



**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE CASTANHAL  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**MÁRCIO GONÇALVES CORRÊA**

**EFEITOS DO MÉTODO PAREADO AGONISTA-ANTAGONISTA VS.  
TRADICIONAL UTILIZANDO SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE O DESEMPENHO DA  
FORÇA PARA MEMBROS INFERIORES.**

**Castanhal  
2017**

MÁRCIO GONÇALVES CORRÊA

**EFEITOS DO MÉTODO PAREADO AGONISTA-ANTAGONISTA VS.  
TRADICIONAL UTILIZANDO SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE O DESEMPENHO DA  
FORÇA PARA MEMBROS INFERIORES.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Castanhal, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Licenciatura em Educação Física.

Orientadora: Professora Msc. Déborah de Araújo Farias.

**CASTANHAL – PA**

**2017**

**MÁRCIO GONÇASVES CORRÊA**

**EFEITOS DO MÉTODO PAREADO AGONISTA-ANTAGONISTA VS.  
TRADICIONAL UTILIZANDO SÉRIES MÚLTIPLAS SOBRE O DESEMPENHO DA  
FORÇA PARA MEMBROS INFERIORES.**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à  
Universidade Federal do Pará, Campus  
Universitário de Castanhal, como parte dos  
requisitos necessários para obtenção do título  
de Licenciatura em Educação Física

Orientadora: Professora Msc. Déborah de  
Araújo Farias

**Banca examinadora:**

---

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Msc. Déborah de Araújo Farias  
Universidade Federal do Pará- UFPA

---

Membro: Prof<sup>o</sup>. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva  
Universidade Federal do Pará- UFPA

---

Membro: Prof<sup>o</sup>. Dr. Victor Silveira Coswig  
Universidade Federal do Pará- UFPA

Apresentado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Conceito: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família, na qual estão incluídos a sogra, o sogro e a cunhada, além de todos os meus amigos, por todo apoio dado por vocês durante toda esta jornada que a pouco se encerra, pois é graças a vocês que tenho possibilidade de acordar às manhãs e chegar até a faculdade, onde praticamente moramos.

Em especial quero dedicar à minha amiga, parceira, namorada Brenda Cavalcante Sarmiento, que tem me apoiado e aturado em todos os momentos, desde o primeiro dia que ficamos juntos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela saúde e por ter me guiado desde meu primeiro dia de vida, pela força que me deu para nunca desistir e por ter me ensinado que todo momento pode ser um momento de aprendizagem, que tudo na vida traz algum conhecimento e que podemos aprender com isso.

À minha família, pela maneira como me ajudaram durante toda vida e pelos exemplos que se tornaram para este, além de todo apoio sobresselente que tive durante esses anos de curso. Aos meus irmãos, quero dizer que sou movido por todos os sorrisos e momentos de tristezas, os quais sempre encaramos e continuaremos encarando juntos. Não sei o que seria de mim sem vocês.

Aos meus pais quero dizer muito obrigado por não desistirem de lutar em prol dessa família, pois embora não seja fácil conduzir a formação de um indivíduo, principalmente nas condições de crise atual, pelas quais a humanidade passa, foram guerreiros para subsidiar o desenvolvimento de 7 filhos e mais alguns netos; em especial você: Maria do Socorro Rodrigues Gonçalves, minha mãe, que proporcionou base para todos em detrimento à sua própria vida.

Agradeço aos meus amigos, a turma 2014.1, uma turma que, até o fim do curso se manteve vivendo como família: brincando, brigando, mas todos no mesmo “barco” quando as coisas apertavam. Agradeço pelos momentos em sala, pelas dinâmicas onde éramos os professores e ao mesmo tempo os alunos.

É indispensável agradecer, em especial, ao professor Dr. Euzébio de Oliveira, pois além de docente é uma pessoa muito humana, paciente, muito acessível e que não mediu esforços para me ajudar e ajudar no desenvolvimento técnico e humanizado da turma 2014.1, a quem serei eternamente grato por todo o aporte durante estes anos.

À Professora Msc. Déborah de Araújo Farias, meu muito obrigado pelas horas despendidas para minha orientação, pela paciência durante as ligações e áudios de meia noite, por toda compreensão durante a leitura dos meus textos, pois tenho consciência do nível de qualidade aquém do que merece ler. Este trabalho é metade seu. Ah! Não posso esquecer de dizer que você é um exemplo de profissional, o qual vou levar para toda minha carreira.

Também, vai meus leais agradecimentos ao meu brother Msc. Rafael Monteiro Fernandes, pois foi um grande parceiro durante estes dois anos que tenho vivido no laboratório, sendo um amigo que acompanhou parte desta jornada, principalmente durante a

redação deste trabalho, a partir das muitas discussões em relação aos artigos que compuseram este manuscrito.

Agradeço a todos os professores da Universidade Federal do Pará (UPFA) *Campus Castanhal*, pela paciência, pelo profissionalismo, por toda habilidade para contornar os momentos difíceis que surgiram durante estes quatro anos e, por conseguinte, todo trabalho que fizeram com a turma 2014.1 contribuindo para nossa formação.

Por fim, um agradecimento tão importante quanto aos demais, fica aos que trabalham nos serviços internos da Universidade Federal do Pará (UPFA) *Campus Castanhal*, porque a simpatia de destes torna nossas manhãs e tarde mais descontraídas e agradáveis.

## **RESUMO**

**INTRODUÇÃO** - O método pareado agonista-antagonista (PAA) consiste em estimular previamente a musculatura antagonista do grupo muscular que se deseja otimizar, pois a inibição neurológica dos músculos antagonistas após a pré-ativação no primeiro exercício, inibe a ação dos proprioceptores, promovendo a redução na co-ativação muscular, e aumentando a ativação neural e força dos músculos agonistas. **OBJETIVO** - O objetivo do presente estudo foi comparar o método tradicional vs PAA sobre o trabalho total (TT) e volume de treinamento (VT) no exercício cadeira extensora (CE). **MÉTODOS** - Participaram do estudo foram 12 mulheres ( $24,14 \pm 5,4$  anos,  $161,85 \pm 2,9$  cm,  $60 \pm 6,9$  kg) com no mínimo 6 meses de experiência no TF. Aconteceram três visitas ao laboratório, sendo a primeira para esclarecimento do procedimento experimental e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), a segunda para o teste de dez repetições máximas (10RM) para os exercícios mesa flexora (MF) e cadeira extensora (EX) e a terceira para o procedimento experimental. Após 48 horas do teste de 10RM, foi realizado o procedimento experimental que consistiu da realização do método tradicional: 1 série do exercício CE até a falha concêntrica. Após 10 minutos de intervalo de recuperação, foi realizado o método PAA, sendo 1 série de MF seguida de CE até a falha concêntrica. Foi dado um intervalo de 30 segundos entre os dois exercícios. **RESULTADOS** - Pôde-se observar diferença significativa tanto no TT como VT, sendo o método PAA superior ao tradicional para essas variáveis. **CONCLUSÕES** - Concluiu-se, assim, que o exercício CE, quando realizado precedido do exercício MF (método PAA), apresenta maiores TT e VT, podendo ser uma melhor estratégia para otimização do desempenho da força se comparado ao método tradicional, além de apresentar possibilidade de redução no tempo despendido para o treinamento.

**Palavras-Chaves:** Exercício; Força muscular; Treinamento de resistência.

## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** The paired agonist-antagonist method (PAA) consists into stimulating the antagonist muscles of the muscle group to be optimized, since the neurological inhibition of the antagonist muscles after pre-activation in the first exercise, inhibits the action of the proprioceptors, promoting the reduction in muscle co-activation, and increasing neural activation and strength of the agonist muscle. **AIM –** This present work aimed to compare the traditional vs PAA method on total work (TW) and training volume (TV) in the extensor chair exercise (EC). **METHODS -** Twelve women ( $24.14 \pm 5.4$  years old,  $161.85 \pm 2.9$  cm,  $60 \pm 6.9$  kg) with at least 6 months of experience in physical training (PT) were included in this study. Three visits to the laboratory were carried out: The first visit aimed to clarify the experimental procedure and the signing of the informed consent form (TCLE); The second visit, aimed the test of ten maximal repetitions (10RM) for flexor table (FT) and extensor chair (EC) exercises and the third visit, for the experimental procedure. After 48 hours from the 10RM test, the experimental procedure was conducted, that is based on the traditional method: 1 set of the EC exercise until the concentric failure. After 10 minutes of recovery interval, the PAA method was performed, with 1 series of FT followed by EC until the concentric failure. An interval of 30 seconds was given between the two exercises. **RESULTS -** It was possible to observe significant difference in both TT and VT, being the PAA method superior to the traditional one for these variables. **CONCLUSIONS -** It was concluded, therefore, that the EC exercise, when performed before the MF exercise (PAA method), presents higher TW and TV, suggesting to be a better strategy in order to optimize strength performance when compared to the traditional method, besides presenting possibility of reduction in the time spent for training.

**Keywords:** Exercise; Muscle strength; Strength training.

## INTRODUÇÃO

O treinamento de força (TF) tem sido enfatizado como primordial para o condicionamento físico geral, melhora na qualidade de vida, promoção à saúde, prevenção as diversas doenças e reabilitação. (Garber *et al.*, 2011) Além desses benefícios, atletas de alto rendimento podem apresentar melhorias no desempenho através das adaptações oriundas do exercício, dentre elas o desenvolvimento de resistência, potência, hipertrofia e força muscular (Robbins *et al.*, 2010; Granacher *et al.*, 2016).

Dentro do TF, diversos métodos são aplicados com o intuito de maximizar as diferentes manifestações da força como resistência muscular localizada, hipertrofia, força e potência muscular (Folland e Williams, 2007). Os métodos são conjuntos de exercícios e manipulações específicas que visam objetivos previamente planejados, representando assim os caminhos para alcançar determinado fim. Tais métodos são manipulados através das variáveis metodológicas como volume, intensidade, frequência, densidade, ordem dos exercícios, cadências do movimento, entre outras (Simao *et al.*, 2012) e certamente, estas favorecem diferentes estímulos neurais, metabólicos, hormonais e do sistema circulatório, o que potencialmente proporciona resultados distintos (De Salles *et al.*, 2009; Tillin *et al.*, 2012).

Dentre os métodos utilizados para otimização do desempenho da força, pode-se destacar o método pareado agonista-antagonista (PAA). Este método é caracterizado pela execução de uma série de um exercício para o grupamento antagonista previamente à série do grupamento que se deseja otimizar (agonista) (Robbins *et al.*, 2010). A eficácia de tal método se embasa na inibição da ação do órgão tendinoso de Golgi (OTG) dos músculos antagonistas após serem pré-ativados no primeiro exercício, possivelmente promovendo uma redução na co-ativação muscular da musculatura antagonista, aumentando a ativação neural e força dos músculos agonistas. O OTG é um proprioceptor responsável por controlar a tensão muscular, ativando a musculatura antagonista para refrear a contração dos músculos agonistas do movimento, promovendo o relaxamento dos mesmos. (Chalmers, 2002) Tal ação se dá de forma preventiva para evitar possíveis lesões, conforme inferido por Kistemaker *et al.* (Kistemaker *et al.*, 2013).

A partir disso, Balsamo *et al.* (2012) avaliaram a ordem dos exercícios utilizando o método PAA durante flexão e extensão de joelhos sobre o volume total de treinamento e percepção subjetiva de esforço. Os autores analisaram três séries de flexão seguida de extensão, bem como a ordem inversa, com intervalo de recuperação (IR) de 90 segundos entre

as séries, onde foi observado um maior volume total de treinamento quando a flexão precedeu a extensão. Por outro lado, Maia *et al.* (2014) compararam diferentes IR (imediatamente após, 30 segundos, um minuto, três minutos e cinco minutos) entre os exercícios mesa flexora e cadeira extensora, utilizando o método tradicional (apenas cadeira extensora) versus o método PAA (cadeira flexora + cadeira extensora). Os autores utilizaram, ainda, o modelo de série única para analisar o desempenho máximo de repetições e constataram que os intervalos mínimos (imediatamente após, 30 segundos e um minuto) são mais indicados para um maior desempenho de repetições. Em contrapartida, Maynard e Ebben (2003) observaram diminuição do torque muscular e da atividade mioelétrica dos músculos agonistas do movimento ao realizar uma série de flexão do joelho seguida de uma série de extensão do joelho no isocinético. Dessa forma, observa-se uma lacuna na literatura referente à comparação do método PAA ao tradicional, adotando séries múltiplas e IR mais curtos, tendo em vista que alguns estudos que analisaram tal método, utilizaram IR de um minuto e meio a dois minutos (Paz *et al.*, 2013; Paz G, 2016), bem como modelos de séries simples (Paz *et al.*, 2013; Maia *et al.*, 2014).

A relevância do presente estudo se baseia na possibilidade de uma melhor organização e planejamento na prescrição do TF, otimizando tanto desempenho da força como duração das sessões de treino, visando otimizar os resultados dos praticantes de treinamento de força. Portanto, objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos do método tradicional (apenas cadeira extensora) versus pareado agonista-antagonista (mesa flexora + cadeira extensora) sobre o trabalho total e volume de treinamento em membros inferiores utilizando séries múltiplas.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Amostra**

O presente estudo se tratou de um ensaio clínico *crossover* não-cego. Participaram do estudo 12 indivíduos do gênero feminino ( $24,14 \pm 5,8$  anos,  $161,85 \pm 3,2$  cm,  $60,43 \pm 7,5$  kg sem controle do ciclo menstrual) com no mínimo 6 meses de experiência com o treinamento de força. Foram excluídos do estudo as participantes que apresentassem alguma patologia que pudesse ser agravada com a realização dos exercícios sugeridos e participantes que possuíssem alterações osteomioarticulares. Como critérios de inclusão foram adotados: ter faixa etária variando entre 20 e 30 anos de idade, possuir no mínimo seis meses de

experiência com o TF, ser do gênero feminino. Foi considerado perda, as participantes que não realizassem algum dos protocolos propostos. As participantes serão instruídas a não realizar exercícios adicionais para membros superiores durante o período de coleta.

Todo procedimento de coleta de dados foi realizado no laboratório de treinamento de força da UFPA (Universidade Federal do Pará – Campus castanhal), na cidade de Castanhal – PA, entre os dias 09/01/2017 e 30/01/2017.

### **Procedimento experimental**

O estudo foi desenvolvido em três etapas. Durante a primeira visita ao laboratório, foi feito um esclarecimento do procedimento experimental e, em caso de aceitação das participantes, foi-lhes entregue o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) para que assinassem consentindo participação na pesquisa. O projeto foi submetido ao comitê de ética em Pesquisa sob o protocolo CAAE 11896613.2.0000.5257, conforme resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde para pesquisa com seres humanos. A segunda visita teve como finalidade a aplicação do teste de dez repetições máximas (10RM) para os exercícios cadeira extensora (CE) e mesa flexora (MF) e na terceira visita foram realizados os procedimentos experimentais, que foram aplicados após intervalo de 48 a 72 horas do teste de 10RM.

### **Instrumentos de coleta**

#### **Teste de dez repetições máximas (10RM)**

Para o teste de 10RM, as participantes foram orientadas a não realizar nenhum tipo de exercício nas 48 horas que antecederam o teste. Durante o teste de 10RM, foram realizadas no máximo cinco tentativas para cada exercício, com descanso de cinco minutos entre tentativas e 10 minutos de intervalo de recuperação (IR) entre os exercícios (CE e MF). Foram aplicadas duas séries de aquecimento com uma carga subjetiva de 50% da carga de 10RM com 1 minuto de IR entre as séries de aquecimento e, dois minutos de IR entre o último aquecimento e a primeira tentativa do teste (Farias *et al.*, 2017).

### **Medidas Antropométricas**

Foram mensuradas a estatura e massa corporal. A mensuração da massa corpórea (kg) foi realizada em uma balança digital de marca Toledo 2096 PP (São Bernardo do Campo, SP, Brasil) enquanto a estatura (cm) foi mensurada com um estadiômetro da marca Wiso (Florianópolis, SC, Brasil).

### **Volume de Treinamento (VT) e trabalho total (TT)**

A equação: (nº de séries x nº de repetições x carga) foi utilizada para quantificar o VT para cada exercício. O trabalho total (TT) será calculado como o somatório das repetições no decorrer das quatro séries para cada exercício (Protzek *et al.*, 2009)

### **Sessão de exercícios**

Após 48 horas do teste de 10RM, foi dado início aos protocolos experimentais. Foi realizado um aquecimento que consistiu de 20 repetições com uma carga de 50% da carga de 10RM obtida através do teste de repetições máximas. Após o aquecimento, foi dado um IR de dois minutos para assim, ser realizado o primeiro protocolo experimental (Farias *et al.*, 2017). Os protocolos se iniciaram sempre com o método tradicional, caracterizado por 4 séries do exercício CE até a falha concêntrica. Após 20 minutos de intervalo de recuperação, foi aplicado o método PAA, caracterizado por 4 séries de MF seguida de CE até a falha concêntrica. Foi utilizado um intervalo de 30 segundos entre os dois exercícios no método PAA (Maia *et al.*, 2014), e IR de dois minutos entre as séries tanto no protocolo tradicional como no PAA. A carga de 100% de 10RM foi adotada em ambos os exercícios.

### **Análise Estatística dos Dados**

A análise descritiva dos resultados foi expressa através de média e desvio padrão (DP). O teste de Shapiro-Wilk e homocedasticidade (critério de Bartlett) mostrou que todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homocedasticidade. A análise Two-way de medidas repetidas de variância (ANOVA) foi utilizada para determinar se houve efeitos significativos ou interações para os diferentes métodos nas quatro séries para o desempenho de repetições. Foram empregados, quando necessário, testes post-hoc usando a correção de

LSD (*least-significance difference*). Uma ANOVA One-way para medidas repetidas foi utilizada para determinar se houve efeitos significativos para o volume de treinamento (carga x repetições x séries) e trabalho total (somatório das repetições no decorrer das quatro séries para cada exercício) no exercício cadeira extensora. Foram empregados, quando necessário, testes post-hoc usando a correção de LSD. O nível de significância estatística foi estabelecido em  $p \leq 0,05$  para todos os testes. A análise estatística foi realizada com o SPSS versão 22.0 para Mac (Chicago, IL, EUA).

## RESULTADOS

Foram notadas diferenças significativas no TT ( $p = 0,003$ ) e VT ( $p = 0,002$ ) quando o método PAA foi realizado comparado ao método tradicional (Tabela 1).

MÉTODO	TRABALHO TOTAL (TT)	VOLUME DE TREINAMENTO (VT)
<b>Tradicional</b>	39 ± 10,08	12068,57 ± 3957,15
<b>Pareado Agonista</b>	47,14 ± 8,05*	14560 ± 4139,75*
<b>- Antagonista</b>		
<b><i>p</i></b>	0,003	0,002

Tabela 1 – Média e desvio padrão do trabalho total e volume de treinamento para o exercício cadeira extensora \* diferença significativa para o método tradicional ( $p < 0,05$ ).

A figura 1 apresenta o número de repetições por série tanto no método tradicional como no método PAA. Foram observadas diferenças significativas intra-series tanto no grupo tradicional como PAA. Apenas na quarta série foi observada diferença significativa inter-séries no grupo PAA quando comparado ao tradicional.

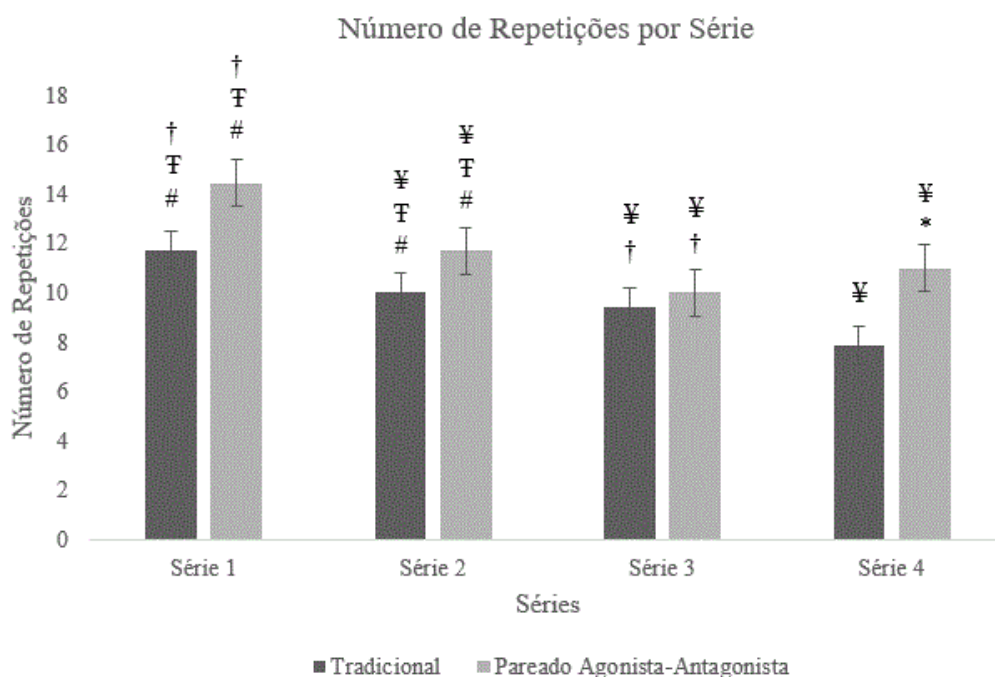


Figura 1 - Média e Desvio padrão do desempenho de repetições na cadeira extensora durante os métodos tradicional vs. Pareado agonista-antagonista. ¥ Diferença significativa intra-série para a primeira série; † diferença significativa intra-série para a segunda série; ‡ diferença significativa intra-série para a terceira série; # diferença significativa intra-série para a quarta série; \* diferença significativa inter-série para a quarta série.

## DISCUSSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo apontaram superioridade do método PAA quando comparado ao tradicional tanto no volume de treinamento como trabalho total. Corroborando o nosso estudo, Balsamo *et al.* (2012) observaram maior VT ao realizar um exercício de flexão dos joelhos seguido da extensão desta articulação, quando comparados à sequência inversa dos exercícios, ao avaliarem o efeito da ordem dos exercícios (extensão e flexão de joelhos) sobre o VT e percepção subjetiva de esforço utilizando o método PAA. Contrastando com os estudos supracitados, Maynard e Ebben (2003) avaliaram os efeitos da pré-fadiga dos isquiotibiais sobre o pico de torque, pico de potência, tempo do pico de torque, pico de torque em diferentes ângulos do joelho e atividade mioelétrica de quadríceps e isquiotibiais, utilizando velocidades variadas de extensão do joelho em um exercício isocinético após pré-fadiga dos isquiotibiais, em 20 homens adultos. Os autores observaram menor pico de torque na extensão de joelhos, sendo justificado através de uma interação de

duas vias: a fadiga mais o controle da velocidade. Assim, possivelmente, estes são os fatores que levaram às divergências nos resultados, pois no presente estudo, não houve o controle da velocidade do movimento.

Uma possível explicação para a melhoria do desempenho da força durante a realização do método PAA pode estar relacionada ao proprioceptor denominado Órgão Tendinoso de Golgi (OTG), localizado dentro do tendão muscular, em série com as fibras extrafusais. Este proprioceptor atua como um dispositivo de segurança contra o aumento de força excessiva durante a contração do músculo inibindo a contração do grupamento muscular agonista, recrutando o grupamento antagonista através de um interneurônio quando a tensão encontrasse em níveis críticos (Kistemaker *et al.*, 2013). Assim, após a pré-ativação dos antagonistas no primeiro exercício, este mecanismo seria responsável pela inibição neurológica deste grupamento muscular, resultando no aumento da ativação neural e força dos músculos agonistas. Em sua revisão de literatura, Robbins *et al.* (2010), afirmam que este é o mecanismo para embasar a superioridade do método PAA em relação ao tradicional, conforme constatado também para o VT e TT do presente estudo. Dessa forma, podemos inferir que a inibição causada pelo OTG no grupamento muscular antagonista (isquiotibiais) durante o método PAA, foi a chave para o aumento do desempenho da força durante a realização da cadeira extensora.

Por outro lado, Maia *et al.* (2014) buscaram analisar os efeitos de diferentes IR entre séries pareadas agonista-antagonista sobre o desempenho de repetições e atividade mioelétrica de quadríceps. Os autores observaram que quanto menores os intervalos (imediatamente após, 30 segundos e um minuto) maior foi o desempenho de repetições se comparados aos IR mais longos (três e cinco minutos). Em contrapartida, Paz *et al.* (2013), avaliaram o método tradicional vs. PAA no exercício remada baixa em 15 homens adultos, adotando o tempo de recuperação de 2 minutos entre os exercícios remada baixa (método tradicional) e supino reto seguido remada baixa (PAA), na qual o resultado foi superior para o PAA. O presente estudo adotou o IR entre os exercícios de 30 segundos, onde no decorrer das quatro séries, foi observado um maior número de repetições quando o método PAA foi utilizado se comparado ao método tradicional, exceto na terceira série quando comparada à quarta série em ambos os métodos, bem como foi observada diferença significativa no número de repetições na quarta série do método PAA quando comparado ao tradicional. Em contrapartida, Paz G (2016) avaliaram os efeitos do método PAA com 11 mulheres adultas treinadas recreacionalmente, utilizando diferentes ordens para os exercícios para extensão e flexão do cotovelo com dois minutos de IR entre mesmos, não sendo observadas diferenças significativas entre as ordens.

Porém, a explicação para tal resultado pode ter sido o intervalo entre os exercícios, o qual foi suficiente para uma boa recuperação do grupamento muscular previamente ativado (American College of Sports, 2009), dessa forma não havendo o efeito da fadiga causada pela pré-ativação a qual dá base para o método PAA.

A fadiga muscular é gerada por diversos fatores, levando à queda do desempenho, sendo as fontes energéticas fatores determinantes nesse processo. Nesse sentido, uma das fontes de energia que contribuem para o desenvolvimento do exercício é o sistema fosfagênico, pois assim como a adenosina trifosfato (ATP) a fosfocreatina (Cr-P) é armazenada na célula. Para ocorrer a contração muscular o ATP se fosforila em ADP (adenosina difosfato) liberando um fosfato inorgânico (Pi) e energia para contração. Quando a célula precisa de um grande aporte energético a fosfocretina doa uma molécula de fosfato de creatina, a qual se liga no ADP para ressintetizar o ATP. No entanto, este mecanismo atua por apenas alguns segundos nesse suporte de energia e precisa de um tempo superior a 1 minutos para se recuperar totalmente (Baker *et al.*, 2010). Dessa forma, a afirmação de Baker *et al.*<sup>16</sup> fornece base para alicerçar os resultados do presente estudo a partir da fadiga muscular, visto que os melhores desempenhos obtidos no método PAA durante intervalos mínimos, certamente estão relacionados a esta recuperação insuficiente de energia para uma boa co-ativação dos flexores durante a extensão de joelhos, no método PAA (De Salles *et al.*, 2009). Este estado de fadiga é causado pela série que precede o exercício principal, a qual é executada até a falha concêntrica (Paz *et al.*, 2013). Assim, o intervalo de recuperação pode também ter sido o principal responsável pelo melhor desempenho do PAA no presente estudo (Maia *et al.*, 2014). A ressíntese das fontes de energia é um fator primordial para o bom desempenho no TF, sendo necessário um intervalo de tempo adequado para que esse aporte energético seja reestabelecido, o que pode demorar até 3 minutos (American College of Sports, 2009; Jambassi Filho *et al.*, 2013). Assim, seria possível inferir que o tempo mínimo entre as sessões pode ter causado déficits na contração do grupamento muscular antagonista por consequência da diminuição na inibição recíproca destes músculos durante o exercício de extensão.

Vale ainda ressaltar quanto ao método PAA, que o mesmo pode ser utilizado como uma estratégia para otimização do tempo de utilização do salão de musculação (Paz *et al.*, 2015; Paz G, 2016). Ao utilizar exercícios de forma conjugada, bem como com intervalos de recuperação mais curtos, não apenas é possível obter melhorias no desempenho da força de membros inferiores como foi constatado no presente estudo, como também o tempo das sessões de treinamento são diminuídas. Robbins *et al.* (2010), também inferiram em seu

estudo que este método é um importante aliado para otimizar o tempo de treinamento, pois é possível desenvolver força e potência em curtos espaços de tempo, gerando benefícios os praticantes de TF. Dessa forma, os resultados do presente estudo vão ao encontro do proposto pelo autor supracitado.

O presente estudo teve como limitações a não utilização da eletromiografia para analisar a atividade mioelétrica dos grupamentos musculares flexores e extensores do joelho. Não foi possível também realizar o controle do ciclo menstrual, hidratação, nutrição ou ingesta de recursos ergogênicos das participantes.

## CONCLUSÃO

Conclui-se, assim, que o exercício CE, quando realizado precedido do exercício MF (método PAA), apresenta maiores TT e VT, podendo ser uma melhor estratégia para otimização do desempenho da força se comparado ao método tradicional, além de apresentar possibilidade de redução no tempo despendido durante as sessões de treinamento de força. Tal estratégia pode ser bem aplicável para praticantes com uma menor disponibilidade de tempo para a prática regular de exercícios físicos. A partir desses resultados pede-se concluir que o método PAA, pode ser uma importante estratégia para desenvolver um treinamento que demande menor tempo, porém com a mesma eficácia e desempenho quando o objetivo for melhoria do desempenho da força de membros inferiores.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc**, v. 41, n. 3, p. 687-708, Mar 2009. ISSN 0195-9131.

BAKER, J. S.; MCCORMICK, M. C.; ROBERGS, R. A. Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise. **Journal of Nutrition and Metabolism**, v. 2010, p. 13, 2010. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1155/2010/905612> >.

BALSAMO, S. et al. Exercise order affects the total training volume and the ratings of perceived exertion in response to a super-set resistance training session. **International Journal of General Medicine**, v. 5, p. 123-127, 02/10 2012. ISSN 1178-7074. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3282595/> >.

CHALMERS, G. Strength training - Do Golgi tendon organs really inhibit muscle activity at high force levels to save muscles from injury, and adapt with strength training? **Sports Biomechanics**, v. 1, n. 2, p. 239-249, 2002/07/01 2002. ISSN 1476-3141. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1080/14763140208522800> >.

DE SALLES, B. F. et al. Rest interval between sets in strength training. **Sports Med**, v. 39, n. 9, p. 765-77, 2009. ISSN 0112-1642 (Print)0112-1642.

FARIAS, D. A. et al. Maximal Strength Performance and Muscle Activation for the Bench Press and Triceps Extension Exercises Adopting Dumbbell, Barbell, and Machine Modalities Over Multiple Sets. **J Strength Cond Res**, v. 31, n. 7, p. 1879-1887, Jul 2017. ISSN 1064-8011.

FOLLAND, J. P.; WILLIAMS, A. G. The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. **Sports Med**, v. 37, n. 2, p. 145-68, 2007. ISSN 0112-1642 (Print)0112-1642.

GARBER, C. E. et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011. ISSN 0195-9131. Disponível em: < [http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2011/07000/Quantity\\_and\\_Quality\\_of\\_Exercise\\_for\\_Developing.26.aspx](http://journals.lww.com/acsm-msse/Fulltext/2011/07000/Quantity_and_Quality_of_Exercise_for_Developing.26.aspx) >.

GRANACHER, U. et al. Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. **Frontiers in Physiology**, v. 7, p. 164, 05/0902/26/received04/18/accepted 2016. ISSN 1664-042X. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4861005/> >.

JAMBASSI FILHO, J. C. et al. Effect of Different Rest Intervals, Between Sets, on Muscle Performance During Leg Press Exercise, in Trained Older Women. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 12, n. 1, p. 138-143, 03/0110/27/received01/15/accepted 2013. ISSN 1303-2968. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3761766/> >.

KISTEMAKER, D. A. et al. Control of position and movement is simplified by combined muscle spindle and Golgi tendon organ feedback. **Journal of Neurophysiology**, Bethesda, MD, v. 109, n. 4, p. 1126-1139, 10/2408/27/received10/24/accepted 2013. ISSN 0022-30771522-1598. Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3569141/> >.

MAIA, M. F. et al. Effects of different rest intervals between antagonist paired sets on repetition performance and muscle activation. **J Strength Cond Res**, v. 28, n. 9, p. 2529-35, Sep 2014. ISSN 1064-8011.

MAYNARD, J.; EBBEN, W. P. The effects of antagonist pre-fatigue on agonist torque and electromyography. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 3, p. 469-74, Aug 2003. ISSN 1064-8011 (Print)1064-8011.

PAZ G, D. F. M. M., DE ARAÚJO FARIAS D, MIRANDA H. Maximal repetition performance and muscle activation of biceps brachii and triceps brachii during agonist-antagonist paired set adopting different exercise order. . **Gazz Med Ital - Arch Sci Med**, v. 175, n. 1-2, p. 1-9, 2016.

PAZ, G. et al. Volume Load and Neuromuscular Fatigue During an Acute Bout of Agonist-antagonist Paired-set Versus Traditional-set Training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. Publish Ahead of Print, 2015. ISSN 1064-8011. Disponível em: <[http://journals.lww.com/nscascr/Fulltext/publishahead/Volume\\_Load\\_and\\_Neuromuscular\\_Fatigue\\_During\\_an.96873.aspx](http://journals.lww.com/nscascr/Fulltext/publishahead/Volume_Load_and_Neuromuscular_Fatigue_During_an.96873.aspx) >.

PAZ, G. A. et al. EFFECTS OF DIFFERENT ANTAGONIST PROTOCOLS ON REPETITION PERFORMANCE AND MUSCLE ACTIVATION – ORIGINAL RESEARCH. **Med Sport**, v. 17, n. 3, p. 106-112, 2013.

PROTZEK, A. O. et al. INTERVALOS DE RECUPERAÇÃO: EFEITOS NO TRABALHO TOTAL EM UMA SESSÃO DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM HOMENS JOVENS. **PENSAR A PRÁTICA**, v. 12, n. 1, p. 1-11, 2009.

ROBBINS, D. W. et al. Physical performance and electromyographic responses to an acute bout of paired set strength training versus traditional strength training. **J Strength Cond Res**, v. 24, n. 5, p. 1237-45, May 2010. ISSN 1064-8011.

SIMAO, R. et al. Exercise order in resistance training. **Sports Med**, v. 42, n. 3, p. 251-65, Mar 01 2012. ISSN 0112-1642.

TILLIN, N. A.; PAIN, M. T.; FOLLAND, J. P. Short-term training for explosive strength causes neural and mechanical adaptations. **Exp Physiol**, v. 97, n. 5, p. 630-41, May 2012. ISSN 0958-0670.