

# TRATAMENTO DE TERAPIA VIBRATÓRIA EM PACIENTES COM ESPASTICIDADE

## *Vibratory Therapy Treatment in Spasticity Patient*

Rodrigo Lício Ortolan<sup>1</sup>

Graziela Saraiva Reis<sup>2</sup>

Lúcia Souza Magro<sup>2</sup>

Paulo Umeno Koeke<sup>2,3</sup>

Nivaldo Antônio Parizotto<sup>2,3,4</sup>

Alberto Cliquet Jr.<sup>1,4,5</sup>

### **Resumo**

O propósito deste trabalho foi avaliar os efeitos da terapia vibratória na diminuição da espasticidade. Foram estudados oito voluntários que haviam sofrido acidente vascular cerebral (AVC) e apresentavam espasticidade. A evolução dos voluntários foi analisada por eletromiografia e medida de amplitude do movimento. Os resultados obtidos revelam que os valores do sinal da média da raiz quadrada (RMS), no final do tratamento, foram maiores do que os valores iniciais, e os valores finais da Frequência Mediana (FME) foram menores do que os iniciais. Apesar da resposta eletromiográfica apresentar resultados contraditórios, ficou evidente que o tratamento foi benéfico, pois a amplitude do movimento aumentou significativamente, resultando no decréscimo da espasticidade e melhora do controle motor, conforme relatos dos pacientes.

**Palavras-chaves:** Terapia Vibratória; EMG; Espasticidade.

<sup>1</sup> (ortolan@sel.eesc.sc.usp.br) Engenheiro Elétrico, Mestre em Engenharia Elétrica – Engenharia de Reabilitação pela USP (SEL-EESC), Doutorando em Engenharia Elétrica – Engenharia de Reabilitação pela USP (SEL-EESC).

Laboratório de Biocibernética e Engenharia de Reabilitação da USP (SEL-EESC).

<sup>2</sup> (grazielasreis@bol.com.br) Fisioterapeuta formada pela UFSCar: (lucinhamm@hotmail.com) Fisioterapeuta formada pela UFSCar.

<sup>3</sup> Laboratório de Eletrotermofoterapia da UFSCar (CCBS).

<sup>3</sup> (paulokoeke@hotmail.com) Fisioterapeuta, Mestre em Bioengenharia pelo Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia - EESC/FMRP/IQSC – USP, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UFSCar, Professor da disciplina de Anatomia do curso de Fisioterapia e Enfermagem das Faculdades Católicas Salesianas – Araçatuba - SP. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia – UFSCar.

<sup>4</sup> (parizoto@power.ufscar.br) Fisioterapeuta, Mestre em Ciências Fisiológicas – FMRP – USP, Doutor em Engenharia Elétrica – UNICAMP, Orientador Específico do Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia - EESC/FMRP/IQSC – USP, Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia - UFSCar. Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia - EESC/FMRP/IQSC – USP.

<sup>5</sup> (cliquet@sel.eesc.sc.usp.br) Engenheiro Eletrônico, Mestre em Bioengenharia pelo Programa de Pós-graduação Interunidades Bioengenharia - EESC/FMRP/IQSC – USP, Ph.D. em Bioengenharia pela University of Strathclyde, Livre Docência pela UNICAMP, Pós-Doutorado pela UNICAMP.

Departamento de Ortopedia e Traumatologia da UNICAMP (FCM).

**Endereço para correspondência:** Nivaldo Antonio Parizotto, Laboratório de Eletrotermofoterapia, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, Via Washington Luís, km 235, CP 676, CEP 13565-905, São Carlos, SP, Brasil, Tel: (16) 3351-8630 E-mail: parizoto@power.ufscar.br

## Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effects of the vibratory therapy in order to decrease the spasticity. Eight spastic volunteers were submitted to the treatment and evaluated by electromyography (EMG) and the measurement of movement amplitude. The results revealed that the Root Mean Square (RMS) values of the myoelectric signal after the treatment were larger than the initial values. However the final values of EMG medium frequency were smaller than before the treatment. Although the electromyographic response showed contradictory results, it was evident that the treatment was beneficial, due to the fact that the movement amplitude increased significantly, resulting in spasticity decrease and improvement in voluntary motor control, according to patients report.

**Keywords:** Vibratory Therapy; EMG; Spasticity.

## Introdução

Hagbarth et al. (1968) reportaram que a vibração de baixa frequência pode modular as aferências musculares, as quais são importantes no controle motor. Esses autores observaram também que após a vibração, o músculo apresenta uma resposta reflexa de contração sustentada e relaxamento simultâneo do seu antagonista.

Para Radovanovic et al. (1998), a vibração aumenta o influxo aferente final do fuso muscular primário e permite a contração reflexa, o chamado reflexo tônico de vibração (RTV).

Se a vibração for aplicada no tendão haverá a produção de uma sensação ilusória de movimento. A sensação ilusória de movimento é comumente acompanhada de uma resposta tônica excitatória no músculo antagonista ao músculo que está sendo vibrado (resposta vibratória antagonista ou RVA) (FIGUIÈRE et al., 1999).

A vibração de baixa frequência exerce importante ação neuromuscular e de acordo com Bisschop et al. (2001), reflexos tendinosos podem ser diminuídos com frequências de 100Hz.

Aplicações da terapia vibratória de baixa frequência, durante o reflexo miotático, geram o RTV (que nada mais é do que a permanência do reflexo miotático enquanto a vibração perdura), por meio de uma série de estiramentos induzidos (BISSCHOP et al., 2001). Desta maneira, poderia

se recomendar esse tipo de terapia para provocar efeitos de relaxamento e inibição nos episódios espásticos originários do sistema nervoso central.

Tendo em vista os benefícios que a terapia vibratória pode proporcionar, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da terapia vibratória de baixa frequência nos membros superiores de pacientes com espasticidade.

## Materiais e Métodos

Participaram do estudo 8 indivíduos adultos que haviam sofrido AVC (acidente vascular cerebral), sendo 5 pacientes hemiplégicos à esquerda e 3 à direita, de ambos os sexos (5 mulheres e 3 homens), com idade variando entre 64 e 78 anos. O tempo de comprometimento desses pacientes percorre a faixa de 12 a 18 meses. Esse trabalho foi realizado na Unidade Especial de Ensino Pesquisa e Extensão em Fisioterapia (Ambulatório) e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) sob protocolo número 081/2002.

Os critérios de inclusão foram: presença de graus leve, moderado ou grave de espasticidade, de acordo com a Escala Modificada de Ashworth. Já os critérios de exclusão foram: presença de neoplasias, processos infecciosos e inflamatórios agudos no local da estimulação.

Uma avaliação física inicial determinou a presença da espasticidade e foi ainda realizada a goniometria da articulação do cotovelo para mensuração da amplitude de movimento (ADM) e a captura do sinal mioelétrico (EMG).

Para a coleta do EMG foram utilizados eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (Lynx Tecnologia Eletrônica Ltda.), compostos por duas barras paralelas de prata de 10<sup>1</sup> mm, distantes 10 mm entre si. Estes eletrodos permitiram que o sinal fosse pré-amplificado com um ganho de 20 vezes. Este sinal foi então aplicado a um Módulo Condicionador de Sinais com 16 canais de entrada modelo MCS 1000-V2 (LYNX-Tecnologia Eletrônica Ltda.), que filtrou os sinais, atenuando frequências abaixo de 20 Hz e acima de 500 Hz e em seguida foram amplificados os sinais em 50 vezes, totalizando então um ganho de 1000 vezes por canal.

O sinal condicionado analogicamente foi então amostrado a uma taxa de 4 kHz, por uma

placa conversora analógico-digital (A/D) modelo CAD 12/56 da LYNX com 12 bits de resolução. Os sinais foram obtidos com o programa de aquisição de sinais AQDADOS, versão 5.0 (LYNX), utilizando um computador pessoal (PC) padrão, com 2 GHz de clock e 256 Mb de memória RAM.

Como eletrodo de referência foi utilizado um eletrodo descartável da marca Noraxon, constituído de uma liga de prata/cloreto-de-prata (Ag-AgCl) com área de 1 cm<sup>2</sup>, fixado no epicôndilo medial do braço acometido dos pacientes.

Os eletrodos ativos foram fixados sobre os músculos Bíceps Braquial (BB) e Tríceps Braquial (TB) no lado acometido dos pacientes. É importante lembrar que antes da fixação dos eletrodos houve a preparação da pele, na qual foi usado álcool para limpeza e posterior tricotomia nos casos necessários. O posicionamento dos eletrodos seguiu as normas internacionais da BIOMED II/ SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) (FRERIKS; HERMENS, 2000).

Após fixação dos eletrodos os pacientes foram posicionados na posição sentada de forma relaxada e então foi dado início à coleta do sinal mioelétrico durante 20 segundos com o membro em repouso. Para cada paciente foram realizadas três coletas de 20 segundos para maior confiabilidade.

As coletas foram realizadas em três ocasiões diferentes: a primeira coleta foi realizada antes dos procedimentos de aplicação da técnica, a segunda coleta foi feita dois dias após o término das 15 aplicações da terapia vibratória de baixa frequência, e a terceira foi realizada após duas semanas do término do tratamento.

O processamento digital dos sinais mioelétricos foi realizado por meio do uso do Software Matlab versão 5.3 da Mathworks Inc. para se calcular os valores RMS e da Frequência Mediana (FME) do sinal.

O valor RMS (Root Mean Square) foi escolhido dentre os parâmetros temporais, pois é o mais utilizado para obter informações relacionadas com a amplitude do sinal (FRERIKS; HERMENS, 2000) e por informar a potência média do sinal no intervalo de tempo analisado. Com as informações da amplitude do sinal é possível inferir sobre a quantidade de unidades motoras disparando (BASMAJIAN; DELUCA, 1985). Este parâmetro deve ser calculado em um determinado intervalo de tem-

po. Para a obtenção deste valor foi adotado como padrão uma única janela com todo o período de captação (20 segundos).

O espectro de densidade de potência do sinal mioelétrico apresenta gradativamente frequências mais baixas conforme o músculo começa a entrar em estado de fadiga muscular (BASMAJIAN; DELUCA, 1985). As variações no espectro de potência do sinal mioelétrico podem ser observadas pelo cálculo de alguns parâmetros espectrais, sendo que o valor da frequência mediana é o mais utilizado, pois tem uma sensibilidade menor ao ruído e uma sensibilidade ligeiramente maior para fadiga frente a outros parâmetros (HERMENS et al., 2000). A frequência mediana é o valor da frequência que divide o espectro de potência em duas partes com potências iguais.

A EMG teve como objetivo avaliar o tônus basal do lado espástico dos indivíduos pela possibilidade do sinal mioelétrico estar relacionado com um estado de espasticidade por meio da coleta no repouso. A partir da análise do sinal mioelétrico foi possível uma comparação indivíduo-indivíduo, do ponto de vista de recrutamento de fibras musculares no repouso, avaliando se houve aumento ou diminuição da espasticidade após os procedimentos a que os pacientes foram submetidos.

Outras duas avaliações utilizando goniometria da articulação do cotovelo para mensuração da amplitude de movimento (ADM) foram realizadas, uma sendo dois dias após a última sessão de tratamento e, a segunda, 14 dias após esta última. O período total de tratamento foi de 35 dias, com 15 sessões de terapia vibratória realizadas três vezes por semana, com um intervalo de 48 horas entre cada sessão. Durante todo o período de tratamento e análise dos dados não houve qualquer tipo de tratamento adicional, assegurando a fidelidade da segunda reavaliação quanto ao efeito da terapia aplicada.

A terapia vibratória foi aplicada utilizando-se um equipamento gerador de ondas sonoras de baixa frequência (intra-som) da marca NOVAFON modelo SK2, com frequência principal de 100 Hertz, 7 cm<sup>2</sup> de área do cabeçote e oscilação entre 1 e 2 mm. O tempo de aplicação era de 15 minutos com o cabeçote mantido no mesmo lugar durante todo este período, em contato direto com a pele, perpendicularmente ao tendão distal do músculo tríceps braquial. A pressão exercida pelo aplicador era equivalente à sensação de to-

que do cabeçote de vibração com o osso sob o tendão e a observação do aparecimento de som durante a aplicação.

A análise estatística dos resultados obtidos foi feita pelo teste de ANOVA para medidas repetidas e teste Post Hoc de Duncan para testar as diferenças na evolução ( $p \leq 0.05$ ).

## Resultados

Foram observados ganhos significativos na ADM da articulação do cotovelo após a aplicação da terapia vibratória de baixa frequência. A Figura 1 mostra a evolução da ADM.

Para análise dos resultados obtidos pela EMG podem ser observadas as figuras 2, 3, 4 e 5 onde há dados referentes aos músculos bíceps braquial e tríceps braquial, relativos aos valores de RMS e da frequência mediana (FME).

Na Figura 2, observamos a evolução do valor RMS do sinal mioelétrico do músculo bíceps braquial nos 3 momentos avaliados. Nota-se que foram obtidos maiores valores na captação realizada logo após o tratamento, e houve uma diminuição do valor do mesmo, na avaliação feita 15 dias após o final do tratamento. No entanto, o valor final deste dado permaneceu em níveis mais elevados do que na avaliação feita antes do início do tratamento.

Na Figura 3, é apresentada a evolução do valor RMS do sinal mioelétrico nos 3 momentos avaliados, considerando agora o músculo tríceps braquial. Observa-se que houve aumento do seu valor no momento logo após o tratamento quando comparado à avaliação realizada antes do início do tratamento. Já em relação à avaliação final, nota-se que o valor do RMS manteve-se em relação ao seu valor logo após o tratamento.

A evolução da frequência mediana do sinal mioelétrico para o músculo bíceps braquial nos 3 momentos avaliados é apresentada na Figura 4. Pode-se observar que o menor valor foi obtido logo após o tratamento e que o valor final foi menor do que o valor inicial.

Na Figura 5, observamos a evolução da frequência mediana do sinal mioelétrico para o músculo tríceps braquial nos 3 momentos avaliados. Percebe-se que houve diminuição em seu valor logo após o tratamento e que no momento final foi obtido o menor valor.

Comparando os três instantes, pode-se afirmar que os valores finais do RMS do sinal, tanto para o tríceps quanto para o bíceps, foram maiores do que os valores iniciais. Em relação a FME, pode-se notar que seus valores finais foram menores do que os iniciais ( $p=3,713296E-18$ ).

## Considerações Finais

Os valores de RMS no sinal eletromiográfico estão relacionados com recrutamento de unidades motoras, sendo que o seu aumento significa que houve um número maior de unidades motoras ativadas, o que não foi observado nestes resultados, uma vez que as coletas foram feitas em repouso. No entanto, o RMS pode estar relacionado a unidades motoras no repouso, pois o tônus dos nossos pacientes é anormal e provavelmente há unidades motoras disparando espontaneamente.

Para a Frequência Mediana (FME), quanto maior o tempo de sustentação da contração, mais fadigado o músculo sadio fica, e é menor o seu valor. Porém, isso não foi observado nos resultados, onde quanto maior foi a diminuição no valor da Frequência Mediana, mais fácil ficou a realização do movimento. Por isso, acredita-se que a correlação entre FME e fadiga de músculo, pode não ser admissível para um músculo com espasticidade.

Pereira e Araújo (2002) num estudo sobre a eletromiografia de superfície em pacientes portadores de espasticidade, verificaram que na condição de repouso, o valor RMS do sinal mioelétrico para o grupo espástico foi maior quanto mais severa a espasticidade. Esse mesmo grupo também apresentou valores dos sinais eletromiográficos entre os lados lesado e sadio com evidências de diferenças estatisticamente significativas, como era esperado, já que o músculo espástico é resultado de aumento do tônus muscular, comumente encontrado nas lesões centrais. Fazendo-se a comparação do sinal EMG com a graduação da escala modificada de Ashworth, observou-se que os sujeitos portadores de espasticidade, classificados entre os graus 1 e 4, obtiveram média de sinal EMG respectivamente crescente ao repouso. Assim, parece existir uma relação entre o sinal EMG e a escala de Ashworth, podendo ser feita uma avaliação clínica da

espasticidade mais minuciosa, permitindo a determinação de um tratamento mais eficaz. Já em nosso trabalho foi observado um incremento nos valores finais do RMS tanto para o músculo tríceps quanto para o bíceps, não correspondendo, entretanto, a um aumento da espasticidade como refere o estudo citado acima. Pelo contrário, esse aumento no valor do RMS promoveu uma facilitação do movimento, provavelmente, devido à uma melhora no sincronismo das unidades motoras do músculo, contribuindo positivamente para o ganho de amplitude de movimento (ADM) da articulação do cotovelo dos pacientes avaliados.

Parece que a espasticidade leva a uma queda da força muscular por desuso prolongado, uma vez que os pacientes eram crônicos, o que provavelmente leva a um padrão de resposta miopática, como cita Fisnteter (2001). Sugere-se que possa ter havido uma reversão da resposta de RMS menor e FME maior iniciais para RMS maior e FME menor após o tratamento em decorrência de uma possível atrofia muscular. Vale lembrar que os registros foram obtidos em repouso, reforçando este padrão de interferência sugerido.

Acreditamos que a provável fundamentação para o efeito do relaxamento após a terapia vibratória seja um efeito primário à aplicação do reflexo miotático. A terapia vibratória incita o reflexo miotático no músculo que se busca desenvolver força. A aferência do fuso manda sinal para medula e além das conexões medulares, o sinal é enviado para centros superiores que informam o córtex do nível de contração e força produzida, possibilitando a aprendizagem.

Consideramos que o tratamento foi benéfico para os pacientes, pois a ADM aumentou significativamente, o que caracteriza a diminuição do grau de espasticidade e melhora no controle motor. Além disso, pode-se notar pelos relatos dos pacientes e seus respectivos acompanhantes, que houve uma melhora nas atividades de vida diária, alívio da tensão e do estresse, melhora do estado emocional e estímulo da autoconfiança dos pacientes.

### Agradecimentos

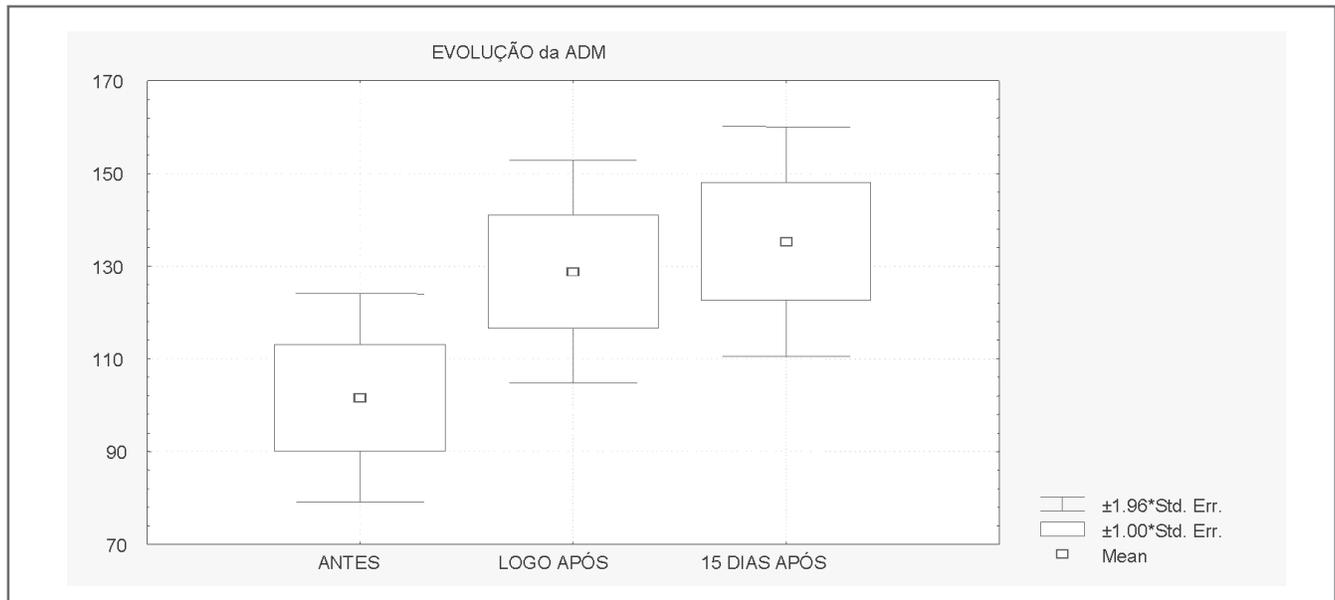
Os autores gostariam de agradecer a CAPES e FAPESP pelos recursos concedidos.

### Referências

- BASMAJIAN JV, DELUCA CJ. **Muscle Alive: Their Functions Revealed by Electromyography**, 5th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. 561p
- BISSCHOP G, BISSCHOP E, COMMANDRÉ F. Vibrações Mecânicas. In: \_\_\_\_\_. **Eletrofisioterapia**. São Paulo,SP: Santos,2001.
- FIGUIÈRE SC, ROMAIGUÈRE P, GILHODES JC, ROLLJP. Antagonist motor responses correlate with kinesthetic illusions induced by tendon vibration. **Exp. Brain Res.**, v. 124, p. 342-350, 1999.
- FINSTETER J EMG-interference pattern analysis. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 11, p. 231-246, 2001.
- FRERIKS LJM, HERMENS HJ. **SENIAM 9: European Recommendations for Surface ElectroMyoGraph**, results of the SENIAM project, Roessingh Research and Development BV, (CD-rom), 2000.
- HAGBARTH K, HAGBARTH E, EKLUNK G. The effects of muscle vibration in spasticity, rigidity and cerebellar disorders. **J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.**, v. 31, p. 207-213, 1968.
- HERMENS HJ, FRERIKS LJM, MERLETTI R, HÄGG G, STEGEMAN DF, BLOKJ, RAU G, DISSELHORST-KLUG C. **SENIAM 8: European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy**, Roessingh Research and Development B.V., 2000.
- PEREIRA AC, ARAÚJO RC. Estudo sobre a eletromiografia de superfície em pacientes portadores de espasticidade. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 6, n. 3, p. 127-134, 2002.
- RADOVANOVIC S, JÁRIC S, MILAVONIC S, VUKCEVIC I, LJUBISAVLJEVIC M, ANASTASIJEVIC R. The effects of prior antagonist muscle vibration on performance of rapid movements. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 8, p. 139-145, 1998.

Recebido em/received in: 11/08/2004  
Aprovado em/Approved in: 12/11/2004

**Figura 1:** Valores em graus relativos à goniometria da articulação do cotovelo para o arco de movimento ativo nos momentos: antes, logo após e 15 dias após o tratamento por vibração.



**Figura 2:** Valores da raiz quadrada média (RMS) obtida do sinal eletromiográfico (Box-Plot) do músculo bíceps braquial antes, logo após e 15 dias após o tratamento.

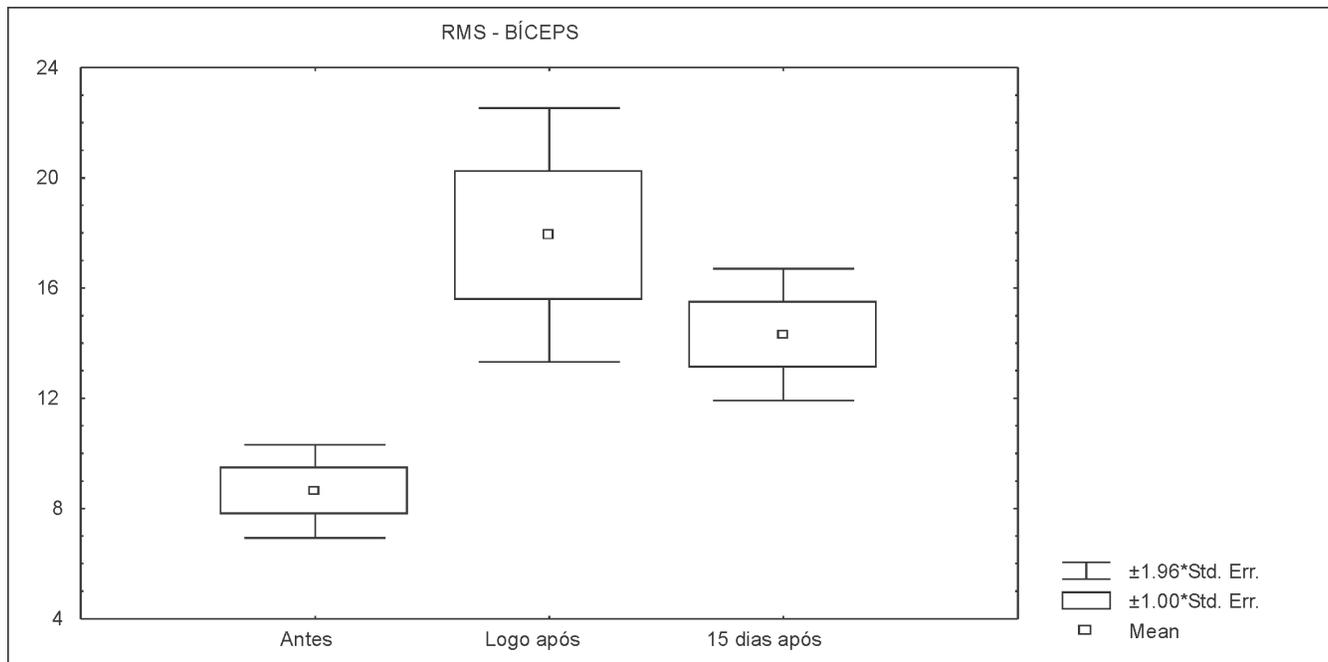


Figura 3: Valores da raiz quadrada média (RMS) obtidas do sinal eletromiográfico (Box-Plot) do músculo tríceps braquial antes, logo após e 15 dias após o tratamento.

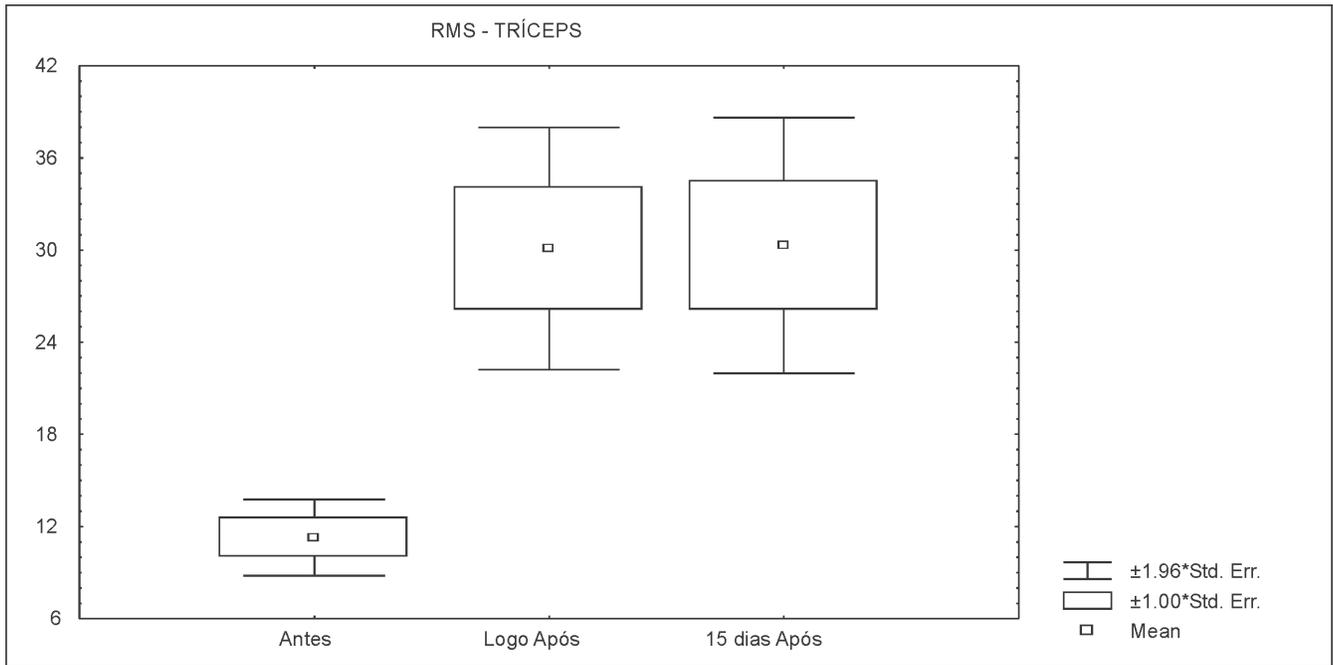


Figura 4: Valores da Frequência Mediana (FME) obtida do sinal eletromiográfico (Box-Plot) do músculo bíceps braquial antes, logo após e 15 dias após o tratamento.

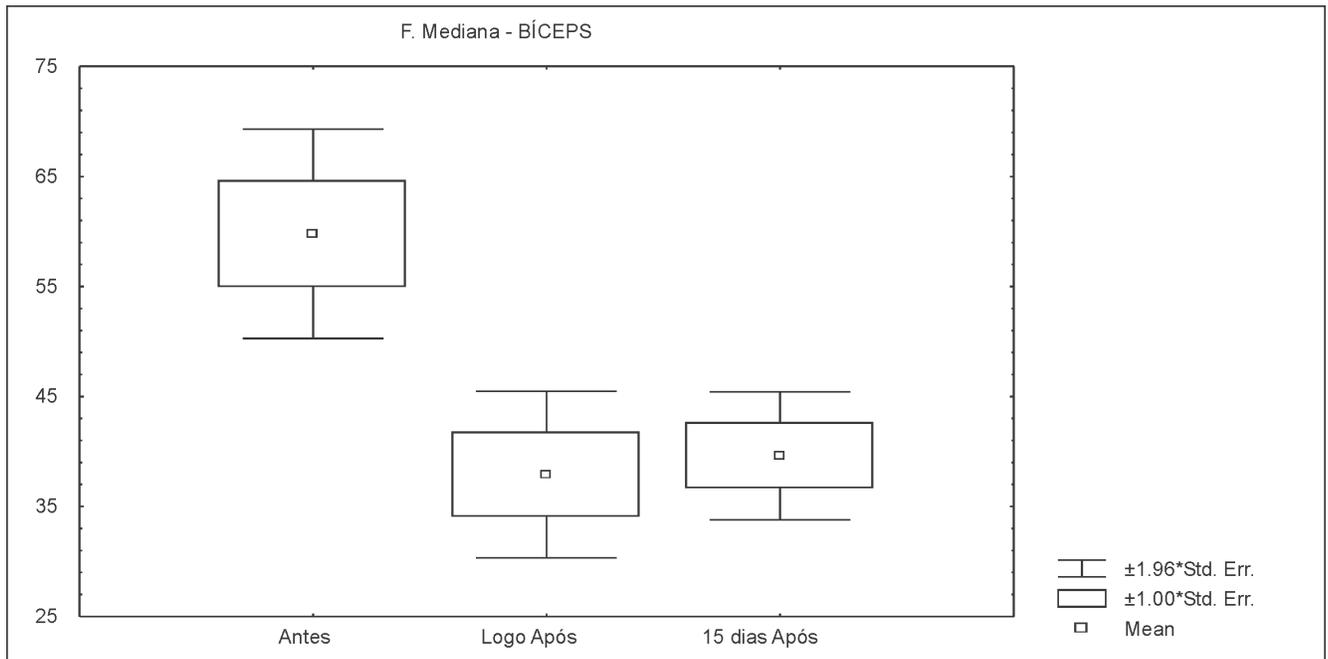


Figura 5: Valores da Frequência Mediana (FME) obtida do sinal eletromiográfico (Box-Plot) do músculo tríceps braquial antes, logo após e 15 dias após o tratamento

