

REVISÃO DA DOSIMETRIA DO LASER DE BAIXA POTÊNCIA APLICADO A DISFUNÇÕES MUSCULOESQUELÉTICAS ODS 3

Manuela Melin De Biasi (Universidade de Taubaté)
Rubens Corrêa Araujo (Universidade de Taubaté)

Introdução

A terapia a laser de baixa potência, ou *low level laser therapy* (LLLT), se caracteriza pela utilização de um feixe de luz, geralmente do tipo vermelho ou infravermelho, para o tratamento de patologias ou distúrbios musculoesqueléticos, promovendo alívio de dor e reparo tecidual (Huang et al, 2009). Os mecanismos de efeito terapêutico do LLLT se dão pela primeira lei da fotobiologia, onde os feixes de luz são absorvidos pelas mitocôndrias, através dos cromóforos e fotorreceptores (Sutherland, 2002). A luz emitida pelo laser é absorvida pelos fotorreceptores e cromóforos, alocados na mitocôndria, produzindo um aumento da síntese de adenosina trifosfato (ATP), e conseqüentemente nos níveis de óxido nítrico (NO) e espécies reativas de oxigênio (ROS), subprodutos do metabolismo aeróbio (Huang et al, 2009). Atualmente, ainda há algumas inconsistências a respeito da “dosagem” ideal para aplicação do LLLT, isso se dá, principalmente, pela diversidade de parâmetros a serem regulados mediante cada aplicação, o que pode tornar seu uso e entendimento complexo. Com isso, este trabalho faz uma revisão da literatura a respeito da dosimetria correntemente utilizada para LLLT, reunindo evidências científicas de qualidade, bem como as mais recentes recomendações sobre aplicação no tratamento de disfunções musculoesqueléticas.

Referencial Teórico

A LLLT pode ser aplicável em diversas condições músculo-esqueléticas, bem como no manejo da dor articular crônica (Bjordal et al, 2003), no tratamento da osteoartrite de joelho (Stautholm et al, 2019), alívio da rigidez a curto prazo em quadros de artrite reumatóide (Brosseau et al, 2005), dor cervical (Chow et al, 2005), entre outras.

De acordo com Huang et al. (2011), a produção dos efeitos fotobiomoduladores, induzidos pela emissão de luz, é o que caracteriza a LLLT. Entretanto, para obter tais efeitos, é necessário realizar ajustes finos dos parâmetros disponíveis, de forma que a “dose” aplicada seja coerente aos desfechos desejados. Ao tratarmos de dosimetria, podemos regular a LLLT através de duas variáveis: a energia (em joules), determinada pelo tempo de irradiação, ou pela irradiância, que é a potência dividida pela área de aplicação em cm^2 (Huang et al, 2011).

A Figura 1 mostra uma representação tridimensional do modelo de Arndt Schulz para ilustrar um possível "ponto ideal" de dose no tecido-alvo. Este gráfico sugere que densidade de potência insuficiente ou tempo muito curto não terão efeito sobre a patologia, que densidade de potência e/ou tempo excessivos podem ter efeitos inibitórios e que pode haver um equilíbrio ideal entre densidade de potência e tempo que produza um efeito benéfico máximo. Pode haver até mesmo uma densidade de potência (baixa) para a qual um tempo de irradiação infinito teria apenas efeitos positivos e nenhum efeito inibitório. Acredita-se que os valores absolutos serão diferentes em diferentes comprimentos de onda, tipos de tecido, estados redox e podem ser afetados ainda mais por diferentes parâmetros de pulso (HUANG, et al, 2011).

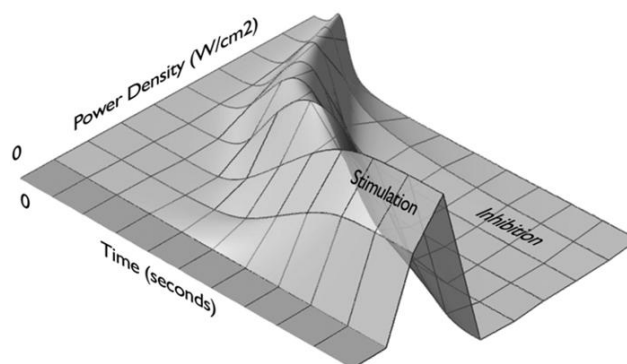


Figura 1 - Modelo ilustrado em 3D de Arndt Schulz para mostrar o “ponto doce de dose” (HUANG et al, 2011).

Atualmente, não há um consenso ou diretriz que aborde todas as variáveis de aplicação e parâmetros da LLLT. Contudo, a Associação Mundial de Terapia por

Fotobiomodulação (WALT), publicou nos anos de 2016 e 2022 um guia, em forma de tabela, de recomendações dosimétricas para aplicação da LLLT em diversas condições músculo-esqueléticas. Entretanto, tais parâmetros são recomendações, sendo sempre necessário ajustar as variáveis do laser a cada caso.

Método

Para coleta de estudos a serem analisados, foi utilizada a base de dados Cochrane Library, buscando por “*low level laser therapy*”.

Ademais, foi utilizado para enriquecimento da busca de artigos a Inteligência Artificial (IA) Consensus em sua versão gratuita, utilizando como *prompt*: *Which are the best dosis of low level laser therapy applied to musculoskeletal conditions?*

Foram incluídos os artigos publicados entre 2003 e 2025, em língua inglesa ou portuguesa, que tratassem de condições musculoesqueléticas de aplicação relevante para a Fisioterapia.

Resultados

Para compor este trabalho, foram selecionadas revisões sistemáticas (com e sem meta-análise), estudos controlados randomizados, estudos experimentais, trabalhos de observação empírica, e estudos *in vivo*. Dos trabalhos incluídos, um foi extraído da base de dados Cochrane Library (Ranking et al, 2017), e os demais, foram provenientes da busca pela IA Consensus, totalizando vinte um artigos para compor este trabalho.

Conclusão

Os resultados dessa revisão parecem corroborar com o modelo de Arndt Schulz de que as doses mais usadas e que tem demonstrado efeitos terapêuticos positivos são menores que 6J, principalmente aquelas usadas entre 1 e 4J.

REFERÊNCIAS:

Afzal, A., & Ramlee, M. (2020). Low Level Laser Therapy and It's Effects on Different Musculoskeletal Conditions. *2020 4th International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT50672.2020.9254421>

- Alfredo PP, Bjordal JM, Dreyer SH, Meneses SR, Zaguetti G, Ovanessian V, Fukuda TY, Junior WS, Lopes Martins RA, Casarotto RA, Marques AP. Efficacy of low level laser therapy associated with exercises in knee osteoarthritis: a randomized double-blind study. *Clin Rehabil*. 2012 Jun;26(6):523-33. doi: 10.1177/0269215511425962. Epub 2011 Dec 14. PMID: 22169831
- Balão, A., Vassão, P., Bonifacio, M., Garcia-Motta, H., Credidio, B., Vale, G., Burek, A., & Renno, A. (2025). Laser acupuncture in musculoskeletal disorders: A systematic review of randomized clinical trials. *Research, Society and Development*. <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i2.48244>.
- Baratto, L., Calzà, L., Capra, R., Gallamini, M., Giardino, L., Giuliani, A., Lorenzini, L., & Traverso, S. (2010). Ultra-low-level laser therapy. *Lasers in Medical Science*, 26, 103-112. <https://doi.org/10.1007/s10103-010-0837-2>.
- Bjordal, J. (2012). Low level laser therapy (LLLT) and World Association for Laser Therapy (WALT) dosage recommendations.. *Photomedicine and laser surgery*, 30 2, 61-2 . <https://doi.org/10.1089/pho.2012.9893>.
- Bjordal, J., Couppé, C., Chow, R., Tunér, J., & Ljunggren, E. (2003). A systematic review of low level laser therapy with location-specific doses for pain from chronic joint disorders.. *The Australian journal of physiotherapy*, 49 2, 107-16 . [https://doi.org/10.1016/S0004-9514\(14\)60127-6](https://doi.org/10.1016/S0004-9514(14)60127-6)
- Brosseau L, Robinson V, Wells G, Debie R, Gam A, Harman K, Morin M, Shea B, Tugwell P. Low level laser therapy (Classes I, II and III) for treating rheumatoid arthritis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2005 Oct 19;2005(4):CD002049. doi: 10.1002/14651858.CD002049.pub2. PMID: 16235295; PMCID: PMC8406947.
- Clijisen, R., Brunner, A., Barbero, M., Clarys, P., & Taeymans, J. (2017). Effects of low-level laser therapy on pain in patients with musculoskeletal disorders: a systematic review and meta-analysis.. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 53 4, 603-610 . <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04432-X>.
- Chen, Y., Liao, C., Hong, J., Hsu, W., Wu, C., & Chen, H. (2021). Effects of laser therapy on chronic low back pain: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Rehabilitation*, 36, 289 - 302. <https://doi.org/10.1177/02692155211057435>.
- Chow RT, Heller GZ, and Barnsley L. 2006. The effect of 300 mW, 830 nm laser on chronic neck pain: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *Pain* 124:201-10
- Cotler, H., Chow, R., Hamblin, M., & Carroll, J. (2015). The Use of Low Level Laser Therapy (LLLT) For Musculoskeletal Pain.. *MOJ orthopedics & rheumatology*, 2 5. <https://doi.org/10.15406/MOJOR.2015.02.00068>.
- De Almeida, P., Lopes-Martins, R., Tomazoni, S., Silva, J., Carvalho, P., Bjordal, J., & Leal, E. (2011). 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*, 87. <https://doi.org/10.1111/j.1751-1097.2011.00968.x>.
- Fangel, R., Vendrusculo-Fangel, L., Albuquerque, C., Parizotto, N., Paz, C., & Matheus, J. (2019). Low level laser therapy for reducing pain in rheumatoid arthritis and osteoarthritis: a systematic review. *Fisioterapia em Movimento*. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.032.ao29>.
- Huang YY, Chen AC, Carroll JD, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy. *Dose Response*. 2009 Sep 1;7(4):358-83. doi: 10.2203/dose-response.09-027.Hamblin. PMID: 20011653; PMCID: PMC2790317.
- Huang YY, Sharma SK, Carroll J, Hamblin MR. Biphasic dose response in low level light therapy - an update. *Dose Response*. 2011;9(4):602-18. doi: 10.2203/dose-response.11-009.Hamblin. Epub 2011 Sep 2. PMID: 22461763; PMCID: PMC3315174.
- Iyomasa, D., Garavelo, I., Iyomasa, M., Watanabe, I., & Issa, J. (2009). Ultrastructural analysis of the low level laser therapy effects on the lesioned anterior tibial muscle in the gerbil.. *Micron*, 40 4, 413-8 . <https://doi.org/10.1016/j.micron.2009.02.002>.
- Lanferdini, F., Bini, R., Baroni, B., Klein, K., Carpes, F., & Vaz, M. (2017). Improvement of Performance and Reduction of Fatigue With Low-Level Laser Therapy in Competitive Cyclists.. *International journal of sports physiology and performance*, 13 1, 14-22 . <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0187>.
- Lopes-Martins, R., Marcos, R., Leal-Junior, E., & Bjordal, J. (2018). Low-Level Laser Therapy and World Association for Laser Therapy Dosage Recommendations in Musculoskeletal Disorders and Injuries.. *Photomedicine and laser surgery*, 36 9, 457-459 . <https://doi.org/10.1089/pho.2018.4493>.
- Rankin IA, Sargeant H, Rehman H, Gurusamy KS. Low-level laser therapy for carpal tunnel syndrome. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017 Aug 22;8(8):CD012765. doi: 10.1002/14651858.CD012765. PMID: 35611937; PMCID: PMC6483673.

- Saleh, M., Shahien, M., Mortada, H., Elaraby, A., Hammad, Y., Hamed, M., & Elshennawy, S. (2024). High-intensity versus low-level laser in musculoskeletal disorders. *Lasers in Medical Science*, 39. <https://doi.org/10.1007/s10103-024-04111-1>.
- SLUKA, K.A - Mechanisms and Management of Pain for The Physical Therapist, Segunda Edição, 2016. Wolters Kluwer Health, Philadelphia
- Stausholm MB, Naterstad IF, Joensen J, Lopes-Martins RÁB, Sæbø H, Lund H, Fersum KV, Bjordal JM. Efficacy of low-level laser therapy on pain and disability in knee osteoarthritis: systematic review and meta-analysis of randomised Sutherland JC 2002. Biological effects of polychromatic light. *Photochem Photobiol* 76(2): 164-170.
- placebo-controlled trials. *BMJ Open*. 2019 Oct 28;9(10):e031142. doi: 10.1136/bmjopen-2019-031142. PMID: 31662383; PMCID: PMC6830679
- Taylor, D., Winfield, T., & Wynd, S. (2020). Low-Level Laser Light Therapy Dosage Variables vs Treatment Efficacy of Neuromusculoskeletal Conditions: A Scoping Review.. *Journal of chiropractic medicine*, 19 2, 119-127 . <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2020.06.002>.
- Vanin, A., Marchi, T., Tomazoni, S., Tairova, O., Casalechi, H., Carvalho, P., Bjordal, J., & Leal-Junior, E. (2016). Pre-Exercise Infrared Low-Level Laser Therapy (810 nm) in Skeletal Muscle Performance and Postexercise Recovery in Humans, What Is the Optimal Dose? A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Clinical Trial.. *Photomedicine and laser surgery*, 34 10, 473-482 . <https://doi.org/10.1089/PHO.2015.3992>.
- WORLD ASSOCIATION FOR PHOTOBIO-MODULATION THERAPY, Dosage Recommendations, 2010 (Disponível em : <https://waltpbm.org/documentation-links/recommendations/dosage-recommendations/>), acesso em 29/9/2025.
- Xu, G., Jia, J., Jin, L., Li, J., Wang, Z., & Cao, D. (2018). Low-Level Laser Therapy for Temporomandibular Disorders: A Systematic Review with Meta-Analysis. *Pain Research & Management*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/4230583>
- .Yeh SW, Hong CH, Shih MC, Tam KW, Huang YH, Kuan YC. Low-Level Laser Therapy for Fibromyalgia: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Pain Physician*. 2019 May;22(3):241-254. PMID: 31151332.
- Yılmaz, B., Akman, A., Çetinkaya, A., Colak, C., Yıldırım, B., Yücel, Ö., Güncü, G., & Nohutcu, R. (2022). In vivo efficacy of low-level laser therapy on bone regeneration. *Lasers in Medical Science*, 1-8. <https://doi.org/10.1007/s10103-021-03487-8>.