

FACULDADE GUAIRACÁ  
COLEGIADO DE FISIOTERAPIA

**INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO *NORDIC HAMSTRING* NA ATIVIDADE  
ELETROMIOGRÁFICA E NO PICO DE TORQUE DOS MÚSCULOS  
ISQUIOTIBIAIS EM INDIVÍDUOS FISICAMENTE ATIVOS: ESTUDO CLÍNICO**

GUARAPUAVA-PR

2019

FACULDADE GUAIRACÁ  
COLEGIADO DE FISIOTERAPIA

GUILHERME PEREIRA STIMER

**INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO *NORDIC HAMSTRING* NA ATIVIDADE  
ELETROMIOGRÁFICA E NO PICO DE TORQUE DOS MÚSCULOS  
ISQUIOTIBIAIS EM INDIVÍDUOS FISICAMENTE ATIVOS: ESTUDO CLÍNICO**

Trabalho de conclusão de curso, apresentado ao comitê de ética da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).

Orientador: Prof. Dr. Luiz Alfredo Braun Ferreira.

GUARAPUAVA-PR

2019

# INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO *NORDIC HAMSTRING* NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E NO PICO DE TORQUE DOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM INDIVÍDUOS FISICAMENTE ATIVOS: ESTUDO CLÍNICO

*Influence of the nordic hamstring exercise on the electromyographical activity and torque peak of ischiotibial muscles in physically active individuals: clinical study*

Guilherme Pereira Stimer<sup>1</sup>; Luiz Alfredo Braun Ferreira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Discente da Faculdade Guairacá/ SESG

<sup>2</sup>Docente da Faculdade Guairacá/ SESG

## RESUMO

**Introdução:** Muitas evidências científicas afirmam que lesões dos músculos isquiotibiais (MI) estão classificadas entre as mais comuns em diferenciados esportes. Dessa maneira, o exercício excêntrico desempenha um papel contundente no sistema musculoesquelético, proporcionando melhorias consideráveis na estabilidade, na força muscular e na diminuição do risco de lesões. O exercício *Nordic Hamstring* (ENH) foi desenvolvido como um método de treinamento para melhorar a efetividade da contração excêntrica dos músculos isquiotibiais (MI). Estudos demonstram que incluir o ENH em uma intervenção tem como efeito a diminuição da incidência de lesões e fortalecimento dos MI. A eletromiografia de superfície (EMGs) é afirmada como a técnica mais utilizada para analisar a atividade muscular. Através dela o pico de torque vem sendo relatado em protocolos que utilizam contrações isométricas e dinâmicas como um fenômeno que atua no aumento da amplitude do sinal eletromiográfico. O presente estudo tem como objetivo principal verificar os efeitos do ENH na atividade eletromiográfica e no pico de torque de indivíduos fisicamente ativos.

**Metodologia:** Trata-se de um estudo clínico. A amostra foi composta por dez indivíduos fisicamente ativos, os quais foram convidados a participar de um período de treinamento com 12 sessões, três vezes por semana. Os participantes foram submetidos a uma avaliação e reavaliação da atividade eletromiográfica e do pico de torque dos músculos isquiotibiais através da eletromiografia de superfície. **Resultados:** Pode-se observar que não houve mudanças significativas na atividade elétrica dos músculos avaliados, tanto na contração isométrica voluntária máxima (membro direito  $p=0,755$  / membro esquerdo  $p= 0,574$ ) quanto na atividade muscular durante o movimento proposto (membro direito  $p=0,914$  / membro esquerdo  $p= 0,846$ ). Em relação ao pico de torque eletromiográfico, houve mudança significativa nos valores pré x pós no membro direito ( $p=0,014$ ), fato não ocorrido no membro esquerdo ( $p=0,138$ ). **Conclusão:** A presente pesquisa analisou que o ENH não teve efeitos significativos na atividade elétrica dos isquiotibiais, tanto na contração isométrica voluntária máxima, quanto durante o movimento. Porém, houve um aumento significativo no pico de torque eletromiográfico no membro dominante após a intervenção com 12 sessões de treinamento.

**Palavras-chave:** contração muscular, treinamento de resistência, músculos isquiotibiais, eletromiografia.

## ABSTRACT

**Introduction:** Many scientific evidences states that injuries to the hamstring muscles (HM) are classified among the most common in differentiated sports. The eccentric exercise plays a strong role in the musculoskeletal system, providing considerable improvements in stability, in muscle strength and in decreasing the risk of injury. Nordic Hamstring exercise (NHE) was developed as a training method to improve the effectiveness of eccentric contraction of HM. Studies show that including NHE an intervention has the effect of reducing the incidence of lesions and the strengthening of HM. Surface electromyography (EMGs) is affirmed as the most used technique to analyze muscle activity. Through EMG, the peak of torque has been reported in protocols that use isometric and dynamic contractions as a phenomenon that acts in increasing the amplitude of the electromyographic signal. The main objective of this study is to verify the effects of NSN on electromyographic activity and peak torque of physically active individuals. **Methodology:** This is a clinical study. The sample consisted of ten physically active individuals, who were invited to participate in a training period with 12 sessions, three times a week. The participants were submitted to an evaluation and reassessment of the electromyographic activity and the peak torque of the hamstring muscles through surface electromyography. **Results:** It can be observed that there were no significant changes in the electrical activity of the muscles evaluated, both in the maximum voluntary isometric contraction (right limb  $p=0.755$  / left limb  $p= 0.574$ ) and in muscle activity during the proposed movement (right limb  $p=0.914$  / left limb  $p= 0.846$ ). Regarding the peak electromyographic torque, there was a significant change in the pre x post values in the right limb ( $p=0.014$ ), a fact that did not occurred in the left limb ( $p=0.138$ ). **Conclusion:** The present research analyzed that the NHE had no significant effects on the electrical activity of the hamstrings, both on maximum voluntary isometric contraction and during movement. However, there was a significant increase in the peak electromyographic torque in the dominant limb after the intervention with 12 training sessions.

**Keywords:** muscle contraction, resistance training, hamstring muscles, electromyography.

## INTRODUÇÃO

Recentemente diversas pesquisas afirmam que as lesões dos músculos isquiotibiais (MI) estão classificadas entre as mais comuns em diferenciados esportes (OPAR, WILLIAMS E SHIELD, 2012; EKSTRAND, WALDÉN, HAGGLUND, 2016; AL ATTAR et al., 2017). Uma explicação plausível seria que durante a fase de desaceleração, os MI estão sujeitos a uma alta tensão mecânica, quando eles alongam e contraem excentricamente, sendo essa a fase que as lesões ocorrem com maior frequência (DITROILO, DE VITO E DELAHUNT, 2013).

As contrações musculares dinâmicas podem ser concêntricas, que resultam no encurtamento muscular e ocorrem quando a força produzida excede a força aplicada ao músculo. Ou excêntricas, que acontecem quando a musculatura alongasse, e consecutivamente a força produzida é menor do que a aplicada ao músculo externamente (HOPPELER, 2016; DOUGLAS et al., 2017; MIKE, 2019).

Os autores Hessel, Lindstedt e Nishikawa (2017) relatam que o exercício excêntrico desempenha um papel contundente no sistema musculoesquelético, proporcionando melhorias consideráveis no controle motor, na estabilidade e na força muscular. Nos últimos anos, vem surgindo um grande interesse nos benefícios do treinamento excêntrico como forma de aprimoramento no desempenho esportivo e na diminuição da incidência de lesões (DOUGLAS, et al. 2017; GREEN et al., 2018). Além de proporcionar o aumento da força e hipertrofia muscular, o exercício excêntrico possui capacidade de aumentar a mineralização óssea e melhorar a remodelação do tendão em processos de reabilitação de indivíduos ativos e atletas. (HESSEL et al., 2017; BUCKTHORPE et al., 2018; MIKE, 2019).

O exercício *Nordic Hamstring* (ENH) foi desenvolvido como um método de treinamento para melhorar a efetividade da contração excêntrica dos MI (DITROILO, DE VITO E DELAHUNT, 2013). Descrito inicialmente por Brockett, Morgan e Proske (2001), tornou-se muito utilizado ao longo dos anos. Evidências recentes avaliando atletas de diversas modalidades esportivas, observaram que o ENH obteve resultados significativos para diminuir a incidência de lesões nesses músculos (VAN DER HORST et al., 2015; LOVELL et al., 2018; MARKOVIC et al., 2018).

Hegyí et al., (2018) explicam que existem muitas formas para avaliar a ação gerada pelos músculos, sendo umas delas a eletromiografia (EMG), afirmando que conhecer o nível de força muscular de um indivíduo é imprescindível tanto para avaliar a performance como para uma apropriada prescrição de treinamento e de reabilitação (HEGYI et al., 2019).

A EMG é uma ferramenta de pesquisa comumente utilizada para investigar uma gama

considerável de informações sobre o sistema neuromuscular. Representa um meio de documentação científica importante e é efetuada em aplicações clínicas e em pesquisas de diversos campos, como as ciências do esporte, a neurofisiologia e a reabilitação (VIGOTSKY et al., 2018).

Em seu sentido mais simples, a EMG é um voltímetro altamente sensível que detecta despolarizações e hiperpolarizações que ocorrem no sarcolema. Essas despolarizações são necessárias e precedem a contração de um músculo (VIGOTSKY et al., 2018). Através da análise eletromiográfica, o pico de torque é relatado em protocolos que utilizam contrações isométricas e contrações dinâmicas, este fenômeno é caracterizado pelo aumento da amplitude do sinal eletromiográfico (GONÇALVES et al., 2007).

O presente estudo tem como principal objetivo verificar os efeitos do ENH na atividade EMG e no pico de torque em indivíduos ativos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

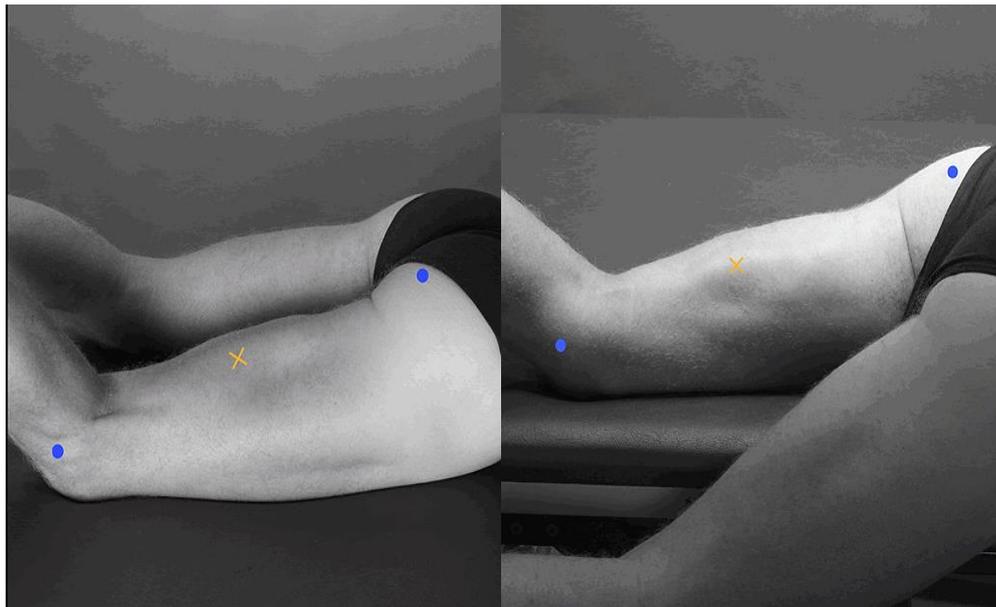
Esta pesquisa trata-se de um caso clínico aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual do Centro-Oeste de Guarapuava-PR (3.527.695/2019) (ANEXO IV), conforme Portaria 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) que regulamenta a pesquisa com seres humanos. O projeto foi desenvolvido nas dependências da Clinicas Integradas Guairacá, localizada na Rua Senador Pinheiro Machado, n.571, na cidade de Guarapuava-PR, segundo a autorização do responsável pela clínica (ANEXO I). Todos os participantes da pesquisa foram abordados pessoalmente, aceitaram e assinaram as condições estabelecidas pelo Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE – ANEXO II).

A amostra foi composta por 15 indivíduos saudáveis do gênero masculino com faixa etária entre 20 e 35 anos, todos fisicamente ativos e submetidos ao treinamento do ENH para o fortalecimento dos isquiotibiais. Porém, durante o desenvolvimento do estudo, 5 indivíduos acabaram desistindo da pesquisa, totalizando 10 participantes. Uma semana antes da avaliação e início da pesquisa os mesmos tiveram uma sessão de familiarização com o exercício.

Os critérios adotados para inclusão dos participantes foram: indivíduos que não apresentavam nenhuma doença cardíaca ou osteomioarticular nos membros inferiores nos últimos 6 meses; indivíduos com idade entre 20 e 35 anos, do gênero masculino que assinaram o TCLE e responderam o IPAQ (Questionário Internacional de Atividades Físicas) (Anexo III). Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentavam doença cardíaca ou osteomioarticular

nos membros inferiores nos últimos 6 meses; indivíduos que não pertenciam a faixa etária de 20 a 35 anos; que não assinaram o TCLE e não responderam ou não atingiram o score proposto pelo IPAQ.

Os sujeitos foram submetidos à avaliação antropométrica (peso, estatura, índice de massa corporal e dobras cutâneas). Para a aquisição do sinal mioelétrico foi utilizado um eletromiógrafo de 8 canais (EMG System Brasil®) com eletrodos bipolares ativos do tipo clip conectados a um sistema de aquisição e análise de dados. Para dar início a coleta, cada indivíduo realizou um aquecimento com duração de cinco minutos na esteira ergométrica. Posteriormente os participantes foram submetidos à tricotomia e limpeza da pele para redução da impedância, os eletrodos foram acoplados nos ventres musculares do bíceps femoral e semitendinoso, segundo recomendações da Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles - SENIAM (Figura 1).



**Figura 1:** Posicionamento dos eletrodos nos músculos Bíceps femoral e Semitendinoso **Fonte:** SENIAM.

Com o indivíduo em decúbito ventral sobre um colchonete, utilizou-se uma almofada na região púbica para manter a estabilidade da pelve, o joelho foi posicionado a 90° de flexão, graduado com um goniômetro, e o transdutor de força colocado no tornozelo do paciente. A partir deste momento, foi solicitado ao paciente uma contração isométrica máxima voluntária (CIMV) dos isquiotibiais por um tempo de 30 segundos. Após a coleta dos dois membros avaliados, foi feita uma repetição do ENH, com o indivíduo realizando a contração excêntrica para verificar a atividade mioelétrica dos isquiotibiais durante o movimento proposto pelo exercício.

Quanto a intervenção, os indivíduos foram submetidos a um programa de treinamento com o ENH desenvolvido 3 vezes por semana, por 4 semanas, totalizando 12 sessões de treinamento, sendo que o ENH (Figura 2) foi realizado em 2 séries de 8 repetições, com um intervalo de descanso de 1 minuto entre as séries estabelecidas. O pesquisador esteve presente em todas as avaliações e intervenções.

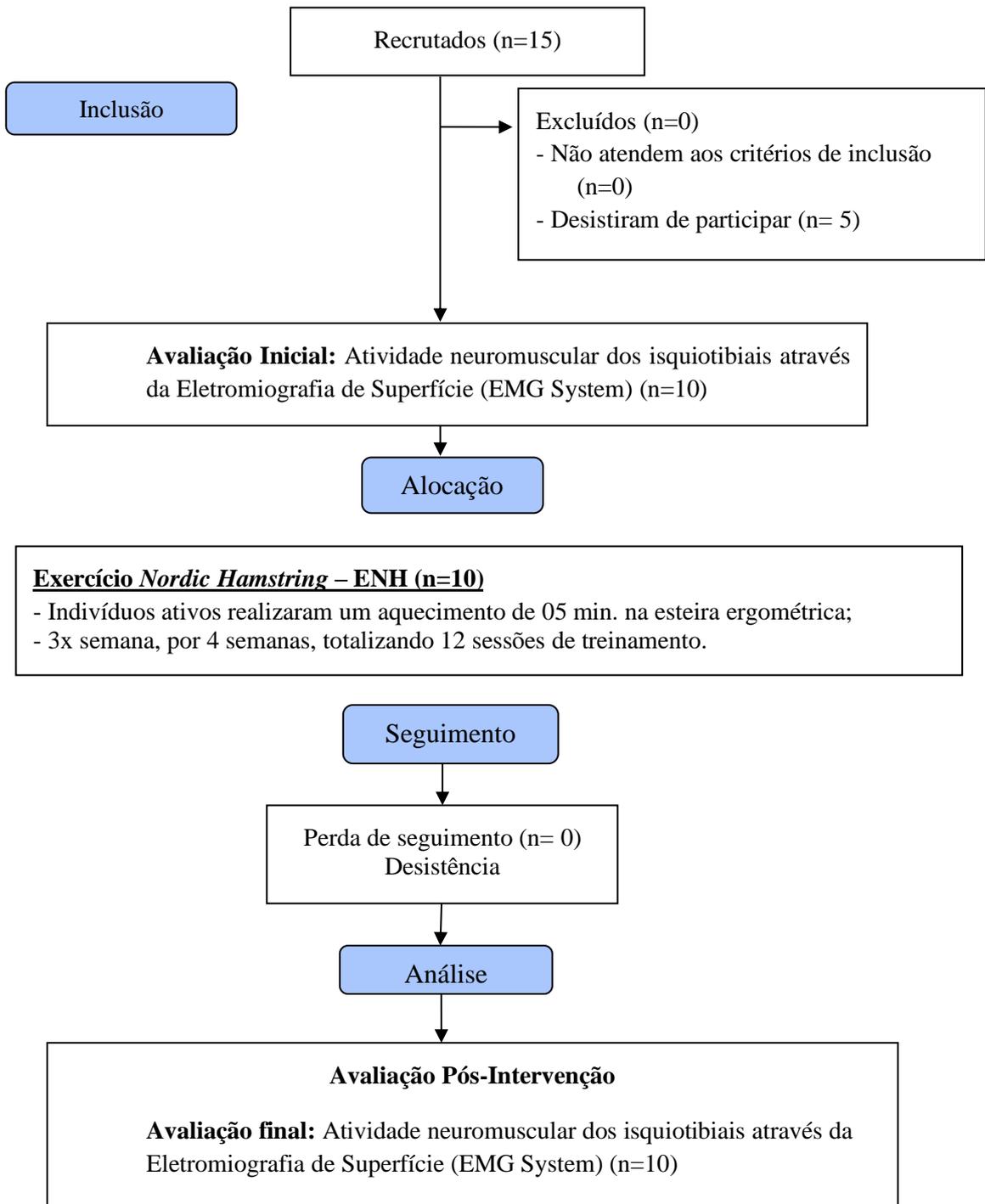
O ENH foi realizado segundo proposto por Petersen et al., (2011). O avaliado colocou-se de joelhos, seu tronco permaneceu ereto e em extensão, enquanto o pesquisador segurou seus pés fixos no chão para melhor execução do exercício. Seu tronco e quadril movimentaram-se lentamente até o chão, resistindo ao movimento para frente, promovendo a contração dos MI e maximizando a carga na fase excêntrica.



**Figura 2:** Imagem ilustrativa do exercício *nordic hamstring* (ENH). **Fonte:** O autor.

Na avaliação final cada indivíduo realizou um aquecimento com duração de cinco minutos na esteira ergométrica. Os sujeitos foram submetidos à tricotomia e limpeza da pele, os eletrodos foram colocados nos ventres dos músculos propostos, captando os sinais eletromiográficos dos MI, com tempo de coleta de 30 segundos de contração isométrica voluntária máxima (CIVM). A coleta foi realizada com o indivíduo em decúbito ventral sobre um colchonete, com o posicionamento do joelho a 90° de flexão, e o transdutor de força no tornozelo do avaliado.

Os dados foram analisados através de um programa de processamento de sinais e a estatística descritiva e inferencial foi feita através de programa estatístico SPSS 20.0. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi utilizado para averiguar o padrão da amostra. Como os dados se mostraram paramétricos, foi utilizado o teste T Student com valor de  $p \leq 0,05$ .



**Figura 3:** Fluxograma do estudo segundo CONSORT.

## RESULTADOS

Entre os 15 indivíduos selecionados que se enquadraram nos critérios de elegibilidade, houve 5 desistências ao longo do estudo, totalizando 10 indivíduos ao final do protocolo, todos do gênero masculino. As características antropométricas estão relatadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Média (desvio padrão) das características antropométricas dos indivíduos. Teste de Shapiro Wilk ( $p \leq 0,05$ ) foi realizado para identificar a normalidade da amostra.

Variáveis		Estatística ( $p \leq 0,05$ )
<b>Indivíduos</b>	10	
<b>Homem / Mulher</b>	10/0	
<b>Membro Dominante (D/E)</b>	10/0	
<b>Idade (anos)</b>	27,7 (3,86)	0,400
<b>Peso (Kg)</b>	78,1 (11,5)	0,782
<b>Altura (m)</b>	1,75 (5,89)	0,410
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	25,4 (3,16)	0,117

A tabela 2 demonstra os valores obtidos antes e após um protocolo de treinamento de ativação dos MI, denominado *Nordic Hamstring* e sua influência na atividade eletromiográfica de tal músculo, avaliados através da eletromiografia de superfície. Pode-se observar que não houve mudanças significativas na atividade elétrica dos músculos avaliados, tanto na contração isométrica voluntária máxima (membro direito  $p=0,755$  / membro esquerdo  $p= 0,574$ ) quanto na atividade muscular durante o movimento proposto (membro direito  $p=0,914$  / membro esquerdo  $p= 0,846$ ). Em relação ao pico de torque eletromiográfico, houve mudança significativa nos valores pré x pós no membro direito ( $p=0,014$ ), fato não ocorrido no membro esquerdo ( $p=0,138$ ).

**Tabela 2.** Média (desvio padrão) dos valores de atividade eletromiográfica e pico de torque dos músculos isquiotibiais antes e após o protocolo *Nordic Hamstring*, avaliado através da eletromiografia de superfície. Para a apresentação dos valores foi realizado um cálculo de média de ativação dos flexores de joelho (CIVM Bíceps Femoral + CIVM Semimembranoso e Semitendinoso / 2). CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima. \*  $p \leq 0,05$  (análise intra-grupo – Teste T-Student pareado).

	PRÉ		PÓS	
	<i>Membro Inferior direito</i>	<i>Membro Inferior esquerdo</i>	<i>Membro Inferior direito</i>	<i>Membro Inferior esquerdo</i>
<b>CVIM (us)</b>	128,30 (53,87)	137,59 (57,58)	133,17 (60,14)	125,48 (61,74)
<b>Atividade muscular durante o <i>Nordic</i> (us)</b>	138,35 (23,01)	132,57 (29,57)	146,21 (22,23)	125,97 (25,84)
<b>Pico de Torque (n.m)</b>	15,45 (5,52)	15,90 (6,39)	21,34 (5,23)*	19,90 (6,72)

\*Teste T Student pareado ( $p \leq 0,05$ ) foi realizado para análise intergrupo.

## DISCUSSÃO

O fortalecimento é uma das fases mais importantes durante os protocolos de reabilitação, envolve o treinamento excêntrico como o ENH, considerado um treinamento efetivo para fortalecer isquiotibiais e prevenir lesões (MARKOVIC et al., 2018).

A presente pesquisa demonstrou que após quatro semanas utilizando o ENH não ocorreram mudanças significativas na atividade elétrica dos músculos avaliados, tanto na contração isométrica voluntária quanto na atividade muscular durante o movimento proposto pelo exercício. Porém, em relação ao pico de torque eletromiográfico, ocorreu uma mudança significativa nos valores pré e pós no membro direito, fato não ocorrido no membro esquerdo.

Tendo em vista que a perna direita é o membro inferior dominante (MID) de todos os indivíduos da amostra desse trabalho e a perna esquerda é o membro inferior não dominante (MIND), uma explicação para esses achados pode ser devido à seletividade neuromuscular do MID. Clark et al., (2005) usando a EMG, descobriram em sua pesquisa, um aumento na diferença entre os membros no pico de torque, sendo 30,3% antes e aumentando para 42,4% ou seja, o desequilíbrio ficou maior entre os membros após a intervenção com o ENH, resultando assim, um contraste no que diz respeito a bilateralidade do exercício, ocorrendo maior tensão e adaptação muscular no MID.

Corroborando com esses resultados, Brughelli e Cronin (2007) afirmaram que devido à natureza bilateral do ENH, o MID pode estar sujeito a um maior grau de estresse, resultando em uma adaptação neuromuscular mais acentuada dos MI deste membro em relação ao membro contralateral. É possível observar que durante o movimento do exercício, ao controlar a descida do tronco e da pelve, os indivíduos acabam ativando e recrutando involuntariamente mais fibras musculares do MID, gerando maior tensão nesse segmento.

No seu estudo, Salci et al., (2013), estabeleceram um protocolo de treino utilizando o ENH em indivíduos fisicamente ativos, e os achados foram similares aos do estudo proposto, em que o MID aumentou o pico de torque de maneira significativa, enquanto no MIND os efeitos não foram significantes. Em contrapartida Iga et al., (2012) examinaram as características de ativação neuromuscular aguda dos MI durante o ENH. Os autores registraram através da EMG, que após um treinamento com o referido exercício, ocorreram melhorias equivalentes e significativas nos MI de ambos os membros. Os autores também alegaram que os aumentos significativos do pico de torque de ambos os membros associados com o ENH permitem aumentar a magnitude da força de tração que os MI podem suportar, principalmente em zonas mais vulneráveis.

Ressalta-se que o aumento da força excêntrica nos MI é interessante no ponto de vista da lesão, pois a mesma ocorre durante a ação excêntrica, quando os músculos agem excentricamente para desacelerar o movimento (GREEN et al., 2018). Comparando o exercício excêntrico com o concêntrico, Mjolsnes et al., (2004) realizaram uma pesquisa com 22 indivíduos, comparando o ENH com um exercício concêntrico, os autores encontraram diferenças significativas no pico de torque, com um aumento de 11% nos indivíduos que realizaram o ENH. Embora no presente estudo houveram efeitos significativos quanto ao pico de torque apenas no MID, ocorreu um aumento não significante no MIND, proporcionando melhorias e benefícios aos indivíduos.

Zebis et al., (2013) analisaram em sua pesquisa os níveis de atividade elétrica dos músculos bíceps femoral e semitendinoso durante o ENH, ao analisar, os autores concluíram que não houve diferenças significativas entre os músculos na medida em que os mesmos eram ativados. Ao examinar a EMG e a cinemática do movimento durante duas séries de cinco repetições em seu estudo, Ditroilo et al., (2013) relataram uma ampla gama de velocidades de movimento, além de padrões de ativação diferentes, definindo que essas variadas alterações aconteceram pela falta de controle da cadência durante o exercício.

Alguns resultados desse trabalho foram divergentes, como a contração isométrica voluntária, e a atividade muscular durante o movimento proposto. Isso pode ser pelo fato da inexperiência da população quanto ao exercício proposto, não havendo executado o exercício anteriormente. Tillar, Solheim e Bencke (2017) verificaram em sua pesquisa variações de atividade muscular do bíceps femoral e do semitendinoso, obtendo baixos níveis de atividade muscular e não ocorrendo diferenças significativas na EMG, os autores argumentaram que esse fato pode ter sido influenciado pela falta de experiência de muitos sujeitos que realizaram o treinamento de força ocorrido na pesquisa.

Um fator que pode ter limitado o presente estudo é o pouco tempo para realizar a intervenção ou a baixa quantidade de sessões. Trabalhos recentes demonstram resultados relevantes ao realizar suas pesquisas em um período maior do que dez semanas de intervenção, sugerindo uma hipótese de que com o aumento do volume de treinamento e sessões os resultados apresentem-se mais efetivos. (SEBELIEN et al., 2014; VAN DER HORST et al., 2015).

Muitos estudos que usam o ENH como um protocolo de intervenção apresentam uma população de atletas profissionais ou semi-profissionais, sendo que os mesmos estão mais familiarizados ou adaptados ao exercício, dessa maneira possuem maior facilidade na execução

e controle do movimento, isso, logicamente, pode favorecer quanto a obtenção de resultados mais positivos (SEAGRAVE et al., 2014; EKSTRAND, WALDÉN, HAGGLUND, 2016).

## CONCLUSÃO

A presente pesquisa analisou que o ENH não teve efeitos significativos na atividade elétrica dos MI, tanto na contração isométrica voluntária máxima, quanto durante o movimento proposto. Porém, houve um aumento significativo no pico de torque eletromiográfico no MID após a intervenção de 12 sessões de treinamento. No entanto mais pesquisas são necessárias para examinar os efeitos do ENH na atividade elétrica dos MI, bem como sua influência no MID e MIND.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL ATTAR, W.S.A.; SOOMRO, N.; SINCLAIR, P.J.; PAPPAS, E.; SANDERS, R.H.; Effect of injury prevention programs that include the Nordic hamstring exercise on hamstring injury rates in soccer players: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**. 47: 907-916, 2017.

BROCKETT, C.L.; MORGAN, D.I.; PROSKE, U. Human hamstring muscles adapt to eccentric exercise by changing optimum length. **Medicine e Science in Sports e Exercise**. 33:783-790, 2001.

BRUGHELLI, M.; CRONIN, J. Altering the length-tension relationship with eccentric exercise: implications for performance e injury. **Sports Medicine**. 37 (9): 807-26. 2007.

BUCKTHORPE, M.; WRIGHT, S.; BRUCE-LOW, S.; NANNI, G.; STURDY, T.; GROSS, A.S.; BOWEN, L.; STYLES, B.; DELLA VILLA, S.; DAVISON, M.; GIMPEL, M. Recommendations for hamstring injuries prevention in elite football: translating research into practice. **British Journal of Sports Medicine**. Vol. 0 No 0, 2018.

CLARK, R.; BRYANT, A.; CULGAN, J.; HARTLEY, B. The effects of eccentric hamstring strength training on dynamic jumping performance and isokinetic strength parameters: a pilot study on the implications for the prevention of hamstring injuries. **Phys Ther Sport** 6: 67-73; 2005.

DITROILO, M.; DE VITO, G.; DELAHUNT, E. Kinematic and electromyographic analysis of the nordic hamstring exercise. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 23:1111-1118, 2013.

DOUGLAS, J.; PEARSON, S.; ROSS, A.; MCGUIGAN, M. Eccentric exercise: physiological characteristics and acute responses. **Sports Medicine**. 47:663–675. 2017.

- EKSTRAND, J.; WALDÉN, M.; HAGGLUND, M. Hamstring injuries have increased by 4% annually in men's professional football, since 2001: a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. **British Journal of Sports Medicine**. 50: 731-737, 2016.
- GONÇALVES, M.; et al. Electromyographic analysis of biceps brachii and erector spinae muscles before and after a fatiguing dynamic test. **Salusvita**, v. 26, n. 1, p. 23-37, 2007.
- GREEN, D.J.; THOMAS, K.; ROSS, E.Z.; GREEN, S.C.; PRINGLE, J.S.M.; HOWATSON, G. Torque, power and muscle activation of eccentric and concentric isokinetic cycling. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 40: 53-63, 2018.
- HEGYI, A.; CSALA, D.; PÉTER, A.; FINNI, T.; CRONIN, N.J. High-density electromyography activity in various hamstring exercises. **Scandinavian Journal of Medicine e Science in Sports**. 29(1):34-43, 2019.
- HEGYI, A.; PETER, A.; FINNI, T.; CRONIN, N.J. Region-dependent hamstrings activity in Nordic Hamstring exercise and stiff-leg deadlift defined with high-density electromyography. **Scandinavian Journal of Medicine e Science in Sports**. 28(3):992-1000, 2018.
- HESSEL, A.L.; LINDSTEDT, S.L.; NISHIKAWA, K.C. Physiological mechanisms of eccentric contraction and its applications: a role for the giant titin protein. **Frontiers in Physiology**. V.8, art. 70, 2017.
- HOPPELER, H. Moderate load eccentric exercise; a distinct novel training modality. **Frontiers in Physiology**. 7:483, 2016.
- IGA, J.; FRUER, C.S.; DEIGHAN, M.; CROIX, M.D.S.; JAMES, D.V.B. Nordic hamstrings exercise engagement characteristics and training responses. **Int J Sports Med** 33:1000-4, 2012.
- LOVELL, R.; SIEGLER, J.C.; KNOX, M.; WESTON, M.; SIEGLER, J.C.; BRENNAN, S.; MARSHALL, PWM. Hamstring injury prevention in soccer: Before or after training? **Scandinavian Journal of Medicine e Science in Sports**. 28:658-666, 2018.
- MARKOVIC, G.; SARABON, N.; BOBAN, F.; ZORIC, I.; JELCIC, M.; SOS, K.; SCAPPATICCI, M. Nordic hamstring strength of highly trained youth football players and its relation to sprint performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. Vol. 0 No 0, 2018.
- MIKE, J. "Eccentric Exercise: benefits and applications to training," in **Nutrition and Enhanced Sports Performance: Muscle Building, Endurance and Strength**, eds BAGCHI, D.; NAIR, S.; SEN, C.K. Second Edition. Academic Press, London-UK. Pg. 429-441, 2019.
- MJOLSNES R., ARNASON A., OSTHAGEN T., RAASTAD T., BAHR R. A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. **Scandinavian Journal of Medicine e Science in Sports**. 14: 311-317, 2004.
- OPAR, DA.; WILLIAMS, MD.; SHIELD, AJ. Hamstring strain injuries. **Sports Medicine**. 42: 209-26. 2012.
- PETERSEN, J.; THORBORG, K.; NIELSEN, MB.; BUDTZ-JORGENSEN, E.; HOLMICH, P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer: a cluster-randomized controlled trial. **American Journal of Sports Medicine**. 39:2296-2303, 2011.

SALCI, Y.; YILDIRIM, A.; CELIK, O.; AK, E.; KOCAK, S.; KORKUSUZ, F. The effects of eccentric hamstring training on lower extremity strength and landing kinetics in recreational female athletes. **Journal Isokinetics and Exercise Science**. Vol. 21, 1; 11-18. 2013.

SEAGRAVE, R.; PEREZ, L.; MCQUEENEY, S.; TOBY, EB.; KEY, V.; NELSON, JD. Preventive effects of eccentric training on acute hamstring muscle injury in professional baseball. **Orthopedic Journal Sports Medicine**. :2, 2014.

SEBELIEN, C., STILLER, C.H., MAHER, S.F., QU, X. Effects of implementing nordic hamstring exercises for semi-professional soccer players in Akershus, Norway. **Orthopaedic Practice**. Vol. 26:2-14. 2014.

TILLAR, R.; SOLHEIM, JAB.; BENCHER, J. Comparison of hamstring muscle activation during high-speed running and various hamstring strengthening exercises. **Journal of Sports Physical Therapy**. Vol. 12. 718: 2017.

VAN DER HORST, N.; SMITS, D.W.; PETERSEN, J.; GOEDHART, E.A.; BACKX, F.J. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer players: randomized controlled trial. **American Journal of Sports Medicine**. 43:1316–23, 2015.

VAN DYK, N.; BEHAN, F.P.; WHITELEY, R. Including the Nordic hamstring exercise in injury prevention programmes halves the rate of hamstring injuries: a systematic review and meta-analysis of 8459 athletes. **British Journal of Sports Medicine**. 0:1-10, 2019.

VIGOTSKY, A.D.; HALPERIN, I.; LEHMAN, G.J; TRAJANO, G.S.; VIEIRA, T.M.; Interpreting signal amplitudes in surface electromyography studies in sport and rehabilitation sciences. **Frontiers in Physiology**. 4:8:985, 2018.

ZEBIS, MK.; SKOTTE, J.; ANDERSEN, CH.; MORTENSEN, P.; PETERSEN, HH., VISKAER, TC.; JENSEN, TL.; BENCKE, J.; ANDERSEN, LL. Kettlebell swing targets semitendinosus and supine leg curl targets biceps femoris: an EMG study with rehabilitation implications. **British Journal of Sports Medicine**. 47:1192–1198; 2013.

**ANEXO I – CARTA DE AUTORIZAÇÃO**

Mantenedora: **SESG - Sociedade de Educação Superior Guairacá Ltda**  
Redeclenciamento Portaria Mec Nº 1087 de 31/08/2012 DOU de 04/09/2012  
CNPJ 06.060.722/0001-18

**CARTA DE AUTORIZAÇÃO/ANUÊNCIA**

Eu, Lillian Karin Nogueira Soares, Coordenadora administrativa das Clínicas Integradas Guairacá, tenho ciência e autorizo a realização da pesquisa intitulada "INFLUENCIA DO EXERCICIO NORDIC HAMSTRING NA ATIVIDADE ELETROMIOGRAFICA E NO PICO DE TORQUE DOS MUSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM INDIVIDUOS FISICAMENTE ATIVOS: UM ESTUDO CLINICO" sob responsabilidade do pesquisador Luiz Alfredo Braun Ferreira nas dependências das Clínicas Integradas Guairacá. Para isto, serão disponibilizados ao pesquisador o espaço físico, em horários pré-agendados, salas e instrumentos para a realização das atividades.

Guarapuava, 17 de Junho de 2019

Lillian Karin Nogueira Soares  
Administração  
Clínicas Integradas Guairacá

Lillian Karin Nogueira Soares  
Coordenadora Administrativa das Clínicas Integradas Guairacá

**ANEXO 2 - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO**

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPESP**

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – COMEP**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Prezado(a) Colaborador(a),

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa “INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO *NORDIC HAMSTRING* NA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E NO PICO DE TORQUE DOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM INDIVÍDUOS FISICAMENTE ATIVOS: ESTUDO CLÍNICO” sob a responsabilidade do docente Luiz Alfredo Braun Ferreira e do acadêmico Guilherme Stimer, para investigar a atividade eletromiográfica dos músculos isquiotibiais em indivíduos ativos.

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo COMEP/UNICENTRO.

**DADOS DO PARECER DE APROVAÇÃO**

emitido Pelo Comitê de Ética em Pesquisa, COMEP-UNICENTRO

Número do parecer:

Data da relatoria: \_\_\_/\_\_\_/201\_\_\_

**1. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA:** Ao participar desta pesquisa você será submetido a uma avaliação para identificar se encaixa nos critérios de inclusão do estudo e após será realizada uma avaliação com o eletromiógrafo, equipamento que avalia a atividade do músculo do indivíduo. Em seguida, o indivíduo será chamado para fazer parte de um protocolo de intervenção que irá realizar o aquecimento e mais o exercício *Nordic Hamstring*, para ativar a musculatura posterior da coxa. Será realizada três vezes por semana, durante 1 mês. Todos realizados em três séries de doze repetições. Lembramos que a sua participação é voluntária, você tem a liberdade de não querer participar, e pode desistir, em qualquer momento, mesmo após ter iniciado o treino sem nenhum prejuízo para você.

**2. RISCOS E DESCONFORTOS:** Os exercícios poderão trazer algum desconforto no momento da sua execução. O tipo de procedimento apresenta um risco mínimo, que será reduzido pela execução correta dos exercícios. Se você precisar de algum tratamento ou orientação, por sentir-se prejudicado pela pesquisa, ou sofrer algum dano decorrente da pesquisa, o pesquisador se responsabiliza pela assistência integral, imediata e gratuita.

**3. BENEFÍCIOS:** Os benefícios desse estudo estão em proporcionar uma melhora no ganho de força, melhora de flexibilidade e aumento da resistência dos músculos isquiotibiais. Caso haja benefícios com as técnicas para o grupo intervenção, o pesquisador se compromete realizar o mesmo procedimento nos indivíduos pertencentes ao grupo controle.

**4. CONFIDENCIALIDADE:** Todas as informações que o(a) Sr.(a) nos forneça ou que sejam alcançadas por avaliações, serão utilizadas somente para esta pesquisa. Seus dados pessoais ficarão em sigilo e o seu nome não aparecerá de forma alguma, nem quando os resultados forem apresentados.

**5. ESCLARECIMENTOS:** Se tiver alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma, pode procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Luiz Alfredo Braun Ferreira

Endereço: Rua João Padleski, 281, Alto da XV, Guarapuava - PR.

Telefone para contato: (42) 9132-9666

**6. RESSARCIMENTO DAS DESPESAS:** Caso o(a) Sr.(a) aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira.

**7. CONCORDÂNCIA NA PARTICIPAÇÃO:** Se o(a) Sr.(a) estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, em duas vias, sendo que uma via ficará com você.

**CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO**

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a) \_\_\_\_\_, portador(a) da cédula de identidade \_\_\_\_\_, declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelos pesquisadores, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.

E, por estar de acordo, assina o presente termo.

Guarapuava, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante / Ou Representante legal

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Acadêmico

ANEXO III– QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA- IPAQ-  
VERSÃO CURTA



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DA  
ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a.** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

Dias \_\_\_\_\_ por semana. ( ) Nenhum

**1b.** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**).

Dias \_\_\_\_\_ por semana. ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

Dias \_\_\_\_\_ por semana.                      ( ) Nenhum

**3b.** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

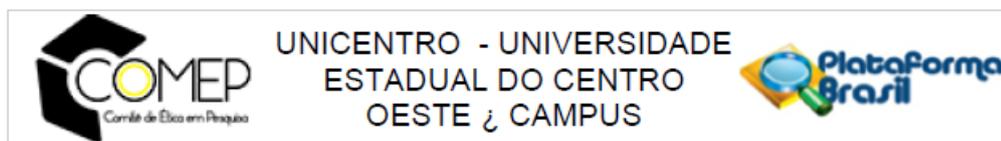
Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a. Quanto** tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

**ANEXO IV– APROVAÇÃO DO COMITE DE ETICA****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO NORDIC HAMSTRING NA ATIVIDADE EMG E NO PICO DE TORQUE DOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM ATLETAS DE FUTSAL: UM ESTUDO CLÍNICO CONTROLADO RANDOMIZADO

**Pesquisador:** Luiz Alfredo Braun Ferreira

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 17665519.4.0000.0106

**Instituição Proponente:** SESG - SOCIEDADE DE EDUCACAO SUPERIOR GUAIRACA LTDA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.527.695

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se da apreciação do projeto de pesquisa intitulado INFLUÊNCIA DO EXERCÍCIO NORDIC HAMSTRING NA ATIVIDADE EMG E NO PICO DE TORQUE DOS MÚSCULOS ISQUIOTIBIAIS EM ATLETAS DE FUTSAL: UM ESTUDO CLÍNICO CONTROLADO RANDOMIZADO, de interesse e responsabilidade do proponente Luiz Alfredo Braun Ferreira.

Nos últimos anos, há relevante interesse nos benefícios do treinamento excêntrico para melhorar o