
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

**DROP JUMP PROMOVE MELHORA NO DESEMPENHO DE RSA, MAS NÃO
EM PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM JOGADORES JOVENS DE
BASQUETE**

GABRIEL MACHADO CLAUS

Agosto – 2019

Bauru - SP

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE

DISSERTAÇÃO

**DROP JUMP PROMOVE MELHORA NO DESEMPENHO DE RSA, MAS NÃO
EM PARÂMETROS NEUROMUSCULARES EM JOGADORES JOVENS DE
BASQUETE**

ALUNO: GABRIEL MACHADO CLAUS

ORIENTADOR: PROF. DR. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências do Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências da Motricidade

Agosto – 2019

Bauru - SP

Claus, Gabriel.

Drop jump promove melhora no desempenho de RSA, mas não em parâmetros neuromusculares em jogadores jovens de basquete/ Gabriel Machado Claus, 2019

82 f. : il.

Orientador: Alessandro Moura Zagatto

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2019

1. Avaliação neuromuscular. 2. Desempenho físico. 3. RSA. 4. PPA. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GABRIEL MACHADO CLAUS, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA MOTRICIDADE, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 06 dias do mês de setembro do ano de 2019, às 09:00 horas, no(a) Anfiteatro da Graduação do Departamento de Educação Física, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru/ SP, Prof. Dr. PAULO HENRIQUE SILVA MARQUES DE AZEVEDO do(a) Departamento de Ciências da Movimento Humano, PPG Interdisciplinar em Ciências da Saúde - Universidade Federal de São Paulo - Santos/SP, Prof. Dr. JULIO WILSON DOS SANTOS do(a) Departamento de Educacao Fisica / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauru/ SP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GABRIEL MACHADO CLAUS, intitulada **Efeito de protocolos específicos de potenciação pós ativação sobre o desempenho em esforços de *sprint* repetidos com mudança de direção e a mensuração da fadiga em atletas de basquete..** Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO

Prof. Dr. PAULO HENRIQUE SILVA MARQUES DE AZEVEDO

Prof. Dr. JULIO WILSON DOS SANTOS

A presente dissertação de mestrado foi realizada com o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.



Processo nº 2017/14187-6, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do autor e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

A presente dissertação de mestrado foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer ao professor Alessandro pela oportunidade de participar do laboratório, da orientação desde a iniciação científica, até a presente dissertação de mestrado.

Gostaria de agradecer a minha família, sem o apoio de vocês nada disso seria possível. Não existem palavras para descrever tudo o que vocês fazem por mim. Agradeço a Fernanda que também esteve presente comigo em todos esses momentos me apoiando em todos os momentos.

Também, não menos importante a participação de todos do laboratório. Rodrigo, Elvis, Paulão, Fabio, Gabriel, Willian, Yago, Vithor, Slomp e Júlia pelo convívio de todos esses anos. Sem a ajuda de cada um não seria possível a realização desse trabalho, cada um com a sua importância, seja na minha formação durante o processo ou mesmo na ajuda durante as coletas da presente dissertação.

Agradecimento ao Bruno por fazer esse primeiro contato com a base. Agradecimento ao Everton (preparador físico das categorias de base do Bauru basket) e ao Dragãozinho Bauru Basket, por ceder os atletas para realização do estudo. Agradecimento a todos os atletas que participaram do estudo por toda a dedicação e entrega em todos os testes. Agradecimento aos funcionários da Unesp que ajudaram diretamente ou indiretamente: Rodrigo, Bruno, Dona Nice, Divino e Carmen.

RESUMO

Em modalidades esportivas coletivas como o basquete, a aptidão em realizar *sprints* repetidos vem se demonstrando um fator físico determinante. A alta intensidade exigida durante toda a partida irá induzir uma incapacidade de manutenção dos níveis de velocidade/força iniciais, diminuindo o desempenho e, conseqüentemente, instaurando a fadiga muscular. Uma estratégia para o aumento do desempenho pode ser a potenciação pós ativação (PPA). A PPA consiste no aumento involuntário dos níveis de contração muscular em resposta a um estímulo voluntário anterior e vem sendo inserida na rotina de aquecimento levando a melhoria do desempenho. Ainda, a PPA vem sendo mais efetiva quanto maior a especificidade ao modo de exercício, em comparação a potenciação com atividades menos específicas a atividade requerida. Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar o efeito de protocolos de esforços condicionantes específicos sobre o desempenho nos esforços de *sprints* repetidos (RSA) com mudanças de direção em atletas de basquete e sobre parâmetros da fadiga muscular. Participaram do estudo 10 atletas de basquete (idade: $17,5 \pm 1,2$ anos; estatura: $1,9 \pm 0,1$ m; peso: $87,2 \pm 15,4$ kg; experiência competitiva: $5,2 \pm 1,5$ anos), que realizaram os procedimentos experimentais de modo cruzado e randômico. Inicialmente os voluntários foram familiarizados com os procedimentos, nas demais visitas de avaliações os voluntários foram submetidos a um aquecimento padronizado, idênticos em todas as condições. Após o aquecimento, foram realizadas as mensurações neuromusculares, composta por 2 contrações voluntárias máximas isométricas de extensão de joelho com estímulos elétricos e monitoramento do sinal eletromiográfico muscular de superfície, e em seguida os atletas foram submetidos aos protocolos de esforços condicionantes (*sprint* de curta distância com resistência através do trenó [TR] e *drop jump* seguido de salto contra movimento [DJ]) ou condição controle. Após intervalo de recuperação de 4 min para o DJ e 8 min para o TR foi mensurado o desempenho no teste de RSA, e imediatamente após o término do teste foi novamente realizado as mensurações neuromusculares. Também, foi monitorado o sinal de eletromiografia de superfície dos músculos da perna dominante durante a realização do teste de RSA. Como resultado foi encontrado diferença significativa para as variáveis do teste de RSA de tempo médio ($p = 0,033$; post hoc $p = 0,039$), tempo total ($p = 0,031$; post hoc $p = 0,037$) e pior tempo ($p = 0,029$; post hoc $p = 0,045$), com a condição DJ apresentando melhora em comparação com a condição controle. No entanto, não foi encontrado nenhuma interação significativa entre os

resultados nas avaliações neuromusculares, somente foi encontrada alteração em comparação com os momentos pré e pós o teste de RSA para todas as condições. Também, não foi encontrada diferença significativa entre as condições para os resultados no monitoramento do sinal eletromiográfico durante os *sprints*. Portanto, o uso do esforço condicionante do DJ foi efetivo para induzir a melhoria do desempenho físico no teste de RSA em atletas de basquete. O teste de RSA induziu a participação dos parâmetros periféricos e centrais de maneira semelhante entre as condições independente do desempenho encontrado.

Palavras-Chave: Avaliação neuromuscular; desempenho físico; RSA; PPA.

ABSTRACT

Repeated sprint efforts have been identified as a key component of physical fitness in team sports, such as basketball. The high intensity efforts required throughout the game will generate fatigue, and the inability to maintain initial velocity/force levels, thus, decreasing performance and hence instituting muscle fatigue. A strategy to improve performance can be post-activation potentiation (PAP). PAP is defined as enhanced involuntary twitch in response to a prior voluntary contraction and has been inserted into the warm-up routine leading to improved performance. In addition, specific PAP application to mode of exercise showed better results than a PAP non-specific to sport. Therefore, the objective of this present study was to investigate the effect of two specific PAP protocols on performance in repeated sprint efforts with changes in direction in basketball players and in fatigue manifestation. Ten basketball players (age: $17,5 \pm 1,2$ years; height: $1,9 \pm 0,1$ m; weight: $87,2 \pm 15,4$ kg; competitive experience: $5,2 \pm 1,5$ years) were selected and participated in randomized cross over mode experimental procedures. Initially, the volunteers were familiarized with the procedures, in the next visits of evaluations the volunteers were submitted to a standardized warm-up, identical in all the conditions. After warming up, neuromuscular measurements were performed, consisting of 2 contractions voluntary maximal isometric of knee extension with electrical stimuli and monitoring of the electromyography responses, then the athletes were submitted to the conditioning protocols (heavy sled sprint and drop jump) or control condition. After 4 minutes for drop jump or 8 minutes for heavy sled sprint of the end of the experimental protocol the performance in the RSA test was measured, and immediately after the end of the RSA test the neuromuscular measurements were performed. Also, the surface electromyography signal of the dominant leg muscles was monitored during the RSA test. Significant interaction was found for the mean time ($p = 0.033$, post hoc $p = 0.039$), total time ($p = 0.031$, post hoc $p = 0.037$) and worst time ($p = 0.029$, post hoc $p = 0.045$), with the DJ condition showing improvement compared to the control condition. However, no significant interaction was found between the results in the neuromuscular evaluations, only alteration was found in comparison to the moments before and after the RSA test for all conditions. Also, no significant interaction was found between the conditions for the results in monitoring the electromyography responses during the sprints. Therefore, the use of the DJ conditioning effort was effective to induce the improvement of the physical performance in the RSA test in basketball athletes, yet, the RSA test induced participation

of the peripheral and central parameters in a similar way between the conditions independent of the performance.

Key words: Neuromuscular assessment; Physical fitness; RSA; PAP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do recrutamento dos participantes no presente estudo.....	35
Figura 2. A – Descrição do desenho experimental. B – Descrição das visitas experimentais. Fam. – familiarização; DJ – <i>drop jump</i> seguido de salto contra movimento; TR – <i>sprint</i> de curta distância com resistência através do trenó; Con. – Controle. RSA – esforços de <i>sprints</i> repetidos.....	37
Figura 3. Escala visual analógica 100 mm.....	38
Figura 4. Percurso do protocolo de RSA-esforços de <i>sprints</i> repetidos. Composto por 10 <i>sprints</i> de 30 m divididos em 6 x 5 m com cinco mudanças de direção.....	41
Figura 5. Resultados do teste de RSA relacionado as variáveis de tempo. Os dados são apresentados média $\pm$ desvio padrão, e a diferença percentual entra as condições de esforço condicionante com a condição controle. TR: <i>sprint</i> de curta distância com resistência através do trenó; DJ: <i>drop jump</i> seguido de salto contra movimento.....	47
Figura 6. Resultado do monitoramento do sinal de EMGs relacionado ao maior, médio e menor valor de RMS _{SPRINT}	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Resultados do teste de intervalo de recuperação até o RSA para condição TR.....	44
Tabela 2. Resultados do teste de intervalo de recuperação até o RSA para condição DJ.....	44
Tabela 3. Resultados de força e parâmetros de fadiga central periférica.....	49

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

[La]	Concentração de lactato sanguíneo
[La] _{rep}	Concentração de lactato sanguíneo de repouso
[La] _{pre-RSA}	Concentração de lactato sanguíneo antes do teste de RSA
[La] _{pico}	Concentração de lactato sanguíneo pico após o teste de RSA
%AV	Percentual de ativação voluntária
µV	Microvolte
BF	Bíceps femoral
Ca ⁺⁺	Cálcio
CMJ	<i>Counter movement jump</i>
CVM	Contração voluntária máxima isométrica
Db10	Pulso duplo de baixa frequência
Db100 _{sup}	Pulso duplo de 100 Hz superimposto
Db100	Pulso duplo de 100 Hz
DJ	<i>Drop jump</i> seguido de salto contra movimento
EMGs	Eletromiografia de superfície
FMD	Frequência mediana
GM	Gastrocnêmio medial
H ⁺	Hidrogênio
Hz	Hertz
ICC	Correlação intra-classe
kg	kilograma
min	Minuto
mV	milivolte
ms	milisegundo
Onda-M _{amp}	Amplitude da onda-M
Onda-M _{dur}	Duração da onda-M
Pi	Fosfato inorgânico
PPA	Potenciação pós ativação

Reflexo-H	Reflexo Hoffman
RF	Reto femoral
RM	Repetição máxima
RMS	<i>Root mean square</i>
RMS _{CVM}	<i>Root mean square</i> referente ao monitoramento do sinal eletromiografico de superfície muscular no esforço da CVM
RMS _{SPRINT}	<i>Root mean square</i> referente ao monitoramento do sinal eletromiografico de superfície muscular no teste de RSA
RSA	Teste de <i>sprints</i> repetidos
s	Segundo
SENIAM	<i>Surface electromyography for the non-invasive assessment of Muscle</i>
ST	Semitendíneo
TA	Tibial anterior
TR	<i>Sprint</i> de curta distância com resistência através do trenó
VL	Vasto lateral
VM	Vasto medial
VO _{2max}	Consumo máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	17
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1. Demanda física no basquete.....	20
2.2. Fadiga muscular.....	21
2.2.1. Fatores periféricos.....	21
2.2.2. Fatores centrais.....	23
2.2.3. Fadiga e <i>sprints</i> repetidos.....	24
2.3. Potenciação pós ativação	26
2.3.1. Mecanismos propostos como responsáveis pela PPA.....	26
2.3.1.1. Fosforilação da cadeia leve da miosina.....	26
2.3.1.2. Aumento do recrutamento de unidades motoras.....	27
2.3.1.3. Alteração do ângulo de penetração muscular.....	29
2.3.2. Potenciação pós ativação e fatores que afetam o desempenho.....	30
2.4. Enunciando o problema.....	32
3.OBJETIVO GERAIS.....	34
3.1. Objetivo específico.....	34
4.HIPÓTESE.....	35
5.METODOLOGIA.....	36
5.1. Participantes.....	36
5.2. Desenho experimental.....	37
5.3. Mensuração metabólica.....	39
5.4. Escala visual analógica de motivação.....	39
5.5. Mensurações neuromusculares.....	40
5.5.1. Contração voluntária máxima isométrica (CVM) e a mensuração da força.....	40

5.5.2. Estimulação elétrica e a determinação das variáveis relacionadas a fadiga central e periférica.....	41
5.5.3. Aquisição e análise do sinal eletromiográfico (EMGs) muscular de superfície (EMGs).....	42
5.5.3.1. Monitoramento do sinal de EMGs durante a CVM.....	42
5.5.3.2. Monitoramento do sinal de EMGs durante o RSA.....	42
5.6. Esforços de <i>sprints</i> repetidos (RSA) com mudanças de direção.....	43
5.7. Esforços condicionantes.....	44
5.7.1. <i>Sprint</i> de curta distância com resistência através do trenó (TR).....	44
5.7.2. <i>Drop jump</i> seguido de salto contra movimento (DJ).....	45
5.7.3. Teste de intervalo de recuperação ideal dos esforços condicionantes até o RSA.....	45
5.8. Análise estatística.....	47
6.RESULTADOS.....	48
7.DISSCUSSÃO.....	53
8.CONCLUSÃO.....	60
9.APLICAÇÃO PRÁTICA.....	61
10.REFERENCIA.....	62
11.ANEXO.....	70

1. INTRODUÇÃO

Em modalidades esportivas coletivas como o basquete, durante toda a partida, os atletas são exigidos a realizar esforços de *sprint* máximo ou perto do máximo intercalados por curtos períodos de recuperação em baixa intensidade ou mesmo recuperação passiva (GIRARD et al., 2011; SCANLAN; DASCOMBE; REABURN, 2011). A capacidade de realizar *sprints* repetidos (BISHOP; GIRARD; MENDEZ-VILLANUEVA, 2011; GIRARD et al., 2011) e de sustentar altos níveis de velocidade durante a partida (PATON; HOPKINS; VOLLEBREGT, 2001) são fatores físicos determinantes no desempenho em esportes coletivos para obter o sucesso no final da partida.

A alta intensidade requisitada durante toda a partida exige uma grande participação da via metabólica não-mitocondrial gerando acúmulo significativo de metabólitos, como o lactato sanguíneo (CAPRINO; CLARK e DELEXTRAT, 2012) e pode ser considerado um indicativo do aumento na produção e acúmulo dos íons hidrogênio resultando na acidose muscular (BISHOP et al., 2004). Assim, essa acidose induzida pelo exercício exerce um papel inibidor na atividade enzimática, acoplamento acto-miosina e afinidade do íon cálcio a tropinina (DEBOLD, 2012), induzindo a uma perturbação periférica. Do mesmo modo, durante o exercício também são verificadas alterações no córtex e medula espinhal que podem diminuir a manutenção do *drive motor* (GANDEVIA 2001), e somadas as alterações periféricas, induzem fadiga.

A fadiga é um fenômeno complexo, multifatorial, dependente do modo de esforço e caracterizada como o decaimento ou incapacidade na manutenção da força/velocidade em determinada atividade induzida pelo exercício físico (GANDEVIA 2001). A caracterização dos parâmetros da fadiga (central ou periférica) durante os esforços de *sprints* repetidos se torna necessária para possibilitar a elaboração de estratégias que possam retardar essa fadiga. Esforços de *sprints* requerem uma elevada ativação neural (ROSS; LEVERITT; RIEK, 2001) e somadas as constantes mudanças de direção observadas durante a partida, contendo acelerações e desacelerações (ABDELKRIM; EL FAZAA; EL ATI, 2007; SHEPPARD e YOUNG, 2006), geram uma perturbação a nível neuromuscular com efeito deletério na manutenção da força/velocidade durante a partida.

Na literatura encontram-se estudos que buscaram avaliar a fadiga induzida por meio dos protocolos de *sprints* repetidos (RSA) (PERREY et al., 2010; RACINAIS et al. 2007; TOMAZIN; MORIN; MILLET, 2016) e esses autores sugerem que a fadiga após

o protocolo de RSA apresenta uma maior participação dos fatores periféricos (BISHOP, 2012; PERREY et al., 2010; RACINAIS et al., 2007). Visto a perturbação gerada por meio dos protocolos de RSA, uma estratégia que pode ser inserida na rotina de aquecimento durante as competições para aumentar o desempenho no esforço de RSA é a potenciação pós ativação (PPA), ocasionando alterações neuromusculares e no aparato contrátil, gerando menor queda no desempenho expresso pelo índice de fadiga (DUNCAN; THURGOOD; OXFORD, 2014), melhoria do melhor tempo e tempo médio (OKUNO et al., 2013). Do mesmo modo, evidências sugerem a alteração da participação nos processos de fadiga central e periférica (THOMAS et al., 2017) após aplicação da PPA, devido aos mecanismos propostos como responsáveis atuarem tanto na parte central (alteração do padrão de ativação muscular) (SALE, 2002; SALE, 2004; TILLIN e BISHOP, 2009) como na periférica (fosforilação da cadeia leve da miosina e alteração do ângulo de penação) (HOUSTON; GREEN; STULL, 1985; MAHFELD, FRANKE, AWISZUS, 2004; MANNING e STULL, 1982; MOORE e STULL, 1984; RODRIGUEZ-FALCES et al., 2015).

A PPA é definida como um aumento involuntário da contração muscular em resposta a um estímulo voluntário anterior máximo ou submáximo (SALE, 2002; SALE, 2004; TILLIN e BISHOP, 2009). Há na literatura evidências que demonstram a melhora no desempenho muscular após protocolos de PPA em esforços de alta intensidade e curta duração (i.e. salto e *sprint*) (BEVAN et al., 2010; BEVAN et al., 2009; KILDUFF et al., 2007).

Do mesmo modo, em esforços de RSA dois estudos investigaram o efeito da PPA através de contrações condicionadas não específicas por meio do exercício de agachamento. Duncan, Thurgood e Oxford (2014) utilizaram 3 repetições a 90% de 1 repetição máxima (RM) com 4 minutos até o protocolo de RSA composto de 7 x 30 m com 25s de intervalo passivo, em atletas de *rugby*, em que o resultado indicou uma melhora nos tempos dos *sprints* 5º-7º em comparação com a condição sem PPA. Okuno e colaboradores (2013) investigaram a PPA em atletas de handebol utilizando como protocolo de esforço condicionante 2 séries equivalentes a 50% e 70% de 1RM com 5 e 3 repetições, respectivamente, e 5 séries a 90% de 1 RM executando uma repetição. O protocolo de RSA proposto utilizou 6 x 30 m com uma mudança de direção (15 + 15 m) e 20s de intervalo entre cada esforço. Após 4 minutos de repouso passivo do esforço condicionante, o esforço potenciado demonstrou melhora no melhor tempo (PPA 5,74 ±

0,16 s; sem PPA $5,82 \pm 0,15$ s, $p < 0,01$) e no tempo médio (PPA $5,99 \pm 0,19$ s; sem PPA $6,06 \pm 0,18$ s, $p < 0,01$).

No entanto, os estudos que se propuseram a estudar o efeito da PPA em esforços de RSA não investigaram se esse protocolo poderia também alterar ou retardar a manifestação da fadiga, resultando na melhora do desempenho assim como na ação de suplementos tamponantes (ARTIOLI et al., 2010; De SALLES PAINELLI et al., 2013). O estímulo gerado pela PPA irá atuar desencadeando em uma maior liberação dos íons cálcio do retículo sarcoplasmático, essa maior liberação induz a ativação da enzima miosina de cadeia leve quinase, consequentemente, potencializando a cadeia leve da miosina para o esforço subsequente (HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005; SZCZESNA et al., 2002). Com a cadeia leve da miosina potencializada, torna mais sensível a interação da actina-miosina ao íon cálcio mioplasmático (SZCZESNA et al., 2002). Ainda, o recrutamento de um maior número de unidades motoras (GÜLLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996; HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005), pode auxiliar o aparato contrátil durante o esforço de RSA gerando uma maior produção de força sem o aumento proporcional da demanda energética (SAUNDERS et al., 2004).

Ainda, existem evidências na literatura que indicam a maior efetividade dos protocolos de PPA quando se utiliza as contrações condicionadas específicas ao movimento alvo (CUENCA-FERNÁNDEZ; LÓPEZ-CONTRERAS; ARELLANO, 2015; MATTHEWS; COMFORT; CREBIN, 2010). Na modalidade do basquete, os atletas utilizam grande parte dos esforços de alta intensidade em ações de *sprints* e saltos.

Dessa maneira, a proposta principal dessa dissertação foi verificar se esforços condicionantes por meio do esforços de *sprints* de curta distância com resistência e por *drop jump* seguido de salto contra movimento induzem melhora no desempenho no teste de RSA e a etiologia da fadiga. Também, verificar se os esforços condicionantes específicos a modalidade induzem a resposta no desempenho de modo semelhante. Como hipótese central é esperado um aumento no desempenho do protocolo de *sprints* repetidos com alteração na resposta da fadiga central e periférica, pelo aumento na resposta da perturbação central se ocorrer a melhora no desempenho.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Demanda física no basquete

O basquete é caracterizado como um esporte coletivo disputado em quadra com dimensões de 28 x 15 m, separados em 4 tempos com duração de 10 min e 5 atletas em cada equipe. A regra permite o número ilimitado de substituições durante a partida e com tempo determinado de 24s para realizar o ataque (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BASKETBALL, 2017), tornando a partida dinâmica e ocorrendo em média uma ação de alta intensidade a cada 21s (MCINNES et al., 1995).

No basquete os atletas são divididos nas posições de armador, ala e pivô. As diferentes posições apresentam além da diferença da função tática, também, a diferença física de massa corporal, assim como, a estatura em que os pivôs apresentam maiores valores em comparação aos armadores e alas (SEKULIC et al., 2016). Também, na literatura os estudos reportam que jogadores de basquete apresentam valores do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) estimado através de teste intermitente de $63,67 \pm 6,79$ mL·kg⁻¹·min⁻¹ (POJSKIC et al., 2015), quando determinado por posição o VO_{2max} apresenta a diferença com maiores valores para as posições de armadores ($64,37 \pm 7,05$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) e alas ($62,38 \pm 6,08$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) em comparação aos pivôs ($57,91 \pm 7,23$ mL·kg⁻¹·min⁻¹) (POJSKIC et al., 2015).

Os atletas percorrem uma distância média total por partida de 7558 ± 575 m (MCINNES et al., 1995), quando relativizado a distância total pelo tempo de partida foi encontrado a razão de $114,5 \pm 8,7$ m·min⁻¹ (ABDELKRIM et al., 2010), resultado semelhante ao encontrado no futsal $117,3 \pm 11,6$ m·min⁻¹ (BARBERO; SOTO; GRANDA, 2004). Relacionado a frequência cardíaca durante a partida Mcinnes e colaboradores (1995) reportaram os valores de $19,3 \pm 3,5$ %, $56,0 \pm 6,3$ %, $17,3 \pm 5,5$ e $7,4 \pm 6,1$ % nas zonas de frequência cardíaca delimitadas como máxima (> 95% frequência cardíaca máxima), alta intensidade (85-95 % frequência cardíaca máxima), moderada (75-84% frequência cardíaca máxima) e baixa (< 75% frequência cardíaca máxima) (DEUTSCH et al., 1998), respectivamente, demonstrando a alta intensidade durante a partida.

Durante a partida os atletas realizam breves *sprints* em alta intensidade (<10s) contendo rápidas mudanças de direção, separados por curtos intervalos de recuperação (<30s) em intensidades variando de baixa à moderada (BISHOP et al., 2011; GIRARD et

al., 2011; RAMPININI et al., 2007). A realização dos *sprints* repetidos em alta intensidade e a aptidão na manutenção do desempenho de alta intensidade, em modalidades esportivas coletivas está também associado a fatores decisivos para o sucesso da partida como em eventos com oportunidade para pontuação (GIRARD, MENDEZ-VILLANUEVA e BISHOP, 2011; PATON, HOPKINS e VOLLEBREGT, 2001), assim sendo, um componente físico de suma importância para o desempenho físico.

A alta intensidade requerida durante toda a partida irá gerar com o decorrer do tempo na instauração dos processos de fadiga e, conseqüente, redução dos índices de desempenho físico (ABDELKRIM et al., 2010; ANSDELL e DEKERLE, 2017). A fadiga em virtude dos *sprints* repetidos induz a uma significativa queda de 16% do tempo empregado em esforços de alta intensidade do primeiro para o segundo tempo de partida (ABDELKRIM et al., 2010), assim como redução de ~5% no resultado de força em teste de contração voluntária máxima isométrica (CVM) de extensão de joelho após cada quarto de uma partida simulada em comparação com os valores iniciais (ANSDELL e DEKERLE, 2017).

2.2. Fadiga muscular

A fadiga é um fenômeno complexo, multifatorial, dependente do modo de esforço e reversível, caracterizada como o decaimento ou incapacidade na manutenção da força/velocidade em determinada atividade induzida pelo exercício físico (GANDEVIA 2001). Uma das técnicas utilizadas para mensurar parâmetros relacionados a fadiga envolve a análise da resposta da força muscular no exercício de CVM com a aplicação de estímulos elétricos (MILIONI et al., 2016). Por meio dessa técnica é possível mensurar indicadores de déficit central (alteração do percentual de ativação voluntária; razão RMS/onda-M) (MERTON et al., 1954), assim como a análise da eletromiografia de superfície (EMGs), obtendo indicadores de fadiga periférica (alterações na amplitude da onda-M; resultado na força após os estímulos elétricos de Db10; Db100; razão Db10/100) (RAMPININI et al., 2011).

2.2.1. Fatores periféricos

A alta intensidade observada durante a partida em esportes coletivos demanda elevada participação da via metabólica não-mitocondrial, conseqüentemente, gerando acúmulo de metabólitos como o lactato sanguíneo que pode alcançar valores de $9,6 \pm 4,0$

mmol·L⁻¹ em uma partida de basquete (CAPRINO; CLARK e DELEXTRAT, 2012). O acúmulo de lactato sanguíneo é um indicativo do acúmulo dos íons hidrogênio (H⁺), em que o acúmulo do H⁺ resulta na diminuição do pH intramuscular gerando a acidose intramuscular (BISHOP et al., 2004), fator indicado como um dos responsáveis pela fadiga periférica. O estado de acidose muscular já foi demonstrado acarretar interferência no desempenho de fibras isoladas, em que a alteração do pH em situação de fadiga diminuindo de ~7,0 para ~6,2 e apresentou ~30% de diminuição da velocidade de encurtamento da fibra (DEBOLD, 2012). Esses resultados são justificados pela atuação das elevadas concentrações dos H⁺ atuando na inibição de enzimas glicolíticas (fosfofrutoquinase), assim como na liberação e sensibilidade ao íon cálcio (Ca⁺⁺) (FABIATO e FABIATO, 1978).

No entanto, vem se questionando a influência do acúmulo do H⁺ como fator limitante para produção de força. Estudos divergem dos resultados anteriores demonstrando que em temperatura fisiológica ocorre pequena ou irrisória influência da acidose na fadiga muscular (KNUTH et al., 2006; PATE et al., 1995). Pate e colaboradores (1995) investigaram a atuação da diminuição do pH em temperaturas fisiológicas, e encontraram resultados mais modestos na redução das variáveis de força (~18%).

Outro fator sugerido como responsável pela fadiga periférica é o acúmulo dos fosfatos inorgânicos (Pi) como produto da hidrólise de fosfocreatina (WESTERBLAD; BRUTON; KATZ, 2010), que contribui para a diminuição da produção de força, atuando na diminuição da sensibilidade miofibrilar ao Ca⁺⁺ e por sua influência direta nas pontes cruzadas da miosina (DAHSTEDT e WESTERBLAD, 2001 ;WESTERBLAD; ALLEN; LANNERGEN, 2002). Ainda, foi investigado em estudo recente de Woodward e Debold (2018) o efeito do acúmulo de H⁺ isolado e em combinação com o acúmulo de Pi. Nas duas situações experimentais foi encontrado diminuição da capacidade de desenvolvimento de força sem diferenças entre as condições.

Contudo, a influência dos níveis de determinados metabólitos sugeridos como principais indicadores da atenuação dos níveis de desempenho muscular ainda necessitam de maiores esclarecimentos da sua influência em condições complexas. Também, podem apresentar influência de outros fatores como as espécies reativas de oxigênio (ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008), bem como influências externas de temperaturas

ambientes (quentes e frias) (NYBO, 2010) e altitude (induzindo a hipóxia) (GIRARD; BROCHERIE; MILLET, 2017).

2.2.2. Fatores Centrais

Em relação aos fatores centrais, com o passar do tempo e a manutenção do esforço em alta intensidade com consequente acúmulo de metabólitos (DEBOLD, 2012; FABIATO e FABIATO, 1978; WESTERBLAD; BRUTON; KATZ, 2010), existem teorias que indicam a modulação do *drive* motor através do *feedback* aferente recebido do grupamento III e IV de fibras nervosas (AMANN e DEMPSEY, 2008; AMANN et al., 2006; AMANN et al., 2013; BILLAUT et al., 2013; GAGNON et al., 2009; ROMER et al., 2007; ROSSMAN et al., 2012), que são responsáveis pela condução da informação referente as alterações mecânicas e bioquímicas da musculatura ativa (TAYLOR et al., 2000; TAYLOR; TODD; GANDEVIA, 2006). Assim, a fadiga central se refere a incapacidade do sistema nervoso central na manutenção do envio da informação ou a ativação da musculatura requerida na atividade (GANDEVIA, 2001; MERTON, 1954). Com auxílio da técnica de estimulação periférica no músculo durante o esforço de CVM isométrica e com a musculatura relaxada pode-se inferir a instauração da fadiga central (GANDEVIA, 2001; MERTON, 1954; SIDHU et al., 2009; THOMAS et al., 2017).

Na literatura existem evidências de estudos indicando o efeito protetivo do sistema nervoso central em regular o exercício até determinado grau de fadiga periférica, assegurando um efeito protetivo para evitar danos irreversíveis a musculatura (AMANN e DEMPSEY, 2008; AMANN et al., 2006; AMANN et al., 2013; BILLAUT et al., 2013). Em estudo realizado por Amann e colaboradores (2009) para demonstrar a relação do papel regulador exercido do grupamento aferente III e IV (AMANN et al., 2009), realizaram duas condições de esforço. Na primeira condição os autores utilizaram bloqueador opióide com a intenção de reduzir o *feedback* aferente e a condição controle utilizando solução salina. O resultado encontrado demonstrou na condição experimental com a sensibilidade aferente afetada que o nível de fadiga periférica foi exacerbado em comparação com a condição controle, de modo que, o proposto grau protetivo com relação ao estado de fadiga periférica foi excedido, demonstrando o papel regulador que a informação aferente exerce para redução ou até mesmo o termino do esforço, resultado este reforçando a sua hipótese.

Billaut e colaboradores (2013) com objetivo de verificar a interação dos fatores centrais e periféricos durante o esforço de *sprints* repetidos em condição de normóxia e hipóxia, realizaram 15 esforços de 5s separados por 25s em uma potência auto selecionada monitorando a função neuromuscular (CVM, estimulação elétrica e monitoramento do sinal de EMGs) antes e após o final dos *sprints* repetidos. Os resultados encontrados demonstraram que em situação de hipóxia o trabalho total foi menor e apresentou um decréscimo de desempenho mais acentuado em relação a condição de normóxia. Em relação a função neuromuscular foi encontrado respostas semelhantes para as duas condições em relação ao estado periférico. No entanto, a magnitude da fadiga central apresentou decréscimo acentuados para a condição de hipóxia. Esses achados corroboram a ideia dos fatores centrais atuando na atenuação do *drive* motor, em vista do *milieu* periférico.

Em modalidade esportiva coletiva, Milioni e colaboradores (2016) investigaram a influência de uma partida amistosa de futsal sobre os parâmetros de fadiga. A fadiga induzida pela partida ocasionou na diminuição da força pico na CVM isométrica de extensão de joelho (pré: $840,2 \pm 66,2$ N; pós: $751,6 \pm 114,1$ N), assim como, na diminuição dos resultados de ativação voluntária (pré: $85,9 \pm 7,5\%$; pós: $74,1 \pm 12,3\%$), demonstrando a instauração dos parâmetros de fadiga central.

Contudo, a participação da fadiga central na diminuição do *drive* motor exerce o papel limitador para preservar a integridade da musculatura ativa. No entanto, o uso do procedimentos de estimulação no nervo periférico não é uma técnica capaz de identificar o local exato da origem da fadiga, somente com técnicas mais finas como a estimulação magnética transcraniana podem auxiliar a esclarecer com mais propriedades para diferenciar da fadiga supra espinal (GANDEVIA, 2001; SIDHU et al., 2009).

2.2.3. Fadiga e *sprints* repetidos

A aptidão em realizar e sustentar elevados níveis de desempenho em *sprints* repetidos é um fator inerente observado durante as partidas em esportes coletivos (BISHOP et al., 2011; GIRARD et al., 2011). Visto a suma importância dada a este fator, diversos protocolos foram propostos para avaliar essa aptidão física em diferentes esportes coletivos (PADULO et al 2016; ZAGATTO et al., 2016). Desse modo, é crescente o interesse de técnicos e pesquisadores em investigar estratégias que possam melhorar o desempenho, assim como, compreender as causas da fadiga que atuam durante

esses esforços ocasionando a atenuação dos níveis de desempenho. Como a etiologia da fadiga está estritamente relacionada com o modo de esforço, na literatura encontram-se estudos que buscaram avaliar a fadiga induzida por meio dos protocolos de *sprints* repetidos (RSA) no esforço de corrida (PERREY et al., 2010; RACINAIS et al. 2007; TOMAZIN; MORIN; MILLET, 2016) e esses autores sugerem que a fadiga após o protocolo de RSA no esforço de corrida contém uma maior participação dos fatores periféricos (BISHOP, 2012; PERREY et al., 2010; RACINAIS et al., 2007).

Perrey e colaboradores (2010) mensuraram os ajustes neurais e musculares induzidos através do RSA no esforço de corrida em sujeitos fisicamente ativos. O protocolo de RSA utilizado consistiu em 12 esforços na distância de 40 m com intervalo de recuperação passiva de 30s, as mensurações neuromusculares foram avaliadas por meio do sinal de EMGs do músculo sóleo, estimulações elétricas e CVM da flexão plantar nos momentos pré, imediatamente após e 30 minutos após o protocolo de RSA. Os resultados reportados por esses autores demonstraram aumento de 17% no tempo dos *sprints* (primeiro *sprint* $5,87 \pm 0,41$ s para o último $6,76 \pm 0,56$ s; $p < 0,05$), diminuição significativa do torque na CVM de flexão plantar ($-11 \pm 7,3\%$; $p < 0,05$) e diminuição do percentual de ativação voluntária ($-2,7 \pm 3,4\%$; $p < 0,05$) no momento imediatamente após, mas após 30 minutos do RSA, ambos os parâmetros retornaram próximos aos valores basais. Ainda, foi demonstrado uma diminuição de $20 \pm 17\%$ na amplitude da onda-M (pré $10,29 \pm 3,62$ mV imediatamente após $8,47 \pm 3,23$ mV; $p < 0,001$). No entanto, os valores de *root mean square* (RMS) do monitoramento do sinal eletromiográfico do músculo sóleo não se alteraram em nenhum momento mensurado. Esses achados demonstram a influência exercida durante os esforços de RSA na manifestação tanto da fadiga central (ativação voluntária), quanto de fatores periféricos (amplitude da onda-M). Desse modo, estratégias que possam atuar no retardo da fadiga e aumento da performance em esportes de alto desempenho são necessárias e precisam ser investigadas.

Do mesmo modo, o uso dos protocolos de potenciação pós ativação (PPA) vem se demonstrando efetivo para o aumento do desempenho (BEVAN et al., 2010; BEVAN et al., 2009; KILDUFF et al., 2007; TILLIN e BISHOP, 2009), em que são utilizados esforços voluntários prévios, comumente inseridos após o tradicional aquecimento. Esse tipo de estratégia se torna atraente por não necessitar de períodos crônicos para alcançar o seu efeito benéfico.

2.3. Potenciação pós ativação

A PPA é definida como o aumento involuntário da capacidade contrátil muscular em resposta a um esforço voluntário prévio máximo ou submáximo, em que é demonstrado aumento na performance aguda variando entre 2-10% (BEVAN et al., 2010; BEVAN et al., 2009; KILDUFF et al., 2007; TILLIN e BISHOP, 2009; SALE, 2002; SALE, 2004). Há na literatura evidências que demonstram a melhora na performance muscular após protocolos de PPA em esforços de alta intensidade e curta duração (i.e. salto e *sprint*) (BEVAN et al., 2010; BEVAN et al., 2009; KILDUFF et al., 2007).

2.3.1. Mecanismos propostos como responsáveis pela PPA

2.3.1.1. Fosforilação da cadeia leve da miosina

A fosforilação da cadeia leve da miosina é sugerido como um dos mecanismos responsáveis para o aumento do desempenho encontrado após a realização dos protocolos de PPA. O estímulo gerado pela PPA irá atuar desencadeando em uma maior liberação do Ca^{++} do retículo sarcoplasmático, essa maior liberação induz a ativação da enzima miosina de cadeia leve quinase, consequentemente, potencializando a cadeia leve da miosina para o esforço subsequente (HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005; SZCZESNA et al., 2002). Ainda, é sugerido ocorrer alterações estruturais devido a fosforilação da cadeia leve da miosina facilitando a interação das pontes cruzadas de um estado relaxado para um estado de produção de força (GRANGE et al., 1993; SWEENEY, BOWMAN e STULL, 1993).

Os primeiros estudos observaram em modelos animais que após estímulos tetânicos foi encontrado aumento da fosforilação da cadeia leve da miosina comumente ao aumento da resposta de contração muscular (MANNING e STULL, 1982; MOORE e STULL, 1984). Houston, Green e Stull (1985) investigaram a resposta da fosforilação da cadeia leve da miosina em humanos e sua resposta em índices de desempenho evocado por estímulos elétricos. Os voluntários foram submetidos a estímulos elétricos no momento anterior ao teste e nos momentos 20, 60 e 120s após uma CVM isométrica. Ainda, foram coletadas amostras do tecido muscular do vasto lateral no momento basal, imediatamente, 20 e 120 s após a CVM. Foi encontrado o aumento significativo e concomitante para o conteúdo da cadeia leve da miosina fosforilada e a resposta da contração muscular no momento 20 s após, nos momentos 60s e 120s ocorreu redução linear em ambos os índices, entretanto, mesmo com a redução ainda foram diferentes

significativamente do momento basal, ou seja, nos momentos 20, 60 e 120 s após a CVM tanto a resposta da contração muscular como o conteúdo de miosina fosforilada foram maiores que o momento inicial.

Stuart e colaboradores (1988) investigaram o efeito de uma CVM de extensão de joelho isométrica com duração de 10 s na resposta de contração muscular e no conteúdo de miosina fosforilada, por meio da análise do tecido muscular coletado do vasto lateral. Os resultados obtidos demonstraram aumento significativo da resposta de contração muscular no momento imediatamente e 120 s após a CVM, também, foram encontrados aumento significativo na concentração da cadeia leve da miosina fosforilada nos momentos imediatamente e 60 s após a CVM. Ainda, foi encontrada correlação entre o resultado da contração muscular e o conteúdo de fosfato incorporado a cadeia leve da miosina, mesmo não significativa.

Smith e Fry (2007) investigaram os efeitos de uma CVM isométrica com duração de 10s de extensão de joelho com carga referente a 70% de 1 RM sobre o mecanismo da fosforilação da cadeia leve da miosina em humanos. Para isso foi realizado a coleta do tecido muscular do vasto lateral antes e após a execução da CVM e a resposta da força muscular no exercício de extensão de joelho 7 minutos após o esforço. Como resultado não foi encontrado melhora para o desempenho após a CVM e os resultados da fosforilação da cadeia leve da miosina também não foram diferentes do momento basal.

Desse modo, o mecanismo de fosforilação da cadeia leve da miosina apresenta evidências robustas da sua atuação, assim, é sugerido como o principal mecanismo responsável pelas melhoras encontradas com os protocolos de PPA (BOULLOSA et al., 2018). No entanto, a atuação em conjunto com os outros referidos mecanismos não é descartada para desencadear os efeitos benéficos ao desempenho físico.

2.3.1.2. Aumento do recrutamento de unidades motoras

As primeiras evidências encontradas na literatura sugerindo a alteração no padrão neural de recrutamento foram observadas após a indução de estímulos tetânicos em modelos animais uma melhor condução do sinal através da fenda sináptica a coluna vertebral (HIRST, REDMAN e WONG, 1980; LUSCHER, RUENZEL e HENNEMAN, 1983), e se mantendo alterado por alguns minutos após a estimulação (GULLICH e SCHIMIDTBLEICHER, 1996), ainda, apresentou um aumento da resposta pós-sináptica

sem alteração do estímulo pré-sináptico (GOSSARD et al., 1994; LUSCHER, RUENZEL e HENNEMAN, 1983).

Luscher, Ruenzel e Henneman (1983) encontraram após a estimulação tetânica dos membros inferiores em modelos animais, a diminuição da falha da transmissão sináptica nas fibras nervosas Ia, como consequência de algumas possíveis alterações sugeridas como a maior liberação e eficiência dos neurotransmissores e a redução na falha transmissão nas fibras aferentes. Ainda, foi encontrada correlação entre a amplitude do potencial excitatório pós-sináptico evocado e o nível de resistência do *input* dos motoneurônio- α , e, correlação negativa entre a potenciação do potencial excitatório pós-sináptico evocado com o nível de resistência do *input* dos motoneurônios- α resultado associado a diminuição da falha na transmissão do sinal possibilitando um estado benéfico para a atividade subsequente.

Corroborando com esses achados Hirst, Redman e Wong (1980) investigaram a resposta do potencial excitatório pós-sináptico nos motoneurônio- α através do estímulo tetânico evocado em modelos animais, reportaram que após 20s do estímulo ocorreu um aumento de 54% no potencial excitatório pós-sináptico, em virtude do mesmo estímulo. O aumento encontrado indica uma maior despolarização da membrana dos motoneurônios- α e uma maior chance de alcançar o limiar para gerar o potencial de ação, despolarizando a membrana e ocorrendo a contração muscular.

Visto os resultados obtidos em modelos animais Gullich e Schmidtbleicher (1996) buscaram investigar se uma atividade voluntária poderia causar efeitos semelhantes aos encontrados com estimulações tetânicas. Para isso, utilizaram o esforço de CVM isométrica com duração de 5s e monitoraram o reflexo Hoffman (reflexo-H), que se refere ao reflexo monossináptico induzido por um estímulo elétrico submáximo em que o aumento da amplitude evocada é sugerido representar uma maior excitabilidade dos motoneurônios- α . Os autores reportaram diminuição da amplitude do reflexo-H imediatamente após o esforço condicionante por meio da CVM, no entanto após o décimo minuto da CVM foi encontrado o aumento na amplitude do reflexo-H.

No entanto, em estudo de Xenofontos e colaboradores (2015) que se propuseram a investigar as possíveis alterações neurais causadas através dos protocolos de PPA, os autores utilizaram o esforço de CVM isométrica de flexão plantar com duração de 10s e investigaram a resposta nos músculos sóleo e gastrocnêmio lateral. Como resultado foi

encontrado a melhora no desempenho, mas a amplitude do reflexo-H e a razão entre o reflexo-H/onda-M diminuíram após o protocolo. Do mesmo modo, Seitz e colaboradores (2015) não encontraram alterações na razão da RMS do monitoramento do sinal eletromiográfico do músculo vasto lateral com a amplitude da onda-M após exercício de extensão de joelho. Ainda, em estudo de Hodgson, Docherty e Zehr (2008) chegaram a conclusão semelhante da investigação de Xenofondos e colaboradores (2015) em relação ao papel da excitabilidade neural nos protocolos de PPA. Os autores reportaram o aumento do torque induzido e na taxa de desenvolvimento de força no esforço de flexão plantar mas sem a alteração da amplitude do reflexo-H.

Desse modo, a modulação da resposta do recrutamento de unidades motoras como mecanismo responsável pelos aumentos encontrados nos protocolos de PPA, ainda necessita de maiores investigações para o melhor esclarecimento do seu papel visto que na literatura apresenta resultados divergentes (GULLICH e SCHIMIDTBLIECHER, 1996; HODGSON, DOCHERTY e ZEHR, 2008; XENOFONDOS et al., 2015).

2.3.1.3. Alteração do ângulo de penação muscular

O último mecanismo sugerido como responsável pelo aumento do desempenho induzidos através dos protocolos de PPA é a alteração do ângulo de penação muscular, este mecanismo apresenta a menor atenção da literatura com um número menor de estudos investigando o seu papel (MAHFELD, FRANKE, AWISZUS, 2004; RODRIGUEZ-FALCES et al., 2015). O ângulo de penação muscular se refere ao ângulo de orientação das fibras musculares em relação ao tendão (FOLLAND e WILLIAMS, 2007; FUKUNAGA et al., 1997). Menores ângulos de penação estão sendo associados com a maior capacidade da transferência da força gerada pela musculatura para os tendões e ossos, essa alteração estrutural apresentando uma vantagem mecânica para a melhor resposta observada nas variáveis de força (FOLLAND e WILLIAMS, 2007; FUKUNAGA et al., 1997).

Mahfeld, Franke e Awiszus (2004) investigaram o papel dos protocolos de PPA em causar a alteração estrutural do músculo. Desse modo, submeteram uma amostra mista de 8 sujeitos saudáveis (7 homens e 1 mulher) a 3 esforços de CVM de extensão de joelho com duração de 3 s intervaladas por 15 s. A avaliação do ângulo de penação foi realizada através do diagnóstico por imagem realizado por um ultrassom do músculo vasto lateral, sendo registrado duas imagens no momento basal, uma imagem durante a primeira CVM,

imediatamente, 2 e 6 minutos após o final do esforço. O momento do 6º minuto após a CVM apresentou um ângulo de penação significativamente menor ($14,4 \pm 1,11^\circ$) em relação ao momento basal ($16,2 \pm 1,39^\circ$) e o momento durante a CVM ($19,2 \pm 1,86^\circ$).

Rodriguez-Falces e colaboradores (2015) monitoraram a alteração estrutural do músculo tibial anterior analisando as imagem registradas por ultrassom nos momentos basal e imediatamente após o protocolo de PPA, que foram induzidos em ordem randômica por CVM com duração de 1, 3, 6, 10, 30 e 60 s. Como resultado não foi encontrado alteração no ângulo de penação para nenhuma condição de PPA. No entanto, o resultado encontrado podem estar relacionado aos momentos selecionados para realizar as avaliações de imagem, em que somente foi registrado o momento imediatamente após o protocolo de PPA.

Relacionado com o escasso número de estudos investigando a atuação da alteração no ângulo de penação induzidos através dos protocolos de PPA seu papel ainda não é totalmente compreendido e necessita de novas investigações.

2.3.2. Potenciação pós ativação e fatores que afetam o desempenho

O fenômeno da PAP tem se demonstrado robusto para o aumento do desempenho. No entanto, o estímulo voluntário utilizado para indução dos ganhos posteriores comumente denominado de esforço condicionante, também, geram uma resposta de breve atenuação do desempenho muscular, essa resposta com o devido intervalo de recuperação é dissipada (TILLIN e BISHOP, 2009). Fator este comprovando a coexistência entre a PAP e fadiga, em que o resultado para o aumento do desempenho se apresenta como um balanço entre a dissipação da fadiga muscular e o aumento do desempenho.

Evidências presentes na literatura indicam que os protocolos de PPA induzidos por esforços de alta intensidade, assim como, por estímulos pliométricos são os modos de exercícios com maior eficácia, em comparação com estímulos em intensidade moderado e esforços isométricos (SEITZ e HAFF, 2016), e com a duração de intervalo variando entre 5 a 8 min (SEITZ e HAFF, 2016; WILSON et al., 2013) mas também é sugerido o uso de 4 min para aplicação prática (SEITZ e HAFF, 2015). Kilduff e colaboradores (2008) reportaram aumento significativo do desempenho no salto contra movimento [(CMJ) 4,9%] após 3 séries de agachamento executando 3 repetições com carga de 87% de 1 repetição máxima (RM), em atletas profissionais de rugby. Bevan e colaboradores (2010) demonstraram melhora no tempo de *sprint* na distância de 5 m (1,09

$\pm 0,06s$ para $1,06 \pm 0,05s$) e 10 m ($1,83 \pm 0,08s$ para $1,79 \pm 0,08s$), após 1 série de agachamento executando 3 repetições com carga de 91% de 1RM, em atletas profissionais de rugby. Em relação a aplicação de PPA por esforços de saltos, Chen e colaboradores (2013) investigaram o uso de esforços pliométricos, utilizando 1 série com 5 drop jumps, sobre o desempenho do CMJ. Os autores reportaram que o uso de esforços pliométricos por meio do *drop jump* foi suficiente para o aumento do desempenho significativo no CMJ.

Recentemente, tendo em vista a efetividade dos protocolos de PPA uma nova questão da especificidade foi levantada, caso os modos de exercício se utilizados de maneira específica ao esforço em questão poderia ser mais efetivo, desse modo alguns estudos se propuseram a investigar novos modos de esforços condicionantes.

Winwood e colaboradores (2016) realizaram o estudo com objetivo de investigar o efeito dos protocolos de PPA utilizando a tração de elevadas cargas com o trenó sobre o desempenho do *sprint* de 15 m nos momentos 4, 8 e 12 min após o protocolo de PPA. Para isso, selecionaram as intensidades de 75 e 150% do peso corporal de cada sujeito. Como resultado os autores reportaram que o esforço condicionante de 75% apresentou melhora no tempo do *sprint* de 15 m nos momentos 8 e 12 min, enquanto que o esforço de 150% não apresentou nenhuma alteração no desempenho, e, os resultados do tamanho do efeito foram significativamente diferente entre as duas condições condicionantes nos momentos 4, 8 e 12 min. Corroborando com esses achados em estudo de Seitz, Mina e Haff (2017) em que utilizaram como esforço condicionante o uso do trenó com as cargas de 75 e 125% do peso corporal do sujeito sobre o desempenho do *sprint* de 20 m. Como resultado os autores reportaram após os esforços utilizando 75% relativo ao peso corporal melhora no desempenho nos *sprints* nos tempos de 4 a 12 min, entretanto, os índices de desempenho foram atenuados após o esforço referente a 125% do peso corporal.

Ainda, Cuenca-Fernandez, López-Contreras e Arellano (2015) realizaram a comparação de dois protocolos de PPA em atletas de natação, sendo um protocolo composto do tradicional esforço resistido de alta intensidade e o segundo composto de um esforço específico para o movimento do bloco de saída com o aparelho isoinercial. Os autores reportaram um aumento no desempenho no tempo do bloco de saída com o protocolo específico.

Assim, os achados da literatura apontam que os diferentes esforços condicionantes podem necessitar também de diferentes intervalos de recuperação, como demonstrado em estudo de meta-análise de Seitz e Haff (2015), no caso dos esforços condicionantes associados ao esforço pliométrico pode ser encontrado a melhora com intervalos de recuperação mais curtos (< 4 min). Já relacionado a esforços condicionantes de alta intensidade é necessário o intervalo de recuperação de 5-8 min de intervalo até a atividade alvo.

2.4. Enunciando o problema

Visto o potencial dos esforços condicionantes para induzir a melhoras no desempenho em esforços de alta intensidade (BEVAN et al., 2010; BEVAN et al., 2009; KILDUFF et al., 2007; TILLIN e BISHOP, 2009), baseados nos estudos que investigaram o seu papel em esforços de RSA (DUNCAN, THURGOOD e OXFORD, 2014; OKUNO et al., 2013). Este tipo de estratégia aparenta ser efetiva para ocasionar melhorias no desempenho físico (SEITZ e HAFF, 2016; TILLIN e BISHOP, 2009; WILSON et al., 2013). No entanto, os estudos apresentados que se propuseram a investigar os efeitos dos protocolos de PPA no desempenho do RSA não investigaram os parâmetros de fadiga central e periférica que possivelmente foram alterados através dos protocolos de PPA.

Ainda, visto as evidências demonstrando que os esforços condicionantes quando utilizado os esforços de alta intensidade e pliométricos apresentam um melhor resultado para desencadear os efeitos benéficos (SEITZ e HAFF, 2016; WILSON et al., 2013), e, quando esses protocolos são direcionados a esforços específicos ao esforço alvo tem se demonstrado mais eficientes em comparação com os modos tradicionais (CUENCA-FERNÁNDEZ; LÓPEZ-CONTRERAS; ARELLANO, 2015; MATTHEWS; COMFORT; CREBIN, 2010). Desse modo, são necessários estudos que investiguem e comparem o uso dos esforços condicionantes com elevadas cargas e esforços pliométricos específicos a modalidade. Também, possa esclarecer possíveis alterações nos parâmetros de fadiga central e periférica ocasionados através dos esforços condicionantes.

No caso do basquetebol, durante as partidas existe uma alta demanda de ações técnicas, com 34,1% do tempo da partida gasto em *sprints* e saltos (NARAZAKI et al., 2008). Portanto, espera-se que utilizar as ações específicas ao basquetebol como esforços condicionantes por meio do *sprint* de curta distância com resistência através do trenó (TR) (SEITZ; MINA; HAFF, 2017) e *drop jump* seguido de salto contra movimento (DJ)

(IACONO; MARTONE; PADULO, 2016) sejam protocolos específicos a modalidades e apresentem resultados mais efetivos.

Contudo, a investigação do papel dos protocolos específicos para desencadear os efeitos benéficos por meio dos esforços condicionantes, ainda, comparando os protocolos utilizando elevadas cargas com esforços pliométricos sobre o desempenho em testes que visam o desempenho físico de modo semelhante a partida no basquete, assim como, a resposta desses protocolos em parâmetros da fadiga precisam ser investigados.

3.OBJETIVOS GERAIS

O objetivo da presente dissertação foi investigar a aplicação de esforços condicionantes específicos sobre o desempenho de *sprints* repetidos com mudança de direção em atletas de basquetebol e os parâmetros de fadiga central e periférica.

3.1. Objetivo específico

Investigar o efeito do *drop jump* seguido de salto contra movimento e do *sprint* de curta distância com resistência através do trenó sobre os parâmetros de fadiga central e periférica em atletas treinados de basquete.

4. HIPÓTESE

Dessa maneira, a principal hipótese dessa dissertação é que ambos protocolos sejam efetivos para a melhoria do desempenho físico (i.e. melhora nas variáveis relacionadas ao teste de RSA), visto que, na literatura tem se utilizados protocolos específicos a atividade alvo (CUENCA-FERNÁNDEZ; LÓPEZ-CONTRERAS; ARELLANO, 2015; SEITZ; MINA; HAFF, 2017). Assim, o uso dos esforços condicionantes específicos a modalidade do basquete por meio do TR e por meio do DJ espera-se que seja encontrado a melhora do desempenho de modo semelhante.

5.METODOLOGIA

5.1. Participantes

Foram selecionados para participar do estudo 15 atletas de basquete, do sexo masculino, das categorias de base sub-17 e sub-19 participantes do campeonato paulista da 1 divisão. O cálculo do tamanho amostral foi realizado utilizando o programa G*Power (versão 3.1.9.2, *Franz Faul, Universität Kiel, Alemanha*) baseando-se nos achado de Iacono, Padulo e Seitz (2017) para o efeito do esforço condicionante sobre o desempenho em *sprints*. Dessa forma, foi obtido o tamanho amostral mínimo de 11 atletas, assumindo o nível de significância 0,05 e poder estatístico de 0,90.

Para participar do estudo foram assumidos como critério de inclusão: que fosse atleta de basquete do sexo masculino, com experiência mínima de 4 anos na modalidade, que esteja envolvido regularmente no treinamento de força e com idade entre 16 e 23 anos. Além disso, não deve apresentar hábitos regulares de consumo de bebida alcoólica e tabagismo, doenças crônicas degenerativas ou cardíacas. Também, não participou da pesquisa se apresentou algum tipo de lesão muscular e/ou articular nos últimos 3 meses, se fez a utilização de algum suplemento nutricional nesse mesmo período de tempo e se estiver realizando no período da pesquisa, algum tipo de tratamento medicamentoso e/ou fisioterapêutico. Desse modo, 1 atleta do elenco não foi incluído como participante do estudo devido a lesão prévia ao início dos estudo.

Como critérios de exclusão do estudo: os participantes que apresentaram lesões prévias ao estudo e/ou durante a realização do estudo, assim como apresentarem repetidas faltas nas avaliações. Durante a participação no estudo os atletas foram instruídos a não utilizarem substâncias que possam ter influência no desempenho do teste como cafeína, creatina ou qualquer outra substância ergogênica estimulante e/ou depressiva, e nenhum voluntário foi excluído devido a este critério. Foram excluídos do estudo e/ou análise 4 voluntários; 2 exclusões por lesões durante a realização do estudo; 1 devido ao voluntário não tolerar os procedimentos de eletroestimulação; e 1 exclusão devido a motivos pessoais entre o clube e o atleta, resultando no desligamento do atleta. Desse modo, participaram do estudo 10 voluntários (idade: $17,5 \pm 1,2$ anos; estatura: $1,9 \pm 0,1$ m; peso: $87,2 \pm 15,4$ kg; experiência competitiva: $5,2 \pm 1,5$ anos), divididos em 1 armador, 3 ala-armadores, 3 ala-pivôs e 3 pivôs. Com a rotina de treinos de 6 vezes na semana com duração de 2 h diárias. O fluxograma do presente estudo é apresentado na Figura 1.

Os procedimentos experimentais do presente estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Estadual Paulista (nº 83049718.0.0000.5398) e foram aplicados seguindo as recomendações da Declaração de Helsinki e a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os atletas que participarão do estudo foram informados que sua participação é voluntária e poderiam desistir a qualquer momento do estudo. Antes do início da pesquisa foram informados os riscos e benefícios que poderiam ocorrer durante a realização dos testes aplicados e os responsáveis assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e os voluntários assinaram o termo de assentimento livre e esclarecido para iniciarem a sua participação no estudo.

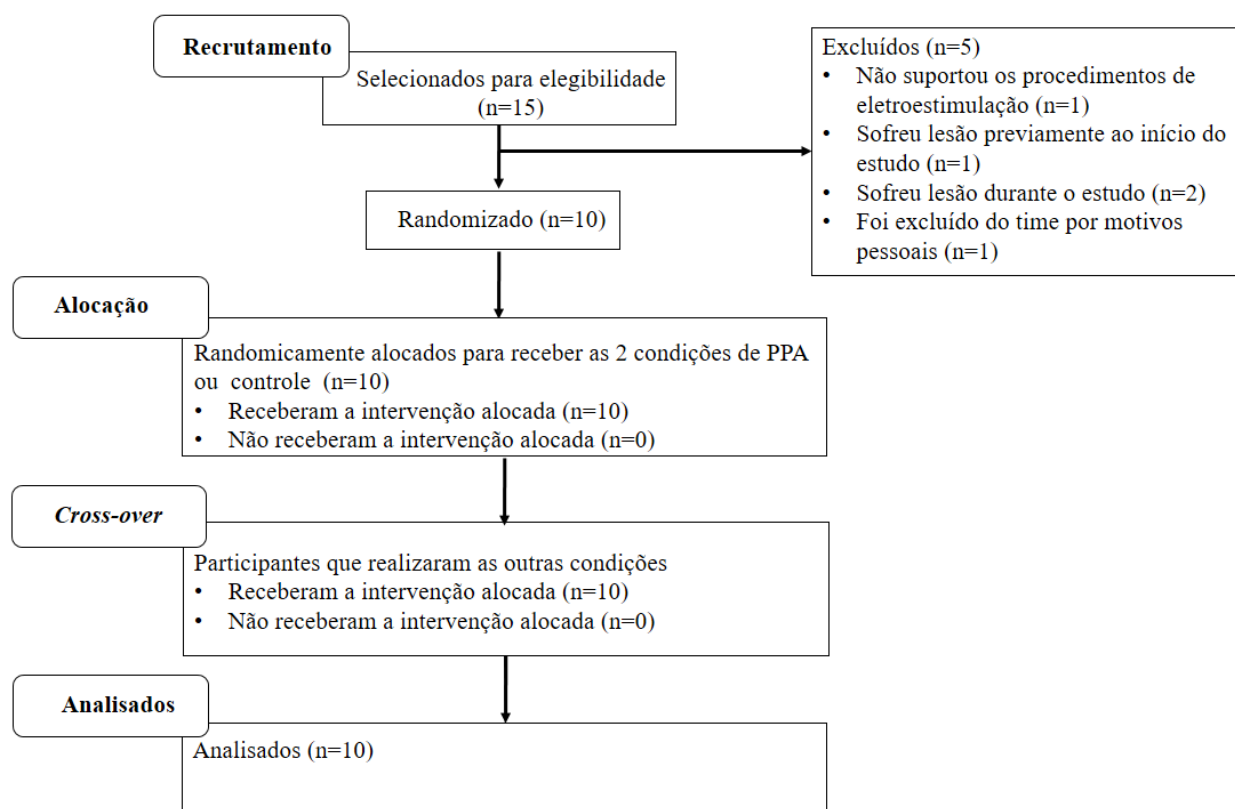


Figura 1. Fluxograma do recrutamento dos participantes no presente estudo.

5.2. Desenho experimental

O estudo foi conduzido de maneira cruzada e randômica. Um esquema da descrição do estudo é apresentado na Figura 2A. Inicialmente foi realizado a caracterização antropométrica dos atletas, seguidos de uma visita para familiarizar os sujeitos com os esforços condicionantes e as mensurações neuromusculares (i.e. TR, DJ,

CVM e estimulações elétricas). Todas as avaliações foram realizadas no período da tarde (2 p.m. – 6 p.m.) para evitar alterações circadianas e no mesmo local onde os atletas treinam/disputam partidas oficiais, com intervalo mínimo de 48 horas entre cada avaliação, não ultrapassando a duração de 15 dias entre as 3 avaliações. As avaliações ocorreram no final do período preparatório e no período competitivo com a temperatura: $29,3 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ e umidade: $52,2 \pm 8,5\%$.

As visitas de avaliações, como apresentado na Figura 2B, foram compostas por uma coleta de sangue do lóbulo da orelha no momento basal e a aplicação do questionário de motivação no momento inicial. Em seguida, foi realizado o aquecimento padronizado independente da condição experimental. Ao final do aquecimento foi realizado a mensuração neuromuscular composta por duas contrações voluntárias máximas (CVM) de extensão de joelho com a mensuração do sinal eletromiográfico muscular do vasto lateral e os procedimentos de estimulações elétricas, sendo respeitado um intervalo de repouso passivo de 5 minutos para eliminar qualquer efeito residual da potenciação por meio dos estímulos elétricos.

Após as mensurações neuromusculares, os atletas foram submetidos aos esforços condicionantes (TR ou DJ) ou condição controle. Posterior a aplicação das condições foi realizado um intervalo passivo de 4 ou 8 min para as condições DJ e TR, respectivamente. Em seguida foi realizado o teste de esforços de *sprints* repetidos (RSA) com mudanças de direção. Imediatamente ao final do teste de RSA, foi repetido os procedimentos de avaliações neuromusculares de maneira semelhante a primeira para avaliar a perturbação causada pelo exercício nos parâmetros de fadiga central e periférica. Durante todos os testes os atletas receberam forte incentivo verbal.

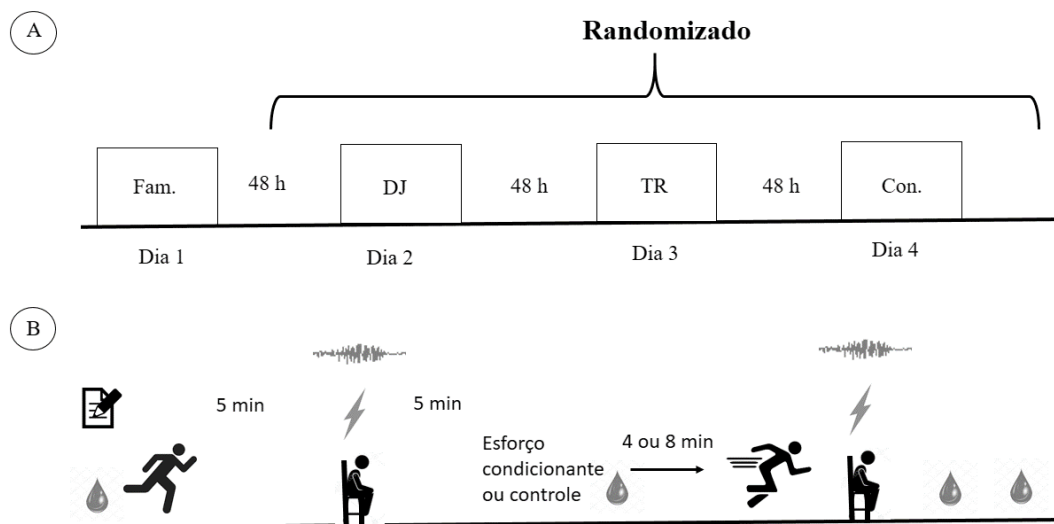


Figura 2. A – Descrição do desenho experimental. B – Descrição das visitas experimentais. **Fam.** – familiarização; **DJ** – *drop jump* seguido de salto contra movimento; **TR** – *sprint* de curta distância com resistência através do trenó; **Con.** – Controle. **RSA** – esforços de *sprints* repetidos. = aplicação do questionário de motivação. = monitoramento do sinal eletromiográfico muscular de superfície. = procedimentos de eletroestimulação. = coleta de sangue do lóbulo da orelha.

5.3. Mensuração da concentração de lactato sanguíneo

Em todas as avaliações realizadas foram coletadas amostras de 25 μL de sangue capilarizado do lóbulo da orelha e posteriormente depositados em tubos *Eppendorf* contendo 50 μL de fluoreto de sódio 1%, para análise da concentração de lactato sanguíneo ($[\text{La}]$). As coletas foram realizadas em repouso ($[\text{La}]_{\text{rep}}$), no 3 min após os esforços condicionantes ou condições controle e por fim ($[\text{La}]_{\text{pré-RSA}}$) no 5º e 7º minuto após o final do teste de RSA para determinação da $[\text{La}]$ de lactato pico ($[\text{La}]_{\text{pico}}$). As amostras foram posteriormente analisadas em analisador bioquímico eletroquímico YSI 2900 (YSI, Yellow Springs, Ohio, EUA).

5.4. Escala visual analógica de motivação

Inicialmente, em todos os dias de avaliações os voluntários responderam a escala visual analógica de motivação, essa escala com dimensão de 100 mm (Fig. 3). O voluntário foi instruído a realizar a marcação de um traço na linha que representasse o

seu estado motivacional para realização do teste. Posteriormente, foi realizado a análise das escalas medindo a distância em mm do ponto inicial (ponto 0 na esquerda) até o traço realizado pelo voluntário (SMITH et al., 2016). A escala de motivação não foi assumido como critério de exclusão para remarcar a data das avaliações, apenas como indicativo para a motivação do sujeito no dia do teste.

Qual a sua motivação?

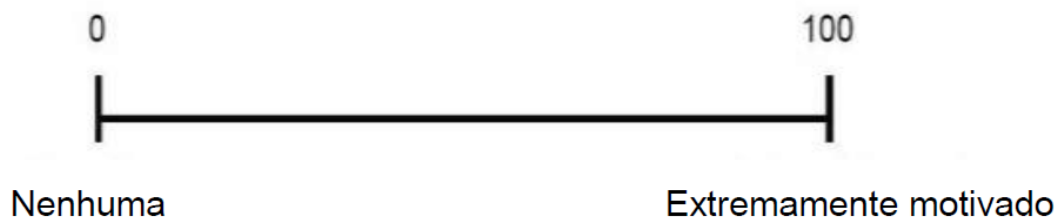


Figura 3. Escala visual analógica 100 mm.

5.5. Mensurações neuromusculares

As mensurações neuromusculares foram aplicadas antes e imediatamente após o teste de RSA, para caracterização da fadiga central e periférica. Composta por duas CVM isométrica do esforço de extensão do joelho com duração de 5s, cada CVM foi separada por 1 minuto de intervalo (MILIONI et al., 2016). Durante as CVM foi mensurado a atividade elétrica muscular por meio de eletromiografia de superfície do músculo vasto lateral. Ainda, foram realizadas estimulações elétricas com o músculo contraído e relaxado.

5.5.1. Contração voluntária máxima isométrica (CVM) e mensuração da força

Os atletas foram posicionados em uma cadeira na qual o quadril e o joelho foram posicionados em uma angulação de flexão especificamente de 90°. Foi atado uma haste de aço no tornozelo da perna dominante com a outra extremidade conectada a uma célula de carga (MK Controle®, São Paulo, SP, Brasil) para mensurar o nível de força aplicado, com frequência de amostragem de 1000 Hz. Todo o sistema foi previamente calibrado com anilhas de massas conhecidas, antes de cada sessão de avaliação.

Para a aquisição dos dados, a célula de carga foi conectada a uma placa de sinais analógico/digital NI-USB 6009 (*National Instruments*, Austin, TX, EUA). Os dados adquiridos foram posteriormente filtrados por um filtro de 4th ordem *Butterworth* com

frequência de corte de 10Hz no *software* MatLab (R2015a MatLab®, MathWorkstm, Natick, MA, EUA). Foram analisados os níveis de força produzidos pelos extensores do joelho durante a CVM para determinação dos possíveis déficits centrais (seção 5.5.2).

5.5.2. Estimulação elétrica e a determinação das variáveis relacionadas a fadiga central e periférica

Durante todas as CVM foi realizada a estimulação elétrica no músculo relaxado e no músculo contraído por meio de um eletroestimulador de 400 V pico-a-pico (Bioestimulador, Insight®, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Os eletrodos de borracha condutiva (7 x 5 cm) foram posicionados no triângulo femoral (cátodo), para aplicar o estímulo elétrico no nervo femoral, e na dobra glútea (ânodo). No início de cada sessão de avaliação foi determinado o limiar de ativação muscular, aplicando estímulos elétricos duplos (100 Hz) no músculo relaxado e com acréscimo de 10 mA até atingir o platô de força (GIRARD; BISHOP; RACINAIS, 2013) ou a sensação de desconforto relatada pelo voluntário (HUREAU et al., 2014).

Antes do início do protocolo foram acrescidos 20% ao resultado encontrado no limiar de ativação muscular para garantir que o esforço fosse máximo (GIRARD; BISHOP; RACINAIS, 2013). O protocolo de estimulação elétrica foi composto por 4 estímulos elétricos, sendo um pulso duplo de 100 Hz superimposto (Db100_{sup}) (GIRARD; BISHOP; RACINAIS, 2013) aproximadamente 2-s após o início da CVM (momento em que atinge o platô de força), após 5s da CVM um pulso duplo no músculo relaxado (Db100) (GANDEVIA, 2001). Após 10s da CVM foi aplicado um estímulo simples de 1 Hz, em seguida um pulso duplo de baixa frequência (Db10).

Os estímulos duplos Db100_{sup} e Db100 foram utilizados para avaliar o percentual da ativação voluntária (%AV), variável relacionada a possíveis déficits na ativação central (GIRARD et al., 2013), calculada através da equação 2.

$$\text{eq.2 \%AV} = [1 - (\text{Db100}_{\text{sup}} / \text{Db100})]$$

Caso o Db100_{sup} tenha ocorrido em um momento antes ou após o platô de força na CVM, o %AV foi calculado utilizando a equação 3 (STROJNIK e KOMI, 1998).

$$\text{eq.3 \%AV} = \{1 - [\text{Db100}_{\text{sup}} \times (\text{nível de força no momento da estimulação} / \text{Força pico}) / \text{Db100}]\} \times 100\}$$

O estímulo simples apresenta a finalidade de mensurar amplitude pico a pico do sinal eletromiográfico muscular denominado onda-M (GANDEVIA, 2001; RAMPININI et al., 2011) associado a possível déficit periférico, derivando a amplitude (onda- M_{amp}) e a duração (onda- M_{dur} ; relacionada ao duração entre o pico e o vale na amplitude da onda-M) desse parâmetro. Também, a resposta da força encontrada através do Db100, Db10 e a razão entre a força do Db100/Db10 estão associados com possíveis déficit de origem periférica (RAMPININI et al., 2011).

5.5.3. Aquisição e análise do sinal eletromiográfico muscular de superfície (EMGs)

5.5.3.1. Monitoramento do sinal de EMGs durante a CVM

Foi mensurado o sinal de EMGs do músculo vasto lateral do membro inferior dominante por meio do eletromiografo *New Miotoool Fisio* (Miotec, Porto Alegre, RS, Brasil) com taxa de aquisição de amostragem de 2000 Hz e ganho final de 1000 Hz. Foi realizada a preparação adequada da pele, em seguida, o posicionamento dos eletrodos foram aplicados seguindo as recomendações da SENIAM no músculo vasto lateral com a distância de 20 mm entre cada eletrodo e o eletrodo de referência foi posicionado no processo estilóide da ulna do membro contrário a perna que foi realizado o procedimento. Para garantir a reprodutibilidade do posicionamento dos eletrodos o local foi devidamente marcado.

O sinal elétrico muscular foi adquirido através do *software Miograph* (Miotec, Porto Alegre, RS, Brasil), posteriormente a coleta os dados foram filtrados por um filtro passa-banda 20-500 Hz assim determinando o valor de *root mean square* ($RMS_{CVM} - \mu V$) do sinal referente a 1s da força pico encontrada, a frequência mediana (FMD) e a razão $RMS_{CVM}/\text{onda-}M_{amp}$ (a diminuição da RMS_{CVM} , sem a diminuição no resultado da onda-M foi interpretado como indicativo de déficit central).

5.5.3.2. Monitoramento do sinal de EMGs durante o RSA

Foi monitorado durante todos os *sprints* o sinal de EMGs dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), vasto medial (VM), bíceps femoral (BF), semitendíneo (ST), tibial anterior (TA) e gastrocnêmio (GM) da perna dominante através do eletromiografo *Wave Wirelles EMG* (MiniWave, Cometa System, Milão, Itália) com

frequência de aquisição de 2000Hz e ganho amplificado de 1000 Hz. Os posicionamentos dos eletrodos foram realizados de acordo com as normas e diretrizes da SENIAM.

Posteriormente, o sinal gravado foi filtrado através do filtro *band-pass* 20-500 Hz e os valores de RMS_{SPRINT} de cada *sprint* foi determinado através da análise no *software* MatLab (R2015a MatLab®, MathWorkstm, Natick, MA, EUA). Os dados coletados foram normalizados através dos valores encontrados de RMS_{SPRINT} no primeiro *sprint* da condição controle, para obtenção dos valores de RMS_{SPRINT} médio, maior e pior.

5.6. Esforços de *sprints* repetidos (RSA) com mudanças de direção

O protocolo de RSA foi composto por 10 *sprints* de 30 m divididos em 6 x 5 m com cinco mudanças de direção intervalados por 30s de repouso passivo (PADULO et al., 2016; ZAGATTO et al., 2017), o percurso se assemelhando a um “L” (Fig.4).

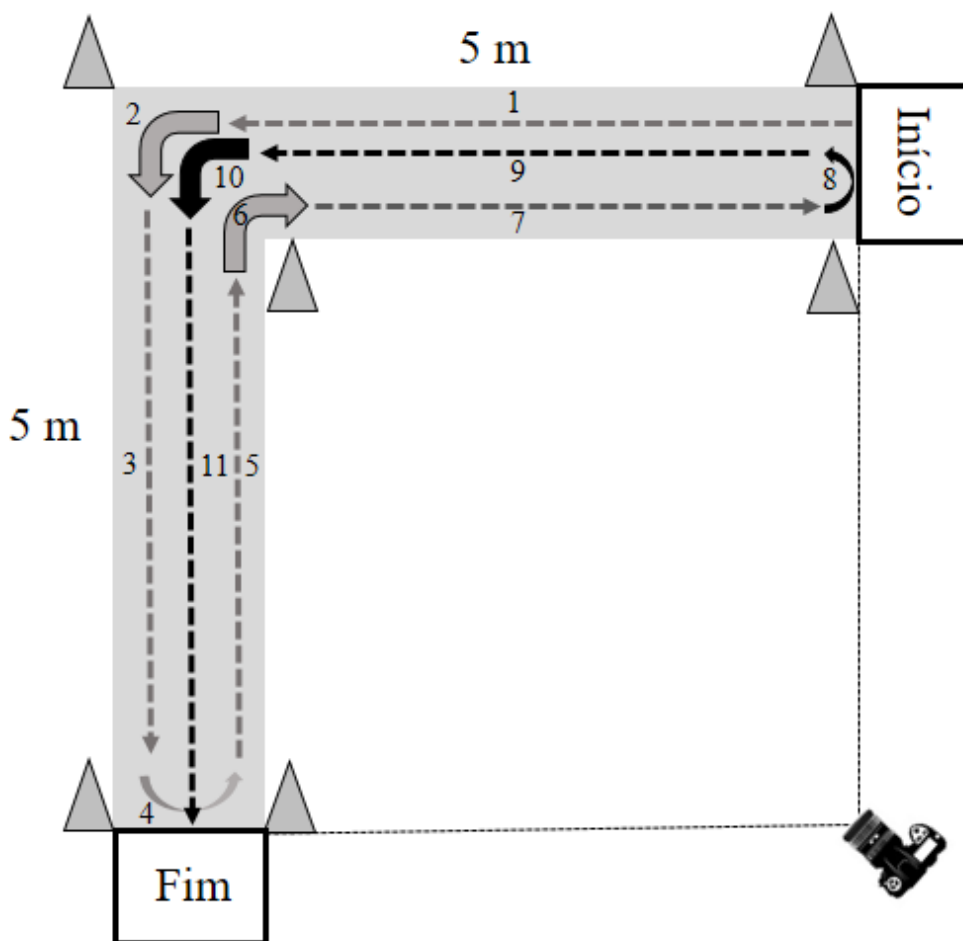


Figura 4. Percurso do protocolo de RSA-esforços de *sprints* repetidos. Composto por 10 *sprints* de 30 m divididos em 6 x 5 m com cinco mudanças de direção.

O atleta iniciou o teste se deslocando em 5 m (linha 1). Realizou a rotação de 90° (ponto 2) para a esquerda, correu 5 m (linha 3) até o ponto final. Realizou a rotação de 180° (ponto 4), correu 5 m até o meio do percurso (linha 5). Realizou a rotação de 90° (ponto 6) para a direita, correu 5 m (linha 7) até o ponto inicial. Realizou a rotação de 180° (ponto 8), correu 5 m (linha 9). Realizou a última rotação de 90° (ponto 10) para a esquerda, correu 5 m até o ponto final (linha 11), totalizando 30 m.

Padulo e colaboradores (2016) comprovaram ser um teste válido e reprodutível por meio dos valores encontrados de coeficiente de correlação intra-classe (ICC) teste/reteste (melhor tempo ICC = 0,87; tempo total ICC = 0,92; índice de fadiga ICC = 0,91; percepção de esforço subjetivo ICC = 0,92). Ainda, o teste apresentou correlações significativas com o salto contra movimento (melhor tempo $r = -0,64$, $p < 0,0001$; tempo total $r = -0,58$, $p < 0,0001$; índice de fadiga $r = -0,48$, $p < 0,003$; percepção subjetiva de esforço $r = -0,81$, $p < 0,0001$) demonstrando que a potência muscular de membros inferiores é um fator determinante na realização do RSA com mudanças de direção. Desse modo, demonstrando ser um protocolo de RSA se aproximando da maneira mais fidedigna para representar os esforços que acontecem durante as partidas oficiais.

Todos os *sprints* foram filmados por 1 câmera posicionadas para captar todo o percurso, principalmente os momentos que os voluntários iniciaram a corrida e ao passarem o ponto final, posteriormente foi realizada a análise dos vídeos através do *software* Kinovea (Kinovea 0.8.15, para Windows, disponível em <http://www.kinovea.org>), como critério assumido foi contabilizado o tempo a partir do início do movimento até qualquer parte do corpo do atleta atravessar a linha final, exceto os braços. Foram obtidas as variáveis de melhor tempo, tempo total, tempo médio e percentual de decréscimo calculado através da equação 4.

eq.4 $[(\text{tempo total} / \text{tempo ideal}) \times 100] - 100$] (FITZSIMONS et al., 1993)
(tempo ideal foi o melhor tempo de corrida multiplicado por 10).

5.7. Esforços condicionantes

5.7.1. *Sprint* de curta distância com resistência através do trenó (TR)

O protocolo de *sprint* de curta distância com resistência, foi composto por 1 esforços de corrida na distância de 15 m com sobrecarga referente a 75% da massa corporal do atleta (SEITZ; MINA; HAFF, 2017), respeitando o intervalo passivo 8 min

até o teste de RSA, tempo de intervalo sugerido na literatura (SEITZ and HAFF et al., 2015; WILSON et al., 2013) e também confirmado em estudo piloto realizado. Essa sobrecarga foi realizada com pesos posicionados em um trenó atado a cintura do atleta por um cabo de 3 m, todo aparato do trenó com peso de 4,5 kg. Em todos os *sprints*, os atletas foram instruídos a realizarem a corrida no menor tempo possível.

5.7.2. Drop jump seguido de salto contra movimento (DJ)

Inicialmente durante as visitas de familiarização foi realizado a determinação da altura ideal de queda, referente à maior responsividade do atleta. Para isso, o atleta realizou 3 *drop jumps* em cada altura, separados por 15s variando a altura inicial da plataforma (40, 60, 80 e 100 cm). A maior razão entre a altura do *drop jump* e o tempo de contato com o solo (altura do *drop jump*/ tempo de contato) foi assumida como altura ideal (BYRNE et al., 2010).

O esforço condicionante por *drop jump* foi composto por 1 séries contendo 5 repetições de *drop jump* seguido de salto contra movimento com intervalo de 15s entre cada repetição (CHEN et al., 2013), respeitando o intervalo passivo 4 min até o teste de RSA, tempo de intervalo sugerido na literatura (SEITZ e HAFF et al., 2015; WILSON et al., 2014) e também confirmado em estudo piloto realizado. O teste foi iniciado com o atleta posicionado sobre o plinto na altura ideal determinada, e instruído a realizar o passo para fora do plinto realizando a queda com o posicionamento das pernas paralelas sobre a plataforma de força (Cefise, Nova Odessa, SP, Brasil) e com o menor tempo de contato com a plataforma realizar o salto contra movimento, durante todo o teste os atletas permaneceram com as mãos posicionadas na cintura.

5.7.3. Teste de intervalo de recuperação ideal dos esforços condicionantes até o RSA

Foram realizados dois estudos prévios ao início do estudo principal para investigar o efeito dos esforços condicionantes sobre o melhor intervalo de recuperação para induzir os efeitos benéficos no desempenho no teste de RSA. Assim, foi realizado em ambos estudos 4 visitas, sendo 1 visita de familiarização com o esforço condicionante (no caso do DJ, também foi realizado a determinação da altura ideal para realização do DJ como descrito no item 5.7.2.) e o teste de RSA. Nas demais 3 visitas foram realizadas as sessões de avaliações. Ambos estudos foram conduzidos em modo randômico entre a condição controle, intervalo de recuperação de 4 min e intervalo de recuperação de 8 min até o teste de RSA. Em todas avaliações foi realizado aquecimento padronizado para todas as

condições. O teste de RSA foi realizado de modo idêntico ao estudo da dissertação como descrito no item 5.6.

Com objetivo de testar o intervalo ideal para o esforço condicionante do TR participaram do estudo 6 homens fisicamente ativos (idade: $24,8 \pm 3,1$ anos). O esforços condicionante do TR foi utilizado 1 esforço com 75 % do peso corporal do sujeito conforme utilizado por Seitz e colaboradores (2017). Os resultados encontrados são reportados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados teste de intervalo de recuperação até o RSA para condição TR.

	Controle	4 min	8 min
Melhor tempo (s)	$8,28 \pm 0,45$	$8,15 \pm 0,56$	$7,95 \pm 0,52$
Tempo médio (s)	$8,54 \pm 0,51$	$8,42 \pm 0,53$	$8,20 \pm 0,54^*$
Tempo total (s)	$85,45 \pm 5,13$	$84,15 \pm 5,29$	$82,00 \pm 5,30^*$
Pior tempo (s)	$8,88 \pm 0,79$	$8,66 \pm 0,57$	$8,46 \pm 0,56$
Percentual de decréscimo (%)	$3,25 \pm 1,71$	$3,33 \pm 2,08$	$3,18 \pm 0,77$

Resultados apresentados média $\pm$ desvio padrão. *= diferente da condição controle ($p < 0.05$).

Com objetivo de investigar o intervalo ideal para o esforço condicionante do DJ participaram do estudo 5 homens fisicamente ativos (idade: $24,0 \pm 2,5$ anos). O esforços condicionante do DJ foi utilizado 1 série com 5 esforços de *drop jump* conforme utilizado por Chen e colaboradores (2013). Os resultados encontrados são reportados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados teste de intervalo de recuperação até o RSA para condição DJ.

	Controle	4 min	8 min
Melhor tempo (s)	$8,03 \pm 0,59$	$7,92 \pm 0,59^*$	$7,95 \pm 0,44$

Tempo médio (s)	8,34 ± 0,63	8,13 ± 0,56*	8,17 ± 0,47
Tempo total (s)	83,42 ± 6,25	81,27 ± 5,57*	81,51 ± 4,67
Pior tempo (s)	8,64 ± 0,61	8,34 ± 0,57*	8,42 ± 0,49
Percentual de decréscimo (%)	3,87 ± 1,87	2,60 ± 1,50	2,52 ± 0,41

Resultados apresentados média ± desvio padrão. *= diferente da condição controle (p<0.05).

Assim, com base nos presentes resultados foi assumido o tempo de intervalo ideal para o esforço condicionante do TR de 8 min e para o DJ tempo de intervalo de 4 min até o teste de RSA.

5.8. Análise estatística

Todos os dados foram submetidos ao teste de *Shapiro-Wilk* para verificar a normalidade. A análise da diferença entre as condições de esforços condicionantes (TR e DJ) e a condição controle para os dados relativos a CVM e eletroestimulação (F_{pico} , força Db100, SIN, força Db10, RMS_{CVM} , FMD, AV%, onda- M_{amp} , duração da onda- M_{dur} , razão força pico/RMS, razão força pico-Db100, razão entre a força do Db10/Db100, razão $RMS_{CVM}/onda-M_{amp}$) foi utilizado o teste de análise de Variância (ANOVA) *Two way* para medidas repetidas e o post hoc Sidak. Para comparação das variáveis de tempo no teste de RSA (melhor tempo, tempo médio, tempo total, pior tempo e percentual de decréscimo) e os valores de percentual de alteração para as variáveis de CVM e eletroestimulação foi utilizado o teste de ANOVA *One way*. Para comparação dos valores encontrados nos questionários de VAS foi aplicado o teste não paramétrico de Friedman. Caso, a esfericidade do teste tenha sido corrompida foi assumido *Greenhouse-Geisser*. As análises estatísticas foram realizadas no *software* SPSS versão 20.0 para o Windows (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) sendo assumido o nível de significância de p<0,05.

6. RESULTADOS

Os resultados encontrados na escala visual analógica para verificar o estado motivacional dos voluntários demonstraram o valor médio de $86,7 \pm 16,2$ mm, $81,0 \pm 18,7$ mm e $80,2 \pm 16,4$ mm para as condições controle, TR e DJ, respectivamente. No entanto, esses valores não apresentaram diferença significativa entre as condições ($p = 0,159$).

Os resultados encontrados em relação as variáveis de desempenho do teste de RSA são apresentados na Figura 5. Foi encontrado diferenças significativas entre as condições controle e DJ para as variáveis de tempo médio ($p = 0,033$; post hoc $p = 0,039$), tempo total ($p = 0,031$; post hoc $p = 0,037$) e pior tempo ($p = 0,029$; post hoc $p = 0,045$), sendo que na condição DJ os voluntários apresentaram um melhor desempenho físico comparado a condição controle, ainda, não foram encontradas diferenças significativas entre a condição DJ e TR. As demais variáveis do teste de RSA se referindo ao melhor tempo ($p = 0,073$) e percentual de decréscimo (controle: $2,82 \pm 1,17$; TR: $3,42 \pm 1,17$; DJ: $2,39 \pm 0,81$; $p = 0,148$) não apresentaram diferença significativa entre as 3 condições.

Os valores reportados na $[La]_{rep}$ não apresentaram diferença entre as condições (controle: $0,77 \pm 0,32$ mmol·L⁻¹; TR: $0,83 \pm 0,29$ mmol·L⁻¹; DJ: $0,93 \pm 0,57$ mmol·L⁻¹; $p = 0,655$) e na $[La]_{pico}$ também não foi encontrado nenhuma alteração significativa entre todas as condições (controle: $5,93 \pm 1,67$ mmol·L⁻¹; TR: $6,55 \pm 1,88$ mmol·L⁻¹; DJ: $6,27 \pm 0,68$ mmol·L⁻¹; $p = 0,617$). Já para a variável na $[La]_{pré-RSA}$ a condição DJ apresentou diferença para as outras condições (controle: $1,91 \pm 0,75$ mmol·L⁻¹; TR: $1,81 \pm 0,25$ mmol·L⁻¹; DJ: $1,12 \pm 0,44$ mmol·L⁻¹; $p = 0,002$; post hoc Controle vs. DJ: $0,015$; post hoc TR vs. DJ: $p = 0,003$), sendo reportado menores valores.

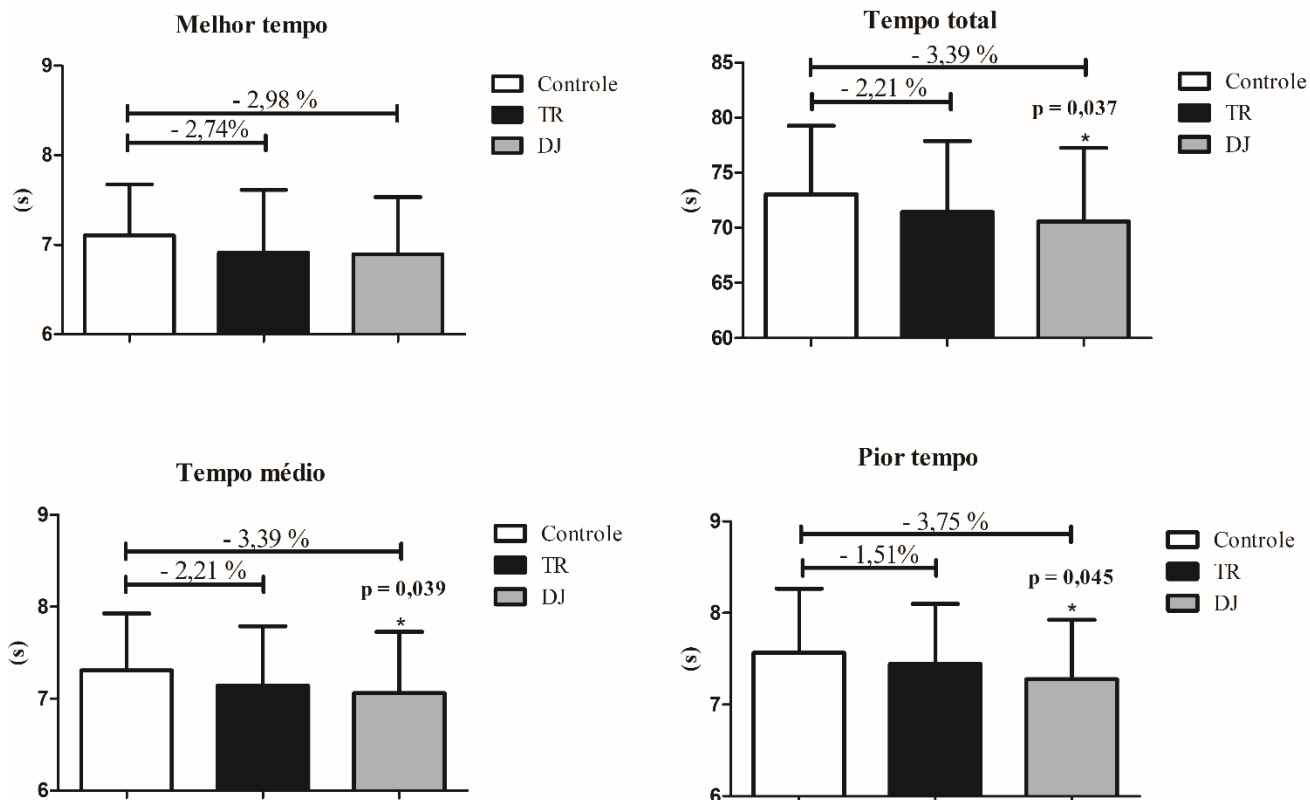


Figura 5. Resultados do teste de RSA relacionado as variáveis de tempo. Os dados são apresentados média $\pm$ desvio padrão, e a diferença percentual entra as condições de esforço condicionante com a condição controle. TR: *sprint* de curta distância com resistência através do trenó; DJ: *drop jump* seguido de salto contra movimento.

Os resultados de força no teste de CVM e os parâmetros de fadiga central e periférica são apresentados na Tabela 3. Os parâmetros de fadiga global não apresentaram interações significativas entre as condições para as variáveis de F_{pico} ($p = 0,821$), RMS_{CVM} ($p = 0,684$) e FMD ($p = 0,904$). Mas foi encontrada diferença significativa para todas as condições nos momentos pré e pós o teste de RSA, sendo reportado a diminuição dos valores de F_{pico} ($p = 0,001$; post hoc $p = 0,001$) e aumento da FMD ($p = 0,023$; post hoc $p = 0,023$). No entanto, os valores encontrados da variável de RMS_{CVM} ($p = 0,207$) não apresentaram alteração significativa nos momentos pré em comparação ao pós o teste de RSA. Ainda, o resultado do percentual de alteração para as variáveis de F_{pico} ($p = 0,920$), FMD ($p = 0,955$) e RMS_{CVM} ($p = 0,822$) não apresentaram alteração significativa entre as condições.

Tendo em vista os resultados associados aos parâmetros de fadiga periférica, não foram encontradas interações significativas entre as condições para as variáveis de força do Db100 ($p = 0,591$), razão entre a força do Db10/Db100 ($p = 0,126$), onda- M_{amp} ($p =$

0,509) e onda- M_{dur} ($p = 0,177$). Já nos momentos pré e pós o teste de RSA para todas as condições foi encontrado efeito significativo entre os momentos para os valores reportados de força do Db100 ($p = 0,023$; post hoc $p = 0,023$) e a razão entre a força do Db10/Db100 ($p = 0,003$; post hoc $p = 0,003$) que apresentaram diminuição significativa. Com relação as variáveis de onda- M_{amp} ($p = 0,202$) e a onda- M_{dur} ($p = 0,587$) não apresentaram alteração significativa se mantendo inalteradas para todas as condições também no momento pré e pós teste de RSA. O resultado reportado do percentual de alteração para a força do Db100 ($p = 0,701$), razão entre a força do Db10/Db100 ($p = 0,154$), onda- M_{amp} ($p = 0,546$) e onda- M_{dur} ($p = 0,979$) não apresentaram alterações significativas para todas as condições.

Com relação aos parâmetros associados a fadiga central, não foram encontradas interações significativas entre as condições para as variáveis de %AV ($p = 0,953$) e a razão $RMS_{CVM}/onda-M_{amp}$ ($p = 0,269$). Já nos momentos pré e pós o teste de RSA para todas as condições foi encontrado alteração significativa para os valores encontrados do percentual de %AV ($p = 0,041$; post hoc $p = 0,041$) que apresentaram diminuição significativa em comparação entre os momentos pré e pós o teste de RSA para todas as condições. Os valores reportados para a razão entre a $RMS_{CVM}/onda-M_{amp}$ ($p = 0,381$) não apresentaram alterações significativas, se mantendo inalterado para todas as condições. O resultado dos valores do percentual de alteração para as variáveis de AV% ($p = 0,904$) e para a razão $RMS_{CVM}/onda-M_{amp}$ ($p = 0,417$) não foram encontrados interações significativas para todas as condições.

Os resultados obtidos através do monitoramento do sinal de EMGs durante o teste de RSA são apresentados na Figura 6. Não foram observadas diferenças significativas nos valores de RMS_{SPRINT} para os músculos RF (maior: $p = 0,368$; média: $p = 0,345$; menor: $p = 0,132$), VL (maior: $p = 0,142$; média: $p = 0,904$; menor: $p = 0,999$), VM (maior: $p = 0,413$; média: $p = 0,357$; menor: $p = 0,566$), BF (maior: $p = 0,264$; média: $p = 0,262$; menor: $0,280$), ST (maior: $p = 0,786$; média: $p = 0,736$; menor: $p = 0,718$), TA (maior: $0,174$; média: $0,149$; menor: $p = 0,235$) e GM (maior: $p = 0,777$; média: $p = 0,198$; menor: $p = 0,061$), em todas as condições.

Tabela 3. Resultados de força e parâmetros de fadiga central e periférica.

	Pré	Controle Pós	$\Delta\%$	Pré	TR Pós	$\Delta\%$	Pré	DJ Pós	$\Delta\%$
Fadiga global									
F_{pico} (kg)	73,02 ± 13,82	68,42 ± 13,26 [#]	-6,32 ± 4,18	73,67 ± 12,01	68,84 ± 10,78 [#]	-6,33 ± 6,41	69,21 ± 11,63	65,64 ± 12,46 [#]	-5,33 ± 6,10
RMS_{CVM} (μV)	347,90 ± 128,20	334,30 ± 138,30	-3,90 ± 18,00	362,20 ± 183,90	319,30 ± 132,60	-8,70 ± 20,0	315,50 ± 114,10	304,80 ± 133,70	-3,70 ± 23,70
FMD (Hz)	70,80 ± 13,30	75,80 ± 8,00 [#]	10,30 ± 23,70	65,40 ± 14,10	73,40 ± 14,80 [#]	14,00 ± 21,60	66,20 ± 11,70	72,00 ± 12,60 [#]	13,10 ± 32,70
Central									
%AV (%)	90,61 ± 5,92	88,55 ± 7,29 [#]	-1,93 ± 10,03	89,23 ± 7,52	86,19 ± 10,08 [#]	-3,55 ± 6,20	85,57 ± 8,50	83,08 ± 11,52 [#]	-3,13 ± 6,76
RMS/onda-M_{amp} (Mv)	0,03 ± 0,01	0,03 ± 0,01	-1,55 ± 24,09	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,02	-13,67 ± 21,91	0,03 ± 0,00	0,03 ± 0,01	-3,15 ± 29,23
Periférica									
Db100 (kg)	33,61 ± 7,70	32,27 ± 7,93 [#]	-4,08 ± 7,80	36,22 ± 5,71	33,67 ± 5,43 [#]	-6,98 ± 4,75	33,81 ± 8,22	31,21 ± 6,36 [#]	-6,03 ± 11,79
Db10 (kg)	29,90 ± 10,10	25,10 ± 10,40 [#]	-16,80 ± 16,20	30,30 ± 8,90	24,70 ± 8,40 [#]	-18,90 ± 12,10	31,80 ± 8,00	23,60 ± 7,70 [#]	-26,20 ± 16,10
Db10/Db100 (kg)	0,89 ± 0,22	0,77 ± 0,22 [#]	-13,28 ± 15,23	0,88 ± 0,16	0,78 ± 0,20 [#]	-11,42 ± 12,42	0,97 ± 0,26	0,75 ± 0,19 [#]	-20,73 ± 17,58
onda-M_{amp} (Mv)	12,10 ± 3,30	12,80 ± 3,30	6,40 ± 13,70	12,60 ± 3,10	13,50 ± 4,60	6,00 ± 16,10	12,10 ± 3,70	12,30 ± 4,30	1,20 ± 12,60
onda-M_{dur} (ms)	17,00 ± 6,70	12,00 ± 6,30	-28,3 ± 34,30	17,00 ± 4,80	16,40 ± 4,80	-4,00 ± 42,70	16,00 ± 5,20	15,00 ± 7,10	-5,00 ± 49,70

Resultados apresentados média ± desvio padrão. [#]= interação significativa entre os momentos pré e pós o teste de RSA da mesma condição (p<0.05). RSA = Teste de *sprints* repetidos.

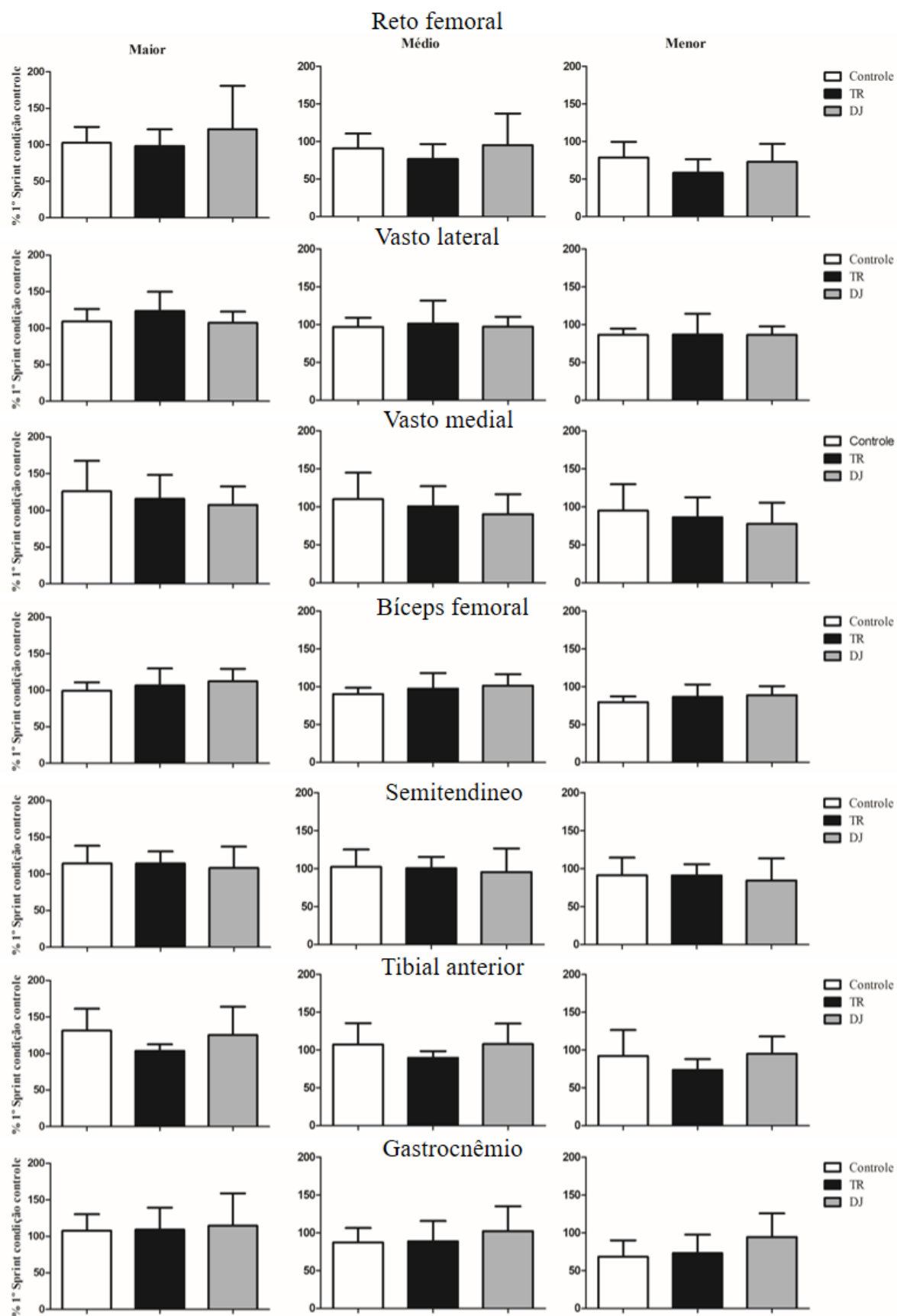


Figura 6. Resultado do monitoramento do sinal de EMGs relacionado ao maior, médio e menor valor de RMS_{SPRINT} .

7. DISCUSSÃO

O principal resultado obtido no presente estudo foi a diferença significativa encontrada nas variáveis do teste de RSA (melhora no tempo médio de 3,39 %, tempo total de 3,39 % e pior tempo de 3,75 %), sendo que a condição DJ apresentou melhora em comparação com a condição controle, mas não foram encontradas interações significativas entre todas as condições nos parâmetros de fadiga central e periférica, assim como, nos resultados encontrados de RMS_{SPRINT} . No entanto, foi encontrado a instauração de fadiga central e periférica para todas as condições nos momentos pré e pós teste de RSA. Dessa maneira, comprova em parte a hipótese assumida no presente estudo, demonstrando que a condição DJ como esforço condicionante específico para a modalidade de basquete aparenta ser efetivo para a melhora do desempenho no teste de RSA, enquanto que a condição TR mesmo específica a modalidade não apresentou a mesma efetividade para a melhora do desempenho em relação ao controle.

Os resultados reportados no presente estudo relacionado as melhoras encontradas no teste de RSA após o uso do esforço condicionante demonstram a efetividade dos protocolos de DJ em induzir a melhora do desempenho físico. O esforço condicionante escolhido para desencadear os efeitos benéficos no desempenho físico ocasiona uma resposta de breve atenuação do desempenho muscular, assim sendo, o uso do intervalo para a dissipação dessa breve resposta da fadiga é necessário para se sobressair a resposta do melhor desempenho. Esta breve atenuação do desempenho muscular induzida através dos protocolos de DJ aparenta ser de uma magnitude menor em comparação com as outras condições comprovada pelo resultado na $[La]_{pré-RSA}$ encontrada após o uso dos esforços condicionantes e a condição controle. Assim, sobressaindo seu resultado nos valores encontrados na melhora no desempenho físico.

Na literatura, Hilfiker e colaboradores (2007) investigaram o uso de 1 série com 5 repetições de DJ sobre o efeito de esforços pliométricos (CMJ e *squat jump*), os autores reportaram a melhora significativa de 2,2 % em comparação a condição controle. Masamoto e colaboradores (2003) analisaram o efeito de 2 esforços condicionantes baseados no DJ e 3 *tuck jumps* (salto com elevação dos joelhos) sobre o desempenho de 1 RM no exercício de agachamento. Como resultado os autores reportaram que o esforço realizado sem os esforços apresentou o resultado de $139,6 \pm 29,3$ kg, quando utilizado os esforços pliométricos de DJ e *tuck jumps* foi relatado os valores de $144,5 \pm 30,2$ kg e $140,5 \pm 25,5$ kg, respectivamente.

O resultado encontrado com a efetividade dos esforços condicionantes pliométricos, no caso o protocolo de DJ, sendo superior ao esforço de alta intensidade está de acordo com a literatura. Em meta análise de Seitz e Haff (2015) o uso do esforço pliométrico como esforço condicionante para ocasionar a melhora no desempenho subsequente apresentou maior tamanho de efeito encontrado (0,47) em comparação com o esforço de alta intensidade (0,41), intensidade moderada (0,19) e esforço isométrico (-0,09). Ainda, os autores descreveram um maior tamanho de efeito para a atividade alvo após o uso dos protocolos de esforço condicionante de *sprint* (0,50) em comparação com a atividade de saltos (0,31), arremesso (0,28) e atividades balísticas de membro superior (0,23).

As melhoras encontrados nas variáveis do teste de RSA no tempo médio, tempo total e pior tempo estão de acordo com os resultados encontrados na literatura (DUNCAN; THURGOOD; OXFORD, 2014; OKUNO et al., 2013). Duncan, Thurgood e Oxford (2014) encontraram aumento do desempenho no teste de RSA composto por 7 x 30 m com 25s de intervalo passivo, em atletas de *rugby*, os autores utilizaram o esforço condicionante do agachamento com carga de 90 % relativa a 1RM e 3 repetições com intervalo passivo de 4 minutos até o RSA. No estudo de Okuno e colaboradores (2013), os autores avaliaram o uso do mesmo esforço condicionante (i.e. agachamento), mas, realizando 2 séries equivalentes a 50% e 70% de 1RM com 5 e 3 repetições, respectivamente, e 5 séries a 90% de 1 RM executando uma repetição e foi respeitado 4 min de intervalo passivo até o teste de RSA. O resultado encontrado demonstrou a melhora na condição que realizou o esforço condicionante para as variáveis de melhor tempo e tempo médio.

Os resultados encontrados no presente estudo podem estar relacionado a especificidade do esforço condicionante escolhido em relação a modalidade, diferente do utilizado nos estudos citados em que os autores escolheram o esforço do agachamento com uma alta carga. Ainda, a melhora dos índices de tempo encontrado no teste de RSA é de suma importância para a partida, como reportado correlação significativa entre o resultado do tempo médio no teste de RSA com a velocidade de corrida em alta intensidade de jogo em atletas de alto nível (RAMPININI et al., 2007). Assim como, está de acordo com o percentual de melhora indicado em artigo de Tillin e Bishop (2009) variando de 2-10%, no presente estudo os resultados apresentaram a melhora de 3,39 % nas variáveis de tempo médio e tempo total e de 3,75 % no pior tempo.

Quando levantado a questão da não efetividade da condição TR para ocasionar a melhora do desempenho no teste de RSA, pode se ressaltar que o esforço condicionante induzido através do TR não desencadeou um maior efeito da fadiga em comparação as outras condições devido a $[La]_{\text{pré-RSA}}$ não diferir da condição controle. Dessa maneira, com o intervalo de recuperação utilizado de 8 min para a condição TR pode ter ocorrido a dissipação do efeito benéfico para o desempenho, mesmo estando de acordo com o tempo de intervalo encontrado na literatura e, no tempo de intervalo encontrado no estudo piloto do presente estudo, como sugerido para desencadear os efeitos após o uso de esforços condicionantes de atividade resistida com alta carga (i.e. como o caso do presente estudo que utilizou a carga de 75 % do peso corporal do voluntário), ou mesmo, o uso do esforço condicionante de apenas 1 corrida tracionando a carga determinada pode não ter sido estímulo suficiente para ocasionar a melhora do desempenho físico no teste de RSA em atletas de basquete, o que pode estar associado ao nível de treinamento dos atletas de basquete, diferindo do estudo piloto que foi realizado com sujeitos moderadamente ativos. Assim, os atletas de basquete apresentam uma maior resistência a carga de alta intensidade sendo necessário um maior estímulo aumentando o volume ou a intensidade para ocasionar os efeitos benéficos no desempenho.

A escolha da intensidade de 75 % do peso corporal do atleta aparenta ser a carga mais adequada para realizar o esforço condicionante do TR. Em estudo de Seitz e colaboradores (2017), os autores investigaram o uso de duas cargas com 75 % e 120 % relativas ao peso corporal do voluntário no TR sobre o desempenho na corrida de 20 m em atletas de rugby, ainda, realizaram as corridas em diferentes intervalos de recuperação após o esforço condicionante de 15 s, 4 min, 8 min e 12 min. O resultado reportado para o desempenho na corrida após o esforço com 75 % apresentou melhora e diferença significativa com relação ao valor basal para os momentos 8 e 12 min. Já, o resultado relativo a 125 % apresentou uma diminuição do desempenho e apresentou diferença significativa com o momento basal para todos os intervalos de recuperação. Assim como, Winwood e colaboradores (2015) que conduziram estudo semelhante com as cargas de 75 % e 150 % relativo ao peso corporal do voluntário sobre o desempenho na corrida de 15 m nos intervalos de repouso de 4, 8 e 12 min. Após o uso da carga de 75 % os autores reportaram melhora no tempo de corrida de 15 m no intervalo de 12 min. Em relação a carga de 150 % não foi encontrada nenhuma alteração significativa.

Quando utilizado uma carga menor que 75 % como utilizado em estudo de Whelan, O'Regan e Harrison (2014) que escolheram a carga de ~25-30 % do peso corporal do voluntário. Os autores reportaram que não foi encontrado nenhuma alteração significativa para o desempenho na corrida. Assim, de acordo com os achados da literatura a carga de 75 % relativa ao peso corporal do voluntário aparenta ser a carga mais adequada para realizar o esforço condicionante do TR. No entanto, não foi suficiente para desencadear a melhora do desempenho físico no teste de RSA em atletas de basquete.

As $[La]_{pico}$ encontradas não apresentaram diferença entre todas as condições. Quando comparado aos valores encontrados na literatura após o teste de RSA para atletas de basquete de categoria de base semelhante a amostra utilizada em estudo de Zagatto e colaboradores (2017), os autores apresentam os resultados de $8,10 \pm 2,10 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (intervalo de confiança - 6,60-7,60) e $7,76 \pm 2,82 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (intervalo de confiança - 5,75-9,78), para teste e re-teste, respectivamente. Esses resultados da literatura apresentam valores um pouco acima do reportado no presente estudo, essa sutil diferença nos valores encontrados pode estar associado ao período de treinamento em que foram realizados os estudos, no caso do estudo de Zagatto e colaboradores (2017) todo o estudo foi realizado no período da pré temporada, já, o presente estudo foi realizado no final do período preparatório e em grande maioria durante o período competitivo. Assim, associado ao período competitivo é esperado melhoras no sistema oxidativo em resposta ao treinamento preparatório (TOMLIN e WENGER, 2001), demonstrando uma adaptação com maior capacidade na remoção do lactato sanguíneo, como resultado apresentado a $[La]_{pico}$ sutilmente menor em comparação ao estudo de Zagatto e colaboradores (2017). Ainda, corrobora com resultados encontrados em estudo de Brisola e colaboradores (2016) e Claus e colaboradores (2017), ambos estudo avaliaram atletas de polo aquático no desempenho do teste de RSA no período preparatório e com a reavaliação já no momento competitivo, Brisola e colaboradores (2016) reportaram a diminuição de $7,4 \pm 1,7$ para $4,9 \pm 1,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (-33,9 %) e Claus e colaboradores (2017) reportaram a diminuição de $8,8 \pm 0,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ para $5,8 \pm 1,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (-34,6 %).

Os resultados encontrados de RMS_{SPRINT} não apresentaram diferença significativa entre todas as condições. Os valores de RMS obtido através do monitoramento do sinal eletromiográfico muscular são um indicativo da ativação das unidades motoras recrutadas para a determinada atividade monitorada (KONRAD, 2005). Visto que, um dos possíveis mecanismos sugeridos como responsável pela melhora do desempenho desencadeada

através dos protocolos de PPA é o aumento do recrutamento das unidades motoras (GÜLLICH e SCHMIDTBLEICHER, 1996; HODGSON; DOCHERTY; ROBBINS, 2005). A não alteração dos valores encontrados de RMS_{SPRINT} pode demonstrar que talvez este mecanismo proposto como responsável pela melhora do desempenho, não seja o principal mecanismo atuante após o uso dos esforço condicionantes de TR e DJ, mesmo somente tendo encontrado a melhora do desempenho físico após o uso do DJ.

Em estudo de Aandahl, Heimburg e Tillaar (2017), os autores investigaram o uso do esforço condicionante sobre desempenho de um chute específico do taekowndo através do esforço condicionante específico com o movimento do chute com uma resistência induzida por um elástico, ainda, realizaram o monitoramento do sinal de EMGs dos músculos RF, VL e VM. Os autores reportaram uma melhora na velocidade do chute (3,3 %) com concomitante aumento da resposta de RMS do músculo RF. Em estudo de de Poli e colaboradores (2019), os autores investigaram o uso do esforço condicionante de DJ sobre o desempenho no esforço retangular supramáximo até a exaustão em ciclista e monitoraram o sinal de EMGs dos músculos RF, VL, BF e glúteo máximo. Os autores reportaram a melhora no tempo limite no esforço retangular supramáximo de 9,85% ($p = 0,02$) em relação a condição controle mas não foram encontradas interações significativas para a RMS de todos os músculos monitorados.

Também, a resposta da amplitude do reflexo-H, induzido por um estímulo elétrico submáximo em que o aumento da amplitude evocada é sugerido representar uma maior excitabilidade dos motoneurônios- α . Em estudo de Gullich e Schmidtbliecher (1996), os autores reportaram o aumento da amplitude do reflexo-H no décimo minuto após a aplicação de uma CVM de flexão plantar com duração de 5s. Já, em estudo de Xenofundos e colaboradores (2015) após o uso de um esforço de CVM com duração de 10s de flexão plantar, os autores reportaram diminuição da amplitude do reflexo-H normalizado através da amplitude da onda-M. Hodgson, Docherty e Zehr (2008), em estudo com o objetivo de verificar o efeito do protocolo de PPA induzido por 3 x 5 s de CVM de flexão plantar na resposta da força e na amplitude do reflexo-H, os autores reportaram resultado semelhante ao estudo de Xenofundos e colaboradores (2015), não encontrando alteração na amplitude do reflexo-H mesmo com o aumento da resposta no torque de força.

Assim sendo, com a divergência de resultados presentes na literatura acerca do papel deste mecanismo proposto (AANDAHL; HEIMBURG; TILLAAR, 2017; de POLI et al., 2019; GULLICH e SCHIMIDTBLIECHER 1996; HODGSON, DOCHERTY e ZEHR, 2008; XENOFOUNDOS et al., 2015), e, visto os indícios publicados pelos estudos demonstrando que talvez a fosforilação da cadeia leve da miosina possa ser o principal mecanismo responsável pela melhora induzida através dos protocolos de PPA (BOULLOSA et al., 2018; HOUSTON; GREEN; STULL, 1985; MANNING e STULL, 1982; MOORE e STULL, 1984), mesmo não sendo o objetivo do presente estudo como não foi utilizado ferramentas para poder afirmar o papel deste mecanismo nos resultados encontrados. Também, carece de investigações que estudaram a alteração do ângulo de penação muscular após o uso dos protocolos de PPA (MAHFELD; FRANKE; AWISZUS, 2004; RODRIGUEZ-FALCES et al., 2015), sendo este o mecanismo proposto como responsável pelas melhoras encontradas através dos protocolos de PPA o menos estudado. Dessa maneira, talvez as melhoras encontradas possam ser resultado da interação dos mecanismo propostos como responsáveis.

Em relação aos parâmetros de fadiga não foram encontrados nenhuma interação significativa entre as condições, seja para os parâmetros de fadiga global (F_{pico} , RMS_{CVM} e FMD), periférico (Db100, razão Db100/Db10, onda- M_{amp} e onda- M_{dur}) e central (%AV, $RMS_{CVM}/onda-M$). No entanto, foi encontrada alteração significativa para os parâmetros de fadiga global (F_{pico} e FMD), periférico (Db100 e a razão Db100/Db10) e central (%AV, $RMS_{CVM}/onda-M$) nos momentos que antecederam o teste de RSA em comparação com o momento imediatamente após o teste para todas as condições, resultado que comprova a instauração da fadiga induzido por meio do teste de RSA e apresenta a participação dos parâmetros periféricos, assim como, dos parâmetros centrais.

Assim, mesmo sendo encontrado melhora significativa no desempenho físico relacionado ao teste de RSA os resultados encontrados nas avaliações neuromusculares não diferiram entre todas as condições. Esses achados indicam que independente da condição os atletas apresentaram o mesmo estado final nas avaliações neuromusculares. Do mesmo modo, como encontrado nos estudos de Billaut e colaboradores (2013) que realizaram a avaliação do desempenho neuromuscular em condição de hipóxia e normóxia e encontraram resultado final semelhante para os parâmetros periféricos e respostas mais acentuadas nos parâmetros centrais na condição de hipóxia. No caso do presente estudo como não houve a interferência de fatores externos (hipóxia), que de fato

causou uma perturbação mais acentuada, apenas o esforço *all out* do teste de RSA e os esforços condicionantes. Os resultados foram idênticos ao final para os parâmetros periféricos e centrais. Dessa maneira, a melhora do desempenho encontrada pode estar associada a alguma alteração na arquitetura muscular ou mesmo na fosforilação da cadeia leve da miosina, sendo uma limitação do presente estudo não conseguir avaliar tais parâmetros.

A resposta reportada nas avaliações neuromusculares, não sendo encontradas interações significativas estão de acordo com estudo de Thomas e colaboradores (2017), os autores avaliaram a resposta neuromuscular após o uso do esforço condicionante de agachamento sobre o desempenho no CMJ. O resultado encontrado não apresentou interação entre as condições nas avaliações neuromusculares mas foi reportado melhora de 3,5 % no desempenho do CMJ quando utilizado o agachamento. Ainda, os resultados da alteração encontrado nos momentos pré e pós teste de RSA corroboram os achados de Perrey e colaboradores (2010) e Tomazin, Morin e Millet (2016), ambos os estudos encontraram a participação dos parâmetros centrais e periféricos induzidos por esforços de *sprints* repetidos no exercício de corrida. Assim, reforça os achados que o esforço de RSA induz a uma magnitude dos parâmetros de fadiga periféricas e centrais.

8. CONCLUSÃO

Dessa maneira, pode se concluir que o esforço condicionante de DJ foi efetivo para induzir a melhora no desempenho físico no teste de RSA (melhora no tempo médio, tempo total e pior tempo), enquanto que o TR não apresentou efeito no desempenho, mas nenhum dos esforços condicionantes alteraram os parâmetros de fadiga central e periférica.

9. Aplicação prática

Visto os resultados encontrados no presente estudo, com o protocolo de DJ responsável pela melhora no desempenho físico no teste de RSA apresentando a melhora nas variáveis de tempo médio (-3,39 %), tempo total (-3,39 %) e pior tempo (-3,75 %), utilizar esse modo de esforço através dos protocolos de DJ pode ser uma efetiva ajuda para o desempenho físico na modalidade do basquete, com melhorias nos tempos que pode ser importante durante a partida, em lances de ataques (contra-ataques) e defesa (bloqueios e roubadas de bola) com o atleta sendo beneficiado a auxiliando para o resultado final.

Sua aplicação pode ser utilizada tanto no início da partida, quanto no momento do intervalo como estratégia de re-aquecimento, estratégia que veem sendo estudada e apresenta resultados benéficos em relação ao desempenho dos atletas (RUSSEL et al., 2014), ainda, para a modalidade do basquete podendo se prolongar durante a partida assim como o resultado encontrado após o uso dos esforços condicionantes e induzindo a melhora do desempenho em 5 km de corrida (LOW et al., 2019).

10.REFERENCIA

- AANDAHL, H. S.; VON HEIMBURG, E.; VAN DEN TILLAAR, R. Effect of postactivation potentiation induced by elastic resistance on kinematics and performance in a roundhouse kick of trained martial arts practitioners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 32, n. 4, p. 990-996, 2018.
- ABDELKRIM, N. B.; EL FAZAA, S.; EL ATI, J. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *British Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 2, p. 69-75, 2007.
- ALLEN, D.G.; LAMB, G.D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. *Physiological reviews*, v. 88, n. 1, p. 287-332, 2008.
- AMANN, M. et al. Arterial oxygenation influences central motor output and exercise performance via effects on peripheral locomotor muscle fatigue in humans. *The Journal of physiology*, v. 575, n. 3, p. 937-952, 2006.
- AMANN, M.; DEMPSEY, J.A. Locomotor muscle fatigue modifies central motor drive in healthy humans and imposes a limitation to exercise performance. *The Journal of physiology*, v. 586, n. 1, p. 161-173, 2008.
- AMANN, M. et al. Opioid-mediated muscle afferents inhibit central motor drive and limit peripheral muscle fatigue development in humans. *The Journal of physiology*, v. 587, n. 1, p. 271-283, 2009.
- AMANN, M. et al. Peripheral fatigue limits endurance exercise via a sensory feedback-mediated reduction in spinal motoneuronal output. *Journal of applied physiology*, v. 115, n. 3, p. 355-364, 2013.
- ANSDELL, P.; DEKERLE, J. Sodium bicarbonate supplementation delays neuromuscular fatigue without changes in performance outcomes during a basketball match simulation protocol. *Journal of Strength Conditioning and Research*, Artigo aceito para publicação. 2018.
- ARTIOLI, G. G. et al. Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 42, n. 6, p. 1162-73, Jun 2010.
- BARBERO A. J. C.; SOTO, V.; GRANDA, J. Effort profiling during indoor soccer competition. *J Sports Sci*, v. 22, n. 1, p. 500-1, 2004.
- BEVAN, H. R. et al. Influence of postactivation potentiation on sprinting performance in professional rugby players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 3, p. 701-705, 2010.
- BEVAN, H. R. et al. Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 23, n. 6, p. 1780-1785, 2009.
- BILLAUT, F. et al. Interaction of central and peripheral factors during repeated sprints at different levels of arterial O₂ saturation. *PloS one*, v. 8, n. 10, p. e77297, 2013.

- BISHOP, D. et al. Induced metabolic alkalosis affects muscle metabolism and repeated-sprint ability. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 36, n. 5, p. 807-813, 2004.
- BISHOP, D.; GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A. Repeated-sprint ability—Part II. *Sports Medicine*, v. 41, n. 9, p. 741-756, 2011.
- BISHOP, D. J. Fatigue during intermittent-sprint exercise. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, v. 39, n. 9, p. 836-841, 2012.
- BOULLOSA, D. et al. Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. *European journal of sport science*, p. 1-16, 2018.
- BRISOLA, G.M.P. et al. effects of four weeks of β -alanine supplementation on repeated sprint ability in water polo players. *PloS one*, v. 11, n. 12, p. e0167968, 2016.
- BYRNE, P. J. et al. A comparison of methods used to identify ‘optimal’ drop height for early phase adaptations in depth jump training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 8, p. 2050-2055, 2010.
- CAPRINO, D.; CLARKE, N. D.; DELESTRAT, A. The effect of an official match on repeated sprint ability in junior basketball players. *Journal of Sports Sciences*, v. 30, n. 11, p. 1165-1173, 2012.
- CHEN, Z. et al. The acute effect of drop jump protocols with different volumes and recovery time on countermovement jump performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 1, p. 154-158, 2013.
- CLAUS, G. M. et al. Beta-alanine supplementation improves throwing velocities in repeated sprint ability and 200-m swimming performance in young water polo players. *Pediatric exercise science*, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2017.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE BASKETBALL. Regras oficiais de basquetebol 2017. 22 de Out. de 2018. Disponível em: <http://www.cbb.com.br/noticias/2018/01/confira-as-regras-oficiais-e-interpretacoes-fiba-2017-traduzidas-em-portugues>. Acessado em 22 de Out. de 2018.
- CUENCA-FERNÁNDEZ, F.; LÓPEZ-CONTRERAS, G.; ARELLANO, R. Effect on swimming start performance of two types of activation protocols: lunge and YoYo squat. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 29, n. 3, p. 647-655, 2015.
- DAHLSTEDT, A.J.; KATZ, A.; WESTERBLAD, H. Role of myoplasmic phosphate in contractile function of skeletal muscle: studies on creatine kinase-deficient mice. *The Journal of physiology*, v. 533, n. 2, p. 379-388, 2001.
- DE SALLES PAINELLI, V. et al. The ergogenic effect of beta-alanine combined with sodium bicarbonate on high-intensity swimming performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 38, n. 5, p. 525-32, May 2013.
- DE POLI, R.A.B. et al. Cycling performance enhancement after drop jumps may be attributed to post-activation potentiation and increase anaerobic capacity *The Journal of Strength & Conditioning Research*. Aceito para publicação. 2019.
- DEBOLD, E. Recent insights into muscle fatigue at the cross-bridge level. *Frontiers in Physiology*, v. 3, p. 151, 2012.

- DEUTSCH, M. U. et al. Heart rate, blood lactate and kinematic data of elite colts (under-19) rugby union players during competition. *Journal of sports sciences*, v. 16, n. 6, p. 561-570, 1998.
- DUNCAN, M.; THURGOOD, G.; OXFORD, S. Effect of heavy back squats on repeated sprint performance in trained men. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, v. 54, n. 2, p. 238-243, 2014.
- FABIATO, A.; FABIATO, F. Effects of pH on the myofilaments and the sarcoplasmic reticulum of skinned cells from cardiac and skeletal muscles. *The Journal of physiology*, v. 276, n. 1, p. 233-255, 1978.
- FITZSIMONS, M. et al. Cycling and running tests of repeated sprint ability. *Australian Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 25, p. 82-82, 1993.
- FOLLAND, J.P.; WILLIAMS, A.G. Morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports medicine*, v. 37, n. 2, p. 145-168, 2007.
- FUKUNAGA, T. et al. Determination of fascicle length and pennation in a contracting human muscle in vivo. *Journal of applied physiology*, v. 82, n. 1, p. 354-358, 1997.
- GAGNON, P. et al. Impact of preinduced quadriceps fatigue on exercise response in chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects. *Journal of applied physiology*, v. 107, n. 3, p. 832-840, 2009.
- GANDEVIA, S. C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, v. 81, n. 4, p. 1725-1789, 2001.
- GIRARD, O.; BISHOP, D. J.; RACINAIS, S. Neuromuscular adjustments of the quadriceps muscle after repeated cycling sprints. *PloS One*, v. 8, n. 5, p. e61793, 2013.
- GIRARD, O.; BROCHERIE, F.; MILLET, G.P. Effects of altitude/hypoxia on single-and multiple-sprint performance: a comprehensive review. *Sports Medicine*, v. 47, n. 10, p. 1931-1949, 2017.
- GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BISHOP, D. Repeated-sprint ability—Part I. *Sports Medicine*, v. 41, n. 8, p. 673-694, 2011.
- GOSSARD, J. P. et al. Fluctuations of excitability in the monosynaptic reflex pathway to lumbar motoneurons in the cat. *Journal of neurophysiology*, v. 72, n. 3, p. 1227-1239, 1994.
- GRANGE, R.W.; VANDENBOOM, Rene; HOUSTON, Michael E. Physiological significance of myosin phosphorylation in skeletal muscle. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 18, n. 3, p. 229-242, 1993.
- GÜLLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. *New Studies in Athletics*, v. 11, p. 67-84, 1996.
- HILFIKER, R. et al. Effects of drop jumps added to the warm-up of elite sport athletes with a high capacity for explosive force development. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 21, n. 2, p. 550, 2007.

- HIRST, G. D.; REDMAN, S. J.; WONG, K. Post-tetanic potentiation and facilitation of synaptic potentials evoked in cat spinal motoneurons. *The Journal of Physiology*, v. 321, n. 1, p. 97-109, 1981.
- HODGSON, M.; DOCHERTY, D.; ROBBINS, D. Post-activation potentiation. *Sports Medicine*, v. 35, n. 7, p. 585-595, 2005.
- HODGSON, M.J.; DOCHERTY, D.; ZEHR, E.P. Postactivation potentiation of force is independent of h-reflex excitability. *International journal of sports physiology and performance*, v. 3, n. 2, p. 219-231, 2008.
- HOUSTON, M.E.; GREEN, H.J.; STULL, J.T. Myosin light chain phosphorylation and isometric twitch potentiation in intact human muscle. *Pflügers Archiv*, v. 403, n. 4, p. 348-352, 1985.
- HUREAU, T.J. et al. Exercise performance is regulated during repeated sprints to limit the development of peripheral fatigue beyond a critical threshold. *Experimental physiology*, v. 99, n. 7, p. 951-963, 2014.
- IACONO, A. D.; MARTONE, D.; PADULO, J. Acute effects of drop-jump protocols on explosive performances of elite handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 30, n. 11, p. 3122-3133, 2016.
- IACONO, A.; PADULO, J.; SEITZ, L. D. Loaded hip thrust-based PAP protocol effects on acceleration and sprint performance of handball players: Original Investigation. *Journal of Sports Sciences*, p. 1-8, 2017.
- KILDUFF, L. P. et al. Postactivation potentiation in professional rugby players: optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 21, n. 4, p. 1134-1138, 2007.
- KNUTH, S.T. et al. Low cell pH depresses peak power in rat skeletal muscle fibres at both 30 C and 15 C: implications for muscle fatigue. *The Journal of physiology*, v. 575, n. 3, p. 887-899, 2006.
- KONRAD, P. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography, v. 1, n. 2005, p. 30-35, 2005.
- LOW, J. L. et al. Prior Band-Resisted Squat Jumps Improves Running and Neuromuscular Performance in Middle-Distance Runners. *Journal of sports science & medicine*, v. 18, n. 2, p. 301, 2019.
- LÜSCHER, H. R.; RUENZEL, P. A. U. L.; HENNEMAN, ELWOOD. Composite EPSPs in motoneurons of different sizes before and during PTP: implications for transmission failure and its relief in Ia projections. *Journal of Neurophysiology*, v. 49, n. 1, p. 269-289, 1983.
- MAHLFELD, K.; FRANKE, J.; AWISZUS, F. Postcontraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. *Muscle & Nerve*, v. 29, n. 4, p. 597-600, 2004.
- MANNING, D.R.; STULL, J.T. Myosin light chain phosphorylation-dephosphorylation in mammalian skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, v. 242, n. 3, p. C234-C241, 1982.

- MASAMOTO, N. et al. Acute effects of plyometric exercise on maximum squat performance in male athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 17, n. 1, p. 68-71, 2003.
- MATTHEWS, M. J.; COMFORT, P.; CREBIN, R. Complex training in ice hockey: the effects of a heavy resisted sprint on subsequent ice-hockey sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 11, p. 2883-2887, 2010.
- McINNIS, S. E.; CARLSON, J.S.; JONES, C.J.; McKENNA, M.J. The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*, v.13, n. 5 p.387-397, 1995.
- MERTON, P.A. Voluntary strength and fatigue, *The Journal of physiology*, v.123, n.3, p.553-564, 1954.
- MILIONI, F. et al. Futsal match-related fatigue affects running performance and neuromuscular parameters but not finishing kick speed or accuracy. *Frontiers in Physiology*, v. 7, p. 518, 2016.
- MOORE, R.L.; STULL, J.T. Myosin light chain phosphorylation in fast and slow skeletal muscles in situ. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, v. 247, n. 5, p. C462-C471, 1984.
- NARAZAKI, K. et al. Physiological demands of competitive basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 19, n. 3, p. 425-432, 2009.
- NYBO, L. Cycling in the heat: performance perspectives and cerebral challenges. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 20, p. 71-79, 2010.
- OKUNO, N. M. et al. Postactivation potentiation on repeated-sprint ability in elite handball players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 3, p. 662-668, 2013.
- PADULO, J. et al. Repeated sprint ability in young basketball players: multi-direction vs. one-change of direction (Part 1). *Frontiers in Physiology*, v. 7, p. 133, 2016.
- PATE, E. et al. Reduced effect of pH on skinned rabbit psoas muscle mechanics at high temperatures: implications for fatigue. *The Journal of Physiology*, v. 486, n. 3, p. 689-694, 1995.
- PATON, C. D.; HOPKINS, W. G.; VOLLEBREGT, L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 33, n. 5, p. 822-825, 2001.
- PERREY, S. et al. Neural and muscular adjustments following repeated running sprints. *European Journal of Applied Physiology*, v. 109, n. 6, p. 1027-1036, 2010.
- POJSKIĆ, H. et al. Positional role differences in the aerobic and anaerobic power of elite basketball players. *Journal of human Kinetics*, v. 49, n. 1, p. 219-227, 2015.
- RACINAIS, S. et al. Muscle deoxygenation and neural drive to the muscle during repeated sprint cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 39, n. 2, p. 268, 2007.

- RAMPININI, E. et al. Validity of simple field tests as indicators of match-related physical performance in top-level professional soccer players. *International journal of sports medicine*, v. 28, n. 03, p. 228-235, 2007.
- RAMPININI, E. et al. Match-related fatigue in soccer players. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 43, n. 11, p. 2161-2170, 2011.
- RODRIGUEZ-FALCES, J. et al. M-wave potentiation after voluntary contractions of different durations and intensities in the tibialis anterior. *Journal of Applied Physiology*, v. 118, n. 8, p. 953-964, 2015.
- ROMER, L.M. et al. Effect of acute severe hypoxia on peripheral fatigue and endurance capacity in healthy humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 292, n. 1, p. R598-R606, 2007.
- ROSS, A.; LEVERITT, M.; RIEK, S. Neural influences on sprint running. *Sports Medicine*, v. 31, n. 6, p. 409-425, 2001.
- ROSSMAN, M.J. et al. Muscle mass and peripheral fatigue: a potential role for afferent feedback?. *Acta physiologica*, v. 206, n. 4, p. 242-250, 2012.
- RUSSELL, M. et al. Half-time strategies to enhance second-half performance in team-sports players: a review and recommendations. *Sports Medicine*, v. 45, n. 3, p. 353-364, 2015.
- SALE, D. Postactivation potentiation: role in performance. *British Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 4, p. 386-387, 2004.
- SALE, D. G. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 30, n. 3, p. 138-143, 2002.
- SAUNDERS, P. U. et al. Factors affecting running economy in trained distance runners. *Sports Medicine*, v. 34, n. 7, p. 465-485, 2004.
- SCANLAN, A.; DASCOMBE, B.; REABURN, P. A comparison of the activity demands of elite and sub-elite Australian men's basketball competition. *Journal of Sports Sciences*, v. 29, n. 11, p. 1153-1160, 2011.
- SEKULIC, D. et al. Evaluation of basketball-specific agility: applicability of preplanned and nonplanned agility performances for differentiating playing positions and playing levels. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 31, n. 8, p. 2278-2288, 2017.
- SEITZ, L.B. et al. Postactivation potentiation during voluntary contractions after continued knee extensor task-specific practice. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 40, n. 3, p. 230-237, 2014.
- SEITZ, L. B.; HAFF, G. G. Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 46, n. 2, p. 231-240, 2016.
- SEITZ, L. B.; MINA, M. A.; HAFF, G. G. A sled push stimulus potentiates subsequent 20-m sprint performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, aceito para publicação, 2017.

- SHEPPARD, J. M.; YOUNG, W. B. Agility literature review: Classifications, training and testing. *Journal of Sports Sciences*, v. 24, n. 9, p. 919-932, 2006.
- SIDHU, S. K.; BENTLEY, D. J.; CARROLL, T. J. Locomotor exercise induces long-lasting impairments in the capacity of the human motor cortex to voluntarily activate knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, v. 106, n. 2, p. 556-565, 2009.
- SMITH, J.C.; FRY, A.C. Effects of a ten-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamic performance measures. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 21, n. 1, p. 73-76, 2007.
- SMITH, M. R. et al. Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine & science in sports & exercise*, v. 48, n. 2, p. 267-276, 2016.
- STROJNIK, V.; KOMI, P. V. Neuromuscular fatigue after maximal stretch-shortening cycle exercise. *Journal of Applied Physiology*, v. 84, n. 1, p. 344-350, 1998.
- STUART, D. S. et al. Myosin light chain phosphorylation and contractile performance of human skeletal muscle. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, v. 66, n. 1, p. 49-54, 1988.
- SWEENEY, H.L.; BOWMAN, B.F.; STULL, J.T. Myosin light chain phosphorylation in vertebrate striated muscle: regulation and function. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, v. 264, n. 5, p. C1085-C1095, 1993.
- SZCZESNA, D. et al. Phosphorylation of the regulatory light chains of myosin affects Ca^{2+} sensitivity of skeletal muscle contraction. *Journal of applied physiology*, v. 92, n. 4, p. 1661-1670, 2002.
- TAYLOR, J.L. et al. Ischaemia after exercise does not reduce responses of human motoneurons to cortical or corticospinal tract stimulation. *The Journal of physiology*, v. 525, n. 3, p. 793-801, 2000.
- TAYLOR, J.L.; TODD, G.; GANDEVIA, S.C. Evidence for a supraspinal contribution to human muscle fatigue. *Clinical and experimental pharmacology and physiology*, v. 33, n. 4, p. 400-405, 2006.
- THOMAS, K. et al. Heavy-resistance exercise-induced increases in jump performance are not explained by changes in neuromuscular function. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, v. 27, n. 1, p. 35-44, 2017.
- TILLIN, N. A.; BISHOP, D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports medicine*, v. 39, n. 2, p. 147-166, 2009.
- TOMAZIN, K.; MORIN, J.-B.; MILLET, G. Y. Neuromuscular Fatigue Aetiology After Repeated Sprints Depends on Exercise Modality. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 5, p. 1-28, 2016.
- TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2001.
- XENOFONDOS, A. et al. Post-activation potentiation: The neural effects of post-activation depression. *Muscle & nerve*, v. 52, n. 2, p. 252-259, 2015.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D. G.; LANNERGREN, J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause?. *Physiology*, v. 17, n. 1, p. 17-21, 2002.

WESTERBLAD, H.; BRUTON, J.D.; KATZ, A. Skeletal muscle: energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. *Experimental cell research*, v. 316, n. 18, p. 3093-3099, 2010.

WHELAN, N.; O'REGAN, C.; HARRISON, A. J. Resisted sprints do not acutely enhance sprinting performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 28, n. 7, p. 1858-1866, 2014.

WILSON, J.M. et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 27, n. 3, p. 854-859, 2013.

WINWOOD, P.W. et al. The acute potentiating effects of heavy sled pulls on sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 30, n. 5, p. 1248-1254, 2016.

WOODWARD, M.; DEBOLD, E.P. Acidosis and Phosphate Directly Reduce Myosin's Force-Generating Capacity Through Distinct Molecular Mechanisms. *Frontiers in physiology*, v. 9, 2018.

ZAGATTO, A. M. et al. Performance and metabolic demand of a new repeated-sprint ability test in basketball players: does the number of changes of direction matter? *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 31, n. 9, p. 2438-2446, 2017.

11. ANEXO I – Parecer Comitê de Ética

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de protocolos específicos de potenciação pós ativação sobre o desempenho em esforços de sprints repetidos com mudança de direção e a mensuração da fadiga em atletas de basquete

Pesquisador: Alessandro Moura Zagatto

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 83049718.0.0000.5398

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.540.512

Apresentação do Projeto:

Projeto muito bem escrito, bem fundamentado e esclarecedor ao leitor, em especial, a este parecerista do CEP que, por sua vez, o considera adequado do ponto de vista metodológico e ético, visto que está de acordo com a Resolução 466/12, do CNS.

Objetivo da Pesquisa:

Conforme consta no projeto, seu objetivo é "verificar se a aplicação de esforços prévios que resultam em potenciação pós ativação por meio do sprint de curta distância com resistência e o drop jump seguido de salto contra movimento podem ser benéficos no desempenho no esforço do teste de RSA com mudança de direção em atletas treinados de basquete".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Em relação a riscos e benefícios, consta no projeto o texto que se segue e, importa informar, de modo semelhante, estes esclarecimentos constam no TCLE que será entregue aos participantes da pesquisa, e se encontra também anexado na aqui: "Riscos: Os testes apresentam riscos inerentes à prática de exercícios físicos extenuantes. Apesar de raro, há possibilidade de alterações fisiológicas durante a realização de qualquer tipo de esforços máximos que podem ser respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas e em raríssimas situações ataque cardíaco. Portanto, profissionais qualificados estarão à disposição para tais eventualidades e caso alguma dessas

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

**UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO**



Continuação do Parecer: 2.540.512

alterações ocorram, o laboratório ficará responsável por total auxílio a você. Além disso, os procedimentos de estimulação elétrica e de inserção do acesso venoso podem gerar ligeiro incômodo e ansiedade.

Benefícios: Em benefício a sua participação no estudo, será emitido um relatório individual contendo índices da sua aptidão no teste de RSA. Além de disso,

será notificado dos aspectos mais importantes do estudo após sua conclusão e poderá inteirar-se do estado geral de sua condição física. Caso concorde em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, você e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso as suas informações para verificar as informações do estudo".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Adequada.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE Adequado.

Recomendações:

Nenhuma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto considerado aprovado por estar em conformidade com os parâmetros legais, metodológicos e éticos analisados pelo colegiado deste CEP.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1065240.pdf	30/01/2018 14:39:37		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	30/01/2018 14:37:57	GABRIEL MACHADO CLAUS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	PROJETO.pdf	29/01/2018 17:07:29	GABRIEL MACHADO CLAUS	Aceito

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS CAMPUS BAURU -
JÚLIO DE MESQUITA FILHO



Continuação do Parecer: 2.540.512

Investigador	PROJETO.pdf	29/01/2018 17:07:29	GABRIEL MACHADO CLAUS	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rostoassinada.pdf	24/01/2018 17:06:00	GABRIEL MACHADO CLAUS	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 13 de Março de 2018

Assinado por:
Mário Lázaro Camargo
(Coordenador)

Endereço: Av. Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01

Bairro: CENTRO

CEP: 17.033-360

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3103-9400

Fax: (14)3103-9400

E-mail: cepesquisa@fc.unesp.br

ANEXO II. Termo de consentimento livre e esclarecido**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

PROJETO DE PESQUISA: EFEITO DE PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE POTENCIAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO EM ESFORÇOS DE *SPRINTS* REPETIDOS COM MUDANÇA DE DIREÇÃO E PARÂMETROS DA FADIGA EM ATLETAS DE BASQUETE.

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Gostaria de convidar seu filho a participar de uma pesquisa e precisa decidir se concorda com a participação dele ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente este termo e em caso de dúvidas, fique inteiramente à vontade para perguntar ao responsável pelo estudo.

A finalidade deste estudo é investigar o efeito de protocolos de potenciação pós ativação específicos sobre o desempenho nos esforços de corridas repetidas com mudanças de direção e sobre parâmetros da fadiga muscular em atletas de basquete. Os protocolos de potenciação pós ativação são esforços prévios ao exercício que condicionam a musculatura estimulada a obter uma melhor resposta muscular. Além disso, você também executará esforços máximos dos músculos da coxa com a aplicação de pequenos choques no nervo femoral, antes e após o exercício, com o objetivo de investigar aspectos relacionados à fadiga muscular.

LOCAL DAS AVALIAÇÕES E TRANSPORTE

Todas as avaliações deste projeto de pesquisa serão realizadas na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Ciências - Departamento de Educação Física. Localizado Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa CEP: 17033-360 - Bauru - SP. Caso necessite de transporte para o local das avaliações as despesas serão custeadas pelos pesquisadores envolvidos no estudo. Caso necessite de transporte público, você também poderá solicitar o ressarcimento dessas despesas.

CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Para participar da pesquisa seu filho deve ser um atleta de basquete do sexo masculino, com experiência mínima de 4 anos na modalidade, que esteja envolvido regularmente no treinamento de força e com idade entre 16 e 23 anos. Além disso, não deve apresentar hábitos regulares de consumo de bebida alcoólica e tabagismo, doenças crônicas degenerativas ou cardíacas. Também, não poderá participar da pesquisa se apresentou algum tipo de lesão muscular e/ou articular nos últimos 3 meses, se fez a utilização de algum suplemento nutricional nesse mesmo período de tempo e se estiver realizando no período da pesquisa, algum tipo de tratamento medicamentoso e/ou fisioterapêutico.

CRITÉRIO DE EXCLUSÃO

Seu filho poderá ser convidado a sair do estudo se vier a apresentar algum tipo de lesão na articulação, músculo ou tendão, assim como, qualquer doença que atrapalhe a sua capacidade de realizar exercício. Além disso, caso apresente consecutivas faltas aos testes, consumir bebidas alcoólicas nos dias que antecedem os testes, utilizar algum tipo de suplemento alimentar durante o período da pesquisa e/ou iniciar algum tratamento medicamentoso que interfira no resultado do estudo, também será convidado a sair do estudo.

DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Caso concorde com a participação do seu filho no estudo, ele irá participar em 5 visitas de avaliações durante um período aproximado de 15 dias para a realização dos seguintes procedimentos:

Na primeira visita, seu peso e altura do seu filho será mensurado, depois, será realizado uma familiarização com o teste de corridas repetidas, composto por 10 corridas de 30 metros com mudanças de direção. Em seguida ele irá realizar o procedimento que irá avaliar a fadiga muscular (2 esforços máximos dos músculos da coxa com pequenos choques, parecida com as utilizadas em tratamentos de fisioterapia, próximo à virilha). Anteriormente ao procedimento de avaliação da fadiga muscular, seu filho terá uma parte da coxa e do punho raspados com gilete, levemente lixados e limpos com álcool, para que eletrodos de avaliação sejam colocados nessa região. Além disso, será realizado uma avaliação de limiar de estimulação elétrica, onde serão aplicados pequenos choques no nervo da perna próximo à virilha até indique seu limite de desconforto.

Na segunda, terceira, quarta e quinta visita serão realizadas as avaliações. Cada visita será composta por um aquecimento igual para todas as condições, seguido do procedimento que irá avaliar a fadiga muscular. Após o procedimento para avaliar a fadiga muscular, o voluntário será submetido a condição experimental (protocolo de potenciação pós ativação através de saltos, corrida de curta distância com resistência ou condição controle) ou a condição controle (serão realizados duas condições controle, sendo uma com os procedimentos para avaliar a fadiga muscular e uma sem os procedimentos para avaliar a fadiga muscular), com intervalo de repouso com duração de 4 - 8 minutos até o teste de corridas repetidas. Imediatamente após o teste de corridas repetidas, será realizado novamente os procedimentos para avaliar a fadiga muscular.

Todos os procedimentos serão realizados por um profissional capacitado e experiente, mas caso seu filho venha a sentir qualquer tipo de desconforto e/ou mal estar que impeça de continuar as avaliações, ele poderá pedir para parar os testes e os profissionais presentes no local trabalharão para fazê-lo se sentir melhor o mais rápido possível. No início e ao final de cada sessão de avaliação, também serão realizadas coletas de pequenas quantidades de sangue (aproximadamente 1 gota) da orelha e devido à isso, poderá sentir uma ligeira dor no local da picada da lanceta.

Todos os equipamentos que serão utilizados na coleta de material biológico serão descartáveis e esterilizados. Os materiais para a coleta de sangue serão descartados e inutilizados após o uso individual. É importante salientar que todas as amostras de material biológico coletadas serão utilizadas exclusivamente na análise de dados do presente estudo e depois serão devidamente descartadas em locais apropriados. Posteriormente, essas amostras biológicas serão recolhidas e descartadas de modo apropriado por empresa especializada prestadora de serviços para UNESP/Bauru, de forma que não será integrado a um banco de material biológico e não será utilizado para outro fim.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Os testes apresentam riscos inerentes à prática de exercícios físicos extenuantes. Apesar de raro, há possibilidade de alterações fisiológicas durante a realização de qualquer tipo de esforços máximos que podem ser respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas e em raríssimas situações ataque cardíaco. Portanto, profissionais qualificados estarão à disposição para tais eventualidades e caso alguma

dessas alterações ocorram, o laboratório ficará responsável por total auxílio ao seu filho. Além disso, os procedimentos de estimulação elétrica podem gerar ligeiro incômodo e ansiedade.

Em benefício da participação do seu filho no estudo, será emitido um relatório individual contendo índices da sua aptidão no teste de corridas repetidas (avalia a sua aptidão em realizar esforços máximos com um curto tempo de intervalo entre eles). Além disso, será notificado dos aspectos mais importantes do estudo após sua conclusão e poderá inteirar-se do estado geral de sua condição física. Caso concorde com a participação do seu filho do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, você e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso às suas informações para verificar as informações do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para (14) 3103-6082 / Ramal 7620 (Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto). Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo ou eventual denúncias, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da UNESP Campus de Bauru através do número (14) 3103-6075 e/ ou email: aclauidamm@fc.unesp.br, localizado na Seção Técnica Acadêmica da Faculdade de Ciências da UNESP, localizada na Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru – SP, 17033-360.

Ressaltamos que a participação do seu filho no estudo é voluntária e não haverá recompensa financeira, podendo escolher não fazer parte do estudo ou desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito e não será proibido de participar de novos estudos. Caso a integridade física e/ou moral do seu filho for de alguma forma abalada durante a condução do estudo, você é livre para acionar a justiça e requerer qualquer tipo de indenização proveniente desses eventos. Serão geradas duas vias assinadas deste termo de consentimento, uma delas ficará com você e a outra ficará com o pesquisador responsável pelo estudo.

Declaro que li e entendi este formulário de consentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que meu filho pode ser voluntário a tomar parte neste estudo.

Dados do participante da pesquisa

Nome do Voluntário no Estudo: _____

RG ou CPF: _____ Data de nascimento: ____/____/____

Endereço: _____

Telefone: (____) _____

Bauru, ____ de _____ de 20____.

Pesquisador responsável

Participante e/ou representante legal

ANEXO III. Termo de Assentimento livre e esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO DE PESQUISA: EFEITO DE PROTOCOLOS ESPECÍFICOS DE POTENCIAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO EM ESFORÇOS DE *SPRINTS* REPETIDOS COM MUDANÇA DE DIREÇÃO E PARÂMETROS DA FADIGA EM ATLETAS DE BASQUETE.

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa e precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar a decisão. Leia cuidadosamente este termo e em caso de dúvidas, fique inteiramente à vontade para perguntar ao responsável pelo estudo.

A finalidade deste estudo é investigar o efeito de protocolos de potenciação pós ativação específicos sobre o desempenho nos esforços de corridas repetidas com mudanças de direção e sobre parâmetros da fadiga muscular em atletas de basquete. Os protocolos de potenciação pós ativação são esforços prévios ao exercício que condicionam a musculatura estimulada a obter uma melhor resposta muscular. Além disso, também será realizado esforços máximos dos músculos da coxa com a aplicação de pequenos choques no nervo femoral, antes e após o exercício, com o objetivo de investigar aspectos relacionados à fadiga muscular.

LOCAL DAS AVALIAÇÕES E TRANSPORTE

Todas as avaliações deste projeto de pesquisa serão realizadas na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Faculdade de Ciências - Departamento de Educação Física. Localizado Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 - Vargem Limpa CEP: 17033-360 - Bauru - SP. Caso necessite de transporte para o local das avaliações as despesas serão custeadas pelos pesquisadores envolvidos no estudo. Caso necessite de transporte público, você também poderá solicitar o ressarcimento dessas despesas.

CRITÉRIO DE INCLUSÃO

Para que participe do estudo você deve ser um atleta de basquete do sexo masculino, com experiência mínima de 4 anos na modalidade, que esteja envolvido regularmente no treinamento de força e com idade entre 16 e 23 anos. Além disso, você não deve apresentar hábitos regulares de consumo de bebida alcoólica e tabagismo, doenças crônicas degenerativas ou cardíacas. Você também não poderá participar do estudo se apresentou algum tipo de lesão muscular e/ou articular nos últimos 3 meses, se fez a utilização de algum suplemento nutricional nesse mesmo período de tempo e se estiver realizando no período da pesquisa, algum tipo de tratamento medicamentoso e/ou fisioterapêutico.

CRITÉRIO DE EXCLUSÃO

Você poderá ser convidado a sair do estudo se vier a apresentar algum tipo de lesão na articulação, músculo ou tendão, assim como, qualquer doença que atrapalhe a sua capacidade de realizar exercício. Além disso, se você faltar consecutivamente aos testes, consumir bebidas alcoólicas nos dias que antecedem os testes, utilizar algum tipo de suplemento alimentar durante o período de estudo e/ou iniciar algum tratamento medicamentoso que interfira no resultado do estudo, você também será convidado a sair do estudo.

DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS

Caso aceite participar do estudo, você terá que realizar 5 visitas de avaliações durante um período aproximado de 15 dias para a realização dos seguintes procedimentos:

Na primeira visita, seu peso e altura serão mensurados, depois, será realizado uma familiarização com o teste de corridas repetidas, composto por 10 corridas de 30 metros com mudanças de direção. Em seguida irá realizar o procedimento que irá avaliar a fadiga muscular (2 esforços máximos dos músculos da coxa com pequenos choques, parecida com as utilizadas em tratamentos de fisioterapia, próximo à virilha). Anteriormente ao procedimento de avaliação da fadiga muscular, você terá uma parte da coxa e do punho raspados com gilete, levemente lixados e limpos com álcool, para que eletrodos de avaliação sejam colocados nessa região. Além disso, será realizado uma avaliação de limiar de estimulação elétrica, onde serão aplicados pequenos choques em seu nervo próximo à virilha até que você indique seu limite de desconforto.

Na segunda, terceira, quarta e quinta visita serão realizadas as avaliações. Cada visita será composta por um aquecimento igual para todas as condições, seguido do procedimento que irá avaliar a fadiga muscular. Após o procedimento para avaliar a fadiga muscular, o voluntário será submetido a condição experimental (protocolo de potenciação pós ativação através de saltos, corrida de curta distância com resistência ou condição controle) ou a condição controle (serão realizados duas condições controle, sendo uma com os procedimentos para avaliar a fadiga muscular e uma sem os procedimentos para avaliar a fadiga muscular), com intervalo de repouso com duração de 4 - 8 minutos até o teste de corridas repetidas. Imediatamente após o teste de corridas repetidas, será realizado novamente os procedimentos para avaliar a fadiga muscular.

Todos os procedimentos serão realizados por um profissional capacitado e experiente, mas caso você venha a sentir qualquer tipo de desconforto e/ou mal estar que impeça de continuar as avaliações, você poderá pedir para parar os testes e os profissionais presentes no local trabalharão para fazê-lo se sentir melhor o mais rápido possível. No início e ao final de cada sessão de avaliação, também serão realizadas coletas de pequenas quantidades de sangue (aproximadamente 1 gota) da orelha e devido à isso, você poderá sentir uma ligeira dor no local da picada da lanceta.

Todos os equipamentos que serão utilizados na coleta de material biológico serão descartáveis e esterilizados. Os materiais para a coleta de sangue serão descartados e inutilizados após o uso individual. É importante salientar que todas as amostras de material biológico coletadas serão utilizadas exclusivamente na análise de dados do presente estudo e depois serão devidamente descartadas em locais apropriados. Posteriormente, essas amostras biológicas serão recolhidas e descartadas de modo apropriado por empresa especializada prestadora de serviços para UNESP/Bauru, de forma que não será integrado a um banco de material biológico e não será utilizado para outro fim.

RISCOS E BENEFÍCIOS

Os testes apresentam riscos inerentes à prática de exercícios físicos extenuantes. Apesar de raro, há possibilidade de alterações fisiológicas durante a realização de qualquer tipo de esforços máximos que podem ser respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas e em raríssimas situações ataque cardíaco. Portanto, profissionais qualificados estarão à disposição para tais eventualidades e caso alguma

dessas alterações ocorram, o laboratório ficará responsável por total auxílio a você. Além disso, os procedimentos de estimulação elétrica podem gerar ligeiro incômodo e ansiedade.

Em benefício a sua participação no estudo, será emitido um relatório individual contendo índices da sua aptidão no teste de corridas repetidas (avalia a sua aptidão em realizar esforços máximos com um curto tempo de intervalo entre eles). Além disso, será notificado dos aspectos mais importantes do estudo após sua conclusão e poderá inteirar-se do estado geral de sua condição física. Caso concorde em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei, somente o pesquisador, a equipe do estudo, você e os representantes do Comitê de Ética (caso necessário) terão acesso as suas informações para verificar as informações do estudo.

Para perguntas ou problemas referentes ao estudo ligue para (14) 3103-6082 / Ramal 7620 (Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto). Para perguntas sobre seus direitos como participante no estudo ou eventual denúncias, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da UNESP Campus de Bauru através do número (14) 3103-6075 e/ ou email: aclaudamm@fc.unesp.br, localizado na Seção Técnica Acadêmica da Faculdade de Ciências da UNESP, localizada na Av. Eng. Luís Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Vargem Limpa, Bauru – SP, 17033-360.

Ressaltamos que sua participação no estudo é voluntária e não haverá recompensa financeira, podendo escolher não fazer parte do estudo ou desistir a qualquer momento. Você não perderá qualquer benefício ao qual você tem direito e não será proibido de participar de novos estudos. Caso sua integridade física e/ou moral for de alguma forma abalada durante a condução do estudo, você é livre para acionar a justiça e requerer qualquer tipo de indenização proveniente desses eventos. Serão geradas duas vias assinadas deste termo de consentimento, uma delas ficará com você e a outra ficará com o pesquisador responsável pelo estudo.

Declaro que li e entendi este formulário de assentimento e todas as minhas dúvidas foram esclarecidas e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.

Dados do participante da pesquisa

Nome do Voluntário no Estudo:_____

RG ou CPF: _____Data de nascimento:____/____/____

Endereço:_____

Telefone: (____)_____

Bauru,____ de _____ de 20____.

Pesquisador responsável

Participante e/ou representante legal