

EFEITOS DO LIGHT EMITTING DIODE (LED) SOBRE A TEMPERATURA CUTÂNEA E O LIMIAR DE TOLERÂNCIA DE DOR À PRESSÃO EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS



Janaina Carneiro da Costa¹

Maria Caroline Ferreira Sousa²

Elder Alves de Oliveira³

Fabio Marcon Alfieri⁴

Jeferson Hernandes da Silva⁵

Poliani Oliveira Lima⁶

Resumo: Introdução: Fototerapia é a utilização da luz com finalidade terapêutica. Entre os recursos fototerapêuticos destaca-se o LED terapêutico utilizado na prática clínica fisioterapêutica, apresentando potencial efeito sobre o tratamento de afecções diversas. Estudos mostram que a terapia com LED é capaz de produzir efeitos anti-inflamatório, analgésico, estimulador e regenerador celular. No entanto são encontradas poucas evidências sobre os efeitos hipalgésicos locais e a temperatura cutânea imediatamente após a aplicação do LED. **Objetivo:** Verificar os efeitos do LED terapêutico sobre a temperatura e o limiar de tolerância de dor à pressão (LTDP) em indivíduos saudáveis mediante termografia e algometria. **Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa. Foram recrutadas 54 mulheres de 18 a 25 anos, randomizadas em três grupos: 1) Controle; 2) LED infravermelho 850nm e 3) LED vermelho 630nm. Os LEDs foram aplicados com fluência de 10J/cm² durante 3 minutos no ventre do grupo muscular quadríceps direito. Para análise da temperatura cutânea, foi utilizada uma câmera de termografia, e o LTDP foi avaliado pelo algômetro. As avaliações ocorreram antes, imediatamente após e 5 minutos após à intervenção com o LED. **Resultados:** Os valores obtidos na termografia e algometria não evidenciaram alterações estatisticamente significativas sobre a temperatura e o LTDP, respectivamente, em nenhum dos três momentos avaliados. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o LEDs vermelho e infravermelho, aplicados com fluência de 10J/cm² durante 3 minutos, não alteram a temperatura e o LTDP em indivíduos saudáveis.

Palavras-chave: fototerapia; termografia; limiar da dor; dor.

.....
1 Janaina Carneiro da Costa Santos, Fisioterapeuta - Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: janaynacosta123@hotmail.com
2 Maria Caroline Ferreira Sousa, Acadêmica do Curso de Fisioterapia, Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: caroline-sousap2@outlook.com
3 Elder Alves de Oliveira, Fisioterapeuta - Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: elder-1998@hotmail.com
4 Fábio Marcon Alfieri, PhD - Mestrado em Promoção da Saúde, Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, Brasil - fabio.alfieri@unasp.edu.br
5 Jeferson Hernandes da Silva, Fisioterapeuta - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: silva.jefersonhernandes@hotmail.com
6 Poliani de Oliveira Lima, PhD - Docente do Curso de Fisioterapia, Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: polifisio@hotmail.com

EFFECTS OF LIGHT EMITTING DIODE (LED) ON SKIN SURFACE TEMPERATURE AND PRESSURE PAIN TOLERANCE IN HEALTHY INDIVIDUALS

Abstract: Introduction: Phototherapy is the use of light for therapeutic purposes. Among the phototherapeutic resources, the therapeutic LED used in physiotherapeutic clinical practice stands out, presenting a potential effect on the treatment of various conditions. Studies show that LED therapy is capable of producing anti-inflammatory, analgesic, stimulating and cellular regenerating effects. However, little evidence is found on the local hypoalgesic effects and skin temperature immediately after LED application. **Objective:** To verify the effects of therapeutic LED on temperature and pressure pain tolerance threshold (LTDP) in healthy individuals through thermography and algometry. **Methods:** This is a randomized clinical trial, approved by the research ethics committee. 54 women aged 18 to 25 years were recruited, randomized into three groups: 1) Control; 2) 850nm infrared LED and 3) 630nm red LED. The LEDs were applied with a fluency of 10J / cm² for 3 minutes on the right quadriceps muscle group. To analyze the skin temperature, a thermography camera was used, and LTDP was evaluated by an algometer. They were applied before, immediately after and 5 minutes after the LED intervention. **Results:** The values obtained in thermography and algometry did not show statistically significant changes in temperature and LTDP, respectively, in any of the three moments evaluated. **Conclusion:** The results suggest that the red and infrared LEDs, applied with fluency of 10J / cm² for 3 minutes, do not alter the temperature and LTDP in healthy individuals.

Keywords: phototherapy; thermography; pain threshold; ache.

Fototerapia é uma modalidade terapêutica caracterizada pelo uso de baixos níveis de energia da luz para promover efeitos atérmicos e não traumáticos nos tecidos. É utilizada a aplicação da luz em comprimentos de ondas específicos, com o intuito de promover analgesia, redução do processo inflamatório e biomodulação, além do aperfeiçoamento nos processos de cicatrização (BAGNATO; PAOLILLO, 2014).

Um recurso fototerapêutico bastante utilizado é o laser, do inglês *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, amplificação da luz pela emissão estimulada de radiação, utilizado para o tratamento de diversas afecções (BARONI *et al.*, 2010). Consiste em uma fonte de luz monocromática e possui efeitos não térmicos que estimulam propriedades reparadoras em seres humanos (SHEN *et al.*, 2009), por meio da liberação de histamina, bradicinina, prostaglandinas e de serotonina. Também produz modificação da ação enzimática, favorecendo a regeneração tecidual e redução da dor (CHOW *et al.*, 2009; FREITAS *et al.*, 2013).

Outro recurso fototerapêutico é o LED, que em inglês significa *Light Emitting Diode* ou diodo emissor de luz. Os LEDs são semicondutores que, quando energizados, emitem luz não coerente de aspecto monocromático e de grau elevado de nitidez, realizado pela comunicação energética do elétron conduzindo uma corrente elétrica em uma única direção (MOREIRA, 2009). A terapia luminosa por LED é excelente, pois tal tecnologia possui eficácia no tratamento de diversas patologias de pele, cicatrização de feridas e reparação tecidual, sem causar dor ou efeitos colaterais ao paciente, o que tende a minimizar os problemas de saúde pública (VIEIRA *et al.*, 2011).

Atualmente a terapia LED tem se apresentado mais promissora em relação à laserterapia devido ao baixo custo (MEYER *et al.*, 2010), além disso, as emissões de luz do LED, por penetrarem em uma área mais ampla de tecido, tornam o tratamento mais rápido e eficaz (MOREIRA, 2009). No entanto, há uma escassez de estudos na literatura sobre o aumento da temperatura cutânea e o limiar de dor à pressão imediatamente após o uso do LED terapêutico.

Uma das técnicas mais utilizadas para verificar as alterações de temperatura cutânea é a termografia infravermelha. Técnica de diagnóstico por imagem (FERREIRA *et al.*, 2016), de rápida mensuração (LINA *et al.*, 2017), que não utiliza radiação e promove evidências sobre o local acometido (MACHADO *et al.*, 2016). Possibilita demonstrar variações na temperatura superficial da pele (CHACUR *et al.*, 2018) e é considerado um procedimento não invasivo e não irradiante, também usado para identificar algum desequilíbrio na superfície da pele (CORTE; HERNANDEZ, 2016).

A algometria de pressão é uma técnica utilizada para verificar o limiar de tolerância de dor à pressão (LTDP), denominado como sendo uma sensação de dor causada por uma compressão controlada. Essa técnica é realizada pela seleção de uma parte do corpo para a averiguação no local, medindo a intensidade da dor por meio da pressão sobre os tecidos (EGLOFF *et al.*, 2011). Trata-se de um exame não invasivo, e pode variar a intensidade da dor de indivíduo para indivíduo (PIOVESAN *et al.*, 2001).

Atualmente, são encontradas poucas evidências sobre os efeitos hipalgésicos locais e a temperatura cutânea durante as aplicações do LED associadas à algometria de pressão e à termografia. Com isso faz-se necessário novos estudos nesta temática. O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos do LED terapêutico sobre a temperatura cutânea e o LTDP em indivíduos saudáveis mediante termografia e algometria.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo trata-se de um ensaio clínico randomizado, realizado em uma clínica de fisioterapia localizada na zona sul do município de São Paulo-SP. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP), de acordo com a Resolução n.º 466/2012 sob CAAE: 25583019.2.0000.5377.

Para comparar os efeitos fisiológicos sobre os tecidos, quanto ao limiar de dor e à temperatura, dos comprimentos de onda vermelho e infravermelho do LED terapêutico, fez-se necessário o envolvimento de indivíduos sem comprometimentos à saúde. Portanto participaram deste estudo 54 indivíduos saudáveis do sexo feminino, com faixa etária entre 18 e 25 anos. Para isso foram utilizados o espaço físico de uma clínica de fisioterapia e os equipamentos desta. Foram excluídos do estudo os indivíduos com dor em qualquer região do corpo, pessoas que fazem uso de medicamentos, mulheres em período menstrual e que apresentaram contraindicações ao uso do LED, como alterações de sensibilidade, uso de marcapassos cardíacos, epilepsia, doença vascular periférica, hipertensão ou hipotensão, tecido neoplásico, áreas de infecção ativa nos tecidos, pele desvitalizada, incapacidade de compreensão da natureza da intervenção e grávidas (ROBERTSON *et al.*, 2011).

Este trabalho constituiu-se da avaliação do limiar de tolerância de dor à pressão (LTDP) e da temperatura cutânea presente em mulheres saudáveis após a aplicação do LED terapêutico. Foi utilizado o LED terapêutico da marca KLD com comprimentos de onda de 630nm (vermelho) e 850nm (infravermelho), fluência de 10J/cm² e potência de 100%. Para análise da temperatura cutânea, foi utilizada uma câmera de termografia da marca Flir one pro. O LTDP foi avaliado pelo algômetro da marca Wagner Pain

TestTM - Model FPX Digital Algometer, um dispositivo de mão formado por um pistão que contém, em sua extremidade, uma borracha de 1cm² de diâmetro, capaz de registrar a pressão aplicada sobre uma superfície (YLINEN *et al.*, 2007; VISSCHER; LOBBEZOO; NAEIJE, 2004).

Após a aprovação do presente estudo pelo comitê de ética em pesquisa, CAAE: 25583019.2.0000.5377, foi realizado o recrutamento das participantes que se enquadravam nos critérios deste estudo por meio de contato direto com colegas. Todas que aceitaram participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Para coleta de dados, as participantes foram recrutadas em sala reservada e precisaram usar roupas que possibilitassem a exposição da região de aplicação do LED, sendo que, caso alguma se sentisse constrangida ou envergonhada, teria a opção de não se submeter ao procedimento.

Foram distribuídos aleatoriamente 54 indivíduos em três grupos randomizados: grupo 1 - Controle; grupo 2 - LED infravermelho 850nm; e grupo 3 - LED vermelho 630nm. O tempo de aplicação foi de 3 minutos no ventre do grupo muscular quadríceps direito. A termografia e a algometria foram aplicadas antes, imediatamente após e 5 minutos após à intervenção com o LED.

Antes de iniciar as avaliações, os pesquisadores forneceram informações detalhadas e claras sobre a pesquisa e foram esclarecidas todas as dúvidas dos participantes. A sala onde foi feita a avaliação da temperatura superficial corporal possuía controle de temperatura (22°C) e mantinha janelas e cortinas fechadas, impedindo a entrada de luzes externas, umidade e circulação de ar. O termo-higrômetro permitiu o registro da temperatura e umidade do ar durante todo o período do exame, sendo que a variação de temperatura do ambiente não foi maior do que 1°C dentro de um período de 20 minutos. A velocidade do ar incidente foi controlada para não ultrapassar 0,2 m/s, e a umidade relativa do ar foi mantida em 50%.

Por meio do aparelho de algometria, foi avaliado o LTDP presente no tecido estimulado, antes, imediatamente após e 5 minutos após a aplicação do LED. A algometria foi aplicada sobre a pele na direção perpendicular aos músculos vasto lateral e vasto medial do quadríceps direito a uma velocidade constante de 1 kg/seg até o nível em que a voluntária relatasse dor ou desconforto. A leitura foi expressa em kg/cm². Durante a avaliação, a participante foi instruída a dizer "pare" tão logo a sensação de pressão passasse de desagradável para dolorosa. O teste foi interrompido assim que a voluntária indicou o início da dor, e a quantidade final de força aplicada foi registrada (IMAMURA *et al.*, 2008). O avaliador responsável pela aplicação da algometria foi devidamente treinado para a realização do procedimento com o algômetro de pressão.

Para a coleta das imagens termográficas, as participantes permaneceram em ortostatismo, em posição anatômica. O voluntário foi posicionado a uma distância de 2 metros da câmera, e as imagens foram coletadas na incidência anterior. As imagens térmicas foram captadas pelo sensor infravermelho, gravadas e analisadas posteriormente pelo software do fabricante da câmera, sendo analisadas as temperaturas médias, mínima e máxima da área de aplicação, antes, imediatamente após e 5 minutos após a aplicação das correntes.

Cada indivíduo respondeu também a um questionário de dados gerais e prática de atividade física, cujos resultados foram utilizados para avaliar a existência de possíveis interferências nos achados obtidos com a aplicação do LED.

Os dados estão apresentados em média e desvio-padrão. a normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Korolmorg Smirnov. A avaliação das variáveis antes, imediatamente após e cinco minutos após foi realizada por meio da análise de variância. Foi considerado $p < 0,05$

como nível de significância estatística.

RESULTADOS

As características antropométricas dos grupos LED infravermelho, LED vermelho e controle apresentaram médias de idade, peso, altura e IMC semelhantes (Tabela 1).

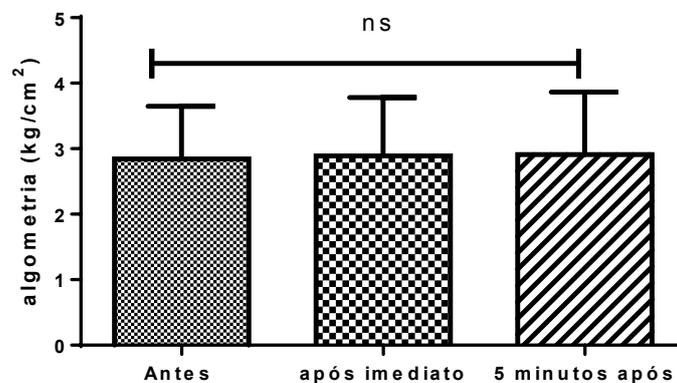
Tabela 1 – Características antropométricas para as variáveis de idade, peso, altura e índice de massa corpórea (IMC) nos três grupos avaliados

	IDADE	PESO	ALTURA	IMC
LED infra (n=15)	20,73 ± 2,40	58,05 ± 10,02	1,61 ± 0,06	22,21 ± 3,30
LED vermelho (n=21)	20,76 ± 1,84	60,09 ± 10,37	1,61 ± 0,06	23,82 ± 3,82
Controle (n=18)	20,78 ± 1,77	60,63 ± 13,78	1,61 ± 0,06	23,50 ± 5,64

Fonte: elaborado pelos autores

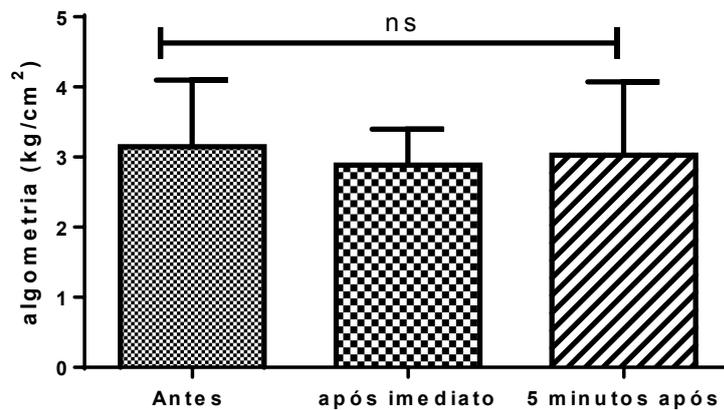
A análise dos valores obtidos na algometria de pressão, aplicada nos músculos vasto medial e vasto lateral do quadríceps direito nos três grupos, não evidenciou alterações estatisticamente significativas sobre o LTDP em nenhum dos três momentos avaliados (figuras 1-6).

Figura 1 – Algometria para o vasto medial antes, imediatamente após e cinco minutos após a aplicação de LED infravermelho



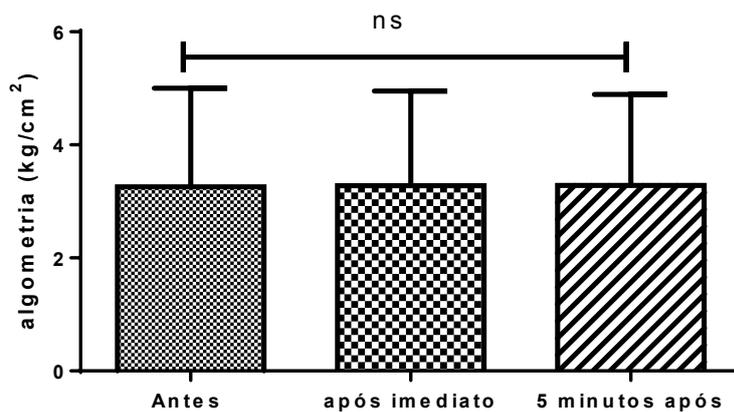
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 2 – Algometria para o vasto lateral antes, imediatamente após e cinco minutos após a aplicação de LED infravermelho



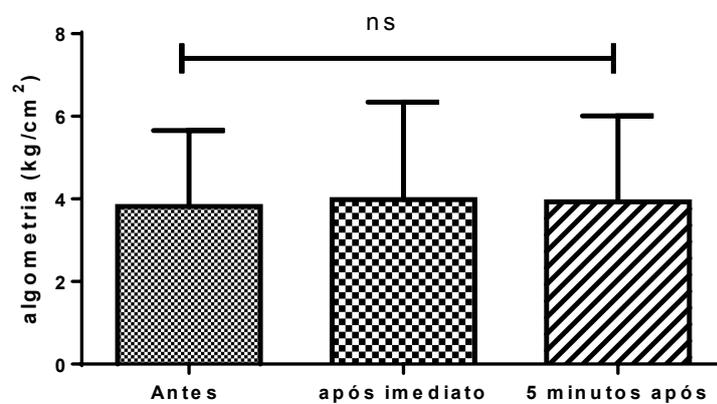
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 3 – Algometria para o vasto medial antes, imediatamente após e cinco minutos após a aplicação de LED vermelho



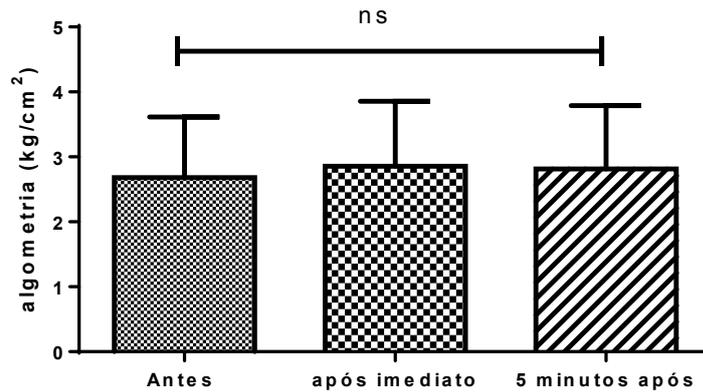
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 4 – Algometria para o vasto lateral antes, imediatamente após e cinco minutos após a aplicação de LED vermelho



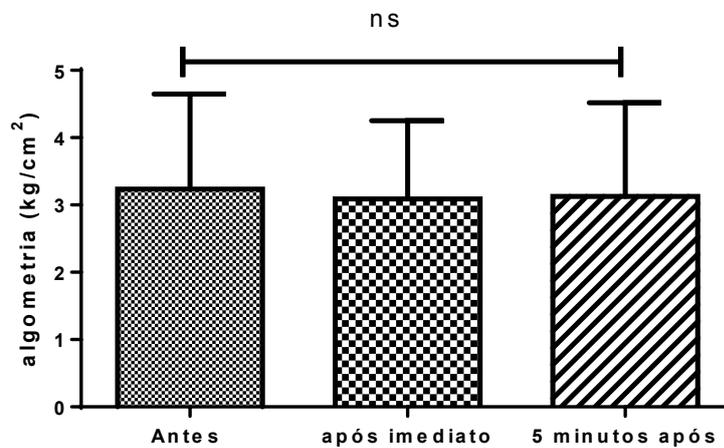
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 5 – Algometria para o vasto medial antes, imediatamente após e cinco minutos após no grupo controle



Fonte: elaborado pelos autores

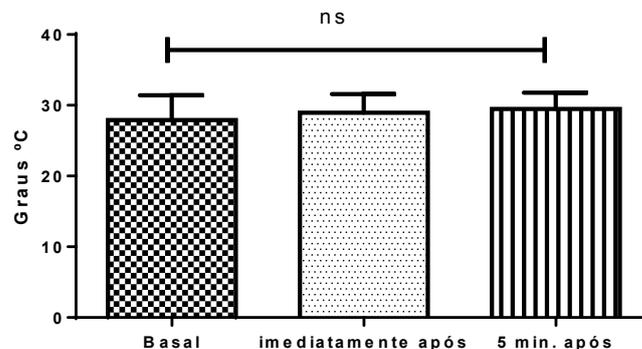
Figura 6 – Algometria para o vasto lateral antes, imediatamente após e cinco minutos após no grupo controle



Fonte: elaborado pelos autores

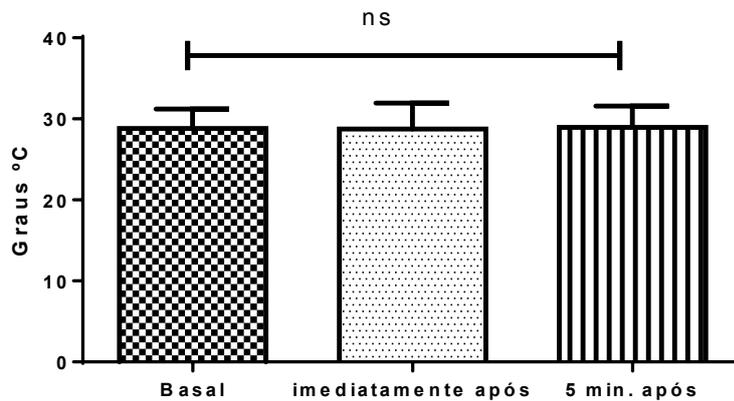
A análise dos valores obtidos na termografia, sendo avaliada na região do quadríceps dos grupos LED infravermelho, LED vermelho e controle, não evidenciou alterações estatisticamente significativas em nenhum dos três momentos avaliados (figuras 7-9).

Figura 7 – Temperatura corporal avaliada pela termografia de superfície para o grupo controle em diferentes momentos



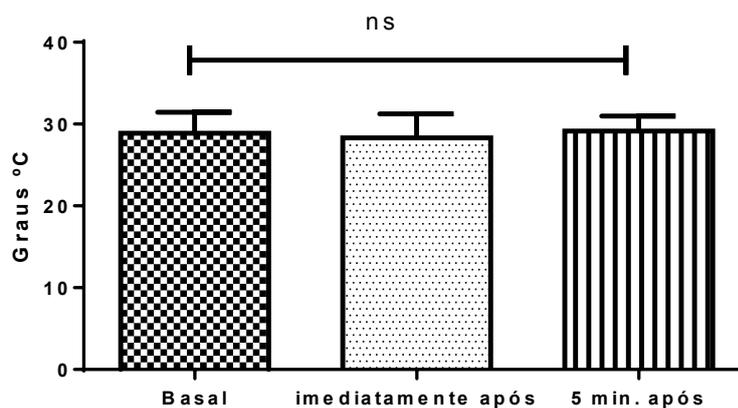
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 8 – Temperatura corporal avaliada pela termografia de superfície para o grupo LED vermelho em diferentes momentos



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 9 – Temperatura corporal avaliada pela termografia de superfície para o grupo LED infravermelho em diferentes momentos



Fonte: elaborado pelos autores

DISCUSSÃO

O LED terapêutico tem sido amplamente utilizado na prática clínica fisioterapêutica, apresentando potencial efeito sobre o tratamento de afecções diversas. Estudos mostram que a terapia com LED é capaz de produzir efeitos anti-inflamatório, analgésico, estimulador e regenerador celular (VIEIRA *et al.*, 2011, ENWEMEKA, 2009). O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do LED terapêutico sobre a temperatura cutânea e o limiar de tolerância de dor à pressão (LTDP) em indivíduos saudáveis.

O limiar de tolerância de dor se caracteriza como uma medida da experiência sensorial dolorosa da pessoa e tem como objetivo monitorar e diagnosticar a dor (ANDRADE; PEREIRA; SOUSA, 2006). O algômetro de pressão é um dispositivo que tem sido amplamente utilizado para avaliar o LTDP (EGLOFF *et al.*, 2011; DOUNAVI; CHESTERTON; SIM, 2012; DAGTEKIN *et al.*, 2007, IMAMURA *et al.*, 2013). No presente estudo, a aplicação do LED terapêutico com energia de 10J/cm² por 3 minutos na região do quadríceps direito não foi capaz de alterar o LTDP em indivíduos saudáveis na comparação entre os grupos infra e LED com o grupo controle nos três momentos avaliados.

Corroborando os achados deste estudo, Schuhfried, Korpan e Silig (2000), ao avaliarem a face dorsal da região do antebraço após aplicação de laser HeNe hélio-neônio (632,8 nm), 3J/cm² por 10 minutos, também não observaram alteração no LTDP de indivíduos saudáveis em relação ao grupo placebo. A ocorrência desse desfecho pode ser justificada ao considerar o fato de que em ambos os estudos os indivíduos avaliados eram jovens saudáveis e sem relato de dor no momento da pesquisa.

De acordo com Enwemeka (2009), a terapia a LED com luzes vermelha e infravermelha podem ser utilizadas para fins terapêuticos, com efeitos benéficos sobre o reparo tecidual e alívio da dor, sendo que, quanto maior o comprimento de onda, maior a penetração alcançada e melhor o efeito sobre as afecções teciduais profundas. É possível que esses efeitos ocorram com relativa frequência em indivíduos com lesões ativas e presença de dor. Não sendo possível verificar tais efeitos terapêuticos na mesma proporção em indivíduos saudáveis, visto que não possuem alterações passíveis de correção, como observado no presente estudo. Por outro lado, Pelegrini, Venancio e Liebano (2012) mostraram que o laser terapêutico aplicado na região da mão dominante com dose de 3J foi capaz de reduzir o LTDP, ao comparar com o grupo placebo e controle em indivíduos saudáveis.

A termografia é o meio mais eficaz para o estudo da temperatura cutânea, que retrata a circulação sanguínea local (PONTES, 2017; NAHM, 2013), capaz de captar imagens infravermelhas emitidas da superfície corporal do indivíduo em tempo real (FARID *et al.*, 2012). Por ser um método confiável, não invasivo e seguro (CORTE; HERNANDEZ, 2016), a termografia pode ser bastante útil no diagnóstico e monitorização de condições associadas ao aumento ou diminuição do fluxo sanguíneo (FERNANDO, 2015).

No presente estudo, a análise termográfica após aplicação do LED terapêutico na região do quadríceps nos grupos infra, vermelho e controle não evidenciou alterações estatisticamente significativas em nenhum dos três momentos avaliados. Balestra *et al.* (2011), ao compararem o laser de baixa intensidade (660 nm, 7,5 J/cm²) com o LED (640 nm, 4J/cm²) aplicados na região do músculo masseter, observaram uma queda na temperatura superficial no grupo LED equivalente a 5% do metabolismo, porém não foram observadas alterações na temperatura superficial no grupo que recebeu o laser de baixa intensidade.

A termografia, de acordo com Pedreira *et al.* (2016), evidenciou uma alteração significativa na circulação da região próxima à articulação temporomandibular após aplicação de laser infravermelho de arseneto de alumínio e gálio (GaAlAs) diodo de arseneto de gálio e alumínio 808 nm em indivíduos com extração do terceiro molar. Em consonância com esses achados, Bhawal *et al.* (2019), ao avaliarem os efeitos do laser de baixa intensidade (830 nm) na região abdominal de ratos diabéticos, observaram aumento significativo na temperatura da pele.

Poucos estudos avaliaram a temperatura superficial e/ou LTDP após aplicação de LED terapêutico. Nos estudos analisados, a fluência utilizada, o tempo e o local de aplicação mostraram-se variados. É importante ressaltar que a variabilidade de parâmetros, protocolos e métodos utilizados podem gerar uma heterogeneidade de resultados nos tratamentos com LED. A utilização, no presente estudo, de uma amostra composta apenas por indivíduos saudáveis, do sexo feminino e dentro de uma faixa etária específica, dificulta a generalização dos resultados para idosos, homens e crianças, bem como os seus efeitos sobre os tecidos com lesões. Mais estudos são necessários, com protocolos bem delineados que avaliem os efeitos do LED terapêutico sobre

a temperatura e o LTDP com diferentes parâmetros, em outras faixas etárias e com a presença de lesões associadas.

CONCLUSÃO

Este estudo mostra que o LED infravermelho (850 nm) e o LED vermelho (630 nm), aplicados com fluência de 10J/cm² por 3 minutos na região do músculo quadríceps direito de indivíduos saudáveis, não foram capazes de alterar a temperatura e o LTDP.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, F. A.; PEREIRA, L. V.; SOUSA, F. A. E. F. Mensuração da dor no idoso uma revisão. **Rev Latino-am. Enfermagem**, v. 14, n. 2, p. 271-276, 2006.
- BAGNATO, V. S. (Org.); PAOLILLO, F. R. **Novos enfoques da fototerapia para condicionamento físico e reabilitação**. São Carlos, SP: Compacta, 2014. 198 p.
- BALESTRA, C. M.; OLIVEIRA, J. L. R.; NICOLAU, R. A.; DIAS, R. S. S. Análise termográfica da região de masseter após irradiação com laser ou LED - estudo clínico. **ConScientiae Saúde**, v. 10, n. 1, p. 17-22, 2011. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92917188003>. Acesso em: 11 out. 2020.
- BARONI, B. M.; LEAL JUNIOR, E. C.; GEREMIA, J. M.; DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M. A. Effect of light-emitting diodes therapy (LEDT) on knee extensor muscle fatigue. **Photomed and Laser Surgery**, v. 28, n. 5, p. 653-658, out. 2010. DOI: 10.1089/pho.2009.2688.
- BHAWAL, U. K.; BHAWAL, U. K.; YOSHIDA, K.; KURITA, T.; SUZUKI, M.; OKADA, Y.; TEWARI, N.; OKA, S.; KUBOYAMA, N.; HIRATSUKA, K. Effects of 830 nm low-power laser irradiation on body weight gain and inflammatory cytokines in experimental diabetes in different animal models. **Laser Ther**, v. 28, n. 4, p. 257-265, 2019. DOI: 10.5978/islsm.19-OR-17.
- CHACUR, M. G. M.; DANTAS, A.; OBA, E.; RUEDIGER, F. R.; OLIVEIRA, R. A.; BASTOS, G. P.; JORGE, A. M. Avaliação termográfica do desenvolvimento mamário de búfalas e sua regulação endócrina em distintos estágios fisiológicos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 70, n. 2, p. 450-456, mar. 2018. DOI: 10.1590/1678-4162-9683. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352018000200450&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 ago. 2019.
- CHOW, R.T.; JOHNSON, M. I.; LOPES-MARTINS, R. A. B.; BJORDAL, J. M. Efficacy of low-level laser therapy in the management of neck pain: a systematic review and meta-analysis of randomised, placebo and active treatment controlled trials. **Lancet**, v. 374, n. 9705, p. 1897-1908, 2009.
- CORTE, A. C. R.; HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 315-319, ago. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-86922016000400315&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 ago. 2019.
- DAGTEKIN, O.; KÖNIG, E.; GERBERSHAGEN, H. J.; MARCUS, H.; SABATOWSKI, R.; PETSKE, F. Measuring pressure pain thresholds. Comparison of an electromechanically controlled algometer with established methods. **Schmerz**, v. 21, n. 5, p. 439-444, 2007. DOI: 10.1007/s00482-007-0544-5.
- DOUNAVI, M. D.; CHESTERTON, L. S.; SIM, J. Effects of Interferential Therapy Parameter Combinations Upon Experimentally Induced Pain in Pain-Free Participants: A randomized Controlled Trial. **American Physical Therapy Association**, v. 92, n. 7, p. 911-923, 2012.
- ENWEMEKA, C. S. Intricacies of dose in laser phototherapy for tissue repair and pain relief. **Photomed Laser Surg**, v. 27, n. 3, p. 387-393, jun. 2009.

- EGLOFF, N.; KLINGER, N.; KÄNEL, R.; CÁMARA, R. J. A.; CURATOLO, M.; WEGMANN, B.; MARTI, E.; FERRARI, M-L. G. Algometry with a clothes peg compared to an electronic pressure algometer: a randomized cross-sectional study in pain patients. **BMC Musculo skeletal Disorders**, v. 12, p. 1471-2474, 2011. DOI:10.1186/1471-2474-12-174.
- FARID, K. J.; WINKELMAN, C.; RIZKALA, A.; JONES, K. Using temperature of pressure-related intact discolored areas of skin to detect deep tissue injury: an observational, retrospective, correlational study. **Ostomy Wound Manage**, v. 58, n. 8, p. 20-31, 2012.
- FERREIRA, K. D.; ÁVILA FILHO, S. H.; BERTOLINO, J. F.; SILVA, L. A. F. Termografia por infravermelho em medicina veterinária. **Encicl. Biosfera**, v. 13, p. 1298-1313, 2016. DOI: 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_115.
- FREITAS, R. P. A.; BARCELOS, A. P. M.; NÓBREGA, B. M.; MACEDO, A. B.; OLIVEIRA, A. R.; RAMOS, A. M. O.; VIEIRA, W. H. B. Laserterapia e microcorrente na cicatrização de queimadura em ratos: terapias associadas ou isoladas? **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 24-30, mar. 2013. DOI: 10.1590/S1809-29502013000100005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502013000100005&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 ago. 2019.
- IMAMURA, M.; IMAMURA, S. T.; KAZIYAMA, H. H. S.; TARGINO, R. A.; HSING, W. T.; SOUZA, L. P. M.; CUTAIT, M. M.; FREGNI, F.; CAMANHO, G. L. Impact of nervous system hyperalgesia on pain, disability, and quality of life in patients with knee osteoarthritis: a controlled analysis. **Arthritis Rheum**, v. 59, n. 10, p. 1424-1431, 2008. DOI: 10.1002/ART.24120.
- MACHADO, M. A. C.; SILVA, J. A. F.; BRIOSCHI, M. L.; ALLEMANN, N. Using thermography for an obstruction of the lower lacrimal system. **Arq. Bras. Oftalmol.**, São Paulo, v. 79, n. 1, p. 46-47, fev. 2016. DOI: 10.5935/0004-2749.20160014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492016000100014&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 ago. 2019.
- MEYER, P.; ARAÚJO, H. G.; CARVALHO, M. G. F.; TATUM, B. I. S.; FERNANDES, I. C. A. G.; RONZIO, O. A.; PINTO, M. V. M. P. Avaliação dos efeitos do LED na cicatrização de feridas cutâneas em ratos Wistar. **Fisioterapia Brasil**, v. 11, n. 6, nov./dez. 2010. DOI: 10.33233/fb.v11i6.1592.
- MOREIRA, C. M. **Utilização de conversores eletrônicos que alimentam LEDs de alto brilho na aplicação em tecido humano e sua interação terapêutica**. 2009. 165f. Tese (doutorado em engenharia elétrica) — Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2009.
- NAHM, F. S. Infrared thermography in pain medicine. **Korean J Pain**, v. 26, n. 3, p. 219-222, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3344/kjp.2013.26.3.219>.
- PEDREIRA, A. A.; SÁ, M.; MEDRADO, A. P. O uso da terapia laser de baixa intensidade após exodontia de terceiros molares: revisão de literatura. **Revista Bahiana de Odontologia**, Salvador, v. 4, n. 1, p. 37-45, jan./jun. 2013. DOI: 10.17267/2596-3368dentistry.v4i1.119.
- PELEGRINI, S.; VENANCIO, R. C.; LIEBANO, R. E. Efeitos local e sistêmico do laser de baixa potência no limiar de dor por pressão em indivíduos saudáveis. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 345-350, dez. 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502012000400009&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 22 ago. 2019.
- PIOVESAN, E. J.; TATSUI, C. E.; KOWACS, P. A.; LANGE, M. C.; PACHECO, C.; WERNECK, L. C. Utilização da algometria de pressão na determinação dos limiares de percepção dolorosa trigeminal em voluntários sadios: um novo protocolo de estudos. **Arq Neuropsiquiatr**, v. 59, n. 1, p. 92-96, mar. 2001. DOI: 10.1590/S0004-282X2001000100019.
- SCHUHFRIED, M.; KORPAN, V.; SILIG, Y. HELIUM-Neon laser irradiation: effect on the experimental pain threshold. **Lasers Med Sci**, v. 15, n. 169-173, 2000.
- SHEN, X.; ZHAO, L.; DING, G.; TAN, M.; GAO, J.; WANG, L.; LAO, L. Effect of combined laser acupuncture on knee osteoarthritis: a pilot study. **Lasers Med Sci**, v. 24, n. 2, p. 129-136, 2009. DOI: 10.1007/S10103-007-0536-9.

VISSCHER, C. M.; LOBBEZOO, F.; NAEIJE, M. Comparison of algometry and palpation in the recognition of temporomandibular disorder pain complaints. **J Orofac Pain**, v. 18, n. 3, p. 214-219, 2004.

YLINEN, J.; NYKÄNEN, M.; KAUTIAINEN, H.; HÄKKINEN, A. Evaluation of repeatability of pressure algometry on the neck muscles for clinical use. **Man Ther.**, v. 12, n. 2, p. 192-197, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2006.06.010>.

WORLD MEDICAL ASSOCIATION (WMA). **Declaration of Helsinki** — Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects. General Assembly, Fortaleza, Brazil, October 2013. Disponível em: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>. Acesso em: 11 out. 2020.