

## **ANÁLISE DO GANHO DE FORÇA MUSCULAR ATRAVÉS DE PROTOCOLO DE EXERCÍCIO RESISTIDO ASSOCIADO À ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA FUNCIONAL SOBRE O MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Saulo Freitas Pereira (1); Mariana Carla Oliveira Lucena (1); Marília Amorim de Souza (2); Danilo de Almeida Vasconcelos (4).

*Universidade Estadual da Paraíba.*  
Saulofreitas7@gmail.com

**INTRODUÇÃO:** Essa pesquisa faz parte da área de Fisioterapia Desportiva, mais precisamente qualificada em fisiologia do exercício e se apoia na ideia central de identificar e avaliar qual o recurso mais efetivo em obter ganho de força. Para isso têm-se os testes com pesos livres e a intervenção com a eletroestimulação no músculo específico, quantificando os resultados através de testes e da eletromiografia de superfície. **OBJETIVOS:** Esta revisão sistemática objetivou identificar os efeitos do treinamento físico convencional e da estimulação elétrica funcional (FES) no músculo bíceps braquial com o intuito de obter ganho de força muscular, através de treinamento e uso de protocolos estabelecidos. **METODOLOGIA:** Analisou-se na literatura e em artigos científicos, por meio de revisão bibliográfica de estudos experimentais, nos bancos de dados de bibliotecas virtuais como SciELO, Pubmed, LILACS, MEDLINE e Google Acadêmico. A busca inicial resultou em 119 artigos e, ao final, foram selecionados 2 artigos. A presente revisão encontrou efeitos proporcionados pela eletroestimulação neuromuscular e exercícios físicos contra a resistência em indivíduos saudáveis e sedentários. **CONCLUSÃO:** Dentre as variáveis revisadas, os resultados demonstraram que o treinamento muscular voluntário e o exercício associado à eletroestimulação geram aumento na força muscular, com importantes diferenças estatisticamente significantes entre os grupos avaliados. Quanto às demais variáveis, os resultados disponíveis na literatura mostraram melhora significativa.

**Palavras-chave:** Estimulação elétrica funcional, ganho de força, bíceps braquial.

## INTRODUÇÃO

A corrente elétrica com fins terapêuticos é uma técnica utilizada desde a década de 60. A partir de então, discute-se quais parâmetros de corrente são mais indicados no treinamento de força. Conhecidas como Functional Electrical Stimulation (FES) ou Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES), as técnicas de estimulação elétrica para ganho de força muscular ganharam destaque após os relatos de Yakov Kots na antiga União Soviética (WARD & SHKURATOVA, 2002).

A EENM é uma técnica pela qual se aplica a corrente elétrica para evocar contrações musculares e produzir movimentos funcionais em indivíduos com doenças neurológicas ou promover fortalecimento muscular para melhora do desempenho físico (FALLER, 2009).

A estimulação elétrica se restringe à área de aplicação da corrente à musculatura alvo sem ser influenciado por outros variantes. Tem como outras vantagens sua forma de aplicação que não gera dor, é segura e eficaz, quando manuseada corretamente (SANTOS, 2008).

Atualmente, estão disponíveis muitas modalidades de estimulação elétrica para serem utilizadas em programas terapêuticos. Quando empregadas judiciosamente, algumas são eficazes como adjuvantes de um programa terapêutico bem planejado (KENDALL, 2007). Essa forma de estimulação elétrica é usada comumente com intensidades suficientemente altas para produzir contração muscular e pode ser aplicada ao músculo durante o movimento ou sem que esteja ocorrendo movimento funcional. Os parâmetros estipulados ao aplicamos a EENM são: a forma de onda da corrente, a amplitude e duração do pulso, a frequência de pulso, o ciclo de serviço, modulação por “rampagem”, e duração do tratamento (KITCHEN, 2003).

O músculo é formado por unidades motoras, que são compostas por uma célula do corno anterior, um axônio, suas junções neuromusculares e todas as fibras inervadas por ele. Cada axônio conduz um impulso para todas as fibras musculares, fazendo com que se despolarizem praticamente ao mesmo tempo. Essa despolarização produz uma atividade elétrica que se manifesta como um potencial de ação da unidade motora (PAUM) que é registrado e exibido graficamente como um sinal EMG (O’SULLIVAN, 2010).

O bíceps braquial é um músculo biarticular, que atua para flexionar as articulações do ombro e do cotovelo. Segundo Kendall (2007), é composto por duas cabeças; a cabeça curta que tem origem no ápice do processo coracóide da escápula e a cabeça longa com origem no tubérculo supraglenóide da escápula, ambas com

inserção na tuberosidade do rádio e aponeurose da fásia bicipital.

A força muscular é definida como a quantidade máxima de esforço produzido por um músculo ou grupo muscular no local de inserção no esqueleto. A força máxima que um músculo ou um grupo muscular pode gerar é comumente expressa como uma repetição máxima ou 1-RM, a carga máxima que pode ser movida por meio de uma faixa de movimento quando em boa forma (POWERS, 2005).

O exercício de fortalecimento ou treinamento de força é o procedimento sistemático, de um músculo ou grupo muscular, de levantar, abaixar ou controlar cargas pesadas (resistência) durante um número relativamente baixo de repetições ou um curto período de tempo (KISNER, 2005).

A Eletromiografia (EMG) é o estudo da atividade elétrica do músculo e com ela é possível quantificar a magnitude da resposta elétrica dos músculos durante a tarefa (HAMILL, 2008).

A busca pela qualidade de vida, saúde e melhorias estéticas teve papel importante no início da difusão da prática de exercícios físicos em ambientes fechados como academias. No início não se sabia o que era mais efetivo, se eram os pesos livres ou aparelhos de musculação, nem ao certo o papel de cada um na atividade muscular (FILHO, 2002). O recente crescimento no uso da eletroterapia provavelmente está relacionado à melhoria dos equipamentos para eletroterapia que estão sendo produzidos, o que os torna mais fáceis de serem utilizados e fornecem mais opções de tratamento do que eram anteriormente disponíveis (ANDREWS, 2005).

Porém, por melhores que sejam os efeitos não é possível determinar qual técnica é realmente eficaz, incluindo exercícios contra resistência. Dessa crescente variação de resultados, especialmente nos treinos de força muscular, derivou a necessidade de comparar a eletroestimulação com exercícios de contração voluntária. Então, para que a análise entre os treinos de fortalecimento seja fidedigna, é preciso comparar grupos musculares saudáveis utilizando-se os mesmos procedimentos e instrumentos (BROCHERIE, 2005).

## **METODOLOGIA**

Essa pesquisa trata-se de uma revisão sistemática, caracterizada pela resolução dos problemas a partir da identificação e a rotulação de variáveis, de modo a testar a relação entre essas variáveis (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007).

Realizada nas bases de dados LILACS, MEDLINE, PUBMED, PEDro, foram utilizados os seguintes descritores: estimulação elétrica funcional, ganho de força e bíceps braquial. No rastreamento das publicações não foi utilizado o operador lógico, realizado por dois pesquisadores.

Utilizou-se a PEDro scale para análise desses artigos. Essa escala foi desenvolvida pela Physiotherapy Evidence Database para ser empregada em estudos experimentais e tem uma pontuação total de até 10 pontos, incluindo critérios de avaliação de validade interna e apresentação da análise estatística empregada. A seleção dos estudos foi realizada, então, em três etapas: 1º etapa - leitura dos títulos; 2º etapa - leitura dos resumos dos artigos selecionados na 1ª etapa; 3º etapa - leitura na íntegra dos artigos selecionados na 2ª etapa e aplicação da PEDro scale. Como critérios para inclusão do artigo científico foram adotados os seguintes:

Ter sido publicado no período de 2000 a 2017; Ter população com idade maior que 18 anos, sexo masculino, saudáveis e sedentários; Estarem incluídos em estudos clínicos randomizados; Estarem escritos em língua portuguesa.

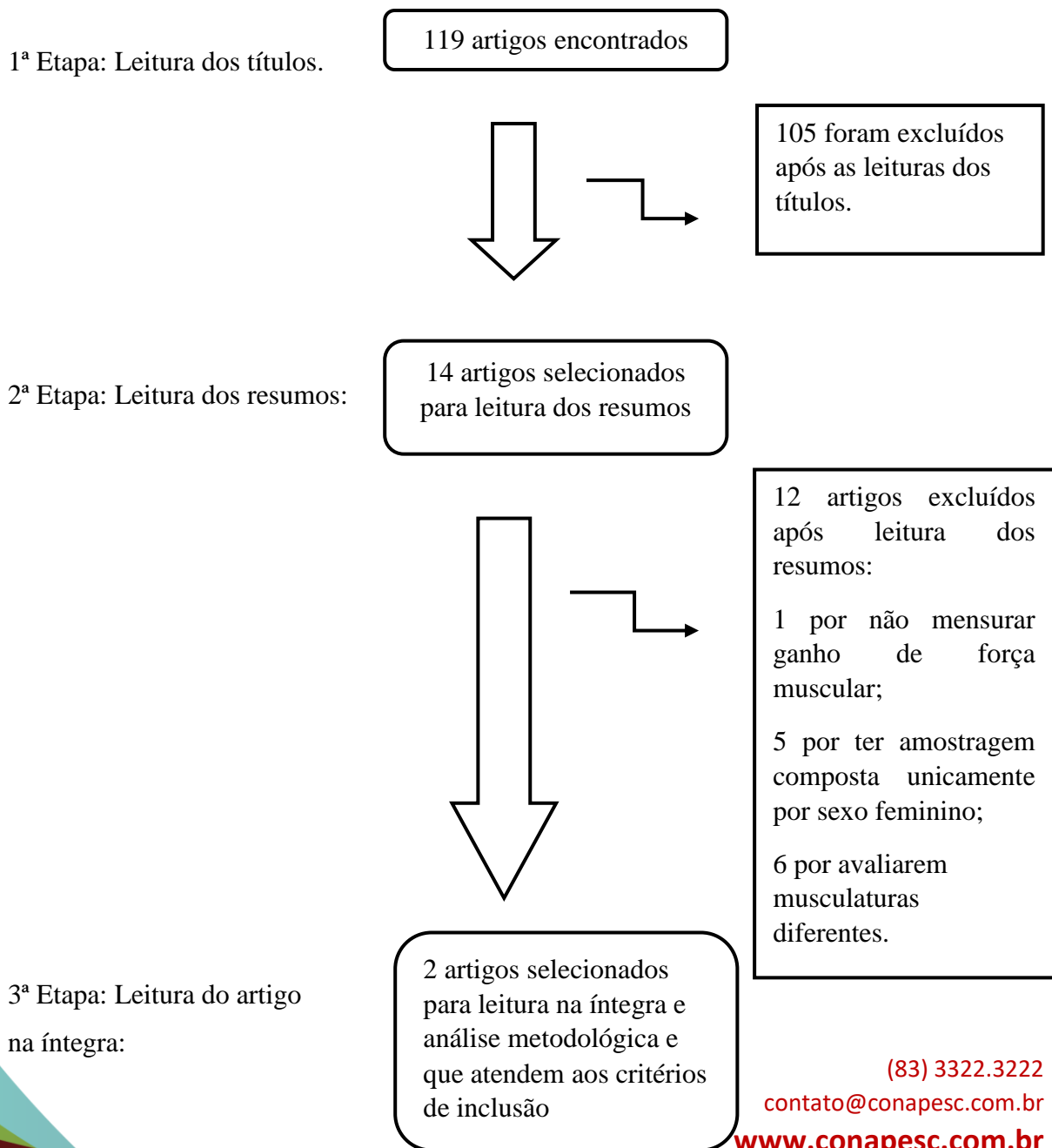
Os artigos incluídos na revisão sistemática foram apresentados em um quadro que destaca suas características principais, como: autores, ano de publicação, desenho metodológico, participantes do estudo, desfechos avaliados, caracterização do protocolo de intervenção (tempo, intensidade, análises estatísticas utilizadas e principais resultados para serem confrontados com a literatura pertinente).

## RESULTADOS

Após a busca nas bases de dados com os descritores estabelecidos, foram encontrados 119 artigos, onde 14 deles foram pré-selecionados após a leitura dos títulos (1ª etapa), sendo 12 excluídos após a leitura dos resumos (2ª etapa), por não atenderem integralmente aos critérios de inclusão. Permaneceram, portanto, 2 artigos para a leitura íntegra (3ª etapa) e serem avaliados metodologicamente pela PEDro scale.

As etapas de seleção dos artigos são mostradas na figura 1.

**Figura 1.** Processo de seleção dos artigos publicados sobre fortalecimento muscular com uso de estimulação elétrica funcional e exercícios contra-resistidos.



A análise metodológica de cada artigo, com os devidos escores da escala PEDro estão dispostos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Escore da escala de PEDro.

	Oliveira, F. <i>et al</i>	Chaves, J.
<b>Especificação de critérios de inclusão (item não pontuado)</b>	Sim	Sim
<b>Alocação aleatória</b>	Sim	Sim
<b>Sigilo na alocação</b>	Sim	Sim
<b>Similaridade inicial entre grupos</b>	Sim	Sim
<b>Mascaramento de participantes</b>	Não	Sim
<b>Mascaramento de terapeutas</b>	Não	Não
<b>Mascaramento de avaliadores</b>	Não	Não
<b>Medidas de um desfecho primário (85% dos participantes)</b>	Sim	Sim
<b>Análise de intenção de tratar</b>	Sim	Sim
<b>Comparação entre grupos em um desfecho primário</b>	Sim	Sim
<b>Tendência central e variabilidade de pelo menos uma variável</b>	Sim	Sim
<b>Escore total</b>	<b>7</b>	<b>8</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa

**Tabela 2:** Resumo das informações mais relevantes extraídas de cada artigo.

<b>Autores e ano de publicação</b>	Oliveira, F. <i>et al.</i> /2002	Chaves, J. /2011
<b>Desenho metodológico</b>	Estudo clínico randomizado. Avaliação pré/pós intervenção.	Estudo clínico randomizado controlado. Avaliação pré/pós intervenção.
<b>Participantes</b>	28 voluntários, saudáveis e sedentários, divididos em quatro grupos	47 voluntários, saudáveis e sedentários, divididos em quatro grupos.
<b>Desfechos avaliados</b>	Ganho de força muscular em bíceps braquial.	Ganho de força muscular e atividade elétrica em bíceps braquial.
<b>Intervenção</b>	Grupo I: treinamento de membro superior com halter. Grupo II: eletroestimulação (vinte contrações isométricas) em membro superior. Grupo III: treinamento de membro superior com halter associado à eletroestimulação. Grupo IV: não estimulado e sem exercício.	Grupo I: 20min. de EENM realizando contração isométrica em máquina Scott. Grupo II: 3 séries de 12 repetições realizando flexo-extensão de cotovelo contra resistência, associado à aplicação de EENM. Grupo III: 3 séries de 12 repetições realizando flexo-extensão de cotovelo contra resistência. Grupo IV: não estimulado e sem exercício.
<b>Resultados</b>	Grupo II: houve ganho de força muscular em bíceps braquial ao fim do processo. Grupo III: houve ganho de força em bíceps braquial ao fim do processo.	Para os grupos I, II e III houve aumento da força estática e força dinâmica, porém a diferença encontrada não foi estatisticamente significativa. IV: Não houve ganho de força

## 4 DISCUSSÃO

O estudo de Oliveira (2011) teve como propósito comparar os efeitos do exercício contra-resistido em diagonal com halter (G1) e da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) combinada com exercício isométrico (G2) ou combinada com exercício contra-resistido em diagonal com halter (G3) no incremento de força e no aumento de massa nos músculos bíceps e tríceps braquial. Para isso, 28 indivíduos de ambos os sexos foram divididos em quatro grupos. Foram utilizados os seguintes parâmetros para a eletroestimulação: frequência = 50 Hz, largura de pulso = 150 milissegundos, ciclo ON/OFF = 1/1 (10segundos/ 10 segundos). Após 24 sessões de treinamento, realizadas três vezes por semana com a carga fixa de 50% da carga máxima obtida no Teste Incremental de Membros Superiores (TIMS), foi repetida a avaliação.

Foi possível identificar neste estudo o aumento de força medida pela comparação de carga conseguida no TIMS pré e pós-treinamento no grupo que realizou exercícios na diagonal com halter associados à eletroestimulação (G3).

O estudo de Chaves (2002) objetivou analisar os efeitos da EENM na atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial antes e após um protocolo de correntes de média frequência. A atividade elétrica muscular e a força isométrica foram avaliadas durante uma contração isométrica voluntária máxima com resistência, através da Eletromiografia (EMG) realizou-se também o teste de 1 Repetição Máxima (1RM). Participaram deste estudo 22 indivíduos saudáveis, randomizados em quatro grupos. Os parâmetros utilizados serão: impulsos de 300 milissegundos; frequência de 50Hz; tempo *on* de 9 segundos; tempo *off* de 9 segundos; duração de pulso: 0,3 ms, sendo 15 minutos total de aplicação. Os resultados deste estudo demonstraram que o treinamento muscular voluntário, treinamento isotônico associado à eletroestimulação e treinamento isométrico associado à eletroestimulação, sugerem um aumento da atividade elétrica muscular, força isométrica e força dinâmica, porém, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

Estudos de Sivini & Lucena (1999) identificaram a ocorrência de maior ganho de perímetria e força no grupo submetido à eletroestimulação associado aos exercícios musculares convencionais.

Assim como o estudo citado acima, as pesquisas de Chaves (2002) e Oliveira (2011) apontam para o aumento do ganho de força muscular no grupo que recebeu a eletroestimulação neuromuscular associada ao



protocolo de treinamento muscular convencional. Nos trabalhos aqui citados, o desvio padrão entre os grupos que receberam as intervenções associadas e os respectivos grupos controle apresentaram importante significância estatística.

## **5 CONCLUSÃO**

Um bom conhecimento da aplicação da EENM poderá otimizar o seu uso tanto para a clínica como para programas de reabilitação física que envolvem fortalecimento muscular.

A literatura ainda é controversa quanto ao ganho de força muscular quando se associa o protocolo de treinamento muscular convencional à eletroestimulação neuromuscular, quando se avalia protocolos e parâmetros.

As informações amplamente difundidas na literatura corroboram os achados dos artigos analisados neste estudo. Não existe ainda um consenso sobre qual método de fortalecimento é mais eficiente, no entanto, esta pesquisa encontrou comprovação para a utilização das duas técnicas associadas e aponta para um consenso sobre qual método de fortalecimento é mais eficiente.

Uma possível solução para esclarecer a funcionalidade da eletroestimulação neuromuscular em relação ao ganho de força é a realização de mais estudos na área, que possibilitem maiores amostragens, com mais tempo de intervenção nos grupos dos estudos, promovendo maior adaptação neuromuscular.

Espera-se que com esse estudo, possamos ter contribuído para o entendimento dos efeitos e parâmetros da corrente FES sobre a força da musculatura esquelética, assim como para o desenvolvimento da pesquisa tanto no meio acadêmico como na abordagem terapêutica nas diferentes situações ou patologias apresentadas, buscando melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, James R. *et al.* Reabilitação Física do Atleta. 3.Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.  
BEAR, Mark F. *et al.* **Neurociências: Desvendando o Sistema Nervoso.** 3.Ed. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

BROCHERIE, F.; BABAULT, N.; COMETTI, G.; MAFFIULETTI, N.; CHATARD, J.C.  
Electrostimulation Training Effects on the Physical Performance of Ice Hockey Players. **Med. Sci. Sports Exerc.**, 37(3) 445-460, 2005.

FALLER, Lian *et al.* Avaliação da fadiga muscular pela aplicação de um protocolo de EENM. **Rev Bras Fisioter**, São Carlos, v. 13, n. 5, p. 422-9, set./out. 2009.

FILHO, J.F.; RAMOS, A.T.; ANDREOLI, F. **Peso livre ou maquinário: Uma abordagem científica. Treinamento desportivo: aplicações e implicações.** 2002.

HAMILL, Joseph; KNUTZEN, Katherine M. **Bases Biomecânicas do Movimento Humano.** 2.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2008.

CHAVES, J. *et al.* Efeitos da eletroestimulação neuromuscular sobre a atividade elétrica e força do músculo bíceps braquial. **Revista Fisioterapia Brasil.** Atlântica editora. 2011.

KENDALL, Florence Peterson *et al.* **Músculos: Provas e Funções.** 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2007.

KISNER, Carolyn; COLBY, Lynn Allen. **Exercícios Terapêuticos.** 4.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

KITCHEN, Sheila. **Eletroterapia Prática Baseada em Evidências.** 11.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2003.

OLIVEIRA, F. Estimulação elétrica neuromuscular e exercícios com movimentos na diagonal para ganho de força em bíceps e tríceps braquial. **Rev. bras. fisioter.** Vol. 6, No. 3 (2002), 159-165.

O'SULLIVAN, Susan B. **Fisioterapia: Avaliação e Tratamento.** 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2010.

POWERS, Scott K; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho.** 5.Ed. – Barueri, São Paulo: Manole, 2005.

SANTOS, F.M.; RODRIGUES, R.G.S.; TRINDADE-FILHO, E.M. Exercício físico versus programa de exercício pela eletroestimulação com aparelhos de uso doméstico. **Revista Saúde Pública**. Brasil.2008;42(1):117-122.

SIVINI, S. C. L. & LUCENA, A. C. T., **Desenvolvimento da força muscular através da corrente russa em indivíduos saudáveis**. Trabalho de conclusão de curso em Fisioterapia da UFPE. 1999.

THOMAS, J.R; NELSON, J.K; SILVERMAN, S.J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 5ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

WARD, A.; SHKURATOVA, N. **Russian Electrical Stimulation: The Early Experiments**. **Phys. Ther.**, 82: 1019-1030, 2002.