esse ponto e o centro de rotação de um eixo de movimento, e é medido em newton-metros (N.m). O pico de torque medido no dinamômetro isocinético representa o ponto de maior torque na amplitude de movimento da articulação<sup>3</sup>. Já o índice de fadiga medido nesse equipamento é calculado a partir da fórmula  $[(W1-W2)/W1] \times 100$ , sendo W1 o trabalho no primeiro terço e W2 o trabalho no último terço da série, sendo o resultado expresso em porcentagem.

A fadiga muscular é um evento ainda não totalmente explicado, mas que envolve fatores fisiológicos, biomecânicos e psicológicos<sup>4</sup>, podendo ser entendida como uma incapacidade funcional na manutenção de um nível esperado de força. A fadiga de origem periférica pode ser justificada por uma diminuição dos substratos energéticos ao músculo esquelético, dentre eles a fosfocreatina (FC), a glicose sanguínea e o glicogênio<sup>4</sup>. Outra teoria aceita é com relação à diminuição da concentração intracelular de íons de cálcio ( $Ca^{2+}$ ). Tem sido evidenciado que a redução na liberação de  $Ca^{2+}$  pelo retículo sarcoplasmático tem relação negativa no desenvolvimento de tensão pelas fibras musculares em exercícios intensos e de curta duração<sup>4-7</sup>.

Na tentativa de retardar o processo da fadiga muscular e melhorar o desempenho muscular, o uso do laser de baixa potência (LBP) é um tema que tem ganhado destaque nos últimos anos. Experimentos realizados em animais utilizando o comprimento de onda vermelho<sup>8</sup> de 655 nm e o infravermelho<sup>9</sup> de 904 nm obtiveram resultados positivos na melhora da performance muscular, assim como pesquisas em humanos para treinamento de força<sup>10</sup> e recuperação

da fadiga<sup>11-13</sup>. Entretanto, os parâmetros exatos a serem usados ainda não foram evidenciados, bem como a quantidade de sessões necessárias para se gerar os efeitos terapêuticos.

Buscando explicar os efeitos positivos do laser no desenvolvimento e recuperação da fadiga, e na melhora da performance muscular, foram realizadas pesquisas que investigaram seus efeitos sobre marcadores bioquímicos da lesão e recuperação do músculo, bem como sobre o metabolismo celular<sup>13-17</sup>. Entre os principais achados encontram-se: menor aumento da lactato desidrogenase (LDH) e da creatina-quinase (CK) após o exercício em homens<sup>14, 15</sup>, diminuição do nível de lactato, proteína C reativa e CK em mulheres após exercício<sup>13</sup>, diminuição da CK e da expressão de mRNA para ciclo-oxigenase 2 (COX-2) no músculo de ratos submetidos à um protocolo de fadiga por estimulação elétrica<sup>16</sup> e diminuição na produção de espécies reativas de oxigênio e restauração da função mitocondrial em cultura de células musculares de ratos submetidas à estimulação elétrica até atingir a fadiga<sup>17</sup>.

Tendo em vista o apresentado, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos do laser de baixa potência infravermelho de 808nm no índice de fadiga muscular e no pico de torque do músculo tibial anterior de mulheres jovens.

#### **4- METODOLOGIA**

**Tipo de estudo:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado, cego com controle e placebo.

**Participantes:** Entre os critérios de inclusão encontravam-se estudantes da Universidade de Brasília do sexo feminino, com idade entre 17 e 25 anos, com o Índice de Massa Corporal considerado normal e sem histórico de lesão no membro inferior direito nos últimos seis meses. Seriam excluídas as participantes que sentissem alguma dor no período da realização da pesquisa, e as que fizessem uso de medicamentos ou suplementos alimentares que pudessem influenciar no resultado dos testes. Foram incluídas 20 participantes e não houve nenhuma exclusão. Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde, da Universidade de Brasília e

todas as voluntárias assinaram o termo de consentimento formal livre e esclarecido.

Inicialmente as 20 participantes foram randomicamente divididas em três grupos por meio de sorteio: um grupo controle (GC), um grupo placebo (GP) e um grupo laser terapêutico ativo (GL). O GC só realizou as duas avaliações, sem receber nenhuma intervenção. O GP passou pelo mesmo protocolo que o GL, entretanto, com o equipamento inativo.

**Procedimentos de avaliação:** O estudo foi realizado durante períodos de 2 dias consecutivos, com intervalo de 24 horas entre as duas avaliações. Na primeira sessão era realizada a avaliação 1 no isocinético, sem utilizar nenhum tratamento prévio. Logo após o término da avaliação as participantes passavam pelo protocolo de intervenção referente ao seu grupo e no dia seguinte era realizada a avaliação 2, seguindo o mesmo protocolo da primeira avaliação (Figura 1).

Figura 1- Protocolo da pesquisa



*Protocolo de avaliação muscular:* Para a avaliação da fadiga e do pico de torque foi utilizado um dinamômetro isocinético da marca Biodex (System 4 Pro) do Laboratório de Análise do Movimento Humano da Faculdade de Ceilândia (FCE/UnB). Antes do início da avaliação as voluntárias foram orientadas a alongar o tibial anterior por 40 segundos e depois foram posicionadas no isocinético. As participantes eram fixadas ao assento do isocinético por dois cintos cruzados na região do tórax, mantendo um ângulo de 100° entre o tronco e o quadril, e com outro cinto fixando a coxa do membro

direito, mantendo um ângulo de 90° de flexão de joelho. O eixo do dinamômetro isocinético foi posicionado paralelamente ao eixo da articulação do tornozelo. Como forma de familiarização com o equipamento, as participantes realizaram seis movimentações de flexão plantar/ dorsiflexão, concêntricas, sem resistência, a uma velocidade de 240°/segundo. Para o aquecimento foi dado um intervalo de 2 minutos e então realizados seis movimentos de flexão plantar/dorsiflexão, concêntricas, com resistência a uma velocidade de 240°/120° por segundo, respectivamente, para as quais as voluntárias foram orientadas a usar sua força máxima. Também foi usado um intervalo de dois minutos antes da avaliação. O protocolo de avaliação era composto por 25 repetições isocinéticas de flexão plantar/ dorsiflexão, concêntricas, a uma velocidade angular de 240°/ 60° por segundo respectivamente. Durante a avaliação, as participantes foram estimuladas a dar sua força máxima em cada contração. Logo após o término da avaliação foram realizadas 3 séries de um minuto de alongamento de tibial anterior com intervalo de 30 segundos entre eles.

*Protocolo do Laser de baixa potência:* Para essa etapa foi utilizado o laser terapêutico de baixa potência com o comprimento de onda infravermelho de 808 nm, modelo Photon Lase III - DMC®. O laser foi aplicado em cinco pontos equidistantes do ventre muscular do músculo tibial anterior imediatamente após o alongamento. Foi utilizada a técnica de contato com leve pressão, mantendo a caneta perpendicularmente à pele, no modo contínuo, com uma energia de 4,9J por ponto. Os parâmetros utilizados encontram-se na tabela 1.

Tabela 1- Parâmetros do laser terapêutico

**Parâmetros**

|                                    |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Comprimento de onda</b>         | 808nm                          |
| <b>Área do feixe</b>               | 0,028cm <sup>2</sup>           |
| <b>Frequência</b>                  | Modo contínuo                  |
| <b>Potência de saída</b>           | 100mW                          |
| <b>Densidade de potência</b>       | 3,57W/cm <sup>2</sup>          |
| <b>Densidade de energia</b>        | 175J/cm <sup>2</sup> por ponto |
| <b>Energia irradiada por ponto</b> | 4,9J                           |
| <b>Número de pontos</b>            | 5                              |



|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| <b>Tempo de irradiação</b> | 49s por ponto |
| <b>Energia Total</b>       | 24,5J         |

**Análise estatística:** Os resultados serão apresentados como média  $\pm$  desvio-padrão e porcentagens. A normalidade na distribuição das amostras foi constatada a partir do teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, foi aplicado o teste ANOVA para analisar as diferenças entre os grupos. As análises foram realizadas com o auxílio do programa GraphPad Prism<sup>®</sup> 5.03 considerando significativos valores  $p \leq 0,05$ .

## 5-RESULTADOS

Participaram da pesquisa 20 mulheres com idade média de  $20 \pm 1$  anos, massa corporal média de  $54,9 \pm 8,3$  Kg e altura média de  $1,61 \pm 4,2$  metros. A análise estatística não apresentou diferença significativa entre os grupos ( $p > 0,05$ ).

O índice de fadiga no GC foi de  $46,2 \pm 20,0\%$  na avaliação 1 e de  $39,0 \pm 24,0\%$  na avaliação 2. Para o GP, o índice foi de  $53,6 \pm 10,3\%$  na avaliação 1 e de  $50,6 \pm 15,7\%$  na avaliação 2. Já para o GL, o índice na avaliação 1 foi de  $47,7 \pm 17,0\%$  e na avaliação 2 foi de  $41,5 \pm 11,2\%$ . Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ( $p = 0,65$ ). Os resultados do índice de fadiga são apresentados no gráfico 1.

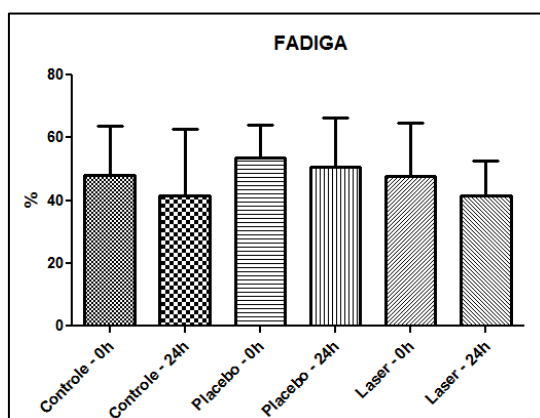


Gráfico 1- Índices de fadiga nas avaliações 1 e 2

O pico de torque no GC foi de  $17,8 \pm 2,9$  N.m na avaliação 1 e de  $20,4 \pm 4,6$  N.m na avaliação 2. No GP os valores foram  $20,0 \pm 4,0$  N.m para a avaliação 1 e

19,5±3,5 N.m para a avaliação 2. No GL o pico de torque na avaliação 1 foi 25,2±5,5 N.m e na avaliação 2 foi 26,0±5,6 N.m. A análise estatística não apresentou diferença significativa entre os grupos nas avaliações 1 e 2 ( $p=0,21$ ). O gráfico 2 apresenta a comparação dos picos de torque nos diferentes grupos nas duas avaliações.

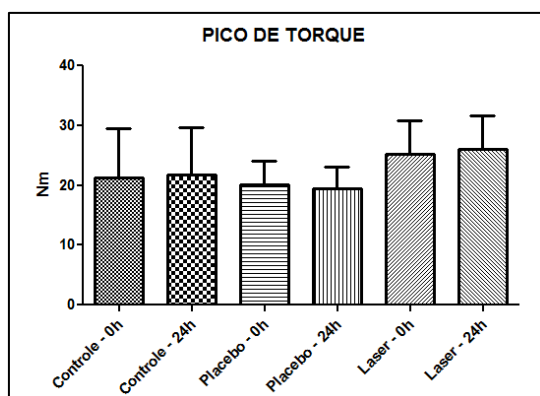


Gráfico 2- Picos de torque nas avaliações 1 e 2

## 6-DISCUSSÃO

O presente estudo não encontrou uma alteração significativa no índice de fadiga e no pico de torque nos diferentes grupos estudados. Um dos fatores que acreditamos ter influenciado foi a rápida recuperação do músculo tibial anterior, o que pode ser observado pelos índices do grupo controle, que não sofreram a queda esperada. Esse fato pode ter acontecido devido à sua composição mista, com aproximadamente 76% de fibras do tipo I e 22% de fibras do tipo IIA<sup>18</sup>. Um estudo<sup>19</sup> que também avaliou o laser no desempenho do músculo tibial anterior encontrou diferença significativa no pico de torque, mas não no índice de fadiga, também medidos no dinamômetro isocinético. Uma diferença importante na metodologia desse artigo foi que a aplicação do laser foi realizada cinco minutos antes da avaliação muscular, mostrando assim um efeito mais agudo.

Em outro estudo<sup>20</sup> realizado com sete atletas de voleibol feminino, utilizando um laser de 830nm na região do tríceps sural, não foi encontrada alteração da fadiga muscular avaliada por eletromiografia. Entretanto, já foram apresentadas pesquisas que evidenciam o efeito positivo do laser terapêutico na recuperação muscular. Vieira et al.<sup>21</sup> estudaram se o treinamento de *endurance* associado

ao laser terapêutico de baixa potência (LLLT) aumenta a performance muscular no dinamômetro isocinético quando comparado ao treinamento isolado. Para isso, observaram o índice de fadiga dos extensores do joelho de 45 mulheres que foram randomizadas em três grupos: grupo controle (CG), grupo treinamento (TG) e grupo treinamento associado com LLLT (TLG). Os grupos TG e TLG realizaram treinamento em cicloergômetro por nove semanas consecutivas e imediatamente após cada sessão o grupo TLG recebeu uma aplicação de LLLT no músculo quadríceps femoral. Como resultado, eles encontraram que apenas o grupo TLG apresentou redução do índice de fadiga. Almeida et al.<sup>22</sup> buscaram avaliar dois tipos de laser no retardo do desenvolvimento da fadiga: infravermelho (830 nm) e vermelho (660 nm). Em seus resultados, encontraram que o pico de força e a força média foram significativamente superiores nos grupos tratados com laser quando comparados com o grupo controle, mas não houve diferença entre os dois tipos.

Leal Jr et al.<sup>11</sup> avaliaram a atenuação da fadiga muscular com uso do laser terapêutico de baixa potência de 655nm em doze atletas de voleibol masculino. Eles realizaram o teste de repetição máxima para o músculo bíceps braquial. Em seus resultados, eles encontraram que os atletas que receberam intervenção com o laser de 655nm previamente ao exercício tiveram um aumento significativo no número de repetições realizadas quando comparado ao grupo placebo. Esses mesmos autores realizaram outro estudo<sup>12</sup> com o mesmo protocolo de fadiga, mas dessa vez utilizaram o laser de 830nm, e encontraram novamente um aumento significativo do número de repetições.

Em outro estudo de Leal Jr et al.<sup>13</sup>, além do número de repetições, os autores investigaram os marcadores biológicos da recuperação pós-exercício. Participaram desse estudo nove jogadores de voleibol masculino, que receberam tanto o tratamento LLLT de 810 nm, quanto o placebo em etapas diferentes. A intervenção era realizada três minutos antes da realização do teste de repetição máxima para o músculo bíceps braquial. Para a análise dos marcadores biológicos foram realizadas coletas de amostras de sangue antes da aplicação do laser e cinco minutos após o término dos exercícios. Em seus resultados eles encontraram que a atividade da creatina quinase e da proteína

C-reativa (marcadores da lesão muscular e da inflamação, respectivamente) decaíram após o exercício quando utilizado o laser ativo e aumentaram quando utilizado o placebo, mostrando uma diferença significativa entre os tratamentos. Também foi encontrada uma diferença significativa no nível de lactato sanguíneo após cinco minutos do término dos exercícios, mostrando um nível inferior no grupo que recebeu o laser ativo.

Apesar do número de pesquisas que investigam o uso do laser na performance muscular e recuperação da fadiga, os parâmetros utilizados e os músculos avaliados ainda são muito variados. O momento de aplicação do laser, os parâmetros e o intervalo escolhido entre as avaliações podem ter influenciado nos resultados não significativos do nosso estudo.

## **7-CONCLUSÃO**

Com base no apresentado, concluímos que o laser terapêutico de baixa potência, nos parâmetros selecionados, não proporcionou alterações no índice de fadiga e pico de torque após 24 horas em mulheres jovens.

## **8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Rothstein JM. Muscle Biology: Clinical considerations. *Physical Therapy*. 1982;62:1823-30.
2. Aquino CF, Vaz DV, Brício RS, Silva PLP, Ocarino JM, Fonseca ST. A utilização da dinamometria isocinética nas ciências do esporte e reabilitação. *R bras Ci e Mov*. 2007;15(1):93-100.
3. Terreri ASAP, Hsing WT, Imamura FRM, Macedo OG. Reabilitação do aparelho locomotor. *Reabilitação em medicina do esporte*. 1 ed ed. São Paulo: Roca; 2004. p. 537-61.
4. Ascensão A, Magalhães J, Oliveira J, Duarte J, Soares J. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*. 2003;3(1):108-23.
5. Allen DG, Clugston E, Petersen Y, Roder IV, Chapman B, Rudolf R. Interactins between intracellular calcium and phosphate in intact mouse muscle during fatigue. *Journal of Applied Physiology*. 2011;111:358-66.
6. Fitts RH. New insights on sarcoplasmic reticulum calcium regulation in muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*. 2011;111(2):345-6.
7. Williams J. Contractile apparatus and sarcoplasmatic reticulum function: effects of fatigue, recovery and elevated Ca<sup>2+</sup>. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(2):444-50.
8. Lopes-Martins RÁB, Marcos RL, Leonardo PS, Antônio Carlos Prianti J, Muscará MN, Aimbire F, et al. Effect of low-level laser (Ga-Al-As 655nm) on skeletal muscle fatigue induced by eletrical stimulation in rats. *Journal of Applied Physiology*. 2006;101:283-8.

9. Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Almeida P, Ramos L, Iversen VV, Bjordal JM. Effect of low-level laser therapy (GaAs 904 nm) in skeletal muscle fatigue and biochemical markers of muscle damage in rats. *European Journal of Applied Physiology*. 2009;108(6):1083-8.
10. Ferraresi C, Brito Oliveira T, Oliveira Zafalon L, Menezes Reiff RB, Baldissera V, Andrade Perez SE, et al. Effects of low level laser therapy (808 nm) on physical strength training in humans. *Lasers in Medical Science*. 2010;26(3):349-58.
11. Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Dalan F, Ferrari M, Sbabo FM, Generosi RA, et al. Effect of 655-nm Low-Level Laser Therapy on Exercise-Induced Skeletal Muscle Fatigue in Humans. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2008;26(5):419-24.
12. Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Vanin AA, Baroni BM, Grosselli D, Marchi T, et al. Effect of 830 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. *Lasers in Medical Science*. 2008;24(3):425-31.
13. Leal Junior ECP, Lopes-Martins RÁB, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, de Godoi V, 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*. 2010;40(8):524-32.
14. Baroni BM, Leal Junior ECP, Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 2010;110(4):789-96.
15. De Marchi T, Leal Junior ECP, Bortoli C, Tomazoni SS, Lopes-Martins RÁB, Salvador M. Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers in Medical Science*. 2011;27(1):231-6.
16. De Almeida P, Lopes-Martins RÁB, Tomazoni SS, Silva Jr JA, Carvalho PdTCd, Bjordal JM, et al. Low-level Laser Therapy Improves Skeletal Muscle Performance, Decreases Skeletal Muscle Damage and Modulates mRNA Expression of COX-1 and COX-2 in a Dose-dependent Manner. *Photochemistry and Photobiology*. 2011;87(5):1159-63.
17. Xu X, Zhao X, Liu TC-Y, Pan H. Low-Intensity Laser Irradiation Improves the Mitochondrial Dysfunction of C2C12 Induced by Electrical Stimulation. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2008;26(3):197-202.
18. Rochester L, Barron MJ, Chandler CS, Sutton RA, Miller S, Johnson MA. Influence of electrical stimulation of the tibialis anterior muscle in paraplegic subjects. 2. Morphological and histochemical properties. *Paraplegia*. 1995;33(9):514-22.
19. Junior ECPL, Nassar FR, Tomazoni SdS, Bjordal JM, Lopes-Martins RÁB. A laserterapia de baixa potência melhora o desempenho muscular mensurado por dinamometris isocinética em humanos. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2010;17(4):317-21.
20. Maciel TdS, Silva Jd, Jorge FS, Nicolau RA. A influência do laser 830nm no desempenho do salto de atletas de voleibol feminino. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*. 2013;29(2):199-205.
21. Brito Vieira WH, Ferraresi C, Andrade Perez SE, Baldissera V, Parizotto NA. 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 in Medical Science*. 2011;27(2):497-504.
22. Almeida P, Lopes-Martins RÁB, De Marchi T, Tomazoni SS, Albertini R, Corrêa JCF, et al. Red (660 nm) and infrared (830 nm) low-level laser therapy in skeletal muscle fatigue in humans: what is better? *Lasers in Medical Science*. 2011;27(2):453-8.

## ANEXO A

### NORMAS DA REVISTA *FISIOTERAPIA E PESQUISA*

ISSN 1809-2950

## Forma e preparação dos manuscritos

### 1 – Apresentação:

O texto deve ser digitado em processador de texto Word ou compatível, em tamanho A4, com espaçamento de linhas e tamanho de letra que permitam plena legibilidade. O texto completo, incluindo páginas de rosto e de referências, tabelas e legendas de figuras, deve conter no máximo 25 mil caracteres com espaços.

### 2 – A página de rosto deve conter:

- a) título do trabalho (preciso e conciso) e sua versão para o inglês;
- b) título condensado (máximo de 50 caracteres)
- c) nome completo dos autores, com números sobrescritos remetendo à afiliação institucional e vínculo, no número máximo de seis;
- d) instituição que sediou, ou em que foi desenvolvido o estudo, (curso, laboratório, departamento, hospital, clínica etc.), faculdade, universidade, cidade, estado e país;
- e) afiliação institucional dos autores (com respectivos números sobrescritos); no caso de docência, informar título; se em instituição diferente da que sediou o estudo, fornecer informação completa, como em “d”; no caso de não-inserção institucional atual, indicar área de formação e eventual título;
- f) endereço postal e eletrônico do autor principal;
- g) indicação de órgão financiador de parte ou todo o estudo, se for o caso;
- f) indicação de eventual apresentação em evento científico;
- h) no caso de estudos com seres humanos ou animais, indicação do parecer de aprovação pelo comitê de ética; no caso de ensaio clínico, o número de registro do Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos-REBEC (<http://www.ensaiosclnicos.gov.br>) ou no Clinical Trials (<http://clinicaltrials.gov/>).

### 3 – Resumo, abstract, descritores e key words:

A segunda página deve conter os resumos em português e inglês (máximo de 250 palavras). O Resumo e abstract devem ser redigidos em um único parágrafo, buscando-se o máximo de precisão e concisão; seu conteúdo deve seguir a estrutura formal do texto, ou seja, indicar objetivo, procedimentos básicos, resultados mais importantes e principais conclusões. São seguidos, respectivamente, da lista de até cinco descritores e key words (sugere-se a consulta aos DeCS – Descritores em Ciências da Saúde da Biblioteca Virtual em Saúde do Lilacs (<http://decs.bvs.br/>) e ao MeSH – Medical Subject Headings do Medline (<http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>)).

## 4 – Estrutura do texto:

Sugere-se que os trabalhos sejam organizados mediante a seguinte estrutura formal:

- a) Introdução – estabelecer o objetivo do artigo, justificando sua relevância frente ao estado atual em que se encontra o objeto investigado;
- b) Metodologia – descrever em detalhe a seleção da amostra, os procedimentos e materiais utilizados, de modo a permitir a reprodução dos resultados, além dos métodos usados na análise estatística;
- c) Resultados – sucinta exposição factual da observação, em seqüência lógica, em geral com apoio em tabelas e gráficos –cuidando tanto para não remeter o leitor unicamente a estes quanto para não repetir no texto todos os dados dos elementos gráficos;
- d) Discussão – comentar os achados mais importantes, discutindo os resultados alcançados comparando-os com os de estudos anteriores;
- e) Conclusão – sumarizar as deduções lógicas e fundamentadas dos Resultados e Discussão.

## 5 – Tabelas, gráficos, quadros, figuras e diagramas:

Tabelas, gráficos, quadros, figuras e diagramas são considerados elementos gráficos. Só serão apreciados manuscritos contendo no máximo cinco desses elementos. Recomenda-se especial cuidado em sua seleção e pertinência, bem como rigor e precisão nos títulos. Note que os gráficos só se justificam para permitir rápida apreensão do comportamento de variáveis complexas, e não para ilustrar, por exemplo, diferença entre duas variáveis. Todos devem ser fornecidos no final do texto, mantendo-se neste, marcas indicando os pontos de sua inserção ideal. As tabelas (títulos na parte superior) devem ser montadas no próprio processador de texto e numeradas (em arábicos) na ordem de menção no texto; decimais são separados por vírgula; eventuais abreviações devem ser explicitadas por extenso na legenda.

Figuras, gráficos, fotografias e diagramas trazem os títulos na parte inferior, devendo ser igualmente numerados (em arábicos) na ordem de inserção. Abreviações e outras informações vêm em legenda, a seguir ao título.

## 6 – Referências bibliográficas:

As referências bibliográficas devem ser organizadas em sequência numérica, de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos, elaborados pelo Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas – ICMJE (<http://www.icmje.org/index.html>).

## 7 – Agradecimentos:

Quando pertinentes, dirigidos a pessoas ou instituições que contribuíram para a elaboração do trabalho, são apresentados ao final das referências.

**ANEXO B****DECLARAÇÃO SOBRE O PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE CEILÂNDIA

Brasília, 21 de maio de 14

**DECLARAÇÃO**

Declaro, para fins de defesa do TCC2 do Curso de Fisioterapia da Faculdade de Ceilândia, que o projeto: Comparação entre o laser de baixa potência e o ultrassom terapêutico no pico de torque e percentual de fadiga foi aprovado na 11ª Reunião do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Saúde da UnB, realizada em 29/11/11. CAAE 0089.0.012.000-11, Parecer 080-11. Esclareço que o processo de cadastro foi realizado em momento anterior à implantação da Plataforma Brasil e que a segunda via do comprovante foi solicitada ao referido CEP.

A handwritten signature in black ink is placed over a circular official stamp. The stamp contains the following text: 'Prof. Dr. João Paulo C. Matheus', 'Universidade de Brasília - UnB/FCE', 'Curso de Fisioterapia', and 'Mat. 1039059'.

Prof. Dr. João Paulo C. Matheus  
Universidade de Brasília - UnB/FCE  
Curso de Fisioterapia  
Mat. 1039059

João Paulo Chierigato Matheus

FUB 1039059



## **ANEXO C**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Pesquisa: AVALIAÇÃO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA E DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO NA FADIGA MUSCULAR, UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO CONTROLADO.

Pesquisador Responsável: Wesley Albuquerque Craveiro

Pesquisador Orientador: Prof. Dr. João Paulo Chieregato Matheus

O senhor foi convidado a participar desta pesquisa que tem por finalidade verificar a influência do laser de baixa potencia e do ultrassom terapêutico na fadiga muscular do músculo tibial anterior. A pesquisa será realizada no Laboratório de Biomecânica e Análise de Marcha de uma assessoria esportiva da cidade de Brasília – DF/Brasil.

Deixo registrado que fui orientado que o experimento será realizado em 10 (dez) dias. Deverei preencher uma ficha com dados pessoais. Será solicitado que o voluntário sente em uma cadeira de avaliação no equipamento isocinético para quantificação da força e fadiga do músculo tibial anterior, será solicitado contrações concêntricas de tibial anterior no movimento de dorsiflexão.

Estou ciente que o teste isocinético é um recurso de avaliação da força e da fadiga muscular de segmentos específicos do corpo humano, além de ser um equipamento validado e que não oferece riscos a minha integridade.

Os testes poderão gerar dores musculares imediatas e tardias, pós o terceiro dia de avaliação, sendo assim poderá entrar em contato com o pesquisador caso aconteça alguma eventualidade nos números em destaque (61 32246163 / 61 82685474) para posterior avaliação e encaminhamento a um médico se este for o caso.

O benefício que terei com tal procedimento, será a contribuição para pesquisa de um equipamento com fins terapêuticos que caso prove sua eficiência ajudará a melhorar o prognostico de pacientes com lesões musculares e traumas agudos ou cirúrgicos em suas reabilitações.

Não terei nenhum gasto financeiro para participar da pesquisa e também no caso de minha desistência não existirão penalidades, uma vez que, minha participação é de livre e espontânea vontade e tem o objetivo de contribuir com os avanços de fisioterapia. Tenho conhecimento que posso me recusar a responder questões que me tragam constrangimentos e que posso desistir de participar da pesquisa a qualquer momento sem riscos de ser penalizado no programa ou pela instituição. As informações obtidas durante as avaliações e exames serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem minha expressa autorização por escrito. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins estatísticos ou científicos, sempre resguardando minha privacidade.

Eu li e entendi as informações precedentes. Além disso, todas as dúvidas que me ocorreram já foram sanadas completamente. Durante o período de observação científica, estarei ciente do meu compromisso e da minha condição de voluntário.

Comprometo-me por meio deste, seguir com o programa até sua finalização, além de me desempenhar para a continuidade do estudo proposto.

Eu, \_\_\_\_\_,  
portador do RG Nº \_\_\_\_\_ residente à

\_\_\_\_\_, cidade: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_, voluntariamente concordo em participar do projeto: AVALIAÇÃO DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA E DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO NA FADIGA MUSCULAR, UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO CONTROLADO, cujo professor orientador responsável é JOÃO PAULO CHIEREGATO MATHEUS, que será realizado no Laboratório de Biomecânica e Análise de Marcha de uma assessoria esportiva da cidade de Brasília - DF, Brasil.

Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2013.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do voluntário

Responsável

\_\_\_\_\_  
Wesley Albuquerque Craveiro

UnB - FCE: (61) 32246163/ (61) 81556549

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Paulo Chieregato Matheus

UnB - FCE: (61) 3107-7049 / (61) 8220-1010

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da

Saúde da Universidade de Brasília – (61) 3107-1947 / [ceps@unb.br](mailto:ceps@unb.br)