



LARISSA RODRIGUES SOUTO

**CONFIABILIDADE E ANÁLISE FISIOLÓGICA DE UM TESTE ISOMÉTRICO
DE FADIGA MUSCULAR LOCALIZADA**

PRESIDENTE PRUDENTE

2018

FISIOTERAPIA



LARISSA RODRIGUES SOUTO

**CONFIABILIDADE E ANÁLISE FISIOLÓGICA DE UM TESTE ISOMÉTRICO
DE FADIGA MUSCULAR LOCALIZADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP) – Campus de Presidente Prudente, para obtenção do título de mestre.
Orientador: Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

PRESIDENTE PRUDENTE

2018

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação - Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Campus de Presidente Prudente

S71c Souto, Larissa Rodrigues.
Confiabilidade e análise fisiológica de um teste isométrico de fadiga muscular localizada / Larissa Rodrigues Souto. - 2018
76 f.

Orientador: Carlos Marcelo Pastre
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2018
Inclui bibliografia

1. Confiabilidade dos dados. 2. Dinamômetro de força muscular. 3. Fadiga. I. Pastre, Carlos Marcelo. II. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências e Tecnologia. III. Título.

Alessandra Kuba Oshiro Assunção
CRB-8/9013

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Campus de Presidente Prudente.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: CONFIABILIDADE E ANÁLISE FISIOLÓGICA DE UM TESTE DE RESISTÊNCIA MUSCULAR ISOMÉTRICA LOCALIZADA À FADIGA NO DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO

AUTORA: LARISSA RODRIGUES SOUTO

ORIENTADOR: CARLOS MARCELO PASTRE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em FISIOTERAPIA, área: Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. CARLOS MARCELO PASTRE
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP

Prof. Dr. FABIO MICOLIS DE AZEVEDO
Departamento de Fisioterapia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP


Prof. Dr. MARCELO PAPOTI
USP / Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP

Presidente Prudente, 28 de junho de 2018

Conforme sugerido pela banca o título da dissertação foi alterado para: "Confiabilidade e análise fisiológica de um teste isométrico de fadiga muscular localizada".


Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

Dedicatória

A ciência do esporte. Que este trabalho contribua para a melhor compreensão da prescrição de testes físicos. E aos meus pais, Antonio e Estelmar, por todo apoio e amor incondicional em todas as etapas da minha vida, inclusive nessa.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente as duas pessoas responsáveis por esta conquista e por todas outras que tive até o momento e ainda terei, meus pais Estelmar Ferreira Souto e Antonio Rodrigues Souto. A vocês minha eterna gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre por todos os ensinamentos até o presente momento. Com você aprendi tanto por meio de conversas e discussões quanto por meio de suas ações. Posso dizer que estou finalizando um ciclo totalmente diferente de quando o comecei. Muito obrigada por tudo!

Agradeço ao LAFIDE por todos esses anos em que estive no laboratório. Sem dúvidas estar aqui me proporcionou oportunidades únicas. Sou grata por todos que aqui conheci e pude aprender. Gostaria de não citar nomes para não incorrer no erro de esquecer alguém, mas não tem como... Agradeço em especial as pessoas que fizeram parte desse trabalho e o tornaram possível: Gabriela Carrion, Leonardo Chossani, Luan de Toledo, Jhenifer Moterani, Fernanda Diniz, Amanda Letícia, Guilherme Yuji, Maurício Teobaldo e todos os outros que se disponibilizaram em me ajudar nos períodos de coleta. Agradeço também ao Rodolfo Hidalgo por toda ajuda e companheirismo dentro e fora do LAFIDE.

Agradeço a Prof^a. Dr^a. Franciele Marques Vanderlei, por toda a disponibilidade e paciência comigo durante todo o processo. Sem dúvidas me ensinou bastante! Agradeço também a Aryane por sempre se disponibilizar em me ajudar com as diversas correções de texto e a Malu por todo o companheirismo, que foi fundamental em diversos momentos.

Agradeço a todos os voluntários. Sem essas pessoas que se disponibilizaram em participar este trabalho não seria possível! Muito obrigada a todos que participaram.

Agradeço também ao pessoal da seção técnica da pós-graduação, sempre prontos a ajudar.

Agradeço ao Prof. Dr. Fábio Micolis pela disponibilidade em me ajudar com todas as dúvidas metodológicas a respeito da eletromiografia e por aceitar ser banca deste trabalho.

Agradeço também ao Prof. Dr. Fernando Henrique Magalhães, por toda a disponibilidade em me ajudar em relação aos aspectos metodológicos da eletromiografia.

Agradeço ao Prof. Dr. Marcelo Papoti por abrir as portas de seu laboratório durante uma visita técnica, onde pude aprender um pouco da rotina de coletas com seu grupo de pesquisa, sendo essencial para a execução da segunda parte desse trabalho. Agradeço também por aceitar ser banca deste trabalho.

Agradeço também ao Prof. Dr. Lars Louis Andersen por ter me acolhido por quatro meses dentro de seu laboratório durante meu estágio de pesquisa no exterior, tornando realidade essa tão sonhada oportunidade.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte do processo, seja positivamente ou negativamente. Sem dúvidas aprendi com ambos.

Em especial fica registrado o agradecimento público ao CONVÊNIO FAPESP/CAPES amparado no termo de outorga processo nº 2016/11785-7, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro destinado a essa pesquisa, que foi de vital importância para a consecução dos resultados alcançados.

“Acredite que você pode, assim você já está no meio do caminho”
Theodore Roosevelt

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. OBJETIVOS.....	23
3. MÉTODOS.....	23
3.1. População do estudo	233
3.2 Aprovação ética e registro do ensaio clínico	24
3.3. Delineamento do estudo	25
3.3.1. Etapa 1 (Confiabilidade intra e inter-avaliadores).....	25
3.3.2. Etapa 2 (demanda metabólica)	27
3.4. Procedimentos	29
3.4.1. Teste isométrico de fadiga muscular (TIFM)	29
3.4.2. Avaliação antropométrica.....	30
3.4.3. Questionário do nível de atividade física habitual de Baecke	30
3.4.4. Questionário Psicológico.....	31
3.4.5. Escala de Borg Modificada (Borg CR-10)	31
3.4.6. Escala de Percepção de Recuperação do tipo Likert	31
3.4.7. Análises fisiológicas	31
3.4.7.1 Contribuição aeróbia total	32
3.4.7.2. Contribuição anaeróbia total.....	32
3.4.8. Análise da ativação muscular	33

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	35
5. RESULTADOS	36
6. DISCUSSÃO	43
7. CONCLUSÃO.....	50
8. REFERÊNCIAS	51
ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	59
ANEXO II – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA	62
ANEXO III – COMPROVANTE DE REGISTRO NO CLÍNICAL TRIALS	66
ANEXO IV – QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL DE BAECKE	67
ANEXO V – QUESTIONÁRIO PSICOLÓGICO	68
ANEXO VI – ESCALA DE BORG MODIFICADA (CR-10)	69
ANEXO VII – ESCALA DE PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO DO TIPO LIKERT	70

Apresentação

Esta dissertação está apresentada em concordância com as normas do programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente. O conteúdo do texto contempla o trabalho originado a partir da pesquisa intitulada “*Confiabilidade e análise fisiológica de um teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético*” elaborada durante o curso de mestrado.

O desenvolvimento de todas as etapas do estudo aconteceu no Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE) e no Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia (CEAFIr) da Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT/UNESP, campus de Presidente Prudente. Houve financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP processo nº 2016/11785-7), ambas durante um período de 12 meses.

Assim sendo, o conteúdo do material está dividido em duas sessões:

- i) Dissertação de mestrado;
- ii) Atividades desenvolvidas durante o curso de mestrado.

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

Dissertação

Lista de figuras

Figura 1. Delineamento da primeira etapa do estudo.....	26
Figura 2. Delineamento da segunda etapa do estudo.....	29
Figura 3. Representação gráfica do TIFM em que houve a análise da contribuição anaeróbica.....	40
Figura 4. Avaliação dos três sistemas energéticos durante o TIFM.....	41
Figura 5. Representação gráfica do TIFM em que houve a análise da ativação muscular.....	41
Figura 6.(a) Representação gráfica da técnica de ativação muscular anterior ao TIFM com os valores observados e exemplificação de seu cálculo.....	43
Figura 6 (b). Representação gráfica da técnica de ativação muscular posterior ao TIFM com os valores observados e exemplificação de seu cálculo.....	43

Lista de tabelas

Tabela 1. Tabela com valores de média e desvio-padrão da idade, massa corporal, estatura, IMC e nível de atividade física.....	36
Tabela 2. Valores de média, DP e p-valor para todos os domínios do questionário psicológico.....	37
Tabela 3. Média, desvio padrão e p-valor para as variáveis de performance do TIFM para ambos os avaliadores em ambos os momentos teste e reteste.....	38
Tabela 4. Valores de confiabilidade intra e inter-avaliadores para as variáveis de performance do TIFM.....	39
Tabela 5. Valores de média e desvio-padrão para a porcentagem de energia gasta e para o decréscimo de energia em relação a máxima energia prevista.....	39
Tabela 6. Valores das variáveis de desempenho do TIFM em que foi realizada a análise da contribuição anaeróbica.....	41
Tabela 7. Valores das variáveis de desempenho do TIFM em foi realizada a análise da ativação muscular.....	42

Lista de quadros

Quadro 1. Modelo utilizado para determinação da contribuição alática.....33

Quadro 2. Mensuração do percentual de ativação voluntária.....35

Listas de abreviaturas

IF – Índice de fadiga

DERL – Decréscimo da equação de regressão linear

DPD – Diminuição da porcentagem de desempenho

RMS – *Root Mean Square*

DPOC – Doença pulmonar obstrutiva crônica

SDFP – Síndrome da dor femoropatelar

IFT – Instabilidade funcional do tornozelo

DAP – Doença arterial periférica

CCI – Coeficiente de correlação intraclasse

CV – Coeficiente de variação

EPM – Erro padrão de medição

CIVM – Contração voluntária isométrica máxima

EPOC – Consumo máximo de oxigênio pós-esforço

mA – Miliampere

PT – Pico de torque

Kcal – Quilocaloria

TIFM – Teste isométrico de fadiga muscular

VL – Vasto lateral

ST - *Superimposed twitch*

CT – *Control Twitch*

Introdução: Testes físicos confiáveis, capazes de identificar uma mudança real no desempenho proveniente de intervenções fisioterapêuticas e/ou do treinamento físico, são de extrema importância para a prescrição de exercícios físicos. Sua aplicação fornece parâmetros individualizados da performance muscular, permitindo uma adequada implementação de cargas durante a dinâmica de treinamento e/ou reabilitação. Além da aplicação de tais testes, avaliar a demanda metabólica durante sua execução é de extrema importância na prática clínica proporcionando parâmetros fisiológicos tanto para a avaliação como para a implementação da dinâmica de cargas. **Objetivos:** Verificar a confiabilidade intra e inter-avaliadores de um teste isométrico de fadiga muscular (TIFM) do quadríceps do membro inferior dominante realizado no dinamômetro isocinético e analisar a demanda metabólica exigida durante a sua execução. **Métodos:** O estudo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira referente a análise da confiabilidade intra e inter-avaliadores do TIFM e a segunda em relação a análise da sua demanda metabólica. A primeira etapa do estudo consistiu em três sessões: familiarização, teste e reteste. Nessa etapa foi verificada a confiabilidade em relação as variáveis de desempenho tempo, energia e pico de torque (PT). Para a realização da segunda etapa o participante foi submetido a duas sessões: familiarização e teste. Na sessão de teste, houve análise de gases e da concentração sanguínea de lactato para determinação da contribuição energética e, análise da ativação muscular para caracterização da fadiga muscular. **Resultados:** Em relação a confiabilidade relativa apenas as variáveis de desempenho tempo para um dos avaliadores e, a variável de desempenho energia para ambos os avaliadores apresentaram confiabilidade intra-avaliador moderada. As demais variáveis nos demais momentos apresentaram boa confiabilidade relativa. Em relação a confiabilidade absoluta as variáveis de desempenho tempo e energia apresentaram coeficiente de variação (CV) maior que 15% e, para a variável PT seu valor foi até 12,36% com mínima mudança detectável (MMD) maior que 20% para todas as variáveis. No que diz respeito a contribuição dos sistemas energéticos houve uma contribuição anaeróbica alática de 50,5% e láctica de 43,7% e aeróbica de 5,8%. Para a análise ativação voluntária foi observado queda de apenas 1% em seu valor. **Conclusão:** Conclui-se que o TIFM apresenta de moderada a boa confiabilidade para todas as variáveis de desempenho analisadas tanto intra-avaliador como inter-avaliadores, com alta aplicabilidade clínica. Sua demanda metabólica demonstrou predominância de contribuição anaeróbica com equivalência láctica e alática, não sendo possível a identificação de quaisquer causas neuromusculares para a instalação da fadiga muscular.

Palavras-chave: confiabilidade dos dados; dinamômetro de força muscular; fadiga

Introduction: Reliable physical tests, capable of identifying a real change in performance from physiotherapeutic interventions and/or physical training, are extremely important for the prescription of physical exercises. Its application provides individualized parameters of muscular performance, allowing an adequate implementation of loads during training and/or rehabilitation dynamics. In addition to the application of such tests, evaluating the metabolic demand during its execution is extremely important in clinical practice, providing physiological parameters for both evaluation and implementation of load dynamics. **Objectives:** To verify the intra- and inter-rater reliability of an isometric muscle fatigue test (IMFT) of the dominant lower limb quadriceps performed on the isokinetic dynamometer and to analyze the metabolic demand required during its execution. **Methods:** The study was divided in two phases, the first one referring to the analysis of intra- and inter-rater reliability of the IMFT and the second one in relation to the analysis of its metabolic demand. The first phase of the study consisted of three sessions: familiarization, test and retest. In this phase the reliability of the time, energy and peak torque (PT) variables was verified. For the second phase the participant was submitted to two sessions: familiarization and test. In the test session, there was gas analysis and blood lactate concentration to determine the energy contribution and analysis of muscle activation to characterize muscle fatigue. **Results:** In relation to relative reliability only the time performance variables for one of the evaluators and the energy performance variable for both evaluators presented moderate intra-rater reliability. The other variables in the other moments presented good relative reliability. Regarding absolute reliability, the variables of time and energy performance presented a coefficient of variation (CV) greater than 15% and, for the variable PT, its value was up to 12.36% with a minimum detectable change (MMD) greater than 20% for all the variables. Regarding the contribution of the energy systems, there was an alpha anaerobic contribution of 50.5% and lactic acid of 43.7% and aerobic of 5.8%. For the voluntary activation analysis, a decrease of only 1% in its value was observed. **Conclusion:** It is concluded that IMFT presents moderate to good reliability for all performance variables analyzed both intra-rater and inter-rater, with high clinical applicability. Its metabolic demand demonstrated a predominance of anaerobic contribution with lactic and allematic equivalence, and it is not possible to identify any neuromuscular causes for the installation of muscular fatigue.

Key words: data acuracy; muscle strength dynamometer; fatigue

1. INTRODUÇÃO

Testes físicos confiáveis, capazes de identificar uma mudança real no desempenho proveniente de intervenções fisioterapêuticas e/ou do treinamento físico, são de extrema importância para a prescrição de exercícios físicos ⁽¹⁾. Sua aplicação fornece parâmetros individualizados da performance muscular, permitindo uma adequada implementação de cargas durante a dinâmica de treinamento e/ou reabilitação.

A compreensão da performance em tais testes físicos envolve a análise de cargas externas e internas ⁽²⁾. As cargas externas estão relacionadas a variáveis clínicas como trabalho, força, potência, velocidade e aceleração ⁽²⁾. E as cargas internas estão relacionadas a variáveis fisiológicas como consumo de oxigênio, concentração sanguínea de lactato e frequência cardíaca ⁽²⁾. No entanto, os testes físicos aplicados na prática clínica, em sua maioria, fornecem apenas variáveis clínicas como parâmetro avaliativo, sem explorar as variáveis fisiológicas envolvidas durante a sua execução.

Dentre as ferramentas de avaliação física descritas na literatura, destaca-se o dinamômetro isocinético, considerado o método padrão ouro para a avaliação da função muscular ⁽³⁾. Essa ferramenta é amplamente empregada em estudos de confiabilidade de testes localizados de fadiga muscular ^(1,3-15).

Na literatura sobre o tema encontram-se diversos estudos de confiabilidade teste-reteste de tais protocolos, no entanto, não há um protocolo padrão para a avaliação da fadiga muscular, sobretudo dos extensores de joelho. Dessa forma, o estado da arte sobre testes de confiabilidade mostra o uso variado da ferramenta descrita bem como das variáveis utilizadas para avaliar a confiabilidade de testes físicos que avaliam a fadiga muscular.

Nesse cenário, apenas uma pequena parcela desses estudos enfoca em populações específicas assim como em participantes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ⁽⁴⁾, osteoartrite de joelho ^(5,6), síndrome da dor femoropatelar (SDFP)

⁽⁵⁾, instabilidade funcional do tornozelo (IFT) ⁽⁷⁾ e pacientes com doença arterial periférica (DAP) ⁽⁸⁾. Em sua maioria, os estudos de confiabilidade de protocolos de fadiga muscular se concentra em participantes saudáveis sem disfunções ortopédicas ^(1,3,9-15), avaliando diferentes grupos musculares, assim como os músculos do tornozelo ⁽⁹⁾, do ombro ⁽¹⁰⁾, das costas ⁽¹¹⁾, do quadril ⁽¹³⁾ e do joelho ^(1,3,12,14,15).

Estes protocolos avaliam a confiabilidade teste-reteste de diversas medidas de caracterização da fadiga muscular. Dentre elas, encontram-se os indicadores de fadiga muscular obtidos por meio do cálculo do índice de fadiga (IF) ⁽¹⁶⁾, do decréscimo da equação de regressão linear (DERL) ⁽¹⁴⁾ e da diminuição da porcentagem de desempenho (DPD) ⁽¹⁷⁾ calculados a partir do pico de torque e trabalho isocinético total. Ainda, a eletromiografia de superfície é usada em alguns estudos para a avaliação da confiabilidade do *Root Mean Square* (RMS) ^(9,12) e da frequência mediana do sinal ^(5,6,12,13) em tais testes.

Em relação aos estudos que avaliam a confiabilidade teste-reteste dos indicadores de fadiga muscular, são observados valores de confiabilidade relativa variando de fraca a excelente confiabilidade ⁽¹⁸⁾. Gautrey *et al.* ⁽⁷⁾, observaram valores de moderada a excelente confiabilidade ⁽¹⁸⁾ (CCI 0,60 a 0,92) para os três indicadores de fadiga muscular em um protocolo de fadiga dos músculos abdutores do quadril, sendo o DERL o método mais confiável a uma velocidade angular de 120°/s tanto em participantes com e sem histórico de IFT (CCI 0,92). Em estudo com participantes saudáveis sem disfunções ortopédicas Maffiuletti *et al.* ⁽¹⁾, ao analisarem os indicadores de fadiga muscular IF e DPD observaram boa confiabilidade ⁽¹⁸⁾ tanto para os músculos extensores de joelho (CCI 0,84 a 0,89, respectivamente) como para os flexores (CCI 0,78 a 0,81, respectivamente) em um protocolos de 20 contrações concêntricas máximas.

Por fim, Pincivero *et al.*⁽¹⁴⁾, ao examinarem a confiabilidade teste-reteste dos indicadores de fadiga IF e DERL em um protocolo composto por 30 contrações concêntricas máximas do músculo quadríceps a uma velocidade angular de 180º/s, em ambas as pernas dominante e não dominante observaram boa confiabilidade ⁽¹⁸⁾ (CCI 0,82 a 0,78, respectivamente) e, fraca a boa confiabilidade ⁽¹⁸⁾ para a perna dominante (CCI 0,26 a 0,82, respectivamente).

No que se refere aos estudos que avaliam a confiabilidade teste-reteste em relação as variáveis pico de torque e trabalho total, estes encontram valores variando de boa a excelente confiabilidade ⁽¹⁸⁾ . Este achado vai desde protocolos aplicados em participantes com DPOC ⁽⁴⁾ (CCI 0,93 a 0,98) e com DAP ⁽⁷⁾ (CCI 0,77 a 0,96) até em protocolos aplicados em participantes saudáveis sem disfunções ortopédicas, tanto para o ombro (CCI 0,90 a 0,96) ⁽¹⁰⁾ e tornozelo (CCI 0,85 a 0,97) ⁽⁹⁾ como para o joelho (CCI 0,85 a 0,99) ^(3,12,13).

Em relação aos valores de confiabilidade teste-reteste das variáveis obtidas por meio do registro eletromiográfico de superfície, estes apresentam valores de moderada a boa confiabilidade ⁽¹⁸⁾ (CCI 0,60 a 0,90) quando aplicados durante testes isométricos ^(5,6) e dinâmicos ⁽¹²⁾ da articulação do joelho, bem como durante testes dinâmicos da articulação do tornozelo ⁽⁹⁾ e do quadril ⁽¹³⁾.

Embora tais estudos apresentem bons valores de confiabilidade, não há um protocolo padrão, sobretudo para os músculos extensores do joelho. Ainda, os protocolos identificados exploram somente as cargas externa relacionadas ao esforço físico, sem levar em consideração a influência das cargas internas para a determinação da performance muscular. O protocolo típico geralmente envolve a realização de um número pré-determinado de contrações concêntricas máximas, variando de 15 a 100

repetições ^(1,3,8-11,14,15,19) a uma velocidade angular que na maioria das vezes é 180°/s ^(1,3,4,7,14,19), com uma carga previamente estabelecida.

Dessa forma, levando em consideração a heterogeneidade do cenário descrito acima e o conceito de fadiga muscular como a redução da contração máxima induzida pelo exercício ⁽²⁰⁾, avaliar a fadiga muscular por meio de uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) até a exaustão tendo como desfecho o tempo final em que cada sujeito leva até a fadiga parece pertinente no que diz respeito a individualização do teste.

Assim, o presente estudo se justifica pela necessidade de testes mais precisos sem pré-estabelecer tempo ou número de repetições bem como a carga, evitando subestimar ou superestimar a capacidade física de resistência real do avaliado. Além disso, estabelecer a demanda metabólica desses teste, por meio da análise da capacidade anaeróbica utilizando a soma entre a fase rápida do consumo máximo de oxigênio pós-exercício (EPOC) e a concentração sanguínea de lactato ([lac]) ⁽²¹⁾ bem como caracterizar a fadiga por meio da quantificação da porcentagem de ativação voluntária, possibilita a compreensão dos parâmetros fisiológicos envolvidos na execução do teste, permitindo sua extrapolação para a dinâmica de treinamento na prática clínica.

A hipótese deste estudo é de que a execução de um teste de fadiga muscular isométrica que respeite a capacidade real de cada participante em suportar a fadiga será confiável, com representação fisiológica predominantemente anaeróbica, principalmente alática por se tratar de um teste localizado, com fadiga muscular de caráter periférico.

2. OBJETIVOS

- i) Verificar a confiabilidade intra e inter-avaliadores de um teste isométrico de fadiga muscular (TIFM) do quadríceps em um dinamômetro isocinético;
- ii) Analisar a demanda metabólica deste teste por meio da análise de gases e concentração sanguínea de lactato e, avaliar a fadiga neuromuscular causada pelo mesmo por meio da ativação muscular voluntária.

3. MÉTODOS

3.1. População do estudo

O estudo foi composto por participantes saudáveis do sexo masculino com média de idade de $23,05 \pm 2,89$ anos. Inicialmente foi realizada a confiabilidade intra e inter-avaliadores do TIFM realizado no músculo quadríceps do membro inferior dominante. Para a realização da segunda etapa do estudo referente à análise da demanda metabólica do TIFM, optou-se por realizar um estudo de caso.

Para a primeira etapa do estudo, o cálculo amostral mínimo foi estimado em coeficientes de correlação. Estimou-se um tamanho amostral capaz de detectar correlação de até 0,30 ($\alpha=0,05$, $\beta=0,8$) de 48 participantes. Ainda, de acordo com as diretrizes de confiabilidade um número amostral de 50 participantes é recomendado ⁽²²⁻²⁴⁾. Assim, prevendo perda amostral referente ao valor recomendado pelas diretrizes foi acrescido 10% e a amostral final mínima estimada foi de 55 participantes.

Os participantes foram recrutados da cidade de Presidente Prudente e região via redes sociais, convites pessoais, telefonemas e mensagens e foram registrados na base de dados do Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE). Esses procedimentos foram recomendados por Treweek *et al.* ⁽²⁵⁾ como uma estratégia importante de recrutamento de participantes. O contato inicial com todos os participantes foi feito por

telefone para verificar o interesse e a disponibilidade em participar do estudo bem como avaliar os critérios de elegibilidade.

Os seguintes critérios de inclusão foram empregados:

- Participante saudável (autorelato);
- Sexo masculino;
- Idade entre 18 e 30 anos;
- Não apresentar episódio de lesão musculotendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna nos últimos seis meses

Participantes que apresentassem as seguintes condições seriam excluídos do estudo:

- Sintomas de adoecimento, incluindo gripes e resfriados;
- Treino ou atividade física pelo menos 24 horas antes da aplicação do teste;
- Ser influenciado de qualquer maneira por alguma informação do teste;

Os participantes foram instruídos a não realizarem exercícios físicos vigorosos pelo menos 24 horas antes dos dias de coleta de dados e a realizarem refeição leve pelo menos duas horas antes dos procedimentos. Foi solicitada a abstenção de bebida alcoólica nas últimas 24 horas antes das sessões bem como do consumo de café nos dias das sessões de teste. Essa informação foi reforçada durante a coleta de dados e monitorada por autorelato para posterior análise ⁽²⁶⁾.

3.2 Aprovação ética e registro do ensaio clínico

Os participantes foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido assegurando a sua privacidade (ANEXO I). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da Faculdade de Ciências e Tecnologia

(FCT/UNESP) (número 1.635.590) (ANEXO II) e registrado no Clinical Trials (NCT03373747) (ANEXO III).

3.3. Delineamento do estudo

O estudo foi dividido em duas etapas, sendo a primeira referente a análise da confiabilidade do TIFM e a segunda a análise da demanda metabólica exigida durante a sua execução.

A coleta de dados foi realizada no Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR) da FCT/UNESP, respeitando o horário das 17 horas às 22 horas. Cada participante realizou o teste proposto no mesmo período, a fim de controlar as influências do ciclo circadiano.

O estudo foi realizado em duas etapas:

- 1) Confiabilidade intra e inter-avaliadores do TIFM desenvolvido pelo LAFIDE da FCT/UNESP;
- 2) Análise da demanda metabólica exigida pelo TIFM durante a sua execução.

3.3.1. Etapa 1 (Confiabilidade intra e inter-avaliadores)

Essa etapa foi composta por três sessões denominadas familiarização, teste e reteste. Na sessão de familiarização, inicialmente, os participantes preencheram o Questionário do Nível de Atividade Física Habitual de Baecke. Logo após os participantes foram submetidos à avaliação antropométrica e realizaram o teste de três a quatro vezes no mesmo dia com intervalo de cinco minutos seguidos da aplicação da Escala de Percepção de Recuperação, a fim de se familiarizarem com o aparelho e compreenderem o teste. Nas sessões de teste e de reteste os participantes preencheram o Questionário Psicológico no início das sessões e, então realizaram o teste duas vezes no

mesmo dia com intervalo de 10 minutos seguidos da aplicação da Escala de Percepção de Recuperação.

Entre a sessão de familiarização e a sessão de teste houve um intervalo de 24 horas e, entre as sessões de teste e de reteste houve um intervalo de uma semana. A fim de controlar possíveis vieses, a ordem de aplicação entre os avaliadores nas sessões de teste e de reteste foi cruzada, de tal forma que o primeiro avaliador no teste foi o segundo no reteste. O delineamento da etapa 1 do estudo está representado na figura 1.

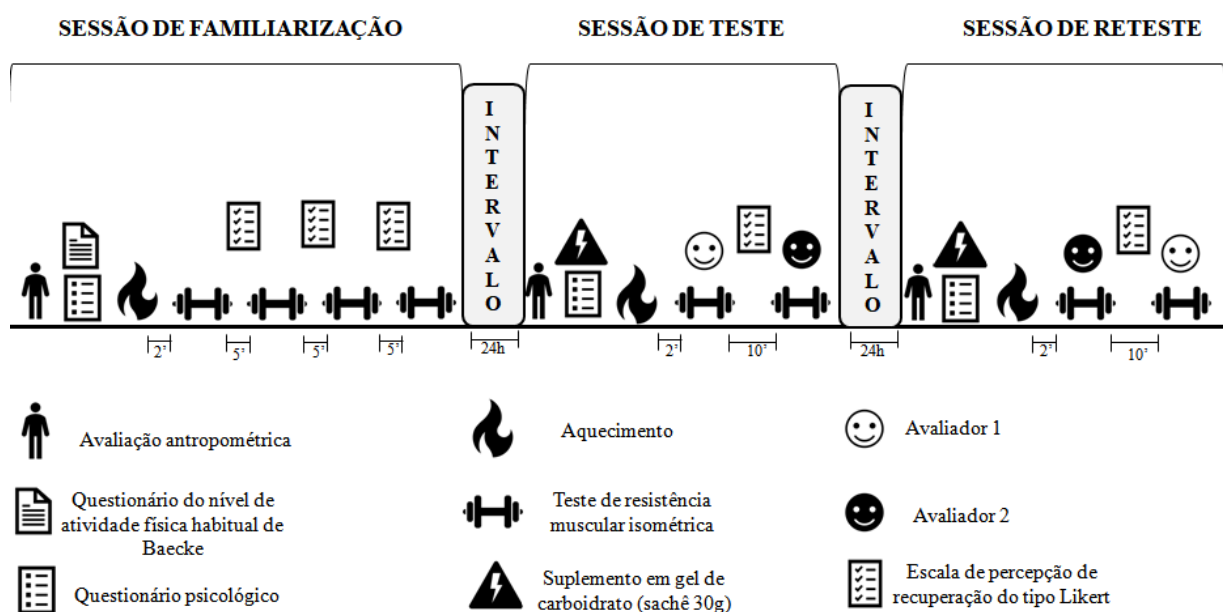


Figura 1. Delineamento da primeira etapa do estudo.

As variáveis de desempenho analisadas foram tempo (segundos), energia (Kcal) e pico de torque normalizado pela massa corporal (PT/MC) (N.m/Kg). Para a obtenção da variável energia, calculou-se a área sob a curva por meio da soma de todos os torque desenvolvidos durante o TIFM e, posteriormente esses valores foram convertidos de joules para Kcal. Essa conversão ocorreu por entender ser mais adequado quantificar a energia total despendida para realizar o TIFM do que o trabalho uma vez que esse teste é isométrico e, portanto, não há deslocamento.

Também em relação à energia gasta durante a realização do teste foi realizada análise adicional visando ao cálculo do valor percentual do máximo gasto energético possível dentro do tempo utilizado para a realização do teste: $x = (Eu \cdot 100) / Em$. Onde x = percentual do máximo gasto possível durante o teste; Eu = energia utilizada durante a execução do teste; Em = Energia máxima prevista para a execução do teste. (Identificou-se o maior torque durante o teste e somou-se este valor durante o tempo de execução para o cálculo da área sob a curva).

Os participantes foram pesados no início de cada sessão para a obtenção do PT/MC que foi dado pelo dinamômetro isocinético e, nas sessões de teste receberam um sachê de 30g de suplemento nutricional pelo menos 20 minutos antes da execução do teste.

3.3.2. Etapa 2 (demanda metabólica)

A segunda etapa do estudo foi composta por duas sessões: familiarização e teste, com intervalo de 24 horas. Fez-se a opção por adotar como desenho desta etapa, um estudo de caso.

Na sessão de familiarização o participante recebeu informações sobre os procedimentos que seriam realizados. Inicialmente, o participante foi familiarizado com os estímulos elétricos. Logo após o participante realizou no mínimo três CIVM para aprendizagem com intervalo de 30 segundos entre elas. Variações maiores que 10% entre as CIVM não foram toleradas e, caso acontecesse uma quarta CIVM seria realizada. Em seguida, o participante realizou o TIFM de três a quatro vezes com intervalo de cinco minutos seguidos da aplicação da Escala de Percepção de Recuperação, a fim de se familiarizar com o aparelho e compreender o teste. Após a familiarização e o aprendizado da CIVM e do TIFM, o participante foi familiarizado

com os estímulos duplos, tanto durante a CIVM como em repouso para se familiarizar com a técnica *Twitch Interpolation*.

Na sessão de teste foram realizados dois TIFM com intervalo de 10 minutos. Inicialmente, foi aplicado o Questionário Psicológico e coletada amostra de lactato sanguíneo após 10 minutos de repouso. Em seguida, o participante permaneceu em repouso durante cinco minutos conectado ao analisador de gases para a coleta do consumo de oxigênio (VO_2) basal. Durante a realização do primeiro teste e até sete minutos após o mesmo foi analisada a troca de gases e coletadas amostras de lactato sanguíneo nos minutos 3, 5 e 7 após o término do mesmo para a análise do EPOC e obtenção do valor de pico do lactato, respectivamente.

Após 10 minutos de descanso, o participante recebeu estímulos duplos com incremento de 9mA para a obtenção do maior valor de valor de pico de torque (PT). A amperagem considerada correspondente ao maior valor de PT foi encontrada quando o mesmo se manteve após três incrementos consecutivos. Após a obtenção do valor de corrente correspondente ao maior PT do participante, esse valor foi aumentado em 20%⁽²⁷⁾. Em seguida, o participante descansou por 10 minutos para então ser submetido ao segundo TIFM da sessão.

Inicialmente, foram aplicados três estímulos elétricos no participante em repouso com intervalo de 20 segundos para a obtenção dos valores de amplitude pico-a-pico da onda-M máxima. Anteriormente a execução do TIFM, foi realizada uma CIVM sem a aplicação da técnica de ativação muscular e, após 30 segundos foi realizada uma segunda CIVM associada ao *Twitch Interpolation*. Após dois minutos de descanso o participante realizou o TIFM e, logo em seguida ao seu término realizou mais uma CIVM novamente associado ao *Twitch Interpolation*. Em seguida, foram aplicados novamente três estímulos elétricos com o participante em repouso para a obtenção dos

valores de amplitude pico-a-pico da onda-M máxima após a execução do TIFM. Para a análise dos valores de amplitude pico-a-pico da onda-M máxima obtidas antes e após a execução do TIFM, foram realizadas as médias desses momentos, para posterior análise.

O delineamento da parte 2 do estudo está representado na figura 2.

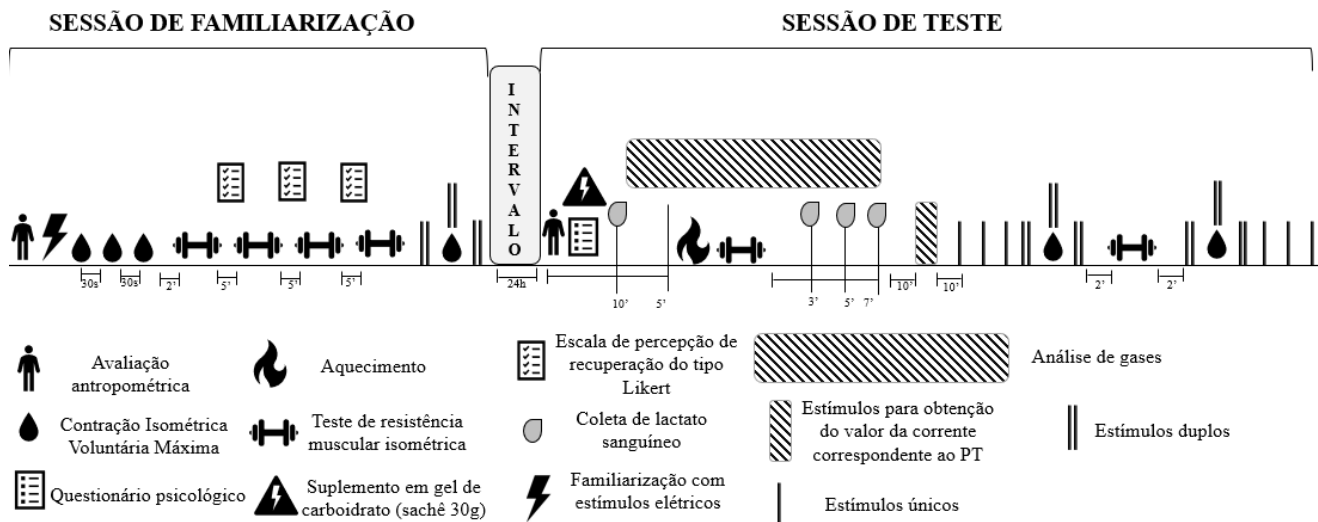


Figura 2. Delineamento da segunda etapa do estudo.

3.4. Procedimentos

3.4.1. Teste Isométrico de Fadiga Muscular (TIFM)

Esse teste foi desenvolvido pelo Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE) da FCT/UNESP – Presidente Prudente, Brasil. O teste foi realizado no dinamômetro isocinético Biodex System Pro 4 (Biodex Medical System, Shirley – Nova Iorque, EUA). Primeiramente, os participantes foram posicionados sentados no dinamômetro isocinético com as costas reclinada a 85° e estabilizados com tiras na coxa, cintura e ombro. O eixo mecânico do dinamômetro foi alinhado com o eixo de rotação da articulação do joelho tendo o côndilo lateral como ponto de referência. A almofada de resistência distal foi ajustada 3 cm acima do maléolo lateral do membro inferior avaliado (dominante).

O aquecimento foi composto por 10 flexo-extensões respeitando um ângulo de 90° a uma velocidade angular de 330°/s seguidas por uma contração isométrica de 30

segundos a 50% do esforço máximo do participante, de acordo com a Escala de Borg Modificada de Esforço. O TIFM foi iniciado após dois minutos de descanso. Os participantes foram instruídos a realizarem o máximo de esforço possível, de acordo com a mesma escala, pelo maior tempo possível até serem incapazes de manter a contração muscular. Para estímulo dos participantes houve, durante todo o teste, encorajamento verbal dos avaliadores e foi fornecido o *feedback* visual por meio do traço de força exibido no monitor.

3.4.2. Avaliação antropométrica

Para determinação do valor de massa corporal utilizou-se uma balança digital (*Tanita BC554, Iron Man/Inner Scanner – Tanita, Illinois, EUA*). A obtenção dos valores de estatura foi realizada por meio de um estadiômetro (*Sanny – American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil*). A partir desses valores foi possível calcular o Índice de Massa Corpórea (IMC), determinado pela razão da massa corporal pela estatura ao quadrado.

3.4.3. Questionário do nível de atividade física habitual de Baecke

Este questionário é composto por 16 questões abrangendo três escores de atividade física habitual nos últimos 12 meses: (1) escore de atividade física ocupacional com oito questões (AFO), (2) escore de exercício físico no lazer (EFL) com quatro questões, (3) escore de atividades físicas de lazer e locomoção (AFL), com quatro questões. A soma desses três escores foi utilizada como escore total (ET = AFO + EFL + AFL) ⁽²⁸⁾. Essa escala foi aplicada no início da sessão de familiarização (ANEXO IV).

3.4.4. Questionário Psicológico

Este questionário destina-se a avaliar as classificações subjetivas de prontidão (1) física (2) e mental para o exercício, (3) fadiga, (4) vigor, (5) insônia e (6) dor muscular. Os participantes foram instruídos a marcar um traço, em uma escala visual analógica de 10 centímetros entre dois extremos, em que zero significa “inexistente” e 10 “muito intenso” para cada classificação ⁽²⁹⁾. Este questionário foi aplicado no início de cada sessão de teste (ANEXO V).

3.4.5. Escala de Borg Modificada (Borg CR-10)

A percepção do esforço físico dos participantes foi medida pela Escala de Borg CR-10 ⁽³⁰⁾. Essa escala consiste em 16 pontos que variam de zero a 10, correspondendo a “nenhum esforço” e “esforço máximo”, respectivamente. Essa escala foi aplicada em dois momentos, antes da contração isométrica para o aquecimento e para o próprio teste. (ANEXO VI).

3.4.6. Escala de Percepção de Recuperação do tipo Likert

A percepção de recuperação do membro inferior dominante foi avaliada por meio da Escala de Percepção de Esforço, que consiste em uma escala Likert de 10 pontos, sendo um correspondente a “nenhuma recuperação” e 10 a “totalmente recuperado”⁽²⁶⁾. Sua aplicação aconteceu a partir do 10º minuto após o TIFM (ANEXO VII).

3.4.7. Análises fisiológicas

A obtenção dos valores de VO₂ para a análise das contribuições aeróbia e anaeróbia alática foi realizada por meio do analisador de gases (VO2000 MedGraphics, St. Paul, MN, EUA), o qual foi calibrado automaticamente conforme as especificações do fabricante previamente a cada teste.

3.4.7.1 Contribuição aeróbia total

Os valores de VO_2 foram monitorados durante os cinco minutos finais do repouso e durante todo o esforço bem como por sete minutos após a exaustão. O próprio dinamômetro isocinético registrou o tempo limite até a exaustão (T_{lim}). A contribuição aeróbia foi assumida como a integral do VO_2 pelo T_{lim} observado ⁽³¹⁾. A análise dos dados ocorreu por meio do software online GEADE-LaB ⁽³²⁾ (versão 1, USP – São Paulo, Brasil) acessado pelo site <http://www.gedaelab.org/>.

3.4.7.2. Contribuição anaeróbia total

A contribuição anaeróbia (C_{ANA}) foi avaliada no TIFM por meio da soma das contribuições anaeróbia alática (C_{ALA}) e láctica (C_{LAC}), analisadas por meio da fase rápida do EPOC e $[\text{lac}]$, respectivamente ⁽³³⁾.

Para determinação da contribuição anaeróbia láctica, amostras sanguíneas foram coletadas após 10 minutos de repouso e nos minutos 3, 5 e 7 após o término do TIFM para determinação da concentração de lactato ⁽³³⁾. Foram coletados 25 μl de sangue capilar do lóbulo da orelha por meio de capilares heparinizados e em seguida foram desprezados em tubos de polietileno de 1,5 ml contendo 1,5 ml contendo 50 μl de fluoreto de sódio (Naf-1%), para posterior análise de lactacidêmica realizadas em lactímetro (YSI 1500 Sport, Yellow Spring Instruments, Yellow Springs, OH, EUA) ⁽³³⁾.

Imediatamente após o TIFM, os valores de VO_2 foram monitorados durante sete minutos para a análise do EPOC. Os valores de VO_2 foram obtidos a cada três respirações. A contribuição anaeróbia alática correspondeu à fase rápida do EPOC que foi calculada como o produto entre a amplitude e a constante tau (τ), ambos provenientes do ajuste mono-exponencial da relação de absorção de oxigênio e tempo de recuperação, conforme ilustrado pela equação 1 representada no Quadro 1.

A contribuição láctica foi calculada como o delta (Δ), isto é, (lactato pico – lactato de repouso), considerando-se um equivalente metabólico de $3 \text{ ml} \cdot \text{O}_2 \cdot ^{-1} \text{Kg}^{-1}$ para cada 1mmol de lactato acumulado, conforme representada pela equação 2 no Quadro 1⁽³⁴⁾.

Quadro 1. Modelo utilizado para determinação da C_{ALA}.	
Equação 1	$VO2_{(BAS)} = VO2_{(t)} + A1 + [e^{-(t-\xi)/\tau 1}]$
Equação 2	$C_{LAC} = A1 \cdot T^{-1}$
Legenda: Equação 1: $VO2_{(t)}$ é o consumo de oxigênio no tempo t no tempo de recuperação, $VO2_{(BAS)}$ é o consumo de oxigênio na linha de base, A é a amplitude, ξ é o atraso de tempo, τ é a constante de tempo (tau) e 1 e 2 denotam componentes rápidas e lentas, respectivamente. Equação 2: C_{ALA} é a contribuição anaeróbio alático.	

3.4.8. Análise da ativação muscular

Anteriormente a realização do TIFM, o participante realizou duas CIVM e, após a execução do mesmo realizaram uma CIVM. Cada CIVM teve duração de cinco segundos cada. Durante a segunda CIVM antes da realização do TIFM e durante a CIVM após a execução do mesmo foi realizado o monitoramento do percentual de ativação voluntária (%AV) por meio da técnica denominada *Twitch Interpolation*. Essa técnica consiste na estimulação elétrica transcutânea do tronco nervoso motor principal, aplicada enquanto o músculo está relaxado e superposto a uma CIVM⁽³⁵⁾. Para sua execução foi aplicado pulso elétrico correspondente a geração do maior valor de PT, de curta duração (1ms de duração com 10ms de intervalo entre os pulsos) e alta voltagem, utilizando protótipo de eletroestimulador desenvolvido especificamente para essa finalidade com 200 V pico a pico (Dialpuls 990 – Quark Medical, Piracicaba – SP, Brasil).

Os eletrodos de borracha condutiva (7 x 5 cm) foram posicionados no triângulo femoral (cátodo) e na dobra glútea (ânodo) ⁽³⁶⁾. A intensidade de estimulação foi determinada na sessão de teste por meio da aplicação de pulsos incrementais consecutivos (incremento de 9mA), até o momento em que o aumento de três incrementos sucessivos de 9mA não produzissem nenhum aumento no PT. Após a definição do valor de estimulação sua intensidade foi superestimada em 20% conforme sugerido por Neyroud *et al.* ⁽²⁷⁾. Desse modo, foram aplicados pulsos elétricos durante as CIVM (superimposição da CIVM – *Superimposed Twitch* – TS) e após as mesmas (músculo relaxado – *Control Twitch* – CT) ⁽³⁵⁾. A fórmula utilizada para estimar a %AV ⁽³⁶⁾ está descrito no quadro 2.

Além da análise da %AV, foi analisado adicionalmente a amplitude pico-a-pico da onda M máxima do músculo vasto lateral (VL) ⁽³⁸⁾ por meio do eletromiógrafo Miotool 400 (MiotecR, Rio Grande do Sul– Brasil) e os eletrodos de prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) com área de captação de 1cm (MR, São José do Rio Preto – Brasil) foram posicionados a uma distância de 2 cm centro a centro. O eletrodo de referência foi colocado na patela contralateral. Previamente a este procedimento foi realizada a tricotomia dos pelos locais e a limpeza da pele por abrasão de álcool 70% no ponto anatômico do VL. A aquisição do sinal eletromiográfico foi realizado em 2000Hz com um ganho de 1000 vezes por meio do software Miograph (MiotecR, Rio grande do Sul- Brasil). A análise da amplitude pico-a-pico da onda-M máxima foi realizada no software AqDAnalysis (versão 7.5, Brasil).

Com isso, foram considerados fatores relacionados à fadiga central quedas na %AV concomitantes a quedas no PT das CIVM e aumento da amplitude ST. Com relação à fadiga periférica foram considerados a diminuição da CT e da amplitude pico-a-pico da onda-M máxima ^(39,40).

Baseado em estudo prévio de avaliação da ativação voluntária do quadríceps após atividade fatigante ⁽⁴¹⁾, foi adotada variação de pelo menos %10 como suficiente para demonstrar alteração para essa variável.

Quadro 2. Mensuração do percentual de ativação voluntária.

Equação 3

$$\%AV = [1 - (TS / TC)] \times 100.$$

Legenda: TS: Superimposed Twitch; CT: Control Twitch.

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Etapas 1 (Confiabilidade intra e inter-avaliadores)

Para análise das variáveis de desempenho tempo, energia e PT/MC foi realizado o teste de Kolmogorov Smirnov para testar a normalidade dos dados, seguidos do teste t para verificar possíveis diferenças entre as sessões de teste e reteste, bem como entre os testes aplicados na mesma sessão. Para os domínios do questionário psicológico foi realizado o mesmo procedimento para verificar se houve diferença entre as sessões de teste e reteste. Para análise da confiabilidade relativa foi utilizado o coeficiente de correlação intraclass (CCI). Para a análise da confiabilidade absoluta foram calculados o erro padrão de medição (EPM) por meio da seguinte fórmula: $EPM = DP \times \sqrt{(1 - CCI)}$ (onde DP = desvio padrão dos testes). O coeficiente de variação (CV) foi calculado por meio da fórmula: $CV = \frac{DP_{dif}}{M_{geral} \times 100}$ (onde DPdif = desvio padrão das diferenças entre os teste, M geral = média geral dos testes). Ainda a mínima mudança detectável (MMD) calculada por meio da seguinte fórmula: $MMD = EPM \times 1,96 \times \sqrt{2}$ e expressa em porcentagem por meio da seguinte fórmula: $\frac{MMD}{Média\ dos\ valores \times 100}$. O CCI foi interpretado de acordo com Koo *et al.* ⁽¹⁸⁾, CCI 0,50: fraca confiabilidade; CCI 0,50 – 0,75: moderada confiabilidade; CCI 0,75 – 0,90: boa confiabilidade; CCI 0,90:

excelente confiabilidade. Todas as análises estatísticas foram assumidas com nível de significância de 5%.

ETAPA 2 (Demanda metabólica)

Todas as análises referentes às contribuição anaeróbia láctica e anaeróbia alática foram realizadas por meio do software online (<https://gedaelab.org>) ⁽³¹⁾. O percentual de ativação voluntária foi analisado por meio da seguinte equação:

$$\%AV = \left[1 - \left(\frac{\text{superimposed twitch}}{\text{control twitch}} \right) \right] \times 100$$

Para comparação da amplitude pico-a-pico das médias das Ondas-M máximas finais em relação as Ondas-M iniciais foi realizado o teste t pareado.

5. RESULTADOS

Etapa 1 (Confiabilidade intra e inter-avaliadores)

Na tabela 1 estão descritos os valores de média e desvio padrão dos valores de idade, massa corporal, estatura, IMC e nível de atividade física habitual quantificado por meio do Questionário do Nível de Atividade Física Habitual de Baecke para caracterização do perfil da amostra.

Tabela 1. Tabela com valores de média e desvio-padrão da idade, massa corporal, estatura, IMC e nível de atividade física

	Média e DP
Idade (anos)	23,05 ± 2,89
Massa corporal (Kg)	75,63± 13,14
Altura (m)	1,78± 0,06
IMC (Kg/m²)	23,86 ± 3,59
QNAFHB	5,77 ± 1,17

Kg: quilogramas; **m:** metros; **IMC:** Índice de massa corpórea; **QNAFHB:** Questionário do nível de atividade física habitual de Baecke; **DP:** desvio-padrão; **n:** 55

Os valores de média e desvio padrão referente a todos os domínios do questionário psicológico aplicado nas sessões de teste e de reteste se encontram na Tabela 2. Observa-se que não houve diferença estatística em relação aos domínios desse questionário entre as sessões ($p>0,05$).

Tabela 2. Valores de média, DP e p-valor para todos os domínios do questionário psicológico

Questionário psicológico	Teste	Reteste	p-valor
<i>Fisicamente pronto</i>	7,29 ± 2,38	8,02 ± 1,92	0,08
<i>Mentalmente pronto</i>	8,00 ± 2,21	8,03 ± 2,32	0,93
<i>Fadiga</i>	2,59 ± 2,54	2,11 ± 2,43	0,32
<i>Vigor</i>	6,98 ± 2,05	7,65 ± 2,26	0,11
<i>Sonolência</i>	2,34 ± 2,37	2,22 ± 2,39	0,78
<i>Dor muscular</i>	1,66 ± 1,65	1,33 ± 1,65	0,31

DP: desvio-padrão

Na tabela 3 estão descrito os valores de média e desvio padrão para todas as variáveis de desempenho do TIFM em ambas as sessões. Conforme ilustrado na tabela, não houve diferença estatística entre essas variáveis em relação aos testes aplicados na mesma sessão por ambos avaliadores do estudo bem como entre os testes aplicados nas sessões de teste e de reteste ($p>0,05$).

Tabela 3. Média, desvio padrão e p-valor para as variáveis de performance do TIFM para ambos os avaliadores em ambos os momentos teste e reteste

Variáveis de desempenho		Teste	Reteste	p-valor
Tempo (s)	Av1	34,67 ± 10,20	34,54 ± 10,49	p=0,90
	Av2	34,23 ± 9,33	34,49 ± 10,32	p=0,54
		p=0,22	p=0,93	
Energia (Kcal)	Av1	203,52 ± 57,56	203,20 ± 57,76	p=0,95
	Av2	204,07 ± 58,50	204,17 ± 56,45	p=0,98
		p=0,91	p=0,83	
PT/MC (N.m/Kg)	Av1	288,12 ± 55,96	288,20 ± 53,20	p=0,98
	Av2	289,14 ± 52,49	287,57 ± 49,53	p=0,69
		p=0,77	p=0,87	

s: segundo; **Kcal**: quilocaloria; **N.m**: Newton.metro; **PT/MC**: pico de torque normalizado pela massa corporal; **Av1**: avaliador 1; **Av2**: avaliador 2; **TIFM**: teste isométrico de fadiga muscular.

Na tabela 4 encontram-se os valores de confiabilidade intra e inter-avaliadores para todas as variáveis de desempenho do TIFM. Observa-se que para a variável tempo somente o avaliador 1 apresentou confiabilidade moderada CC=0,70, 95%IC [0,53-0,81] e, para a variável energia ambos os avaliadores 1 e 2 apresentaram confiabilidade moderada CC=0,70, 95%IC [0,53-0,81] e CC=0,73, 95%IC [0,58-0,83]. Para as demais variáveis observou-se boa confiabilidade (CCI>0,75) com IC variando de moderada a excelente confiabilidade [0,53 – 0,93], entretanto, as variáveis tempo e energia apresentaram valores de CV maiores que 10% e, somente o avaliador 1 apresentou CV de 12,36% para a variável força.

Tabela 4. Valores de confiabilidade intra e inter-avaliadores para as variáveis de performance durante o TIFM

Variáveis de desempenho		Momento	CCI	EPM	CV (%)	MMD (%)
Intra-avaliador	<i>Tempo (s)</i>	<i>Av1</i>	0,70 (0,53-0,81)	5,64	23,38	45,18
		<i>Av2</i>	0,76 (0,62-0,85)	4,79	19,84	38,64
	<i>Energia (Kcal)</i>	<i>Av1</i>	0,70 (0,53-0,81)	31,44	22,08	42,85
		<i>Av2</i>	0,73 (0,58-0,83)	29,73	20,76	40,37
	<i>PT/MC (N.m/Kg)</i>	<i>Av1</i>	0,79 (0,66-0,87)	24,90	12,36	23,95
		<i>Av2</i>	0,83 (0,73-0,90)	20,94	10,31	20,12
Inter-avaliadores	<i>Tempo (s)</i>	<i>Teste</i>	0,76 (0,63-0,86)	4,77	19,54	38,86
		<i>Reteste</i>	0,88 (0,80-0,93)	3,58	15,04	29,71
	<i>Energia (Kcal)</i>	<i>Teste</i>	0,80 (0,68-0,88)	25,83	18,18	25,74
		<i>Reteste</i>	0,83 (0,72-0,89)	23,44	16,64	24,25
	<i>PT/MC (N.m/Kg)</i>	<i>Teste</i>	0,88 (0,80-0,93)	18,70	9,16	20,33
		<i>Reteste</i>	0,84 (0,74-0,90)	20,34	10,07	20,27

s: segundo; **Kcal:** quilocaloria; **N.m:** Newton.metro; **PT:** pico de torque; **Av1:** avaliador 1; **Av2:** avaliador 2; **EPM:** erro padrão de medição; **CV:** coeficiente de variação; **MMD:** mudança mínima detectável; **TIFM:** teste isométrico de fadiga muscular; **CCI:** coeficiente de correlação intraclass; **IC:** intervalo de confiança; **CCI < 0,50:** fraca confiabilidade; **CCI 0,50 – 0,75:** moderada confiabilidade; **CCI 0,75 – 0,90:** boa confiabilidade; **CCI > 0,90:** excelente confiabilidade.

Na tabela 5, encontram-se os valores de média e desvio-padrão para a porcentagem do gasto energético realizado em relação ao gasto energético máximo previsto.

Tabela 5. Valores de média e desvio-padrão para a porcentagem de energia gasta e para o decréscimo de energia em relação a máxima energia prevista

		Energia gasta (Kcal %)
<i>Teste</i>	<i>Av1</i>	86,91 ± 5,01
	<i>Av2</i>	87,50 ± 5,60
<i>Reteste</i>	<i>Av1</i>	87,10 ± 5,03
	<i>Av2</i>	87,77 ± 4,86

Av1: Avaliador 1; **Av2:** Avaliador 2.

Etapa 2 (Caracterização fisiológica do TIFM)

Para a execução da segunda etapa foram realizados dois testes na mesma sessão. Durante o primeiro teste houve a análise da contribuição anaeróbica do TIFM por meio da soma dos parâmetros anaeróbicos aláticos representados pela fase rápida do EPOC e dos parâmetros anaeróbicos láticos representado por meio da concentração sanguínea de lactato ⁽³²⁾.

Na Figura 3 está representado o TIFM por meio do gráfico gerado pelo próprio dinamômetro isocinético. Os valores das variáveis de desempenho analisadas durante o TIFM em que houve a análise da contribuição anaeróbica encontra-se na Tabela 6. Na Figura 4 encontram-se os valores das contribuições anaeróbicas aláticas e láticas para o fornecimento de energia. Observa-se a predominância dos sistemas anaeróbicos aláticos e láticos, com 50,5% de contribuição anaeróbica alática e, 43,7% de contribuição lática. A energia fornecida pelo sistema aeróbico é de apenas 5,8%.

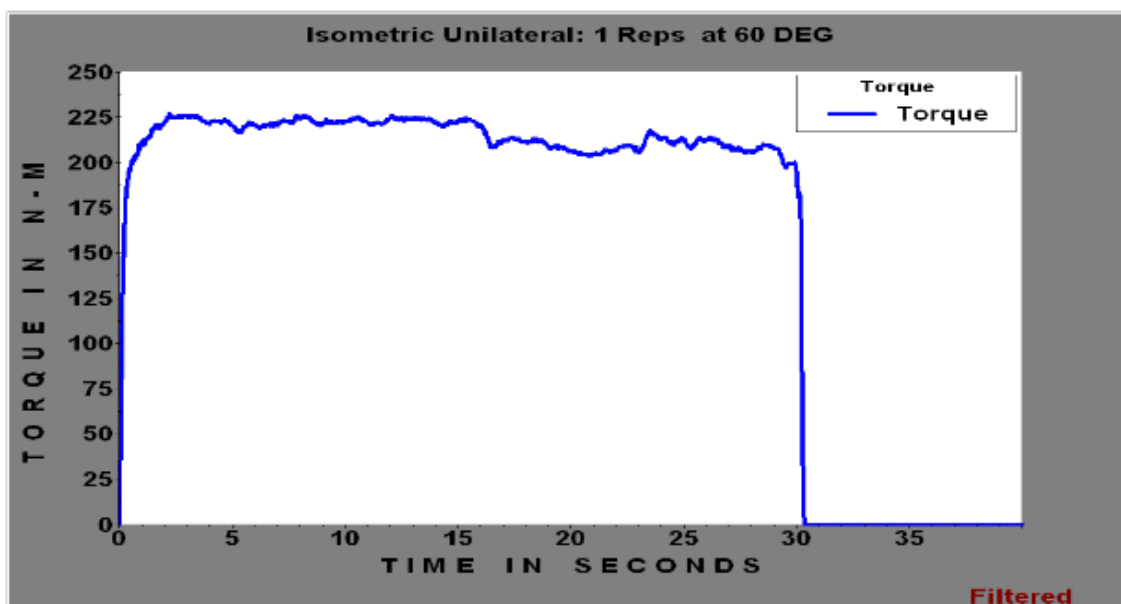


Figura 3. Representação gráfica do TIFM em que houve a análise da contribuição anaeróbica

Tabela 6. Valores das variáveis de desempenho do TIFM em que foi realizada a análise da contribuição anaeróbica

Variável de desempenho	Valores
<i>Tempo (s)</i>	30
<i>Energia (Kcal)</i>	154,88
<i>PT/MC (N.m/Kg)</i>	295.3

s: segundos; **Kcal**: quilocaloria; **PT**: pico de torque; **MC**: massa corporal; **N.m**: Newton.metro; **Kg**: quilograma; **TIFM**: teste isométrico de fadiga muscular.

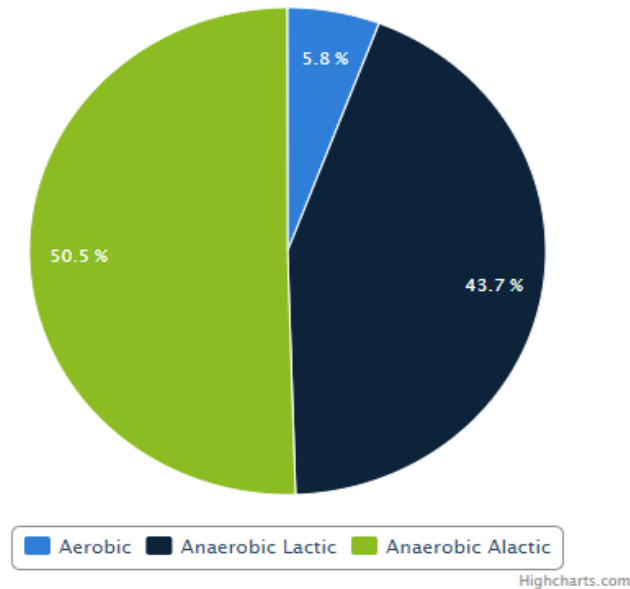


Figura 4. Avaliação dos três sistemas energéticos durante o TIFM.

A representação gráfica do TIFM em que houve a análise da ativação muscular voluntária antes e após a execução do mesmo encontra-se na Figura 5. Na Tabela 7 estão os valores das variáveis de desempenho analisadas durante esse teste.

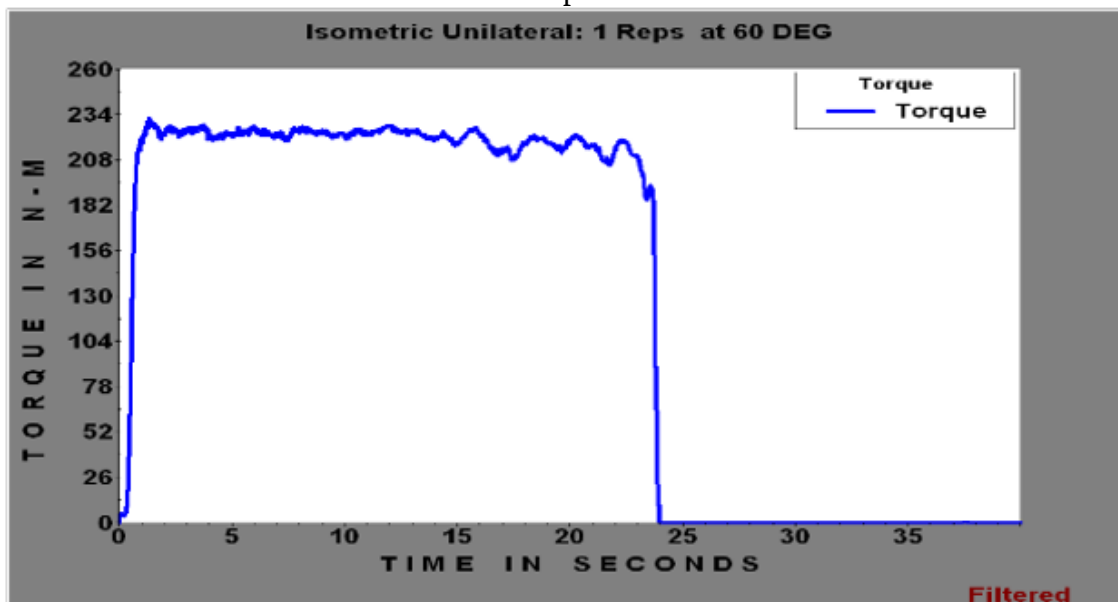


Figura 5. Representação gráfica do TIFM em que houve a análise da ativação muscular

Tabela 7. Valores das variáveis de desempenho do TIFM em foi realizada a análise da ativação muscular

Variável de desempenho	Valores
<i>Tempo (s)</i>	24
<i>Energia (Kcal)</i>	122,22
<i>PT/MC (N.m/Kg)</i>	300,2

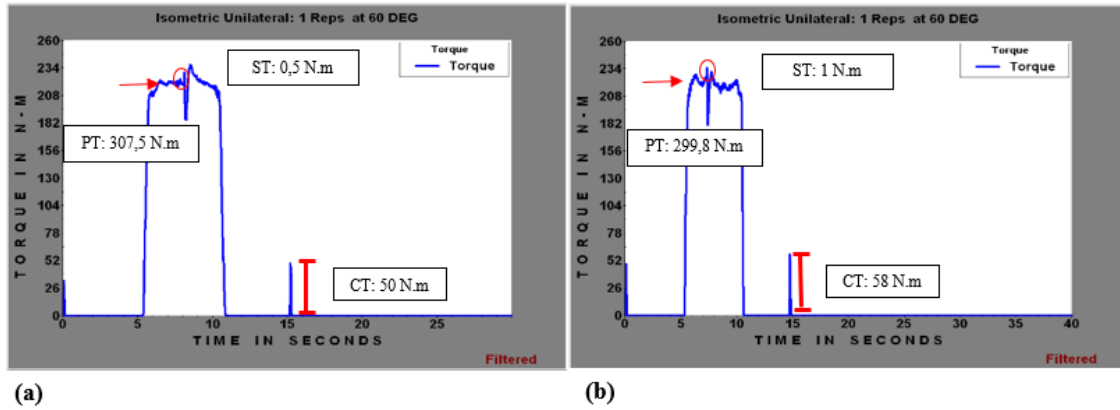
s: segundos; **Kcal:** quilocaloria; **PT:** pico de torque; **MC:** massa corporal; **N.m:** Newton.metro; **Kg:** quilograma; **TIFM:** teste isométrico de fadiga muscular.

Em relação a ativação voluntária observou-se queda de 1% para esta variável após a realização do TIFM, com 99% de ativação voluntária anteriormente a realização do teste e 98% após a realização do mesmo. Levando em consideração a fadiga desenvolvida a nível central e a fadiga desenvolvida a nível periférico, estabeleceu-se que a diminuição dos valores da %AV concomitantes a quedas no PT da CIVM e aumento do ST são fatores considerados de caráter central. E diminuição dos valores do TC e da amplitude pico-a-pico da Onda-M máxima são fatores considerados de caráter periférico ^(39,40).

Desta maneira, de acordo com o valor adotado de pelo menos 10% de variação em relação a ativação voluntária ⁽⁴¹⁾, a variação observada de 1% não foi suficiente para mostrar diferença em relação a esta variável após o TIFM. Em relação aos demais fatores centrais relacionados a fadiga observou-se diminuição de 7,7 N.m no PT e aumento de 0,5 N.m em relação ao ST. No entanto, em relação aos fatores periféricos relacionados a fadiga observou-se aumento de 8 N.m em relação ao CT e, em relação a amplitude pico-a-pico da média das três Onda-M máximas iniciais em relação a média das três Onda-M máximas finais, observou-se diminuição de 0,5 milivolts sem diferença estatística ($p=0,20$).

Na Figura 5 (a) está ilustrada a CIVM realizada anteriormente ao TIFM e na Figura 5 (b) a CIVM realizada após o TIFM. Em ambas as figuras, há a discriminação

dos parâmetros relacionados à fadiga central e à fadiga periférica no que diz respeito a equação da ativação muscular voluntária.



$$\%AV = \left[1 - \left(\frac{\text{superimposed twitch}}{\text{control twitch}} \right) \right] \times 100$$

$$\%AV = \left[1 - \left(\frac{0,5}{50} \right) \right] \times 100$$

$$\%AV = 99\%$$

$$\%AV = \left[1 - \left(\frac{1}{58} \right) \right] \times 100$$

$$\%AV = 98\%$$

Figura 6.(a) Representação gráfica da técnica de ativação muscular anterior ao TIFM com os valores observados e exemplificação de seu cálculo. **(b).** Representação gráfica da técnica de ativação muscular posterior ao TIFM com os valores observados e exemplificação de seu cálculo. **PT:** Pico de torque; **ST:** *Superimposed twitch*; **CT:** *control twitch*; **N.m:** Newton.metro

6. DISCUSSÃO

Considerando o estudo de confiabilidade intra e inter-avaliadores de um teste de fadiga muscular localizada e sua análise de demanda metabólica exigida durante a sua execução, observa-se dois desenhos distintos que podem ou não serem complementares. No caso desta dissertação que levou em conta um modelo inédito de teste nos pareceu pertinente uma discussão inicial do processo de validação separada da descrição de um caso referente à sua demanda metabólica. Desta forma, o texto abaixo subdivide-se nas duas temáticas citadas visando à uma melhor interpretação de nossas observações.

Estudo de confiabilidade intra e inter-avaliadores

A primeira etapa do estudo verificou a confiabilidade intra e inter-avaliadores do TIFM desenvolvido pelo LAFIDE, alocado na FCT/UNESP. Os principais achados deste estudo dizem respeito aos valores de confiabilidade relativa e absoluta. Foram observados valores significantes de CCI para todas as variáveis de desempenho com intervalo de confiança variando de moderada a excelente⁽¹⁸⁾. Também foram estabelecidos os índices típicos de variação relacionados à amostra e ao teste que podem ser acrescentados à literatura como referências para aferições do desempenho.

As variáveis avaliadas durante o TIFM foram tempo, energia total e o PT/MC. Observa-se que não houve diferença estatística significativa quando comparadas no momento inter-avaliadores nas duas sessões e intra-avaliador para ambos os avaliadores, assegurando o mesmo padrão de teste em todos os momentos.

Observa-se que durante o TIFM os participantes o utilizaram em média 87% do máximo gasto energético possível a partir do maior torque registrado durante o teste. Em estudo de revisão ⁽⁴²⁾, os autores apontam a influência do encorajamento verbal durante contrações musculares máximas repetidas para a geração de força muscular. Considerando a mesma rotina para esse experimento é possível inferir que o registro de elevados valores de percentual de gasto energético referem-se à resposta positiva do referido estímulo durante o teste traduzido pelo maior desenvolvimento de força no maior tempo possível.

As variáveis de desempenho tempo e energia apresentaram, em sua maioria, bons valores de confiabilidade relativa para todos os momentos (CCI 0,70 a 0,88), com intervalo de confiança variando de moderada a excelente confiabilidade ⁽¹⁸⁾ (95%IC 0,63 a 0,93). Ambos os avaliadores apresentaram confiabilidade moderada em relação a variável de desempenho energia (CCI 0,70 – 0,73), com intervalo de confiança variando

de moderada a boa confiabilidade ⁽¹⁸⁾ (95%IC 0,53 a 0,83). Entretanto, em relação às variáveis de variação, observou-se para a variável tempo valores de CV 15,04% a 23,38% e para a variável energia valores de CV 16,64% a 22,08%.

Tais achados estão de acordo com a literatura ⁽⁴¹⁻⁴⁷⁾ que discute a confiabilidade de testes de resistência das mais diversas modalidades, sem tempo de execução pré-determinado, assim como o teste proposto no presente estudo. Em sua maioria testes físicos com essas características podem sofrer grande influência de percepções subjetivas como tédio e falta de motivação durante a sua execução, podendo influenciar diretamente nos altos valores de CV observados, conforme sugerido em estudos anteriores ^(46,49,50). Embora os participantes tenham recebido encorajamento verbal para realizarem o máximo de força possível e tenha sido disponibilizado o *feedback* visual por meio da linha de geração de força durante toda a execução do TIFM, não houve determinação de uma carga a ser respeitada, o que pode ter ocasionado o aumento dessas percepções.

Corroborando os achados deste estudo, Hopkins *et al.* ⁽⁴⁶⁾ apontam que testes físicos que avaliam a fadiga muscular até o tempo de exaustão, sem uma carga constante, apresentam CV maior que 10% devido a pequenas mudanças na produção de energia dos participantes, com cargas constantes apresentando menores variações. Conforme mencionado anteriormente, não há uma faixa de carga em que o participante deva permanecer durante a execução do TIFM, estando ainda mais sujeito a grandes variações na variável de desempenho energia e, conseqüentemente, na variável tempo. Hinckson *et al.* ⁽⁵¹⁾ apontam que mudanças na produção de energia de teste para teste de 1% resultam em variações muito maiores no tempo de exaustão do teste, chegando em até 20%, o que pode explicar os grandes valores dos CV observado nesse estudo.

Embora o TIFM seja um teste recomendado por respeitar a individualidade biológica de cada participante em suportar a fadiga, não estabelecendo tempo de execução bem como uma carga fixa, essas características inerentes a sua execução fazem com que os altos valores de CV observados sejam esperados. Sabe-se que em protocolos supra máximos, realizados a uma intensidade fixa de 125% do consumo máximo de oxigênio ($VO_{2MÁX}$) e a 150% do trabalho total apresentam CV de até 10% e de 1,7%, respectivamente ⁽⁴²⁾. Assim, devido ao TIFM ser um teste executado sem uma carga pré-estabelecida, sendo os participantes apenas orientados a realizarem o máximo de esforço possível e, por ser um teste extremamente localizado em um único grupo muscular os participantes não estão realizando o teste em uma carga supra máxima, reforçando novamente os altos valores do CV.

Além das características descritas acima, a falta de um *feedback* relacionado a uma carga pré-estabelecida para a execução do testes, pode ter contribuído para os valores de CV observados. De acordo com essa ideia, Maughan *et al.* ⁽⁴⁴⁾ observaram valor de CV de 5,6% em um teste de resistência com os participantes correndo a uma intensidade equivalente a 70% do $VO_{2MÁX}$. Os autores justificam que embora o teste tenha sido realizado a uma intensidade submáxima, o baixo valor do CV se justifica pelo fato de que os participantes receberam informações sobre o seu desempenho durante o teste, permitindo ajustes de intensidade. Por fim, observa-se que o tempo médio de execução do TIFM foi de 34 segundos e, de acordo com Hopkins ⁽⁴⁶⁾, um protocolo de aproximadamente 60 segundos é capaz de produzir menores variações que protocolos mais longos ou mais curtos.

Em relação à variável de desempenho PT/MC, foram observados bons valores de confiabilidade em todos os momentos ⁽¹⁸⁾ (CCI 0,79 a 0,88) com CV maior que 10% apenas para um dos avaliadores. Esses achados estão de acordo com os apresentados na

literatura ^(1,3,8,12,19,52) em relação a essa variável quando analisada em testes de resistência muscular do membro inferior dominante. Embora o avaliador 1 tenha apresentado CV de 12,52% uma possível explicação para essa variação pode ser devido a intensidade do estímulo quando comparado ao avaliador 2, uma vez que o encorajamento verbal e a motivação do participante em realizar a força muscular durante a execução do teste são fatores que estão associados com os valores de CV ⁽⁵²⁾. Ainda que o TIFM seja um teste de livre execução no que diz respeito ao tempo e a sua carga de execução, o estímulo verbal acaba sendo suficiente para que o participante apresente altos valores de confiabilidade tanto relativa quanto absoluta para a variável PT nos demais momentos.

Outra informação relevante a respeito do TIFM se refere a MMD, uma vez que seus valores estão acima dos valores de CV. Essa variável é calculada a partir do EPM e reflete o limite para determinar mudanças individuais que sejam verdadeiras, ou seja, que estejam além do erro de medição esperado ⁽⁵³⁾. Para as variáveis de desempenho tempo e energia a MMD variou de 24,25% a 45,18% e, para a variável PT de 20,12 a 23,95%. Assim, a MMD apresenta valores acima das variações esperadas na execução do TIFM representada pelo CV, reforçando a alta aplicabilidade clínica do teste proposto como parâmetro avaliativo da performance física.

Por fim, é relevante a observação sobre os resultados dos domínios do questionário psicológicos avaliados em ambas as sessões de teste e de reteste. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os momentos, assegurando que os participantes realizaram ambos os testes com a mesma percepção. Embora possa se especular que um estresse localizado não demande influências de ordem psicológica para seu resultado, tal cenário de controle pode ser interessante em

âmbito clínico e científico visando estabelecer critérios para considerar válido, de fato o teste realizado e, conseqüentemente, possíveis comparações.

Caracterização do perfil metabólico do teste

Os principais achados a respeito da etapa 2 do estudo, que se refere a caracterização do perfil metabólico do TIFM é de que a hipótese inicial de que a maior contribuição energética seria por meio da contribuição anaeróbica alática foi refutada, sendo apresentada contribuição semelhante para ambos os sistemas anaeróbicos alático e láctico. Ainda, observou-se que o TIFM não foi capaz de gerar fadiga a níveis periféricos, quando analisada por meio da AV do participante analisado.

A contribuição anaeróbica é dividida em alática, sendo fornecida por meio da Adenosina Trifosfato (ATP) e da fosfocreatina (CP) presente em baixas concentrações no músculo e, láctica por meio do fornecimento de energia pela via glicolítica ⁽⁵⁴⁾. Supõe-se que o sistema ATP-CP tem sua contribuição máxima para o fornecimento de energia nos primeiros dois segundos de exercícios e que aproximadamente de 75% a 85% de sua depleção ocorre durante os primeiros 10 segundos com pouca ou nenhuma ressíntese após 20 segundos de exercício máximo ^(55,56). Já a contribuição anaeróbia láctica para o fornecimento de energia atinge sua taxa máxima após cinco segundos de exercício e é mantida por vários segundos⁽⁵⁶⁾.

Os achados deste estudo estão de acordo com as informações presentes na literatura de que durante exercícios intensos e de curta duração com características explosivas, como o teste proposto, demonstram ter como fonte principal o fornecimento de ATP por meio da combinação dos sistemas anaeróbicos alático e láctico ⁽⁵⁴⁾. Ambos os sistemas anaeróbicos respondem às demandas exigidas durante exercícios intensos de maneira quase sequencial e, com o sistema aeróbico respondendo de forma reduzida,

desempenhando pequena contribuição durante exercícios de curtos períodos ⁽⁵⁴⁾, conforme constatado no presente estudo.

Estima-se que testes máximos com duração de aproximadamente 75 segundos apresentam uma contribuição igual tanto aeróbica quanto anaeróbica ⁽⁵⁴⁾. No entanto, o teste proposto neste estudo leva em média 30 segundos e, para sua execução a orientação dada é de que os participantes devem realizar o máximo de força possível até não aguentarem sustentar a contração devido a sensação de fadiga muscular. Assim, pode-se supor que a cessação da força muscular durante o TIFM foi resultante de uma taxa reduzida da ressíntese de ATP, ou então, pela incapacidade da glicólise continuar fornecendo o mesmo para o aparelho contrátil em exercícios breves e intensos, conforme sugerido em estudos ^(57,58).

Neste estudo realizamos a mensuração da contribuição anaeróbica total de forma indireta por meio de inferências, o que pode ocasionar uma variação do valor observado em relação ao valor real. Nesse sentido, a literatura aponta que concentrações de lactato são diferentes de acordo com os locais de amostragem, de tal forma que o lactato coletado diretamente do músculo apresenta maiores valores de sua concentração quando comparado pela medida indireta da concentração de lactato sanguíneo ⁽⁵⁹⁻⁶²⁾, sendo esta uma inferência do valor real de lactato presente no músculo e responsável pelo processo de fadiga muscular.

Bangsbo *et al.* ⁽⁶³⁾ relataram uma contribuição de 20% e 80% de do sistema energético anaeróbico alático e láctico, respectivamente, durante um exercício dos músculos extensores do joelho até a exaustão por meio de biópsias musculares. O alto valor da demanda metabólica no estudo supracitado em relação ao TIFM, realizado no mesmo grupo muscular, pode ser devido a diferença de quantificação da contribuição

anaeróbica, sendo utilizado no presente estudo uma inferência do valor real da concentração de lactato.

Em relação a %AV analisada pela técnica *Twitch Interpolation*, foi observado diminuição de 1% de seu valor, com baixo incremento do ST reforçando a ideia de que a fadiga central não contribui de maneira significativa durante esforços breves e máximos e, sim durante esforços submáximos prolongados⁽³⁹⁾. Em relação a variável CT foi observado um aumento de seu valor no momento final em relação ao momento inicial. Esse aumento pode ter sido ocasionado pelo tempo em que levou desde o término do TIFM até o início da CIVM, sendo suficiente para a recuperação do participante, o que pode ter repercutido também nos valores de amplitude pico-a-pico da Onda-M máxima, uma vez que estudo .

7. CONCLUSÃO

Conclui-se que o TIFM apresenta boa confiabilidade para todas as variáveis de desempenho analisadas (tempo, energia e PT/MC) tanto intra-avaliador como inter-avaliadores, com alta aplicabilidade clínica. Sua demanda metabólica demonstrou predominância de contribuição anaeróbica com equivalência láctica e aláctica, não sendo possível a identificação de quaisquer causas neuromusculares para a instalação da fadiga muscular.

8. REFERÊNCIAS

1. Maffiuletti NA, Bizzini M, Desbrosses K, Babault N, Munzinger U. Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer. *Clin PhysiolFunct Imaging*. 2007 Nov;27(6):346-53.7.
2. Bourdon PC, Cardinale M, Murray A, Gastin P, Kellmann M, Varley MC, Gabbett TJ, Coutts AJ, Burgess DJ, Gregson W, Cable NT. Monitoring athlete training loads: consensus statement. *Int J Sports Physiol Perform*. 2017;12(Suppl 2):S2161-S2170.
3. Gleeson NP, Mercer TH. Reproducibility of isokinetic leg strength and endurance characteristics of adult men and woman. *Eur J Appl Physiol*. 1992; 65:221-228.
4. Ribeiro F, Lépine PA, Garceau-Bolduc C, Coats V, Allard É, Maltais F, Saey D. Test-retest reliability of lower limb isokinetic endurance in COPD: a comparison of angular velocities. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015 Jun 18; 10:1163-72.
5. Callaghan MJ, McCarthy CJ, Oldham JA. The reliability of surface electromyography to assess quadriceps fatigue during multi joint tasks in healthy and painful knees. *J ElectromyogrKinesiol*. 2009 Feb;19(1):172-80.
6. McCarthy CJ, Callaghan MJ, Oldham JA. The reliability of isometric strength and fatigue measures in patients with knee osteoarthritis. *Man Ther*. 2008 May;13(2):159-64.
7. Gautrey CN, Watson T, Mitchell A. The Effect of Isokinetic Testing Speed on the Reliability of Muscle Fatigue Indicators During a Hip Abductor- Adductor Fatigue Protocol. *Int J Sports Med*. 2013 Jul;34(7):646-53.

8. Ritti-Dias RM, Basyches M, Câmara L, Puech-Leao P, Battistella L, Wolosker N. Test–retest reliability of isokinetic strength and endurance tests in patients with intermittent claudication. *Vasc Med*. 2010 Aug;15(4):275-8.
9. Brouner J, Ramdharry G, Swann N. An isokinetic method for inducing a localised fatigue effect in the plantarflexors and dorsiflexors of the ankle. *J ElectromyogrKinesiol*. 2014 Dec;24(6):841-7.
10. Roy JS, Ma B, Macdermid JC, Woodhouse LJ. Shoulder muscle endurance: the development of a standardized and reliable protocol. *Sports Med ArthroscRehabilTher Technol*. 2011 Jan 11;3(1):1.
11. Juan-Recio C, López-Plaza D, Barbado Murillo D, García-Vaquero MP, Vera-García FJ. Reliability assessment and correlation analysis of 3 protocols to measure trunk muscle strength and endurance. *J Sports Sci*. 2018 Feb;36(4):357-364.
12. Larsson B, Karlsson S, Eriksson M, Gerdle B. Test–retest reliability of EMG and peak torque during repetitive maximum concentric knee extensions. *J ElectromyogrKinesiol*. 2003 Jun;13(3):281-7.
13. Mutchler JA, Weinhandl JT, Hoch MC, Van Lunen BL. Reliability and fatigue characteristics of a standing hip isometric endurance protocol. *J ElectromyogrKinesiol*. 2015 Aug;25(4):667-74.
14. Pincivero DM, Gear WS, Sterner RL. Assessment of the reliability of high-intensity quadriceps femoris muscle fatigue. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Feb;33(2):334-8.
15. Saenz A1, Avellanet M, Hijos E, Chaler J, Garreta R, Pujol E, Sandoval B, Buen C, Farreny A. Knee isokinetic test-retest: a multicentre knee isokinetic test-retest study of a fatigue protocol. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2010 Mar;46(1):81-8.

16. Thorstensson A, Karlsson J. Fatiguability and fibre composition of human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand*. 1976 Nov;98(3):318-22.
17. Glaister M, Stone MH, Stewart AM, Hughes M, Moir GL. The reliability and validity of fatigue measures during short-duration maximal-intensity intermittent cycling. *J Strength Cond Res*. 2004 Aug;18(3):459-62.
18. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016 Jun; 15(2): 155–163.
19. Bosquet L, Maquet D, Forthomme B, Nowak N, Lehance C, Croisier JL. Effect of the Lengthening of the Protocol on the Reliability of Muscle Fatigue Indicators. *Int J Sports Med*. 2010 Feb;31(2):82-8.
20. Gandevia SC. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiol Rev*. 2001 Oct;81(4):1725-89.
21. Bertuzzi RC, Franchini E, Ugrasowitsch C, Kokubun E, Lima-Silva AE, Pires FO, Nakamura FY, Kiss MA. Predicting MAOD using only a supramaximal exhaustive test. *Int J Sports Med*. 2010 Jul;31(7):477-81.
22. Terwee CB, Bot SD, de Boer MR, van der Windt DA, Knol DL, Dekker J, Bouter LM, de Vet HC. Quality criteria were proposed for measurement properties of health status questionnaires. *J Clin Epidemiol*. 2007 Jan;60(1):34-42.
23. Mokkink LB, Terwee CB, Patrick DL, Alonso J, Stratford PW, Knol DL, Bouter LM, de Vet HC. The COSMIN checklist for assessing the methodological quality of studies on measurement properties of health status measurement instruments: an international Delphi study. *Qual Life Res*. 2010 May;19(4):539-49.
24. Kottner J, Audigé L, Brorson S, Donner A, Gajewski BJ, Hróbjartsson A, Roberts C, Shoukri M, Streiner DL. Guidelines for Reporting Reliability and

- Agreement Studies (GRRAS) were proposed. *J Clin Epidemiol*. 2011 Jan;64(1):96-106.
25. Treweek S, Lockhart P, Pitkethly M, et al. Methods to improve recruitment to randomised controlled trials: Cochrane systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2013;3(2).
 26. Machado AF, Almeida AC, Micheletti JK, et al. Dosages of cold-water immersion post exercise on functional and clinical responses: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2016, <http://dx.doi.org/10.1111/sms.12734> [ahead of print]
 27. Neyroud D, Vallotton A, Millet GY, Kayser B, Place N. The effect of muscle fatigue on stimulus intensity requirements for central and peripheral fatigue quantification. *Eur J Appl Physiol*. 2014 Jan;114(1):205-15.
 28. Florindo A, Latorre MRDO. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baeck de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. *Rev Bras Med Esporte*. 2013;9(3).
 29. Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(11):2139-47. 29.
 30. Borg G. Borg's Perceived Exertion and Pain Scales. Illinois, USA: Human Kinetics Publishers; 1998.
 31. Montpetit RR, Leger LA, Lavoie JM, Cazorla G. VO₂ peak during free swimming using the backward extrapolation of the O₂ recovery curve. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1981;47(4):385-391.

32. Bertuzzi R, Melegati J, Bueno S, Ghiarone T, Pasqua LA, Gáspari AF, Lima-Silva AE, Goldman A. GEDAE-LaB: A Free Software to Calculate the Energy System Contributions during Exercise. *PLoS One*. 2016 Jan 4;11(1):e0145733.
33. Kalva-Filho CA, Zagatto AM, Araújo MI, Santiago PR, da Silva AS, Gobatto CA, Papoti M. Relationship between aerobic and anaerobic parameters from 3-minute all-out tethered swimming and 400-m maximal front crawl effort. *J Strength Cond Res*. 2015;29(1):238-45.
34. di Prampero PE. Energetics of muscular exercise. *Rev PhysiolBiochemPharmacol*. 1981; 89:143-222.
35. Merton PA. (1954) Voluntary strength and fatigue. *J Physiol* 123(3):553-564.
36. Neyroud D, Maffiuletti NA, Kayser B, Place N. Mechanisms of fatigue and task failure induced by sustained submaximal contractions. *MedSci Sports Exerc*. 2012 Jul;44(7):1243-51.
37. Shield A, Zhou S. Assessing voluntary muscle activation with the twitch interpolation technique. *Sports Med*. 2004;34(4):253-67.
38. SENIAM (1999) In: Hermens H, Freriks B, Merletti R, Stegeman D, Blok J, Rau G, Disselhorst-Klug C, Hägg G (eds). *European Recommendations for surface electromyography*. RRD, The Netherlands, ISBN 90-75452-15-2.
39. Taylor JL, Gandevia SC. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. *J Appl Physiol* (1985). 2008 Feb;104(2):542-50.
40. Dimitrova NA, Dimitrov GV. Amplitude-related characteristics of motor unit and M-wave potentials during fatigue. A simulation study using literature data on intracellular potential changes found in vitro. *J ElectromyogrKinesiol*. 2002 Oct;12(5):339-49.

41. Jubeau M, Rupp T, Perrey S, Temesi J, Wuyam B, Levy P, Verges S, Millet GY. Changes in voluntary activation assessed by transcranial magnetic stimulation during prolonged cycling exercise. *PLoS One*. 2014 Feb 21;9(2):e89157.
42. Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med*. 2008;38(4):297-316.
43. Jeukendrup A, Saris WH, Brouns F, Kester AD. A new validated endurance performance test. *MedSci Sports Exerc*. 1996 Feb;28(2):266-70.
44. Maughan RJ, Fenn CE, Leiper JB. Effects of fluid, electrolyte and substrate ingestion on endurance capacity. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1989;58(5):481-6.
45. Billat V, Renoux JC, Pinoteau J, Petit B, Koralsztejn JP. Reproducibility of running time to exhaustion at VO₂max in subelite runners. *MedSci Sports Exerc*. 1994 Feb;26(2):254-7.
46. Hopkins WG, Schabort EJ, Hawley JA. Reliability of power in physical performance tests. *Sports Med*. 2001;31(3):211-34.
47. Denadai BS, Denadai ML. Effects of caffeine on time to exhaustion in exercise performed below and above the anaerobic threshold. *Braz J Med Biol Res*. 1998 Apr;31(4):581-5.
48. Wilber RL, Moffatt RJ. Influence of carbohydrate ingestion on blood glucose and performance in runners. *Int J Sport Nutr*. 1992 Dec;2(4):317-27.
49. Laursen PBGT, Francis CR, Abbiss MJ, Newton K. Reliability of Time-to-Exhaustion versus Time-Trial Running Tests in Runners. *MedSci Sports Exerc*. 2007; 39 (8):1374–1379.

50. Pageaux B, Lepers R, Marcora SM. Reliability of a Novel High Intensity One Leg Dynamic Exercise Protocol to Measure Muscle Endurance. *PLoS ONE* 2016; 11(10): e0163979. DOI: 10.1371/journal.pone.0163979.
51. Hinckson EA, Hopkins WG. Reliability of time to exhaustion analyzed with critical-power and log-log modeling. *Med Sci Sports Exerc.* 2005 Apr;37(4):696-701.
52. Zech A, Witte K, Pfeifer K. Reliability and performance-dependent variations of muscle function variables during isometric knee extension. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008 Apr;18(2):262-9. Epub 2006 Nov 28.
53. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res.* 2005 Feb;19(1):231-40.
54. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med.* 2001;31(10):725-41.
55. Lakomy HKA. Physiology and biochemistry of sprinting. In: Hawley JA, editor. *Running: handbook of sports medicine and science.* Oxford: Blackwell Science, 2000: 1-13.
56. Maughan RJ, Gleeson M, Greenhaff PL. *Biochemistry of exercise and training.* Oxford: Oxford University Press, 1997
57. Hermansen L. Muscular fatigue during maximal exercise of short duration. *Med Sport Sci* 1981; 13: 45-52.
58. Hultman E, Bergström M, Spriet LL, et al. Energy metabolism and fatigue. In: Taylor AW, editor. *Biochemistry of exercise VII: international series on sport sciences.* Champaign (IL): Human Kinetics, 1990: 73-92.
59. Jacobs I, Kaiser P. Lactate in blood, mixed skeletal muscle, and FT or ST fibres during cycle exercise in man. *Acta Physiol Scand* 1982; 114: 461-6.

60. Tesch PA, Daniels WL, Sharp DS. Lactate accumulation in muscle and blood during submaximal exercise. *Acta Physiol Scand* 1982; 114: 441-6.
61. Gollnick PD, Bayly WM, Hodgson DR. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Med Sci Sports Exerc* 1986; 18 (3): 334-40.
62. Margaria R, Edwards HT, Dill DB. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contractin. *Am J Physiol* 1933; 106: 689-715.
63. Bangsbo J, Gollnick PD, Graham TE, Juel C, Kiens B, Mizuno M, Saltin B. Anaerobic energy production and O₂ deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. *J Physiol* 1990; 422: 539 – 559.

ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: "Confiabilidade e análise fisiológica de teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético"

Nome do Pesquisador/ Orientador: *Prof Dr. Carlos Marcelo Pastre*

Nome da Pesquisadora Assistente: *Larissa Rodrigues Souto*

1. Natureza da pesquisa: Você está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade avaliar a confiabilidade de um teste de resistência muscular localizada e analisar o perfil metabólico do mesmo

2. Participantes da pesquisa: Para participar do estudo o participante deverá apresentar um atestado médico, onde seja constatado que há uma liberação para a prática de atividade física. Participarão do estudo 48 homens, com idade entre 18 e 30 anos, selecionados levando em consideração os fatores de inclusão do estudo.

3. Envolvimento na pesquisa: Ao participar deste estudo você permitirá que o pesquisador avalie sua capacidade física no teste de resistência muscular realizado no dinamômetro isocinético. O pesquisador também irá avaliar um marcador sanguíneo, chamado lactato sanguíneo que identifica a fadiga muscular e para isso será necessária a realização de um ou mais furos na região inferior da orelha para a coleta de gotas de sangue, que será realizada por um profissional capacitado. Haverá também a realização da análise de gases que será realizada por meio do aparelho VO₂₀₀₀, onde uma máscara será acoplada em seu rosto durante o teste e até sete minutos após o mesmo. Ainda, será realizada a avaliação da ativação muscular por meio da eletromiografia e, para a realização desta análise o você receberá estímulo elétrico no nervo femoral (próximo a região inguinal, na virilha).

4. Sobre as entrevistas: Será realizada uma entrevista prévia para verificar os critérios de inclusão do estudo, ou seja, investigar, por meio de autorrelato, a ausência de anemia, processo inflamatório, diabetes, doença cardiovascular, problemas no fígado, não etilistas ou fumantes, não ser usuário de drogas, não fazer uso crônico de medicamentos anti-inflamatórios, não ter apresentado episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros inferiores e/ou coluna.

5. Riscos e desconforto: Os procedimentos utilizados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética na Pesquisa com Seres Humanos conforme resolução no. 466/12 do

Conselho Nacional de Saúde. Durante todo o processo de coleta de dados você será monitorado por profissionais capacitados para medir e identificar possíveis alterações em seus sinais vitais (frequência cardíaca e pressão arterial). Nenhum dos procedimentos utilizados oferece desconfortos ou riscos a sua pessoa, exceto a eletromiografia que causará desconforto com a aplicação de estímulos elétrico próximo a virilha. Quaisquer intercorrências poderão ser sanadas pela pesquisadora do presente estudo, que é profissional fisioterapeuta e possui em seu histórico escolar a disciplina "Noções básicas de pronto-atendimento" cursada. Contudo, você poderá solicitar a interrupção do teste a qualquer momento, ou até mesmo, após o término da pesquisa, poderá receber atendimento especializado caso julgue necessário (fisioterapeuta, ou médico, caso seja pertinente).

6. Confidencialidade: Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Seus dados serão identificados com um código, e não com seu nome. Apenas os membros da pesquisa terão conhecimento dos dados, assegurando assim sua privacidade.

7. Benefícios: Ao participar desta pesquisa você não terá nenhum benefício direto, além do relatório de desempenho que será encaminhado após a coleta para o seu e-mail. Entretanto, esperamos que este estudo forneça informações importantes sobre a utilização deste teste de resistência muscular bem como sua representação fisiológica o que poderá representar um avanço para a prescrição de exercício importante no âmbito esportivo e na prática clínica. No futuro, essas informações poderão ser usadas em benefício de outras pesquisas sobre este tema.

8. Pagamento: Você não terá qualquer tipo de despesa para participar da pesquisa e, nada será pago por sua participação.

9. Liberdade de recusar ou retirar o consentimento: Em caso de desconforto em responder algum questionário, impossibilidade de realizar o teste e qualquer análise do mesmo ou desistência de realizar o estudo, você tem a liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem penalizações.

Após estes esclarecimentos, solicitamos seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto, por favor os itens que seguem:

Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos nesse estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito

Consentimento livre e esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Nome do participante da pesquisa

Número do Registro Geral (RG) do participante

Larissa Rodrigues Souto (Pesquisadora)

Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

Pesquisadora: Larissa Rodrigues Souto

Orientador: Prof Dr. Carlos Marcelo Pastre- (18) 3229-5528

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa: Profa. Dra. Edna Maria do Carmo

Vice-Coodenadora: Profa. Dra. Andreia Cristiane Silva Wiezzel

Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526

E-mail: cep@fct.unesp.br

ANEXO II – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Confiabilidade e análise fisiológica de teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético

Pesquisador: Carlos Marcelo Pastre

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 56973316.9.0000.5402

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.635.590

Apresentação do Projeto:

O projeto foi bem redigido e fundamentado, permitindo a adequada compreensão do estudo. Para isso, serão avaliados indivíduos aparentemente saudáveis entre 18 e 30 anos, em um centro de reabilitação especializado, a fim de verificar a confiabilidade de um teste de resistência muscular isométrica localizada a fadiga em um dispositivo isocinético, o qual é um padrão ouro para este tipo de avaliação e, estabelecer a demanda metabólica durante o mesmo. Como critérios de inclusão, eles não devem ser etilistas, consumir drogas, tabagismo ou medicamentos anti-inflamatórios de forma crônica. O estudo será realizado em duas etapas: confiabilidade inter e intra-avaliadores no teste de resistência a fadiga e verificação da demanda metabólica exigida pelo teste. Além disso, serão avaliados alguns testes como, contração isométrica voluntária máxima, teste de resistência isométrica, avaliação antropométrica, percepção de recuperação, questionário psicológico, participação do parâmetro anaeróbico, participação do parâmetro anaeróbico láctico e alático, aeróbico e medições eletromiográficas.

Objetivo da Pesquisa:

- 1) Verificar a confiabilidade inter e intra-avaliadores de um teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético
- 2) Estabelecer a demanda metabólica exigida durante o teste de resistência a fadiga localizada

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 1.635.590

analisado a concentração de lactato em diferentes momentos, porém no TCLE, esta descrição está ausente para o voluntário. Que deverá saber os momentos da coleta e que poderá recusar, voluntariamente. Além disso, deverá descrever que para realização da eletromiografia será colocado eletrodos de borracha e que será realizado uma possível raspagem de pelos na área da colocação. Por fim, uma análise de sangue foi descrita que será coletado por um profissional capacitado, sendo assim, necessário autorização do laboratório do mesmo.

3. No item "riscos e desconforto", o pesquisador deverá descrever quais momentos serão realizadas as coletas no lóbulo da orelha. Além disso, descrever também, como serão colocados os eletrodos da eletromiografia, caso haja necessário raspagem de pelos locais. Além disso, relatar no TCLE que o voluntário poderá solicitar a interrupção do teste, caso ocorra algum desconforto, dor intensa ou se não se sentir confortável por alguma parte da coleta.

Adequação do cronograma de atividades devido as pendências. Pois a execução do projeto piloto consta o mês de Julho/2017, estando ainda em análise pelo CEP.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Unesp de Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou o projeto PENDENTE, cabendo a V.Sa. providenciar as regularizações sugeridas pelo mesmo e encaminhá-las a este CEP no prazo máximo de 30 dias.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P ROJETO_738641.pdf	13/06/2016 14:50:49		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.docx	13/06/2016 14:50:07	Carlos Marcelo Pastre	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	13/06/2016 14:45:08	Carlos Marcelo Pastre	Aceito
Outros	Termo_compromisso.pdf	13/06/2016 14:44:43	Carlos Marcelo Pastre	Aceito
Outros	Declaracao_laboratorio.pdf	13/06/2016 14:43:58	Carlos Marcelo Pastre	Aceito
Declaração de	Declaracao_infraestrutura.pdf	13/06/2016	Carlos Marcelo	Aceito

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

UNESP - FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO
CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 1.635.590

Instituição e Infraestrutura	Declaracao_infraestrutura.pdf	14:40:14	Pastre	Aceito
Cronograma	modelo_cronograma.doc	13/06/2016 14:39:26	Carlos Marcelo Pastre	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	13/06/2016 14:37:47	Carlos Marcelo Pastre	Aceito

Situação do Parecer:

Pendente

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PRESIDENTE PRUDENTE, 14 de Julho de 2016

Assinado por:
Edna Maria do Carmo
(Coordenador)

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

Continuação do Parecer: 1.635.590

a partir da dinamometria isocinética estática.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Em relação aos riscos, o declarante descreve que não infringe as normas éticas legais e éticas, não apresentando riscos e obedecendo a resolução 466/2012. Porém, poderá sentir certo desconforto em relação às dores musculares, picada na orelha para coleta de sangue do lóbulo da orelha e pequenos choques devido ao aparelho de eletromiografia (atividade elétrica do músculo). Quanto aos benefícios, não terão benefícios diretos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O tema proposto possui um método bastante complexo e relevante tanto para pesquisa quanto para clínica. O pesquisador responsável tem adequado conhecimento na área. Foram estabelecidos os critérios de inclusão. Porém, é necessário adequar o número de indivíduos a serem avaliados, onde na parte dos métodos no projeto de pesquisa, o cálculo amostral referiu 100 indivíduos e no termo de consentimento, a pesquisadora relatou que serão avaliados apenas 48. E algumas considerações em relação ao TCLE, documentos obrigatórios e cronograma de atividades.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: presente e correta.

TCLE: pendente

Termo de assentimento: não se aplica.

Autorização do responsável do local a ser desenvolvida a pesquisa: presente e correta.

Termo de compromisso: presente e correto.

Cronograma: presente e correto, porém necessário alteração devido pendência.

Autorização do laboratório: pendente.

Recomendações:

Adequação TCLE, documentação e cronograma de atividades.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Adequação TCLE.

1. No item "participantes da pesquisa" é necessário adequar o número de participantes, onde na parte dos métodos o pesquisador realizou o cálculo amostral totalizando 100 participantes, porém no TCLE relatou que serão avaliados apenas 48 participantes.
2. No item "envolvimento da pesquisa", o pesquisador relata no projeto de pesquisa que será

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305

Bairro: Centro Educacional

CEP: 19.060-900

UF: SP

Município: PRESIDENTE PRUDENTE

Telefone: (18)3229-5315

Fax: (18)3229-5353

E-mail: cep@fct.unesp.br

ANEXO III – COMPROVANTE DE REGISTRO NO CLÍNICAL TRIALS

ClinicalTrials.gov PRS
Protocol Registration and Results System

[Home](#) > Record Summary

ID: 2016/11785-7

Reliability and Physiological Analysis of an Isometric Endurance Test

Record Summary

[Home](#) [Help](#)

Record Status

In Progress ➡ Entry Completed ➡ Approved ➡ Released ➡ PRS Review ➡ **Public**

[Reset to In-Progress...](#)

Record Owner: LSouto

Last Update: 03/18/2018 12:02 by LSouto

Initial Release: 11/21/2017

Last Release: 03/18/2018 [Receipt](#) (PDF)

Access List: [Edit](#)

Upload: Allowed [Edit](#)

PRS Review: [Review History](#)

Public Site: Last Public Release: 03/18/2018 [View on ClinicalTrials.gov](#)

FDAAA: Non-ACT (No FDA-regulated drug/device) [?](#)

ANEXO IV – QUESTIONÁRIO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL DE BAECKE

Qual tem sido sua principal ocupação: 	1	3	5		
No trabalho eu sento: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu fico em pé: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu ando: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / sempre	1	2	3	4	5
No trabalho eu carrego carga pesada: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / sempre	1	2	3	4	5
Após o trabalho eu estou cansando: muito frequentemente / frequentemente / algumas vezes / raramente / nunca	5	4	3	2	1
No trabalho eu sudo: muito frequentemente / frequentemente / algumas vezes / raramente / nunca	5	4	3	2	1
Em comparação com outros da minha idade eu penso que meu trabalho é fisicamente: muito mais pesado / mais pesado / tão pesado quanto / mais leve / muito mais leve	5	4	3	2	1
Você pratica ou praticou esporte ou exercício físico nos últimos 12 meses? () Sim () Não					
Qual esporte ou exercício físico você pratica ou praticou mais frequentemente? 	1	3	5		
- quantas horas por semana? 	<1	1-2	2-3	3-4	≥4
- quantos meses por ano? 	<1	1-3	4-6	7-9	≥9
Se você faz ou fez um segundo esporte ou exercício físico, qual o tipo?	1	3	5		
- quantas horas por semana? 	<1	1-2	2-3	3-4	≥4
- quantos meses por ano? 	<1	1-3	4-6	7-9	≥9
Em comparação com outros da minha idade eu penso que minha atividade física durante as horas de lazer é: muito maior / maior / a mesma / menor / muito menor	5	4	3	2	1
Durante as horas de lazer eu sudo: muito frequentemente / frequentemente / algumas vezes / raramente / nunca	5	4	3	2	1
Durante as horas de lazer eu pratico esporte ou exercício físico: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / muito frequentemente	1	2	3	4	5
Durante as horas de lazer eu vejo televisão: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / muito frequentemente	1	2	3	4	5
Durante as horas de lazer eu ando: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / muito frequentemente	1	2	3	4	5
Durante as horas de lazer eu ando de bicicleta: nunca / raramente / algumas vezes / frequentemente / muito frequentemente	1	2	3	4	5
Durante quantos minutos por dia você anda a pé ou de bicicleta indo e voltando do trabalho, escola ou compras? <5 / 5-15 / 16-30 / 31-45 / ≥45					

ANEXO V – QUESTIONÁRIO PSICOLÓGICO

QUESTIONÁRIO PSICOLÓGICO

Direções: Indicar na linha abaixo como você se sente **AGORA** em resposta a cada pergunta.

- Quanto **FISICAMENTE PRONTO** você está agora para praticar exercícios extenuantes:

*Absolutamente
não estou pronto*



*Totalmente
pronto*

- Quanto **MENTALMENTE PRONTO** você está agora para praticar exercícios extenuantes:

*Absolutamente
não estou pronto*



*Totalmente
pronto*

- Como você classifica seus sentimentos gerais de **FADIGA** agora:

*Absolutamente
não estou fadigado*



*Extremamente
fadigado*

- Quanto **VIGOROSO** você se sente agora:

*Absolutamente
não me sinto
com vigor*



*Extremamente
vigoroso*

- Quanto **SONOLENTO** você se sente agora:

*Absolutamente
sem sono*



*Extremamente
sonolento*

- Quanta **DOR MUSCULAR** você está agora:

*Mínima
dor possível*



*Máxima
dor possível*

ANEXO VI – ESCALA DE BORG MODIFICADA (CR-10)

0	Absolutamente nada
0,3	
0,5	Extremamente fraco
0,7	
1	Muito fraco
1,5	
2	Fraco
2,5	
3	Moderado
4	
5	Forte
6	
7	Muito Forte
8	
9	
10	Extremamente forte

**ANEXO VII – ESCALA DE PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO DO TIPO
LIKERT**

TAXA	DESCRIÇÃO
1	Nenhuma recuperação
2	Muita pouca recuperação
3	Pouca recuperação
4	Recuperação moderada
5	Boa recuperação
6	Muito boa recuperação
7	
8	Muito, muito boa recuperação
9	
10	Totalmente recuperado

Atividades desenvolvidas

Disciplinas cursadas

- 16 disciplinas.
- Total de créditos: 40.
- Carga horária total: 600 horas.

Estágio de docência (2)

- Disciplina “Anatomia Palpatória” realizado no período de 07/03/2016 à 11/07/2016, com uma carga horária de 45 horas.
- Disciplina “Prática Supervisionada em Fisioterapia Desportiva” no período de 17/04/2017 à 15/08/2017, com uma carga horária de 45 horas.

Atividades complementares (2)

- Estágio de formação complementar na disciplina “Anatomia Palpatória” no período de 17/04/2017 à 15/08/2017, com uma carga horária de 45 horas.
- Estágio de formação complementar na disciplina “Anatomia Palpatória” realizado no período de 07/03/2016 à 11/07/2016, com uma carga horária de 60 horas.

Co orientações (6)

2016

- TGI: Confiabilidade inter e intra avaliador de teste de resistência muscular localizada à fadiga no dinamômetro isocinético (Gabriela Carrion Caldeira Ribeiro).
- Monografia de especialização: Os efeitos de técnicas adicionais ao exercício no tratamento da síndrome do impacto do ombro (Camila Freitas de Sousa)

2017

- TGI: Confiabilidade intra-avaliador de teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético (Leonardo Barreto Moreno Chossani e Luan de Toledo Della Barba).
- TGII: Confiabilidade inter-avaliadores do teste de resistência muscular localizada à fadiga no dinamômetro isocinético (Gabriela Carrion Caldeira Ribeiro).
- Monografia: Efeito da Kinesiotape aplicado na articulação do tornozelo em indivíduos com ou sem instabilidade crônica/funcional: uma revisão sistemática (Leonardo Kesrouani Lemos)

2018

TGII: Confiabilidade intra-avaliador de teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético (Leonardo Barreto Moreno Chossani e Luan de Toledo Della Barba).

Trabalho completos publicados em anais de eventos (2)

1. Ribeiro, G. C. C.; Lima, H. P.; Silva, J. S.; Micheletti, J. K.; **SOUTO, L. R.**; Machado, A. F.; Siqueira, M. S.; NETTO JUNIOR, J.; Pastre, CM. Confiabilidade de um teste de resistência muscular localizada inter avaliador no dinamômetro isocinético. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão (ENEPE), 2017, Presidente Prudente. ENEPE, 2017.
2. de Carvalho, G.; Silva, J. S.; Vanderlei, F. M.; Micheletti, J. K.; Machado, A. F.; de Almeida, A. C.; Lemes, I. R.; Siqueira, M. S.; **SOUTO, L. R.**; NETTO JUNIOR, J.; Pastre, CM. Comparação dos efeitos da imersão em água fria com aplicação de placebo na variável creatina quinase. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016, Presidente Prudente. ENEPE, 2016.

Resumos publicados em anais de eventos (9)

1. PIZZO JUNIOR, E.; CAVINA, A. P. S.; **SOUTO, L. R.**; Junior, N. M.; DINIZ, F. P.; MARTINS, A. L. P.; Vanderlei, F. M.; Pastre, CM. Representação da imagem corporal entre atletas adolescentes: um estudo transversal. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão (ENEPE), 2017, Presidente Prudente. ENEPE, 2017.

2. **SOUTO, L. R.**; Micheletti, J. K.; Machado, A. F.; Júnior, A. C.; Silva, J. S.; Pastre, CM. Análise da influência de familiarizações para a confiabilidade de um teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético: um estudo piloto. In: I Congresso Internacional e II Congresso Brasileiro ABRAFITO, 2017, Brasília. ABRAFITO, 2017.

3. Takahama, B. R.; **SOUTO, L. R.**; de Figueiredo, M. P.; Pastre, CM; NETTO JUNIOR, J. Efeitos do Treinamento Aeróbio Intervalado Periodizado na Pressão Arterial de Participantes com Síndrome Metabólica: Um Ensaio Clínico Randomizado. In: 26º Congresso Pan-Americano de Medicina do Esporte e 29º Congresso Brasileiro de Medicina do Exercício e do Esporte, 2017, Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2017.

4. Takahama, B. R.; SILVA, H. F.; **SOUTO, L. R.**; Silva, J. S.; Micheletti, J. K.; Lima, H. P.; Ribeiro, G. C. C.; PASTRE, C. M. Associação dos domínios do questionário psicológico com o tempo total de um teste de resistência muscular localizada. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão da Unoeste, 2017, Presidente Prudente. ENEPE, 2017.

5. ESPINOZA, R. M. C. P. P.; Junior, N. M.; Siqueira, M. S.; **SOUTO, L. R.**; Pastre, CM; Vanderlei, F. M. Padronização da aplicação da técnica de massagem por meio de uma escala de intensidade. In: I Congresso Internacional e II Congresso Brasileiro ABRAFITO, 2017, Brasília. ABRAFITO, 2017.

6.Takahama, B. R.; Hidalgo, R. B. R.; **SOUTO, L. R.**; Silva, J. S.; Junior, N. M.; de Almeida, A. C.; Batista, N. P.; Lima, H. P.; Vanderlei, F. M.; MUCHIUT, A. P. L.; NETTO JUNIOR, J.; Pastre, CM. Entorse de tornozelo e sua incidência por modalidade esportiva. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016, Presidente Prudente. ENEPE, 2016.

7.Barba, L. T. D.; Chossani, L. B. M.; **SOUTO, L. R.**; Silva, J. S.; Siqueira, M. S.; Machado, A. F.; Linares, S. N.; Ungri, H. M.; Moterani, J. S.; NETTO JUNIOR, J.; Pastre, CM. Predominância do mecanismo de lesão do ligamento cruzado anterior de acordo com a modalidade esportiva. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016, Presidente Prudente. ENEPE, 2016.

8.Ribeiro, G. C. C.; Ripper, Ferreira Caio; Silva, J. S.; Vanderlei, F. M.; Micheletti, J. K. ; Machado, A. F.; **SOUTO, L. R.**; Siqueira, M. S.; de Carvalho, G.; NETTO JUNIOR, J. ; Pastre, CM. Comparação dos efeitos da imersão em água fria com aplicação de placebo na força. In: Encontro Nacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2016, Presidente Prudente. ENEPE, 2016.

9.Takahama, B. R.; **SOUTO, L. R.**; Micheletti, J. K.; Vanderlei, F. M.; NETTO JUNIOR, J. ; PASTRE, C. M. Análise da concentração sanguínea de lactato após a aplicação da técnica da imersão em água fria. In: 39º Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2016, São Paulo. CELAFISCS, 2016.

Artigos publicados (1)

MICHELETTI, J. K.; PASTRE, C. M.; MACHADO, A. F.; **SOUTO, L. R.**; SILVA, J. S.; ANDERSEN, L. L. Determination of Shoulder Abduction Strength Using a Submaximal Elastic Band Test. Journal of Performance Health Research, v. 1, p. 31-39, 2018.

Artigos submetidos (2)

1. Micheletti, J.K.; Andersen, L.L.; Machado, A.F.; Santos, K.S; **Souto, L.R.**; Pastre, C.M. Reliability of shouldermuscle endurance tested using elastic bands. *Rivista Medicina Sport*.
2. Micheletti, J.K.; Andersen, L.L.; Machado, A.F.; Santos, K.S; **Souto, L.R.**; Pastre, C.M. Reliability of shouldermuscle endurance measured using isokinetic dynamometry. *Sports Biomechanics*

Bancas de trabalho de conclusão de curso de graduação (5)

1. PASTRE, C. M.; **SOUTO, L. R.**; Machado, A. F.; Micheletti, J. K. Participação em banca de Leonardo Barreto Moreno Chossani e Luan de Toledo Della Barba. Confiabilidade intra-avaliador de teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
2. NETTO JUNIOR, J.; CAVINA, A. P. S.; **SOUTO, L. R.**; Siqueira, M. S. Participação em banca de Eduardo Pizzo Júnior. Treinamento resistido funcional é melhor que o resistido convencional na melhora de parâmetros bioquímicos em indivíduos com síndrome metabólica. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
3. Pastre, CM; Micheletti, J. K.; Machado, A. F.; **SOUTO, L. R.** Participação em banca de Heloísa Paes de Lima. Confiabilidade de um teste de resistência muscular localizada no dispositivo dinamômetro isocinético. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
4. PASTRE, C. M.; Silva, J. S.; **SOUTO, L. R.** Participação em banca de Gabriela Carrion Caldeira Ribeiro. Confiabilidade inter e intra avaliador de teste de resistência

muscular localizada à fadiga no dinamômetro isocinético. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

5. PASTRE, C.M.; SOUTO, L.R.; MACHADO, A.F.; MICHELETTI, J.K. Participação em banca de Gabriela Carrion Caldeira Ribeiro. Confiabilidade inter-avaliadores do teste de resistência muscular localizada à fadiga no dinamômetro isocinético. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

Participação em eventos (6)

1. 14th ScandinavianCongress of Medicine & Science in Sports. 2018. (Congresso).
2. NordicSeminaronTechnicalMeasurements of PhysicalActivityandSedentaryBehavior. 2018. (Seminário).
3. 4º Fórum de Pós-Graduação e Pesquisa em Fisioterapia da FCT/UNESP. 2017. (Outra).
4. CFAS Symposium 2017 "Exercise as Medicine". 2017. (Simpósio).
5. I Congresso Internacional e II Congresso Brasileiro ABRAFITO. Análise da influência de familiarizações para a confiabilidade de um teste de resistência muscular isométrica localizada à fadiga no dinamômetro isocinético: um estudo piloto. 2017. (Congresso).
6. I Simpósio de Fisioterapia Baseada em Evidências da FCT/UNESP. 2016. (Simpósio).

Estágio de pesquisa no exterior

Estágio de Pesquisa no exterior realizado durante o período de 01/11/2017 à 28/02/2018 sob supervisão do Prof. Dr. Lars Louis Andersen no National Research Centre for the Working Environment (Copenhagen, Dinamarca) com financiamento da FAPESP, modalidade BEPE. Durante esse período a aluna discutiu os dados coletados no Brasil, referente ao tema do mestrado e elaborou um artigo para futura publicação *“Association of fatigue perception with performance in a muscle endurance test”*.