

# EFEITO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA TERAPÊUTICA NO LTDP EM INDIVÍDUOS SAUDÁVEIS: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO



Jeferson Hernandes da Silva<sup>1</sup>

Lucas Henrique Silva dos Santos<sup>2</sup>

Natalia Oliveira Vargas e Silva<sup>3</sup>

Fábio Marcon Alfieri<sup>4</sup>

Cláudia Kümpel<sup>5</sup>

Poliani de Oliveira Lima<sup>6</sup>

**Resumo:** As modalidades de estimulação elétrica (EE) podem ser utilizadas para promover alívio de dor ou gerar força muscular. Entretanto, observa-se que existem poucos estudos que analisam o Limiar de Tolerância de Dor à Pressão (LTDP) em parâmetros que promovam fortalecimento muscular. Objetivamos verificar e comparar o LTDP após a EE com parâmetros indicados para o fortalecimento muscular em indivíduos saudáveis. Para isso participaram 51 mulheres randomizadas em três grupos (n=17 cada): RUSSA, AUSSIE e FES. A EE foi aplicada por 10 minutos com intensidade em nível motor no músculo quadríceps direito. O quadríceps esquerdo foi utilizado como controle. Avaliou-se o LTDP no músculo reto femoral pela algometria de pressão antes, imediatamente após, 30 minutos após e 1 hora após a eletroestimulação. Quando comparado com o controle, o grupo FES apresentou aumento estatisticamente significativo no LTDP imediatamente após a EE ( $p=0,009$ ), enquanto o grupo RUSSA apresentou diferença estatística 30 minutos após a EE ( $p=0,007$ ), mas com aumento significativo no lado controle. No grupo AUSSIE não houve diferença estatística entre os lados em nenhuma das situações avaliadas. Na comparação entre os momentos avaliados no lado experimental, o grupo FES apresentou um aumento significativo no LTDP imediatamente após e 30 minutos após a EE ( $p=0,03$ ). As demais comparações não apresentaram diferenças significativas. Os dados deste estudo sugerem que a EE pode aumentar o LTDP por meio da corrente FES, quando utilizada com parâmetros para fortalecimento muscular.

**Palavras-chave:** Estimulação elétrica; modalidades de fisioterapia; limiar da dor.

.....

1 Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP – SP). E-mail: silva.jefersonhernandes@hotmail.com

2 Bacharel em Fisioterapia pelo Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP – SP). E-mail: lucas.dossantos@unasp.edu.br

3 Docente do Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP – SP). E-mail: natalia.silva@unasp.edu.br

4 Coordenador do Mestrado em Promoção da Saúde do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP – SP). E-mail: fabio.alfieri@unasp.edu.br

5 Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP – SP). E-mail: claudiakumpel10@gmail.com

6 Docente do curso de Fisioterapia do Centro Universitário Adventista de São Paulo (UNASP – SP). E-mail: polifisio@hotmail.com

## EFFECT OF THERAPEUTIC ELECTRICAL STIMULATION ON PPTT IN HEALTHY SUBJECTS: RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

**Abstract:** The electrical stimulation (ES) modalities can be used to promote pain relief or to generate muscle strength. However, it is observed that there are few studies that analyze the Pressure Pain Tolerance Threshold (PPTT) in parameters that promote muscle strengthening. We aim to verify and compare PPTT after EE with parameters indicated for muscle strengthening in healthy patterns. For this, 51 women randomized into three groups participated (n = 17 each): RUSSIAN, AUSSIE and FES. ES was applied for 10 minutes with motor-level intensity to the right quadriceps muscle. The left quadriceps was used as a control. PPTT in the rectus femoris muscle was investigated by pressure algometry before, immediately after, 30 minutes after and 1 hour after electrostimulation. When compared to the control, the FES group shows a statistically significant increase in LTDP immediately after ES ( $p = 0.009$ ), while the RUSSA group shows statistical difference 30 minutes after ES ( $p=0.007$ ), but with a significant increase on the control side. In the AUSSIE group, there was no statistical difference between the sides in any of the evaluated hypotheses. Comparing the moments on the experimental side, the FES group shows a significant increase in PPTT immediately after and 30 minutes after ES ( $p=0.03$ ). The other comparisons do not show independent differences. The data studied suggests that ES can increase PPTT through FES when parameters for muscular strengthening are applied.

**Key words:** Electrical stimulation; physical therapy modalities; pain tolerance.

Eletroterapia é o termo que define o tratamento de indivíduos por meio da utilização de modalidades elétricas (ROBERTSON *et al.*, 2011). O uso de recursos elétricos com fins terapêuticos é uma prática milenar. Há cerca de 2000 mil anos os romanos já usavam descargas elétricas produzidas pelo peixe torpedo para o tratamento de patologias (CAMBRIDGE, 1977).

A estimulação elétrica (EE) é uma modalidade física que pode ser utilizada para a produção de efeitos fisiológicos nos tecidos do corpo humano, sendo eles imediatos como o alívio de dor, e em longo prazo como fortalecimento muscular e alterações na estrutura das fibras musculares (DOUCET *et al.*, 2012; KITCHEN, 2003). Ela tem a finalidade de fornecer pulsos elétricos que despolarizam as fibras nervosas da placa motora, promovendo contrações musculares de forma similar às contrações fisiológicas (PECKHAM e KNUTSON, 2005).

Dentre as formas de EE comumente utilizadas para a produção de força muscular, podemos destacar a estimulação elétrica neuromuscular (EENM) e a estimulação elétrica funcional (FES). A EENM é uma modalidade terapêutica de média frequência (WARD; SHKURATOVA, 2002), da qual fazem parte as correntes RUSSA, com frequência modulada em 2500 Hz (2,5 kHz) (NELSON *et al.*, 2003; WARD; SHKURATOVA, 2002) e AUSSIE, com frequências de 1000 Hz (1 kHz) e 4000 Hz (4 kHz), sendo que 1 kHz é a modulação indicada para fortalecimento muscular (WARD *et al.*, 2004; WARD; CHUEN, 2009). A estimulação elétrica funcional (FES) é uma modalidade de baixa frequência com repetições de pulso de até 1 kHz, utilizada para produzir contrações musculares (KITCHEN, 2003). A estimulação dessas correntes, embora ainda faltem

explicações, proporciona um aumento da força muscular similar ao provocado pelo exercício voluntário (ROBERTSON *et al.*, 2011).

É crescente a utilização dos recursos de EE na produção de efeitos hipoalgésicos por meio do estímulo em nível sensorial (MORAN *et al.*, 2011; FUENTES *et al.*, 2010). Entretanto, observa-se que existem poucos estudos que analisam o LTDP em parâmetros que promovem fortalecimento muscular. Diante disso, quantificar os valores das alterações no LTDP obtidos pela estimulação motora das correntes elétricas FES, AUSSIE e RUSSA é de grande valia para evidenciar os possíveis efeitos hipoalgésicos de cada corrente durante a produção de força muscular. Este artigo busca verificar e comparar o LTDP após a EE por meio das correntes FES, AUSSIE e RUSSA, com parâmetros indicados para o fortalecimento muscular, em indivíduos saudáveis.

## Materiais e métodos

Este artigo é um ensaio clínico randomizado realizado em uma clínica de fisioterapia situada 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 sob CAAE 02313218.0.0000.5377. Os procedimentos foram realizados de acordo com a Resolução nº466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Participaram deste estudo 51 indivíduos saudáveis do sexo feminino com faixa etária entre 18 e 23 anos. Foram excluídos do estudo os indivíduos que apresentaram contraindicações ao uso de eletroterapia, 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).

Os indivíduos que aceitaram participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Para a coleta de dados, as participantes foram reunidas em sala reservada e precisaram usar roupas que possibilitassem a exposição da região a ser estimulada pelas correntes, sendo que, caso alguma delas se sentisse constrangida ou envergonhada, poderia optar por não se submeter ao procedimento.

O eletroestimulador da marca Neurodyn Ruby foi utilizado para gerar correntes com os seguintes parâmetros: 1) Corrente FES — 50 Hz de frequência e largura de pulso de 400  $\mu$ s; 2) Corrente RUSSA — frequência de pulso de 50 Hz, largura de pulso de 400  $\mu$ s e um ciclo de trabalho de 50% (FUKUDA *et al.*, 2013); e 3) Corrente AUSSIE — 1 kHz, 50 Hz de frequência, duração de burst de 4 ms, largura de pulso de 400  $\mu$ s. Ambas as correntes foram moduladas com rampa de subida e descida 2/2s e ciclo on/off 10/20s. Foram utilizados na estimulação eletrodos adesivos (8,5 x 5,0 cm).

O LTDP foi avaliado pela algometria de pressão (DAGTEKIN *et al.*, 2007) por meio do algômetro da marca Wagner Pain Test™ – Model FPX Digital Algometer, um dispositivo de mão que contém uma extremidade de borracha de 1 cm<sup>2</sup> de diâmetro.

Os indivíduos foram distribuídos aleatoriamente, por sorteio simples, em 3 grupos (n=17 cada): 1) Grupo FES: os sujeitos receberam a EE através da corrente FES; 2) Grupo RUSSA: os sujeitos receberam a EE pela corrente RUSSA; 3) Grupo AUSSIE: os sujeitos receberam a EE por meio da corrente AUSSIE. O tempo de aplicação de cada corrente foi de 10 minutos e o local de

aplicação foi no ventre do grupo muscular quadríceps direito (FUKUDA *et al.*, 2013). O quadríceps esquerdo foi utilizado como controle.

Foi avaliado o LTDP, no tecido estimulado e na região controle, por meio do algômetro nos momentos antes, imediatamente após, 30 minutos após e 1 hora após a aplicação das correntes. A pressão foi aplicada sobre a pele na direção perpendicular ao músculo reto femoral (RF) com uma velocidade constante de 1 kg/s, até o nível em que o indivíduo relatasse dor ou desconforto. A leitura foi expressa em kg/cm<sup>2</sup> (FISCHER, 1987). Durante a avaliação a participante foi instruída a dizer “pare” logo que 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).

Após a coleta dos dados necessários, foram realizadas a tabulação, a análise e a discussão dos resultados obtidos. As variáveis comparadas foram entre os lados experimental direito (D) e controle esquerdo (E) de cada momento avaliado e entre os quatro momentos avaliados em cada corrente. A análise estatística foi feita no software SPSS v.22 para Windows. Os dados foram descritos como médias ± desvios padrão. As comparações entre as intervenções foram feitas pela análise de variância a dois fatores com medidas repetidas. O nível de significância adotado foi de 5%.

## Resultados

Na Tabela 1 é mostrada a análise dos valores do LTDP. Na comparação entre os lados D e E, o grupo FES apresentou diferença estatisticamente significativa imediatamente no momento após a EE (p=0,009). O grupo RUSSA apresentou diferença significativa apenas no momento 30 minutos após a EE (p=0,007). O grupo AUSSIE não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os lados em nenhuma das situações avaliadas.

Tabela 1 — Comparação entre os lados direito (D) e esquerdo (E) dos limiares de tolerância de dor à pressão em kg/cm<sup>2</sup>

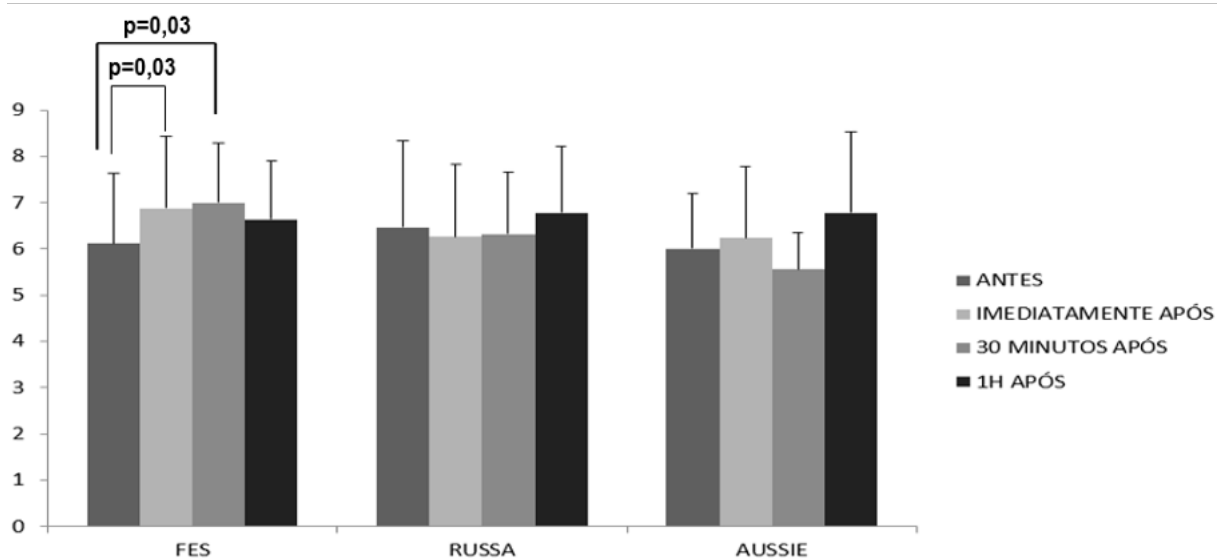
CORRENTE	ANTES			IMEDIATAMENTE DEPOIS			30 MINUTOS APÓS			1 HORA APÓS		
	D	E	p	D	E	p	D	E	p	D	E	p
FES	6,11±	6,40±	0,297	6,88±	6,31±	0,009*	7,00±	7,04±	0,858	6,63±	7,10±	0,165
	1,52	1,46		1,56	1,58		1,28	1,67		1,26	1,57	
RUSSA	6,47±	6,71±	0,46	6,26±	6,67±	0,146	6,32±	7,08±	0,007*	6,78±	6,91±	0,681
	1,87	1,99		1,57	1,27		1,33	1,46		1,43	1,79	
AUSSIE	6,00±	5,99±	0,997	6,23±	6,21±	0,943	5,56±	5,90±	0,149	6,12±	6,46±	0,421
	1,20	1,83		1,55	1,65		0,78	0,97		1,75	1,73	

Fonte: elaborada pelos autores. Medidos no músculo RF das participantes nos momentos antes, imediatamente após, 30 minutos após e 1 hora após a estimulação elétrica das correntes FES, AUSSIE e RUSSA. Lados (D) experimental e (E) controle; \*p ≤ 0,05

No Gráfico 1 é mostrada a comparação entre os quatro momentos avaliados no RF do lado D (experimental), no qual apenas o grupo FES apresentou diferença estatisticamente significativa,

sendo entre antes e imediatamente após e entre antes e 30 minutos após, com maior tolerância à dor imediatamente após e 30 minutos após a EE respectivamente ( $p=0,03$ ).

Gráfico 1 – Limiar de tolerância de dor à pressão em Kg/cm<sup>2</sup>



Fonte: elaborado pelos autores. Medido no músculo RF das participantes nos momentos antes, imediatamente após, 30 minutos após e 1 hora após a estimulação elétrica das correntes FES, AUSSIE e RUSSA no lado experimental (D).

## Discussão

As correntes de baixa e média frequência são comumente utilizadas na prática clínica fisioterapêutica e têm resultados relevantes na comunidade científica (DOUCET *et al.*, 2012). Contudo, há quem diga que os efeitos das correntes de média frequência são mais eficazes na reabilitação pelo fato de possuírem uma menor impedância, ou seja, uma menor resistência tecidual à passagem do estímulo e um maior conforto em relação às correntes de baixa frequência, proporcionando o alcance de tecidos mais profundos (WARD, OLIVER e BUCCELLA 2006; e CHUEN, 2009). Os resultados deste estudo evidenciam um aumento significativo do LTDP no grupo FES imediatamente após a EE em todas as variáveis avaliadas, com tendência a se manter por até 30 minutos após a EE na comparação dos quatro momentos no lado experimental. Parece que a maior impedância da corrente FES pode proporcionar efeitos sobre o limiar sensorial, mesmo durante a estimulação motora.

Estudos prévios buscaram avaliar os efeitos hipoalgésicos de outras formas de eletroestimulação (LIMA *et al.*, 2015; MORAN *et al.*, 2011; VENANCIO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2018). Lima *et al.*, (2015), relata que em um modelo experimental com ratos, avaliaram o limiar de dor da Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS) e verificaram maior hipoalgesia na aplicação em intensidade motora. Corroborando com esses achados, Moran *et al.*, (2011), também mostraram um aumento no LTDP na TENS, porém, quando aplicada em amplitude forte sem dor.

Ao estudar a Corrente Interferencial (CI), Venancio *et al.*, (2013) mostraram que a frequência de 1 kHz, apesar de ser mais desconfortável, promove maior hipoalgesia que 8 e 10 kHz. Almeida *et al.*, (2019) analisaram o LTDP após a aplicação de CI de 2 kHz com frequência modulada de 100 Hz e intensidade sensorial na região lombar e também verificaram aumento significativo no limiar

de dor. Em consonância com esses achados, Fuentes *et al.*, (2010), ao aplicarem a CI utilizando uma frequência maior, 4 kHz, com frequência modulada em amplitude de 100 Hz e aplicada com intensidade forte e sensorial, não identificaram aumento no LTDP. Parece que menores frequências de estimulação têm proporcionado efeitos hipoalgésicos semelhantes mesmo em formas diferentes de EE. Contrariando essa consideração, Silva *et al.*, (2018), ao estudarem a corrente AUSSIE (CA) utilizando uma frequência base de 1 kHz, não verificaram efeito hipoalgésico na aplicação em nível sensorial na região cervical de indivíduos com cervicgia crônica.

O algômetro de pressão é um instrumento utilizado na avaliação do limiar de tolerância mecânica da dor (EGLOFF *et al.*, 2011; DOUNAVI *et al.*, 2012; DAGTEKIN *et al.*, 2007). Contudo, não se sabe ao certo como a algometria de pressão pode influenciar no limiar de dor, se através da estimulação dos nociceptores de tecidos superficiais ou profundos (DOUNAVI *et al.*, 2012). É importante considerar que a algometria de pressão é uma técnica com algumas limitações como a presença de variações intra e interindividuais associadas à ansiedade, à tensão nervosa e à variabilidade nociceptiva temporária de cada indivíduo (PIOVESAN *et al.*, 2001). O aumento do LTDP, observado no lado controle do grupo RUSSA, pode estar associado tanto à variabilidade sensitiva inerente dos indivíduos quanto à capacidade adaptativa aos estímulos dolorosos adquirida após a primeira avaliação do LTDP (LACOURT *et al.*, 2012).

Observa-se que existem poucos estudos que comparam o LTDP ao longo do tempo após a EE com parâmetros de fortalecimento muscular. Nos estudos analisados, o tempo de EE, bem como o local de avaliação do LTDP, mostraram-se variados (FUENTES *et al.*, 2010; MORAN *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2018). Neste estudo, analisou-se o comportamento sensorial no músculo RF antes, imediatamente após, 30 minutos após e 1 hora após a aplicação das correntes FES, AUSSIE e RUSSA durante 10 minutos. De forma diferente, Fuentes *et al.*, (2010) avaliaram o LTDP na região lombar após a aplicação de CI durante 30 minutos. Moran *et al.*, (2011) realizaram a aplicação da corrente TENS temporalizando 30 minutos e avaliaram o LTDP na região anterior do antebraço e região dorsal do primeiro interósseo. Já no estudo de Silva *et al.*, (2018), o LTDP foi avaliado na região de músculos paravertebrais cervicais após a aplicação da CA durante 20 minutos. As diferenças encontradas nos resultados desses estudos sugerem que as variações metodológicas podem caracterizar uma limitação à homogeneidade dos efeitos da EE sobre o LTDP.

A utilização, no presente estudo, de uma amostra composta apenas por indivíduos do sexo feminino dentro de uma faixa etária específica, pode representar uma limitação que dificulta a generalização dos resultados para homens, idosos e crianças (LACOURT *et al.*, 2012). Entretanto, é importante considerar que a distribuição aleatória das voluntárias, assim como a utilização de uma metodologia baseada em estudos prévios acerca dos efeitos da EE (FUKUDA *et al.*, 2013) e da utilização da algometria de pressão (EGLOFF *et al.*, 2011; DOUNAVI *et al.*, 2012; DAGTEKIN *et al.*, 2007; IMAMURA *et al.*, 2008), valorizam os resultados encontrados no estudo. No entanto, mais estudos devem ser realizados com outros protocolos para verificar melhor os efeitos das correntes de baixa e média frequência sobre o LTDP.

## Considerações finais

Este estudo mostra que a corrente FES, quando utilizada com parâmetros para fortalecimento muscular, pode proporcionar um efeito hipoalgésico imediato. Parece que a maior impedância



da corrente FES pode causar o aumento do limiar sensorial, mesmo durante a estimulação motora. As correntes AUSSIE e RUSSA, a saber, não apresentaram efeitos hipotalgésicos após a EE.

## Referências

- ALMEIDA, N.; PALADINI, L. H.; PIVOVARSKI, M.; GAIDESKI, F.; KORELO, R. I. G.; MACEDO, A. C. B. Immediate analgesic effect of 2KHz interferential current in chronic low back pain: randomized clinical trial. **BrJP**. v. 2, n. 1, p. 27 – 33, 2019.
- CAMBRIDGE, N.A. Electrical apparatus used in medicine before 1900. **Procedures of the Royal Society of Medicine**. v.70, n.9, p.635 – 641, 1977.
- DAGTEKIN, O.; KÖNIG, E.; GERBERSHAGEN, H. J.; MARCUS, H.; SABATOWSKI, R.; PETZKE, F. Measuring pressure pain thresholds. Comparison of an electromechanically controlled algometer with established methods. **Schmerz**. v. 21, n. 5, p. 439 – 444, 2007.
- DOUCET, B. M.; LAM, A.; GRIGGIN, L. Neuromuscular Electrical Stimulation for Skeletal Muscle Function. **Yale Journal of Biology and Medicine**. v. 85, n. 1, p. 201 – 215, 2012.
- 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.
- EGLOFF, N.; KLINGLER, N.; VON 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.
- FISCHER, A.A.; Pressure algometry over normal muscles: standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. **Pain**, v. 30, p. 115 – 126, 1987.
- FUENTES, J.; ARMIJO-OLIVO, S.; MAGEE, D. J.; GROSS, D. Does amplitude-modulated frequency have a role in the hypoalgesic response of interferential current on pressure pain sensitivity in healthy subjects? A randomized crossover study. **Chartered Society of Physiotherapy**. v. 96, n. 1, p. 22 – 29, 2010.
- FUKUDA, T.Y.; MARCONDES, F.B.; RABELO, N.A.; VASCONCELOS, R.A.; JUNIOR, C.C. Comparison of peak torque, intensity and discomfort generated by neuromuscular electrical stimulation of low and medium frequency. **Isokinetics and ExerciseScience**. v.21, p.167–173, 2013.
- IMAMURA, M.; IMAMURA, S. T.; KAZIYAMA, H. H.; TARGINO, R. A.; HSING, W. T.; DE SOUZA, L. P.; 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.
- KITCHEN, S. **Eletroterapia: prática baseada em evidências**. 11. ed. Barueri: Manole; 2003.
- LACOURT, T. E.; HOUTVEEN, J. H.; VAN DOORNEN, L. J. P. Experimental pressure – pain assessments: test – retest reliability, convergence and dimensionality. **Scandinavian Journal of Pain**. v. 3, n. 1, p. 31 – 37, 2012.
- LIMA, L. V.; CRUZ, K.M.L.; ABNER, T.S.S.; MOTA, C.M.D.; AGRIPINO, M.E.J.; SANTANA-FILHO, V.J. Associating high intensity and modulated frequency of tens delays analgesic tolerance in rats. **Eur J Pain**, v.19, n. 3, p. 369 – 376, 2015.
- MORAN, F.; LEONARD, T.; HAWTHORNE, S.; HUGHES, C. M.; MCCRUM-GARDNER, E.; JOHNSON, M. I.; RAKEL, B. A.; SLUKA, K. A.; WALSH, D. M. Hypoalgesia in Response to Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) Depends on Stimulation Intensity. **American**

**Pain Society.** v. 12, n. 8. p. 929 – 935, 2011.

NELSON, R.M.; HAYES, K.W.; CURRIER, D.P. **Eletroterapia Clínica.** 1. ed. Barueri: Manole. 2003.

PECKHAM, P.H.; KNUTSON, J.S. Functional electrical stimulation for neuromuscular applications. **Annu Rev Biomed Eng.** v. 7, n. 1, p. 327–360, 2005.

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, 2001.

ROBERTSON, V.; WARD, A. R.; LOW, J.; REED, A. **Eletroterapia explicada:** princípios e prática. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2011.

SILVA, B. C.; CORACINI, C. A.; BRANCO, C. L.; MICHELON, M. D.; BERTOLINI, G. R. F. Aussie current in students with chronic neck pain: a randomized controlled trial. **Br J Pain.** v. 1. n. 3, p. 202 – 206, 2018.

VENANCIO, R. C.; PELEGRINI, S.; GOMES, D. Q.; NAKANO, E. Y.; LIEBANO, R. E. Effects of Carrier Frequency of Interferential Current on Pressure Pain Threshold and Sensory Comfort in Humans. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.** v. 94, n. 1, p. 95 – 102, 2013.

WARD, A.R.; OLIVER, W.G.; BUCCELLA, D. Wrist extensor torque production and discomfort associated with low-frequency and burst-modulated kilohertz-frequency currents. **Physical Therapy.** v. 86, n. 10, p. 1360 – 1367, 2006.

WARD, A.R.; ROBERTSON, V.J.; IOANNOU, H. The effect of duty cycle and frequency on muscle torque production using kilohertz frequency range alternating current. **Med Eng Phys.** v. 26, n. 7, p. 569 – 579, 2004.

WARD, A.R.; SHKURATOVA, N. Russian electrical stimulation: the early experiments. **Physical Therapy.** v.82, n.10, p.1019 – 1030, 2002.

WARD, A. R.; CHUEN, W.L.H. Lowering of sensory, motor, and pain-tolerance thresholds With burst duration using kilohertz-frequency alternating current electric stimulation: part II. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 90, n. 1, p. 1619 – 1627, 2009.