



**JÉSSICA KIRSCH MICHELETTI**

**TESTE DE FORÇA E RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA:  
IDENTIFICAÇÃO E USO DE PARÂMETROS PARA PRESCRIÇÃO DE  
EXERCÍCIO RESISTIDO EM DIFERENTES FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO**



**Presidente Prudente**

**2019**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

**JÉSSICA KIRSCH MICHELETTI**

**TESTE DE FORÇA E RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA:  
IDENTIFICAÇÃO E USO DE PARÂMETROS PARA PRESCRIÇÃO DE  
EXERCÍCIO RESISTIDO EM DIFERENTES FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP) – Presidente Prudente, para obtenção do título de doutora no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre

**Presidente Prudente**

**2019**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

M623t	<p>Micheletti, Jéssica Kirsch</p> <p>Teste de força e resistência muscular localizada: identificação e uso de parâmetros para prescrição de exercício resistido em diferentes ferramentas de avaliação / Jéssica Kirsch Micheletti. -- , 2019</p> <p>114 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara,</p> <p>Orientador: Carlos Marcelo Pastre</p> <p>Coorientador: Lars Louis Andersen</p> <p>1. Fadiga. 2. Aptidão física. 3. Força muscular. I. Título.</p>
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Presidente Prudente

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

TÍTULO DA TESE: TESTE DE FORÇA E RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA: IDENTIFICAÇÃO E USO DE PARÂMETROS PARA PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIO RESISTIDO EM DIFERENTES FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO.

**AUTORA: JÉSSICA KIRSCH MICHELETTI**

**ORIENTADOR: CARLOS MARCELO PASTRE**

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora 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. RAFAEL ZABELLI DE ALMEIDA PINTO   
 Fisioterapia / UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Prof. Dr. JOSÉ GEROSA NETO   
 Educação Física / Centro de Ensino Superior de Maringá - UniCesumar

Prof. Dr. ALESSANDRO MOURA ZAGATTO   
 Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências de Bauruí/ SP

Prof. Dr. ROMULO ARAÚJO FERNANDES   
 Departamento de Educação Física / UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente - SP

**VIDEOCONFERÊNCIA**

**VIDEOCONFERÊNCIA**

**VIDEOCONFERÊNCIA**

**VIDEOCONFERÊNCIA**

Presidente Prudente, 12 de novembro de 2019

## Dedicatória

---

*À minha família. Aos meus pais, Paulo e Monica,  
e à minha irmã Paula. Essa conquista é nossa!  
Espero sempre ser razão de orgulho para vocês.*

## Agradecimentos

---

*Nada mais tenho que fazer a não ser agradecer. Esse é o momento mais gratificante e mais difícil de se fazer, porque aqui você percebe que está finalizando mais um ciclo e vê como Deus preparou seu caminho e colocou pessoas essenciais para que você seguisse em frente sempre.*

*O primeiro agradecimento é para Ele, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, me ouviu todas as vezes que era preciso, e me deu forças para que continuasse firme para atingir mais um sonho. Obrigada meu Deus!*

*Agradeço imensamente a Ele também pela minha família. Paulo, Monica e Paula. O apoio de vocês em cada etapa da minha vida foi e é imprescindível para tudo que eu conquistei até aqui. Minha fortaleza, meu suporte, meu tudo! Vou ser eternamente grata por vocês na minha vida! Quando fui para o exterior durante o intercâmbio, o meu maior medo era perder vocês, e minhas orações mais fortes era para que isso não ocorresse. Deus me ouviu, e é indescritível ter vocês perto de mim vendo e participando das minhas vitórias. Não é todos que tem essa chance.*

*Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre que desde o ano de 2013 que cheguei em Presidente Prudente vem me ensinando mais e mais. São ensinamentos acadêmicos e pessoais que me fizeram amadurecer e chegar até onde cheguei hoje. Professor, você é um exemplo muito grande na minha vida. Obrigada por escutar minhas angústias de projetos, pela paciência em explicar mil vezes a mesma coisa até a minha cabeça dura entender e aceitar, pelos direcionamentos, e também por comemorar as minhas vitórias comigo! Muito obrigada pela oportunidade de trabalhar com você, espero que não acabe aqui!*

*Agradeço a Prof<sup>a</sup>. Franciele Marques Vanderlei e Prof. Luiz Carlos Marques Vanderlei por toda a ajuda e conselhos dados durante todos esses anos. Agradeço ao Prof. Fábio Mícolis de Azevedo pelos ensinamentos e pelo espaço do seu laboratório para algumas atividades que realizamos ali.*

*Agradeço ao Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto que disponibilizou o seu tempo e seu laboratório para parte das análises do estudo. Todos os integrantes dele tem minha eterna gratidão pela forma que me receberam e me ajudaram.*

*Agradeço o Prof. Dr. Romulo Araújo Fernandes, Prof. Dr. Jose Gerosa-Neto e Prof. Dr. Rafael Zambelli, pela disponibilidade e atenção que me proporcionaram durante esses anos. Professores, vocês tem algo em comum que eu tentarei seguir sempre, a disposição em ensinar e ajudar a todos, mesmo sem muito tempo disponível, todos vocês param tudo para ensinar e passar o que vocês sabem da maneira mais aberta e clara possível, querendo que o aluno não seja igual a vocês, e sim, MELHORES! Vocês me ensinaram muito, e eu agradeço eternamente por isso.*

*Agradeço aos meus amigos de sala 12 desses últimos anos: Natan, Flavia, Ítalo, Gabriela, Heloisa e Rafael. Os dias são mais leves com vocês ali. Sempre nos ajudando e comemorando a vitória de cada um.*

*Agradeço em especial a Gabriela Carrion, Heloisa Paes, Rafael Espinoza, João Carlos, Fernanda Diniz, Leonardo Lemos, Eduardo Pizzo, e todos os alunos do segundo ano que me ajudaram a tocar a coleta de dados a qual resultou nessa Tese. Não tenho como agradecer vocês pela paciência, pela ajuda, por todo o tempo desprendido, pelas brincadeiras, pelas salgadinhos nas coletas, por tudo. Sem vocês ali essa tese não sairia.*

*Um agradecimento especial para uma grande amiga, Jaqueline Santos Silva Lopes, obrigada por toda ajuda academia e pessoal. Você foi meu suporte e é que*

*conhecem meus maiores medos, inseguranças e ansiedades. Eu te amo amiga, obrigada por não sair da minha vida, mesmo muito longe!*

*Agradeço também, de forma mais que especial, minha grande amiga Izabela dos Santos Ferro. Não tenho como descrever nossa parceria. Conhecer você foi um presente de Deus. Agradeço por todos os momentos que vivemos, por toda ajuda, por me escutar, me apoiar e almejar minhas conquistas comigo. Obrigada, te amo muito amiga!*

*Agradeço as minhas amigas de tempos de Rolândia, Lais Horário e Priscilla Fernanda. Nossa amizade vai muito além de sentar na chuva e chorarmos juntas hauhau Eu amo vocês demais. É eterno nossa amizade!*

*Agradeço a minha amiga que a UNESP deu, Beatriz Gonçalves, parceira de Makoto, obrigada pelas felicidades, bads e histórias compartilhadas.*

*Agradeço a todos os integrantes do LAFIDE! Desde que entrei aqui muita gente já passou por esse grupo. Pode ter certeza que todos estão nesses agradecimentos, não tenho como deixar de agradecer todos vocês, que fizeram parte efetivamente da minha vida, tanto nas coletas, como nas reuniões em grupos, e até mesmos nos nossos churrascos. Obrigada por me inserirem nessa família.*

*Agradeço aos funcionários da Universidade (FCT/UNESP) pela prontidão em responder e-mails, ajudar com editais, preparação de documentos, e em especial agradeço ao André que nos abandonou saindo da seção, mas que sempre esteve pronto a me ajudar com uma gigante paciência em me atender sempre que precisei durante esses anos.*

*Agradeço a todos os meus voluntários, por toda a entrega durante as realizações das coletas. Agradeço também ao Prof. Negativo que disponibilizou seus atletas para realizar nossos testes.*

*E por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que essa conquista fosse alcançada. Muito obrigada!*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"*

## Epígrafe

---

*“Ninguém achou que seria fácil, mas quando há amor no que se faz, união da família e fé em Deus, qualquer obstáculo se torna pequeno quando a vontade de vencer for maior.”*

*Monica Kirsch Micheletti* 

## Sumário

---

APRESENTAÇÃO.....	xiii
TESE.....	xiv
LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS.....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	xviii
RESUMO.....	xix
ABSTRACT.....	xxi
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>23</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>28</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>29</b>
CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	29
APROVAÇÃO ÉTICA E REGISTRO DO ENSAIO CLÍNICO.....	30
DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	31
□ Etapa 1 (confiabilidade do teste de força muscular máxima).....	31
□ Etapa 2 (confiabilidade do teste de resistência muscular).....	32
□ Etapa 3 (caracterização do teste de resistência muscular).....	33
COMPOSIÇÃO DOS GRUPOS E PROCESSO DE RANDOMIZAÇÃO ESTRATIFICADA.....	34
PROCEDIMENTOS.....	34
TESTE DE FORÇA MUSCULAR MÁXIMA.....	34
□ <i>Dinamômetro digital</i> .....	34
□ <i>Dinamômetro isocinético</i> .....	35
□ <i>Bandas elásticas</i> .....	36
□ <i>Polia</i> .....	37
□ <i>Halter</i> .....	39
TESTE DE RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA (TRML).....	39
AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA.....	41
QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ).....	41
QUESTIONÁRIO PSICOLÓGICO.....	42
ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO DE BORG.....	42

ESCALA DE EXERCÍCIO RESISTIDO OMNI-RES .....	43
PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO .....	43
AVALIAÇÃO DA MIOTONOMETRIA .....	44
CONTRIBUIÇÃO DOS SISTEMAS METABÓLICOS .....	45
<i>Participação do parâmetro anaeróbio .....</i>	<i>45</i>
<i>participação do parâmetro aeróbio .....</i>	<i>46</i>
FORMA DE ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	46
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>49</b>
Resultados referentes à primeira etapa do estudo (força muscular) .....	49
Resultados referentes à segunda etapa do estudo (resistência muscular) .....	54
Resultados referentes à terceira etapa do estudo (perfil fisiológico).....	63
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>71</b>
Confiabilidade do teste de força muscular máximo .....	71
Confiabilidade do teste de resistência muscular localizado .....	75
Perfil fisiológico do teste de resistência muscular localizado .....	86
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>104</b>
<b>ANEXO II - TERMO DE ASSENTIMENTO .....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXO III - CÔMITE DE ÉTICA .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXO IV - CLINICAL TRIALS .....</b>	<b>114</b>

## Apresentação

---

Essa tese está apresentada em consonância com as normas do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. O conteúdo desse trabalho contempla o material originado a partir da pesquisa intitulada “*Teste de força e resistência muscular localizada: identificação e uso de parâmetros para prescrição de exercício resistido em diferentes ferramentas de avaliação*”.

# *Tese*

---

## *Lista de Figuras, Tabelas e Quadros*

---

<b>Figura 1.</b> Posicionamento do teste de força máxima para a ferramenta banda elástica.....	37
<b>Figura 2.</b> Posicionamento do teste de força máxima para a ferramenta Polia.....	38
<b>Quadro 1.</b> Progressão de carga para o teste de força máxima na ferramenta Polia.....	38
<b>Figura 3.</b> Posicionamento do teste de força máxima para a ferramenta .....	39
<b>Quadro 2.</b> Modelo utilizado para determinação da $C_{ALA}$ .....	46
<b>Quadro 3.</b> Pontos de cortes para as variáveis estatísticas.....	49
<b>Tabela 1.</b> Medidas descritivas da amostra.....	49
<b>Tabela 2.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) do teste de força máxima (sessão de 1-Familiarização; 2-Teste e 3-Reteste).....	50
<b>Tabela 3.</b> Valores de confiabilidade para o teste de força máxima entre as sessões 1-2 e 2-3.....	51
<b>Tabela 4.</b> Correlação dos testes de força máxima entre as ferramentas (valores do teste e reteste).....	52
<b>Tabela 5.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo e máximo) do questionário psicológico aplicado na Etapa 1 do estudo.....	53
<b>Tabela 6.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) das Escalas de percepção de esforço percebido aplicadas na Etapa 1.....	53
<b>Tabela 7.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) do teste de resistência muscular realizado nas cargas submáximas de 70%, 80% e 90% da força máxima.....	55

<b>Tabela 8.</b> Valores de confiabilidade relativa e absoluta das variáveis obtidas por meio do teste de resistência muscular localizado (tempo e repetição) nas cargas submáximas de 70%, 80% e 90% da força máxima para todas as ferramentas.....	57
<b>Tabela 9.</b> Correlação dos TRML entre as ferramentas à 70%, 80% e 90% para as variáveis tempo e repetição.....	59
<b>Tabela 10.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo e máximo) e p-valor do questionário psicológico aplicado na Etapa 2 do estudo.....	60
<b>Tabela 11.</b> Valores descritivos de média $\pm$ DP, IC 95% e p-valor do teste de força muscular máxima realizado no dinamômetro digital pré e pós bateria de testes de resistências (70%,80% e 90%) na Etapa 2 do estudo.....	60
<b>Tabela 12.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) e p-valor das Escalas de percepção de esforço percebido e recuperação aplicadas na Etapa 2.....	62
<b>Tabela 13.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) e p-valor das variáveis: Tempo, repetição e Escalas de percepção de esforço percebido na Etapa 3.....	63
<b>Tabela 14.</b> Valores das contribuições dos sistemas metabólicos durante o TRML realizado nas diferentes ferramentas em porcentagem.....	64
<b>Tabela 15.</b> Valores das contribuições dos sistemas metabólicos durante o TRML realizado nas diferentes ferramentas em Kcal.....	64
<b>Tabela 16.</b> Valores descritivos de média $\pm$ DP, IC - 95%, mediana (mínimo;máximo) e p-valor da análise miotonométrica do deltoide anterior.....	66
<b>Tabela 17.</b> Valores descritivos de média $\pm$ DP, IC - 95%, mediana (mínimo;máximo) e p-valor da análise miotonométrica do deltoide médio.....	67

<b>Tabela 18.</b> Valores descritivos de média $\pm$ DP, IC - 95%, mediana (mínimo;máximo) e p-valor da análise miotonométrica do deltoide posterior.....	68
<b>Tabela 19.</b> Valores descritivos de mediana (mínimo e máximo) e p-valor do questionário psicológico aplicado na Etapa 3 do estudo.....	69
<b>Quadro 4.</b> Resumo das variáveis analisadas em todas as etapas de cada ferramenta proposta.....	70
<b>Quadro 5.</b> Pontuação das ferramentas para tomada de decisão clínica.....	70

## Lista de Abreviaturas e Símbolos

---

10 repetições máximas (10RM)	Fluoreto de sódio (NaF – 1%)
Uma repetição máxima (1RM)	Milimol/litros (mmol/L)
Seis repetições máximas (6RM)	Oxigênio (O <sub>2</sub> )
Contração isométrica voluntária máxima (CIVM)	Consumo de oxigênio (VO <sub>2</sub> )
Teste de resistência muscular localizada (TRML)	Tempo limite até a exaustão (T <sub>lim</sub> )
Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP)	Desvio padrão (DP)
Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR)	Coefficiente de Correlação Intraclasse (CCI)
OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES)	intervalo de confiança de 95% (IC95%)
Newton (N)	Erro padrão da medida (EPM)
Quilogramas (kg)	Mínima mudança detectável (MMD)
Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE)	Coefficiente de variação (CV)
Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)	Tônus (F)
Parâmetro anaeróbio (P <sub>ANA</sub> )	Elasticidade (D)
Contribuições anaeróbia alática (C <sub>ALA</sub> )	Tempo de Relaxamento Mecânico de Stress (metros/segundos) - R (ms)
Excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC)	Creep (C)
Microlitros (μl)	Frequência de Oscilação Natural (hertz) - F (hz)
Mililitros (mL)	Rigidez dinâmica (newtons/metros) - S(N/m)
	Consumo de oxigênio máximo (VO <sub>2</sub> max)
	Correlação (r)
	Adenosina trifosfato (ATP)
	Fosfocreatina (CP)

## Resumo

---

**Introdução:** A verificação da progressão de indivíduos submetidos à programas de treinamento é realizada por testes diagnósticos com o foco muitas vezes na força e resistência muscular. Diversas ferramentas de avaliação são utilizadas, entretanto, observa-se falta de padronização dos testes e escassez na exploração de algumas ferramentas e de alguns grupos musculares. A observação é muitas vezes restrita à um design de estudo particular, o que dificulta comparações mesmo na utilização da mesma ferramenta. Assim, incluir diferentes possibilidades clínicas no mesmo cenário pode enriquecer a discussão sobre o tema. **Objetivo:** Desenvolver e analisar a confiabilidade intra-avaliador de um teste de força muscular máxima e de um teste de resistência muscular localizada para os músculos rotadores externos de ombro, em três diferentes porcentagens de força máxima (70%, 80%, 90%) e em diferentes ferramentas. Além de caracterizar por meio da resposta fisiológica o teste de resistência muscular localizada. **Método:** Amostra de 50 participantes de ambos os gêneros, submetidos à 3 etapas. Na Etapa 1 foi realizada, em três sessões, cinco testes de força máxima com ferramentas distintas (bandas elásticas, polia, halter, dinamômetro digital e dinamômetro isocinético). Na Etapa 2, composta por 6 sessões, foi realizado teste e reteste do teste de resistência muscular com diferentes cargas (70%, 80% e 90% da força máxima), com os mesmos dispositivos da etapa 1, exceto o dinamômetro digital. Na Etapa 3 foi realizado a caracterização fisiológica do teste de resistência muscular por meio da análise do parâmetro anaeróbio (análise de excesso de consumo de oxigênio pós-exercício – EPOC) e aeróbio (valores de VO<sub>2</sub>). Foi utilizado o pacote estatístico SPSS Statistics versão 22.0 para conduzir as análises. **Resultados:** O teste de força máxima apresentou valores entre 4,6 quilos à 11,29. Confiabilidade excelente entre os valores de teste e reteste foi observada para as ferramentas banda elástica CCI: 0,917 (0,855; 0,953), polia CCI: 0,918 (0,855; 0,954), dinamômetro isocinético CCI: 0,914 (0,85; 0,951), dinamômetro isocinético ajustado pelo peso corporal CCI: 0,904 (0,833; 0,945) e halter CCI: 0,963 (0,933;0,980), com  $p > 0,05$  na comparação entre médias das sessões, eliminando risco

de viés sistemático. Para o halter esse risco foi eliminado já entre as sessões de familiarização e teste ( $p>0,05$ ), apresentando também confiabilidade excelente, CCI: 0,901 (0,828; 0,944). O dinamômetro digital apresentou confiabilidade boa CCI: 0,882 (0,798;0,933). Na correlação entre as ferramentas, destacam-se fortes correlações entre os testes realizados na banda elástica *versus* halter ( $r=0,808$ ) e banda elástica *versus* polia ( $r=0,854$ ). O teste de resistência muscular localizado apresentou valores medianos de tempo de 28 à 60,5, 27 à 54,4 e 18 à 41,5 segundos, e número de repetições de 16 à 33,5, 14 à 30 e 10 à 23 para as porcentagens 70%, 80% e 90% da força máxima, respectivamente. Valores de confiabilidade foram maiores para a ferramenta banda elástica com o teste realizado à 80% CCI: 0,856 (0,751; 0,919) para variável tempo, e CCI: 0,865 (0,765; 0,924) para variável repetição. A porcentagem de 80% também apresentou valores de CCI melhores para a ferramenta polia, CCI tempo: 0,628 (0,411; 0,778), e CCI repetição: 0,607 (0,384; 0,764). Para as ferramentas halter e dinamômetro isocinético 90% da força máxima foi a melhor porcentagem (Halter – CCI tempo: 0,678 (0,481; 0,81), CCI repetição: 0,733 (0,561; 0,844); Dinamômetro isocinético – CCI tempo: 0,77 (0,615; 0,868) e CCI repetição: 0,759 (0,598; 0, 861). O teste apresentou predominância anaeróbia significativa para todas as ferramentas, exceto para ferramenta Halter, em que a participação aeróbia representa  $40,29\pm 22,25\%$  e a anaeróbia  $59,71\pm 22,25\%$ ,  $p=0,066$ . **Conclusão:** O teste de força máxima de rotadores externos de ombro pode ser realizado com confiabilidade alta (boa e excelente) para todas as ferramentas, com destaque para o halter que não necessita de uma sessão prévia de familiarização. Para o teste de resistência muscular, diferentes porcentagens devem ser utilizadas para obter confiabilidade melhor para cada ferramenta, com destaque para banda elástica à 80%. Por fim, o teste apresenta contribuição anaeróbia significativamente maior comparada à contribuição aeróbia para todas as ferramentas exceto para o halter, informação importante para escolha da ferramenta e do teste dependendo do objetivo do tratamento.

**Palavras-chaves:** Fadiga, Resistência física, Força muscular.

## Abstract

---

**Introduction:** The progression of individuals undergoing training programs is verified by diagnostic tests, often focusing on muscle strength and endurance. Several assessment tools are used, however, there is a lack of standardization of tests and scarcity in the exploration of some devices and some muscle groups. Observation is often restricted to a particular study design which makes comparisons difficult even with the use of the same tool. Thus, including different clinical possibilities in the same scenario can enrich discussion on the topic. **Objective:** To develop and analyze the intra-rater reliability of a maximal muscle strength test, and a localized muscle endurance test for external shoulder rotator muscles at three different percentages of maximal strength (70%, 80%, 90%) in different tools. Besides characterizing through the physiological response the localized muscular endurance test. **Method:** A sample of 50 participants of both genders was submitted to 3 stages. In the Stage 1 was performed on three occasions, five maximal strength tests with different tools (elastic bands, pulley, dumbbell, digital dynamometer and isokinetic dynamometer). In the Stage 2, composed of 6 sessions, was performed test and retest of the muscular endurance test with different loads (70%, 80% and 90% of the maximal force) with the same devices of Stage 1, except the digital dynamometer. In Stage 3, the physiological characterization of the muscular endurance test was performed by analyzing the anaerobic parameter (analysis of excess post-exercise oxygen consumption - EPOC) and aerobic (VO<sub>2</sub> values). The SPSS Statistics 22.0 statistical package was used to conduct the analyzes. **Results:** The maximum strength test presented values between 4.6 pounds and 11.29. Excellent reliability between test and retest values were observed for the ICC elastic band: 0.917 (0.855; 0.953), ICC pulley: 0.918 (0.855), ICC kinetic dynamometer: 0.914 (0.85; 0.951), isokinetic dynamometer tools adjusted by ICC body weight: 0.904 (0.833; 0.945) and ICC dumbbell: 0.963 (0.933; 0.980), with  $p > 0.05$  comparing session averages, eliminating risk of systematic bias. For the dumbbell this risk was eliminated already between the familiarization and test sessions ( $p > 0.05$ ) also presenting excellent reliability, ICC: 0.901 (0.828; 0.944). The digital dynamometer showed good ICC

reliability: 0.882 (0.798; 0.933). In the correlation between the tools, there are strong correlations between the tests performed on elastic band versus dumbbell ( $r = 0.808$ ) and elastic band versus pulley ( $r = 0.854$ ). The localized muscular endurance test presented median time values between 28 to 60.5, 27 to 54.4, and 18 to 41.5 seconds, and repetition number between 16 to 33.5, 14 to 30 and 10 to 23 for the percentages 70%, 80% and 90% of the maximum force, respectively. Reliability values were higher for the elastic band tool with the 80% ICC test: 0.856 (0.751; 0.919) for time variable, and ICC: 0.865 (0.765; 0.924) for repetition variable. The 80% percentage also presented better ICC values for the pulley tool, ICC time: 0.628 (0.411; 0.778), and repetition ICC: 0.607 (0.384; 0.764). For halter and isokinetic dynamometer tools 90% of the maximum force was the best percentage (Halter - ICC time: 0.678 (0.481; 0.81), repetition ICC: 0.733 (0.561; 0.844); Isokinetic dynamometer - ICC time: 0.77 (0.615; 0.868) and repetition ICC: 0.759 (0.598; 0.861). The test showed significant anaerobic predominance for all tools except Halter tools, where aerobic participation represents  $40.29 \pm 22.25\%$  and anaerobic participation  $59.71 \pm 22.25\%$ ,  $p = 0.066$ .

**Conclusion:** The maximal strength test of external shoulder rotators can be performed with high reliability (good and excellent) for all tools, especially the dumbbell that does not require a familiarization session. For the muscular endurance test different percentages should be used to obtain better reliability for each tool, with emphasis for elastic band test at 80%. Finally, the test presents significantly higher anaerobic contribution compared to the aerobic contribution to all tools except the dumbbell, important information for tool choice and testing depending on the treatment objective.

**Keywords:** Fatigue, Physical endurance, Muscle strength.

## INTRODUÇÃO

A aplicação de testes diagnósticos tem o intuito de avaliar clínica e funcionalmente o estado e progressão de indivíduos submetidos a programas de treinamento<sup>1</sup>. O foco é muitas vezes testes de força máxima e/ou de resistência muscular, e os mais aceitos utilizam-se de instrumentos de medição validados e confiáveis. Entretanto, em levantamento atual, observa-se ao mesmo tempo, uma grande diversificação de variáveis envolvidas em cada teste e escassez na exploração de algumas ferramentas utilizadas no diagnóstico funcional de alguns grupos musculares. Dentre as ferramentas mais comumente utilizadas em exercícios resistidos citam-se as bandas elásticas, o halter e a polia. Para simples aferição da força isométrica, tem-se usado o dinamômetro digital e, adicionalmente, o dinamômetro isocinético, considerado padrão ouro de avaliação para o torque<sup>2,3</sup> tem sido investigado em artigos científicos com intuito de obter valores fidedignos relativos a variáveis físicas de pacientes.

Diferentes testes foram desenvolvidos e passaram por um processo de verificação da acurácia de seus resultados para quantificar a força e a resistência muscular de diversos grupos musculares com essas ferramentas. No entanto, as características de cada protocolo são distintas dificultando a seleção dos testes mais adequados em cada situação específica<sup>4</sup>. Cita-se diferenças nos próprios protocolos de avaliação (como exemplo número de repetições estipuladas, velocidade angular, número de tentativas a serem testadas e intervalos de descanso), nas variáveis que são observadas como desfechos finais, no desenho de estudo que está inserido o protocolo a ser testado (horário do dia e intervalo entre as sessões) e na população a ser investigada.

Assim, mesmo que tais testes sejam aplicados no mesmo grupo muscular com a mesma ferramenta, a comparação é restrita, devido a particularidade de cada protocolo de

teste proposto, o que reflete respostas peculiares sendo estas exclusivas para cada cenário. Desse modo, deve-se ter cautela em discutir os dados desses estudos, sobretudo em âmbito comparativo. Uma potencial solução é a observação da confiabilidade dos diferentes protocolos de testes com a mesma ferramenta e para o mesmo grupo muscular em um só estudo. Como exemplo, cita-se o estudo de Rabelo e Fachin<sup>5</sup> que teve por objetivo observar a confiabilidade de medidas de força e resistência muscular por meio de dois protocolos distintos utilizando o dinamômetro isocinético em pacientes com hemiparesia. A diferença nos protocolos foi na posição do paciente, sendo um realizado sentado e outro semi-sentado.

Ao ampliar a observação para a comparação da confiabilidade de testes avaliativos realizados em diferentes ferramentas, o processo se torna complexo, uma vez que a seleção envolve agora, além do mais adequado teste, a mais adequada ferramenta. Tal informação elevaria o nível de conhecimento e possibilitaria discussões interessantes sobre o tema. Assim, a observação da confiabilidade de um único protocolo de teste avaliativo realizado em ferramentas clínicas distintas e diversas, submetidas a um desenho de estudo único que envolveria a mesma população, possibilitaria diferenciar as respostas que refletem cada um dos instrumentos de medição e observar várias condições, desde qual opção clínica poderia ser mais confiável ou quais os valores de referências das variações de cada uma das ferramentas.

Desse modo, acredita-se que as informações dos dados em desenho desta natureza poderiam render uma discussão mais robusta quanto a confiabilidade das ferramentas utilizadas e possibilitaria uma tomada de decisão mais precisa sobre a utilização das referidas ferramentas para empreender diagnóstico funcional. Além do exposto, mesmo se não for possível observar uma melhor ferramenta, o conhecimento das variações e limitações de cada instrumento já poderia resultar em uma escolha clínica mais segura.

Considerando o cenário geral, por meio de um levantamento prévio utilizando descritores de força muscular e resistência muscular combinados com palavras chaves das ferramentas supracitadas e referente à teste-reteste, confiabilidade e validação, foram observados 381 estudos. Dentre eles, apenas 20 estudos<sup>2,5,6-23</sup> investigaram a confiabilidade de protocolos de testes avaliativos aplicados em mais de uma ferramenta em um só design, e em sua maioria a comparação ocorre com alguma das ferramentas *versus* o dinamômetro isocinético, uma vez que este ergômetro é considerado padrão ouro de avaliação, os estudos o utilizam para observar a validade das demais ferramentas. Já a observação da confiabilidade de mais de duas ferramentas ao realizar protocolos de testes semelhantes em um mesmo design de estudo ocorreu em apenas um<sup>17</sup> dos 20 estudos supracitados. Adicionalmente, em apenas 4 estudos<sup>7,24-26</sup> foi observado o movimento de rotação externa de ombro em populações saudáveis.

Deste modo, por meio do exposto até o momento fica evidente que a comparação entre as ferramentas, sendo estas utilizadas com o intuito avaliativo, é escassa ou quase nula quando referente a observação da confiabilidade em um mesmo desenho e ao considerar o movimento de rotação externa de ombro especificamente. Contudo, ponderando sobre as ferramentas isoladas, autores vêm objetivando sua padronização em testes específicos, e tal cenário deve ser considerado, mesmo que a comparação entre elas fique restrita.

Dentre as ferramentas, observa-se a resistência elástica, que ainda apresenta uma restrita abordagem no cenário científico. Sua alta utilização está relacionada à segurança, portabilidade, o baixo custo e o fácil manuseio<sup>27</sup>. O exercício de resistência elástica é baseado em variações na tensão de alongamento sem a necessidade de considerar o impacto da gravidade sobre a carga do peso-rolamento. Além disso, o exercício varia em forma, sendo dependente da distensão e da velocidade empregada pelo usuário<sup>27</sup>. Assim

pode ser ajustada para atender às necessidades de populações diversas<sup>27-29</sup>. No entanto, apesar de suas inúmeras vantagens, componentes importantes para a utilização desse método de medição ainda são necessários. Por meio de um levantamento científico, apenas 9 estudos até o momento tiveram como objetivo a padronização da ferramenta por meio da inserção de testes diagnósticos<sup>2,6,30-36</sup>, e o foco ainda é quase que inteiramente para a avaliação da força muscular. Dentre os estudos supracitados, o estudo de Manor et al.<sup>34</sup>, Lopes et al.<sup>30</sup> e Micheletti et al.<sup>36</sup> são os mais próximos de alcançar a habilidade de resistência muscular localizada, e a rotação externa de ombro não é o foco.

Os halteres estão entre os métodos mais popularmente utilizados em exercícios de ombros devido sua praticidade e versatilidade. Halteres são pesos aplicados nas extremidades dos membros, graduados e mantidos durante toda a amplitude de movimento<sup>37</sup>. Exercícios com halteres são fortemente recomendados como parte de programas de reabilitação, apesar da evidência limitada disponível para orientar fisioterapeutas na decisão da quantidade de resistência ou do exercício ideal a ser aplicado<sup>38</sup>.

O halter já vem sendo aplicado como forma de avaliação por meio da aplicação de testes de força máxima e de resistência muscular como no estudo de Farias et al.<sup>39</sup> que determinaram a carga máxima com halteres para o músculo tríceps por meio do teste de 10 repetições máximas (10RM) e Kim et al.<sup>40</sup> que propuseram uma repetição máxima (1RM) para rotação interna e externa de ombro, além de um teste de resistência para os mesmos movimentos, o qual consistia de cinco séries de 20 repetições. Embora testes diagnósticos são propostos na literatura com essa ferramenta, poucos estudos se atentaram na investigação do nível de confiabilidade desses testes, e sobre nosso conhecimento, ainda não há com movimento de rotação externa de ombro. Cita-se alguns estudos que investigaram diferentes musculaturas, como o estudo de Wong et al.<sup>41</sup> os quais observaram

valores de confiabilidade altos para o teste de seis repetições máximas (6RM) para rosca direta e extensão de tríceps e Amarante et al.<sup>42</sup> os quais investigaram a confiabilidade de um teste de 1RM para bíceps, por meio do exercício de rosca livre em mulheres idosas e observaram a necessidade de duas à três sessões de familiarização para valores consistentes.

Outro equipamento básico utilizado em muitas instalações de fisioterapia e academias é o sistema de polia com pesos. A resistência imposta por esse sistema é caracterizada por uma razão assimétrica entre as fases concêntrica e excêntrica (valor excêntrico aproximadamente metade do valor concêntrico) e apresenta o pico de torque mais cedo quando comparado a ferramenta banda elástica<sup>43</sup>. Poucos estudos investigam o uso de polias para rotadores externos de ombro<sup>44</sup> e teste avaliativos de força e resistência também são escassos para essa musculatura com tal ferramenta<sup>45-47</sup>. Assim, até o momento o uso de tal ferramenta parece ter sido justificado pela experiência clínica, opinião de especialistas, havendo uma necessidade de fixar parâmetros para seu uso.

Por fim, o dinamômetro digital e dinamômetro isocinético também se apresentam como ferramentas avaliativas importantes. Por meio de ambos ergômetros, o teste padrão ouro de avaliação, contração isométrica voluntária máxima (CIVM) é utilizado, sendo o dinamômetro isocinético também considerado padrão ouro entre as ferramentas<sup>7,48</sup>. Alguns estudos de confiabilidade já foram propostos com o dinamômetro isocinético para avaliar a força da articulação de ombro para os movimentos de rotações<sup>3,24,25,49-53</sup>. Já para resistência muscular os achados são escassos<sup>54-56</sup> principalmente para a análise de confiabilidade<sup>57</sup>. Com relação ao dinamômetro digital, estudos de rotadores de ombro tem mostrado boa confiabilidade intra-avaliador em indivíduos normais<sup>26</sup> e boa correlação com dinamômetros isocinéticos na avaliação da força muscular em pacientes com sequelas neurológicas<sup>58</sup>.

A partir do exposto, entende-se que uma avaliação mais ampla e conjunta que possibilite a inserção de protocolos de testes avaliativos confiáveis e maiores discussões quanto aos instrumentos de medição utilizados é necessária, em específico para o movimento de rotação externa de ombro. Tais observações são importantes para a prescrição de exercícios resistidos e merecem mais atenção, uma vez que entender a repercussão de diferentes medições para a implementação de programas de ganho de força ou resistência muscular localizada são essenciais para um melhor prognóstico clínico. Além disso, considera-se pertinente compreender a representação fisiológica dos testes realizados em diferentes ferramentas, visando à prescrição de uma dinâmica de cargas condizente com a demanda de exercício referente à cada método de medição, além de considerar a especificidade de cada sujeito. Tal observação enaltece o tema e já foi adotado em outro estudo<sup>59</sup>, ainda que com exercício geral (100 metros de nado crawl), e possibilitará a implementação de estratégias de treinamento com cargas reprodutíveis, individuais e justificáveis do ponto de vista fisiológico.

Por fim, é possível observar que o estado da arte apresenta diversas lacunas a serem preenchidas e que merecem especial atenção visando à inserção de novos elementos à literatura e que ao mesmo tempo leva à uma aplicabilidade clínica imediata. Em síntese, a proposta do estudo é investigar qual das ferramentas mais utilizadas na clínica se apresenta com resultados mais confiáveis dentro de um desenho único, além de permitir uma discussão mais ampla e conjunta de suas variações e limitações específicas. Com isso, quaisquer desfechos encontrados podem acrescentar elementos de interesse na literatura.

## **OBJETIVOS**

- (1) Desenvolver e analisar a confiabilidade intra-avaliador de um teste de força muscular máxima para os músculos rotadores externos de ombro em cinco

ferramentas: Dinamômetro digital; dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elásticas (Etapa 1).

- (2) Desenvolver e analisar a confiabilidade intra-avaliador de um teste de resistência muscular localizada para os músculos rotadores externos de ombro em três diferentes porcentagens de força máxima (70%, 80%, 90%) nas ferramentas: Dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elásticas (Etapa 2).
- (3) Caracterizar por meio da resposta fisiológica o teste de resistência muscular localizada com a carga que se apresentar com os valores de confiabilidade mais altos em cada ferramenta (Etapa 3).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da amostra**

O estudo foi composto por jovens aparentemente saudáveis, de ambos os gêneros, com idades entre 12 e 30 anos. Para definir o tamanho da amostra foi realizado dois cálculos amostrais, considerando os dois tipos de análises realizadas no presente estudo e seus objetivos, sendo um estimado com o coeficiente de correlação e outro por meio do coeficiente de correlação intraclasse (CCI). Para o primeiro cálculo, estimado em coeficiente de correlação, esperava-se pelo menos 0,75 (associação forte) entre os testes com limite inferior desejado de 95% de intervalo de confiança (IC) de pelo menos 0,5, com um nível de significância de 0,05 e um poder de 0,80, resultando em uma amostra mínima de 41 participantes. Com o cálculo com base no CCI esperado de 0,75, duas medidas por participante em dois dias separados e antecipando um coeficiente de confiabilidade ao menos moderado ( $ICC \pm 0,5$ ), o tamanho da amostra necessário seria de 36 participantes. No entanto, considerando as possíveis perdas amostrais no decorrer do estudo optou-se por recrutar inicialmente 50 participantes para participar das Etapa 1 e 2 do estudo. Para a

Etapa 3 (descrita posteriormente), os 20 participantes com menor variação entre os valores da sessão de reteste *versus* média do grupo na variável “tempo” para a ferramenta banda elástica referente ao teste de resistência muscular localizada (TRML) tiveram a caracterização fisiológica do teste realizada. Por fim, considerando as perdas amostrais ao longo do seguimento do estudo por motivo de desistência e lesão, 46 participantes finalizaram todos os procedimentos propostos na Etapa 1, 44 participantes na Etapa 2, e 20 participantes na Etapa 3.

Para serem incluídos, os participantes deveriam reportar a ausência de anemia, diabetes, doenças cardiovasculares e lesões musculares nos membros superiores e coluna nos últimos seis meses. Como critérios de exclusão foi adotado a ausência em qualquer sessão do estudo e episódio de lesão músculo-tendínea ou osteoarticular nos membros superiores durante o estudo. Foi solicitado que os participantes se abstivessem de drogas anti-inflamatórias e analgésicas, bem como a execução de qualquer exercício não proposto durante a realização do estudo.

### **Aprovação Ética e Registro do Ensaio Clínico**

Os participantes e seus responsáveis legais foram informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordarem, assinaram um termo de assentimento e consentimento livre e esclarecido segurando sua privacidade, respectivamente. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP), número de CAAE: 56971616.7.0000.5402, e cadastrado no *Clinical Trials* ([clinicaltrials.gov](http://clinicaltrials.gov)) sob o número NCT03923608, a fim de aumentar a transparência e disponibilizar informações quanto a condução do estudo à comunidade científica.

### **Delineamento do estudo**

Trata-se de um estudo de confiabilidade (Etapa 1 e 2) e observacional (Etapa 3). Todo o estudo foi realizado no Centro de Estudos e Atendimento em Fisioterapia e Reabilitação (CEAFIR) da FCT/UNESP, respeitando o horário das 17h às 22h. Cada participante realizou os testes propostos no mesmo horário em cada dia para controlar influências do ciclo circadiano. Ainda, foram adotadas condições semelhantes de temperatura (21 °C), luz e instruções verbais. Para cada ferramenta foi estipulado um avaliador treinado o qual realizou todos os testes daquele equipamento em todas as etapas. Assistentes de equipe cegaram os resultados de todos os testes dos participantes e do avaliador até o fim do estudo. Os participantes foram instruídos a não realizarem exercícios físicos vigorosos durante toda a coleta e realizar refeição leve pelo menos duas horas antes dos procedimentos.

O estudo foi realizado em três etapas: (1) Confiabilidade do teste de força muscular máxima; (2) Confiabilidade do TRML; (3) Caracterização fisiológica do TRML.

- **Etapa 1 (Confiabilidade do teste de força muscular máxima)**

Por meio de estudo piloto observou-se a necessidade de sessões de familiarização para testes de força máxima com intuito de estabilidade e precisão do teste. Tal percepção pode estar relacionada à aprendizagem, aumento da taxa máxima de desenvolvimento de força e capacidade de tolerar cargas máximas, aumento do recrutamento de unidades motoras e diminuição da co-ativação do músculo antagonista durante a execução<sup>42</sup>. Em cenários semelhantes, estudos estipulam a quantidade de familiarizações necessárias, Symons *et al.*<sup>60</sup> sugerem a realização de uma à duas sessões de familiarização.

Nesse sentido essa etapa foi composta por três sessões (Familiarização, Teste e Reteste) com 1 semana de intervalo entre elas. Na sessão 1 de familiarização os

participantes foram submetidos à avaliação antropométrica (peso e altura), responderam o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ), receberam informações quanto ao teste, e realizaram o teste de força muscular. Após uma semana, foi realizada a sessão 2 (Teste) seguida de mais uma semana de intervalo para realização da sessão 3 (Reteste). Ambas as sessões foram idênticas, os participantes inicialmente responderam a um questionário psicológico<sup>61</sup> e quanto a dor atual no ombro dominante por meio de uma Escala Visual Analógica de dor<sup>62</sup>. Imediatamente após foram submetidos ao teste de força muscular máxima (1RM) em cinco ferramentas de avaliação, com 15 minutos de intervalo entre eles, sendo após esse período aplicado a Escala *Likert* de percepção de recuperação<sup>63</sup>. Os dispositivos utilizados nesta sessão foram: Dinamômetro digital, dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elásticas. Durante as sessões de teste e reteste foi aplicado ainda, após a finalização do teste de força máximo, a Escala de BORG CR-10<sup>64,65</sup> e a Escala de exercício resistido – “*OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES)*”<sup>66,67</sup>.

- **Etapa 2 (Confiabilidade do teste de resistência muscular)**

Após uma semana da Etapa 1, iniciou a Etapa 2 do estudo com os mesmos participantes. Nesta etapa, foram realizados quatro testes de resistência muscular em cada sessão, totalizando seis sessões com uma semana de intervalo entre elas.<sup>68</sup> Diferentes porcentagens de força máxima (referentes a Etapa 1) foram utilizadas. Sessão 1 à 6: 1- Teste à 70% da força máxima, 2- Teste à 80% da força máxima, 3- Teste à 90% da força máxima, 4- Reteste à 70% da força máxima, 5- Reteste à 80% da força máxima, 6- Reteste à 90% da força máxima.

As seis sessões seguiram uma ordem semelhante: inicialmente foram aplicados o questionário psicológico e a Escala Visual Analógica de dor considerando o membro superior dominante. Posteriormente, os participantes realizaram os testes de resistência

muscular localizada em cada ferramenta, com intervalo de 15 minutos entre eles, sendo após esse período aplicado a Escala *Likert* de percepção de recuperação<sup>63</sup>. Os dispositivos utilizados nesta sessão foram: Dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elásticas. Foram aplicadas após a finalização do teste de força máxima, a Escala de BORG CR-10<sup>64,65</sup> e OMNI-RES<sup>66,67</sup>.

- **Etapa 3 (Caracterização do teste de resistência muscular)**

Os participantes selecionados para essa etapa foram submetidos à 2 sessões de caracterização do teste de resistência. Em cada sessão foi realizado o teste de resistência em duas ferramentas distintas. Na primeira sessão foi realizado o teste de resistência muscular na banda elástica seguido do teste no halter. Na segunda sessão as ferramentas foram polia e dinamômetro isocinético, nessa ordem de aplicação.

Inicialmente os participantes responderam a um questionário psicológico<sup>61</sup> e quanto a sua dor atual no ombro dominante por meio de uma Escala Visual Analógica de dor<sup>62</sup>. Após 10 minutos sentados em repouso foi coletado valores de miotonometria. Em seguida os participantes ainda sentados ficaram mais 5 minutos em repouso para a análise dos gases em repouso e logo após foi dado início ao teste de resistência muscular. Durante todo o teste foi realizada a mensuração da troca de gases que persistiu até 7 minutos ao final do teste. Imediatamente ao fim do teste foi aplicado a Escala de BORG CR-10<sup>64,65</sup> e OMNI-RES<sup>66,67</sup> assim como analisado a miotonometria. Após o término do primeiro teste os mesmos procedimentos foram realizados para o segundo teste com intervalo de 15 minutos. O intervalo entre as sessões foi de uma semana<sup>30</sup>.

### **Composição dos grupos e processo de randomização estratificada**

Os participantes foram randomizados e alocados entre os grupos, nos quais se diferenciaram apenas na ordem de execução dos testes durante as Etapas. A sequência de randomização foi elaborada utilizando um software (Microsoft Office Excel 2007) e uma lista aleatória gerada por computador foi utilizada para alocação. Os participantes foram alocados entre cinco grupos para Etapa 1, e quatro grupos para Etapa 2, na seguinte ordem dos testes:

#### *Etapa 1:*

<b>G1:</b> DD, BE, H, P e DI (N=10)	<b>G2:</b> BE, H, P, DI e DD (N=10)	<b>G3:</b> H, P, DI, DD e BE (N=10)	<b>G4:</b> P, DI, DD, BE e H (N=10)	<b>G5:</b> DI, DD, BE, H e P (N=10)
--	--	--	--	--

#### *Etapa 2:*

<b>G2:</b> BE, H, P e DI (N=12)	<b>G3:</b> H, P, DI e BE (N=12)	<b>G4:</b> P, DI, BE e H (N=13)	<b>G5:</b> DI, BE, H e P (N=13)
------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

**Legenda:** DM: Dinamômetro Digital, BE: Banda elástica, H: Halter, P: Polia e DI: Dinamômetro Isocinético

### **Procedimentos**

#### **Teste de força muscular máxima**

O teste de força máxima de rotadores externos de ombro foi realizado em cinco diferentes ferramentas com protocolos específicos, como segue escrito:

- *Dinamômetro Digital*

Foi utilizada uma célula de carga (dinamômetro digital portátil - Instrutherm DD-300, Brasil), sendo o valor de pico registrado em quilogramas (kg). O participante foi posicionado em pé com o cotovelo flexionado à 90° e uma toalha posicionada entre o tronco e o braço. O participante foi instruído a realizar uma CIVM para rotação externa por

um período de três segundos. Foram realizadas três tentativas com intervalo de um minuto entre elas. O maior valor foi considerado.

- *Dinamômetro Isocinético*

Para o teste nesse equipamento a CIVM também foi adotada. Antes da coleta de dados, o dinamômetro isocinético foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante. Após a calibração, o participante foi posicionado em pé ao lado do dinamômetro isocinético Biodex System Pro 4 (Biodex Medical System, Shirley–NY, USA), com o membro superior dominante no dispositivo de acordo com as recomendações do fabricante para avaliação do ombro, e estudos pilotos. O eixo de rotação do dinamômetro foi posicionado na direção do eixo da articulação do cotovelo do ombro testado. Foram registradas as medidas de ajustes individuais no aparelho de cada participante para padronização das sessões.

A CIVM foi determinada pelo maior valor de torque obtido entre três tentativas de três segundos, com o membro superior dominante posicionado a 90° de flexão de cotovelo e uma leve abdução e flexão de ombro (aproximadamente 20°). Um intervalo de um minuto entre as repetições foi administrado a fim de minimizar possíveis efeitos de fadiga. O participante foi instruído a realizar seu desempenho máximo de força e encorajado verbalmente pelo avaliador em cada tentativa realizada como sugerido por Baroni et al.<sup>69</sup>. O valor da força, Newton (N), obtido a partir da CIVM, foi convertido em quilogramas (kg)<sup>35</sup>.

Este protocolo foi baseado em parâmetros descritos em outros estudos<sup>24,52</sup>, modificados de acordo com a conveniência da proposta tendo como parâmetro a experiência obtida através de testes pilotos em que foram verificadas melhores percepções

do conforto dos participantes, menores níveis de compensações durante a realização da tarefa e boa reprodutibilidade.

- *Bandas elásticas*

O teste com banda elástica foi baseado no estudo de Andersen et al.<sup>2</sup>. Foram utilizadas bandas elásticas da marca Theraband® CLX (Hygenic Corporation, Akron, Ohio, EUA) com um comprimento padrão de 1 metro (cinco *loops*) com sua resistência variando de muito baixa a muito alta (amarelo, vermelho, verde, azul, preto, prata, ouro). Devido as possíveis mudanças nas propriedades mecânicas de bandas elásticas durante os ciclos iniciais de estiramento, todos os elásticos foram pré-esticados 100 vezes<sup>2,36</sup>.

Inicialmente alguns procedimentos foram realizados. Uma extremidade da banda elástica foi fixada em uma barra de ferro, por meio de gancho do tipo mosquetão e a outra extremidade da banda elástica foi colocada no punho do participante por meio das separações da própria banda. Para a realização do teste, a banda elástica foi esticada à 100% do seu comprimento inicial. O teste iniciou com a menor resistência elástica (amarelo), o assistente de pesquisa posicionou o ombro a ser testado (dominante) junto ao corpo em rotação interna com um rolo de toalha entre o braço e o tronco e instruiu os participantes a mover o ombro durante o teste para rotação externa até a posição de 90° e mantê-la por 3 segundos (estaticamente). Assim, os participantes realizaram uma força concêntrica e isométrica. Por meio da inspeção visual, o avaliador controlou o posicionamento correto do membro. Um minuto de intervalo foi ministrado entre os níveis de resistência. O teste foi finalizado no nível de resistência que o participante não conseguiu mover o membro à 90° e/ou manter a posição por 3 segundos. Quando ocorreu a falha, mais duas tentativas foram realizadas. Durante todo teste, o avaliador forneceu o encorajamento verbal.

O torque obtido foi representado pela cor da banda elástica (valor de força em newtons fornecidas pelo fabricante) e o comprimento final da banda durante o teste (que foi fixa, estirada 100% do comprimento da banda em repouso - tal distância já representa o valor de força fornecido pelo fabricante). A Figura 1 representa o posicionamento do teste.



**Figura 1.** Posicionamento do teste de força máxima para a ferramenta banda elástica

- *Polia*

O teste de força foi realizado por uma máquina de exercício de resistência constante, ou seja, uma máquina de polia de cabo da marca EN-Tree. Participantes foram posicionados em pé ao lado da máquina com o ombro a ser testado (dominante) junto ao corpo em rotação interna e um rolo de toalha entre o braço e o tronco. O assistente instruiu os participantes a mover o ombro durante o teste em rotação externa até a posição de 90° e mantê-la por 3 segundos (estaticamente), realizando assim uma força concêntrica e isométrica. Por meio da inspeção visual, o avaliador controlou o posicionamento correto do membro. Um minuto de intervalo foi ministrado entre as progressões de cargas. O teste foi finalizado quando o participante não conseguiu mover o membro à 90° e/ou manter a

posição por 3 segundos. Quando ocorreu a falha, mais duas tentativas foram realizadas.

Durante todo teste, o avaliador forneceu o encorajamento verbal.



**Figura 2.** Posicionamento do teste de força máxima para a ferramenta Polia.

A progressão de carga foi estipulada por estudos pilotos, com pequenos aumentos entre 0,5 – 2 kg<sup>70</sup>, desse modo a força máxima de cada sujeito pôde ser medida com precisão. Ainda, a progressão foi baseada no peso corporal do indivíduo, demonstrada no Quadro 1.

<b>Quadro 1.</b> Progressão de carga para o teste de força máxima na ferramenta Polia.				
<b>Peso</b>	<b>Carga inicial</b>	<b>Acréscimos</b>	<b>Decréscimos</b>	<b>Decréscimo Final</b>
50kg à 60kg	10% do peso corporal	0,5kg	0,5kg	-
61kg à 70kg		2kg	1kg	0,5kg
71kg à 80kg		2kg	1kg	0,5kg
80kg ou mais		2kg	1kg	0,5kg

- *Halter*

O teste foi baseado no estudo base de Hama et al.<sup>71</sup>. O teste foi realizado com o participante em decúbito lateral com o lado dominante do corpo para cima. O cotovelo dominante foi posicionado à 90° com um rolo de toalha entre o braço e o tronco. O participante foi instruído a realizar o movimento de rotação externa de ombro acima do nível horizontal (ultrapassando 90° de rotação externa) mantendo o cotovelo à 90° durante todo o movimento. Quando o participante não passou desse limite, o teste foi considerado negativo, e assim a carga máxima foi considerada a anterior testada. A progressão de carga para essa ferramenta foi a mesma utilizada na ferramenta clínica polia.



**Figura 3.** Posicionamento do teste de força máxima para a ferramenta halter

### **Teste de resistência muscular localizada (TRML)**

Teste idealizado pelo Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE) da FCT/UNESP - Presidente Prudente, utilizado na prescrição do treinamento para ganho de resistência muscular localizada. Foi realizado nas ferramentas: Dinamômetro isocinético, bandas elásticas, polia e halter. Os procedimentos iniciais de posicionamento dos

participantes foram idênticos aos realizados para o teste de força máxima de cada ferramenta.

O teste constituiu da realização do número máximo de repetições possíveis (até a fadiga) com cargas de 70%, 80% e 90% da força máxima (em sessões diferentes). O percentual está de acordo com o necessário para atingir a capacidade de resistência muscular local<sup>72</sup>, e tem sido amplamente utilizado em diferentes tipos de teste de resistência para diferentes articulações<sup>73-76</sup>, incluindo o complexo do ombro<sup>57</sup>.

O participante foi instruído a realizar o máximo de repetições livres de sinais e sintomas, mantendo ritmo constante (realizando 1½ segundos na fase concêntrica e 1½ segundos em fase excêntrica, controlado por um metrônomo, que representa 60°/s, velocidade já utilizada em outros estudos<sup>49,77,78</sup>. Como critérios para interrupção do teste cita-se a diminuição da amplitude de movimento, qualquer tipo de compensação e perda do ritmo. O avaliador julgou o cumprimento dos requisitos descritos e foi aceito no máximo cinco “falhas” (não cumprimento dos critérios listados) para sua finalização. As variáveis observadas foram: tempo (segundos), repetição, ritmo (repetição/tempo).

Anteriormente a realização do primeiro TRML da sessão foi realizado um aquecimento de 20 segundos de rotação externa de ombro até 90° com a banda elástica que representa a carga fácil de acordo com a escala OMNI-RES<sup>66,67</sup>. Foi ministrado intervalo de 2 minutos para iniciar o TRML.

Durante o TRML realizado nas ferramentas banda elástica, halter e polia, o avaliador foi responsável por contabilizar as repetições realizadas com sucesso e cronometrar o tempo total. Para isso, foi utilizado um contador digital estatístico de cinco dígitos (Western, EUA), para auxiliar o avaliador no registro das repetições realizadas. Para o teste na ferramenta dinamômetro isocinético, foi utilizado uma velocidade de 90°/s para abdução (concêntrica) e 500°/s para adução (excêntrica), configurações necessárias

para seguir o *feedback* do metrônomo e controlar a duração das fases concêntrica e excêntrica observadas em estudos pilotos. A instrução para realizar um movimento contínuo foi dada a todos os participantes. Os critérios de exclusão específicos para essa ferramenta foram: Quando o ritmo não foi mantido e/ou o percentual da força não alcançada, analisada por meio de uma linha rosa no monitor como *feedback visual*.

### **Avaliação antropométrica**

Para determinar o valor correspondente à massa corpórea, os voluntários foram avaliados por uma balança digital (*Tanita BC554, Iron Man/Inner Scanner - Tanita, Illinois, Estados Unidos*). A obtenção dos valores de estatura foi realizada por meio de um estadiômetro (*Sanny - American Medical do Brasil, São Paulo, Brasil*).

### **Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ)**

O questionário IPAQ trata-se de um instrumento desenvolvido com a finalidade de estimar o nível de prática habitual de atividade física de populações de diferentes países e contextos socioculturais<sup>79,80</sup>. Promove informações quanto à frequência e à duração de caminhadas e de atividades cotidianas que exigem esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa. As perguntas do questionário estão relacionadas às atividades realizadas na última semana anterior à aplicação do questionário. Os participantes tiveram seus dados tabulados, avaliados e foram posteriormente classificados de acordo com a orientação do próprio IPAQ, que divide e conceitua as categorias em:

- Sedentário – Não realiza nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana;
- Insuficientemente Ativo – Consiste em classificar os indivíduos que praticam atividades físicas por pelo menos 10 minutos contínuos por semana, porém de maneira

insuficiente para ser classificado como ativos. Para classificar os indivíduos nesse critério, são somadas a duração e a frequência dos diferentes tipos de atividades (caminhadas + moderada + vigorosa). Essa categoria divide-se em dois grupos: → Insuficientemente Ativo A – Realiza 10 minutos contínuos de atividade física, seguindo pelo menos um dos critérios citados: frequência – 5 dias/semana ou duração – 150 minutos/semana; → Insuficientemente Ativo B – Não atinge nenhum dos critérios da recomendação citada nos indivíduos insuficientemente ativos A;

- Ativo – Cumpre as seguintes recomendações: a) atividade física vigorosa –  $\geq 3$  dias/semana e  $\geq 20$  minutos/sessão; b) moderada ou caminhada –  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  minutos/sessão; c) qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 150$  min/semana;
- Muito Ativo – Cumpre as seguintes recomendações: a) vigorosa –  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  min/ sessão; b) vigorosa –  $\geq 3$  dias/semana e  $\geq 20$  min/sessão + moderada e ou caminhada  $\geq 5$  dias/semana e  $\geq 30$  min/sessão.

### **Questionário Psicológico**

O questionário tem por finalidade documentar de forma subjetiva as classificações de prontidão física e mental para o exercício, fadiga, vigor, sonolência e dor muscular. Os participantes foram instruídos a marcar um traço em uma escala visual analógica de 10 centímetros entre dois extremos, sendo zero representando “menos possível” e 10 indicando “mais possível” para cada classificação<sup>61</sup>. Esse questionário foi aplicado no início de todas as sessões.

### **Escala de Percepção de Esforço de Borg**

O grau de esforço subjetivo referido pelos participantes em relação ao corpo em geral foi analisado por meio da escala de percepção de esforço de Borg de 10 pontos

(BORG CR-10), sendo 0 correspondente à “nenhum esforço” e 10 à “esforço máximo”, conforme descrito por Foster et al.<sup>81</sup>

Foi padronizada a seguinte pergunta para a aplicação “De 0 a 10 pontos, como você classifica o esforço geral do exercício nesse momento?” Todas as respostas foram anotadas em fichas individualizadas, de acordo com o momento de cada coleta, como sugerido por Friedmann-Bette et al.<sup>82</sup> Essa escala foi aplicada em todas as sessões da Etapa 2 e na Etapa 3 do estudo, após cada TRML.

### **Escala de Exercício resistido OMNI-RES**

O esforço percebido local do exercício resistido foi avaliado por meio da Escala OMNI-RES<sup>66,67</sup>, que consiste em uma escala ordinal de 0 a 10, sendo 0 extremamente fácil e 10 extremamente difícil. Para aplicação de tal escala padronizou-se a seguinte pergunta: “Pensando no seu ombro dominante, como você classifica o exercício realizado agora?” Essa escala foi aplicada em todas as sessões da Etapa 2 e 3 do estudo, após cada TRML.

### **Percepção de recuperação**

A percepção de recuperação do membro inferior dominante foi avaliada por meio da Escala Likert de Percepção de Recuperação, que consiste em uma escala com valores entre 1 e 10 pontos, sendo 1 correspondente a nenhuma recuperação e 10 a totalmente recuperado. Para aplicação da escala o participante respondeu a seguinte pergunta: “De 1 a 10 pontos, como você classifica a sua percepção de recuperação para realizar o mesmo teste novamente, sendo 1 correspondente a nenhuma recuperação e 10 a totalmente recuperado?” Tal dinâmica de coletas já foi realizada em estudo prévio<sup>63</sup>. A escala foi

aplicada nas etapas 1 e 2, após os 10 minutos de intervalo entre os testes de cada ferramenta.

### **Avaliação da miotonometria**

A miotonometria foi realizada por um equipamento portátil sem fio, o MyotonPRO (MyotonAS, Tallinn, Estônia). A sonda do MyotonPRO foi colocada verticalmente à superfície da pele no ventre muscular previamente marcado com uma caneta.

O examinador exerceu uma leve pressão sobre o ponto determinado até a profundidade necessária a qual foi indicada por meio da mudança de cor da luz vermelha para verde no aparelho. O aparelho conta com uma pré carga controlada automaticamente (0,18 N) que foi aplicada à área de contato por um impulso mecânico automático, com uma duração de 15 ms e uma força constante de 0,4 N<sup>83,84</sup>. Foi aplicado anteriormente e imediatamente os TRML de cada ferramenta. Em cada disparo, foi calculado o estado de tensão, as propriedades biomecânicas, tempo de relaxamento e *creep*.

O músculo selecionado para avaliação foi o deltóide em suas fibras média, anteriores e posteriores, como forma de controle, uma vez que pretendia-se uma ação quase que isolada do músculo infra espinhoso, principal rotador externo. Para o procedimento, os participantes estavam em posição sentada com a musculatura relaxada. O ponto para o deltóide médio foi estabelecido como o local que representa 1/4 da medida do acrômio até o olécrano. Para os deltóides anteriores e posteriores foi medido a circunferência do braço seguindo o ponto médio do deltóide e 10% desse valor para frente (deltóide anterior) e para trás (deltóide posterior) do ponto do deltóide médio foi considerado.

### **Contribuição dos sistemas metabólicos**

A contribuição total dos sistemas durante o TRML em cada ferramenta foi analisado por meio da participação do parâmetros anaeróbio e do parâmetro aeróbio.

#### ***Participação do parâmetro anaeróbio***

A participação do parâmetro anaeróbio ( $P_{ANA}$ ) foi calculada pela contribuição anaeróbia alática ( $C_{ALA}$ ), analisadas por meio do excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC)<sup>59</sup>.

#### ***Contribuição Anaeróbia Alática ( $C_{ALA}$ )***

Para a determinação da  $C_{ALA}$ , imediatamente após o teste, os participantes já conectados ao analisador de gases ( $VO_{2000}$ ; AU8 *MedGraphics*, EUA), tiveram o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) monitorizado durante sete minutos, para a análise do EPOC. O analisador de gases foi calibrado antes de cada teste seguindo as recomendações do fabricante<sup>59</sup>.

Os valores de absorção de oxigênio obtido a cada três respirações durante sete minutos de recuperação foram ajustados como uma função do tempo utilizando um modelo bi-exponencial (Quadro 2 - Equação 1) utilizando o programa *OriginPro* 8.0 (*OriginLab Corporation*, Microcal, Massachusetts, USA). Este ajuste permitiu a determinação do componente rápido do EPOC (isto é, o produto da amplitude e tau<sup>85</sup>, que foi assumida como  $C_{ALA}$ , Quadro 2 - Equação 2). Análises semelhantes já foram utilizadas em estudos prévios<sup>59,86,87</sup>.

<b>Quadro 2.</b> Modelo utilizado para determinação da $C_{ALA}$ .	
<b>Equação 1</b>	$VO2_{(BAS)} = VO2_{(t)} + A1 + [e^{-(t-\xi)/t1}] + A2 + [e^{-(t-\xi)/t2}]$
<b>Equação 2</b>	$C_{ALA} = A1 \cdot T^{-1}$
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, $\xi$ é o atraso de tempo, T é a constante de tempo (tau) e 1 e 2 denotam componentes rápidas e lentas, respectivamente. Equação 2: $C_{ALA}$ é a contribuição anaeróbia alática.	

### ***Participação do parâmetro aeróbio***

A participação do parâmetro aeróbio ( $P_{AER}$ ) foi realizada por meio da análise de gás utilizando o aparelho  $VO_{2000}$  (AU8 *MedGraphics*, EUA), o qual foi calibrado automaticamente conforme as especificações do fabricante, previamente ao início de cada teste. Os valores de consumo de oxigênio obtidos a cada três respirações durante cinco minutos foram analisados utilizando o software *OriginPro 8.0* (*OriginLab Corporation*, Microcal, Massachusetts, EUA)<sup>30</sup>. O tempo limite até a exaustão ( $T_{lim}$ ) foi determinado. Neste esforço a contribuição aeróbia foi assumida como a integral do  $VO_2$  pelo  $T_{lim}$  observado<sup>85</sup>.

### **Forma de análise dos resultados**

As análises estatísticas foram realizadas no programa estatístico SPSS (versão 23; SPSS Inc, Chicago, IL). Para análise estatística em relação aos valores de confiabilidade foram utilizados diversos métodos estatísticos. Valores médios, desvio padrão (DP), coeficientes de correlação, mediana, mínimo e máximo foram utilizados para descrever as variáveis em cada teste. A normalidade dos dados foi observada com o teste de *Kolmogorov Smirnov*. No caso de distribuição normal para os dados pareados foi adotado o teste *T de Student* ou *Anova para medidas repetidas* (quando 3 ou mais medidas) e

*Wilconxon* ou *Friedman* (quando 3 ou mais medidas) quando não houve distribuição normal, para verificar possível presença de viés sistemático na média, como sugerido por estudo de medidas de confiabilidade em medicina esportiva e ciência<sup>88</sup>.

A confiabilidade relativa foi calculada pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), com intervalo de confiança de 95% (IC95%), por meio do modelo *two-way mixed effects, absolute agreement*, modelo único avaliador (3,1) e teste de origem mono-causal<sup>89</sup>. O CCI foi interpretado de acordo com as seguintes diretrizes: valores menores que 0,5 indicam baixa confiabilidade, valores entre 0,5 e 0,75 indicam confiabilidade moderada, valores entre 0,75 e 0,9 indicam boa confiabilidade e valores mais altos que 0,90 indicam confiabilidade excelente como sugerido por Koo and Lee (2016)<sup>90</sup>.

Por outro lado, a confiabilidade absoluta foi verificada por: 1-) Erro padrão da Medida (EPM) calculado da seguinte forma:  $EPM = DP \times \sqrt{1 - CCI}$ , onde DP representa o desvio padrão da medida<sup>91,92</sup>; 2-) Os valores de mínima mudança detectável (MMD), que refletem a magnitude da mudança necessária para fornecer confiança de que uma mudança não é resultado de variação ou medição aleatória, foi calculado da seguinte forma:  $MDD = z\text{-score (95\% IC)} \times EPM \times \sqrt{2}$ <sup>61,62</sup>; 3-) O coeficiente de variação (CV) foi utilizado para facilitar as comparações posteriores com estudos semelhantes e foi calculado como DP dos escores de mudança de teste para reteste dividido pela média do teste e escore de reteste<sup>2</sup>. Para todos os procedimentos a significância estatística foi pré-fixada em valores inferiores a 5%.

Para uma melhor visualização dos profissionais clínicos da área e a facilidade na tomada de decisão de qual ferramenta utilizar para realização de testes diagnósticos de força máxima e resistência muscular foi realizado um quadro com um resumo dos resultados obtidos. Pontos de cortes foram estipulados para caracterizar a ferramenta nas diferentes variáveis analisadas. Para classificar a variável CCI foi utilizada a diretriz já

citada anteriormente, 4 pontos foi utilizado para CCI acima de 0,9 (excelente), 3 pontos para valores entre 0,75 e 0,9 (bom), 2 pontos para valores entre 0,5 e 0,75 (moderado) e 1 ponto para valores abaixo de 0,5 (baixo). Para as demais variáveis (coeficiente de variação, MMD%, facilidade de aplicação e preço) foi utilizada uma escala Likert de 5 pontos com a seguinte pergunta, respectivamente: De 1 à 5 quão bom/adequado/fácil/acessível é a ferramenta? Sendo: 1-) *Nada bom/adequado/fácil/acessível*; 2-) *Pouco bom/adequado/fácil/acessível*; 3-) *Moderadamente bom/adequado/fácil/acessível*, 4-) *Adequado/fácil/acessível*. 5-) *Muito bom/adequado/fácil/acessível*.

Para estipular os pontos de cortes para o CV% e MMD% foi realizada uma busca avançada na literatura e observado tais valores nos estudos que avaliaram confiabilidade e/ou validade das ferramentas utilizadas. Observou-se valores de CV de 1,4% à 6,8% considerando todas as ferramentas para força muscular. E para variável MMD foi observado valores entre 3,5% à 23,49%. Quanto aos testes envolvendo a habilidade de resistência muscular foi observado valores de CV entre 8,82% à 14,9%, e para MMD valores entre 8% à 32,6%.

Por meio desses valores optou-se pela seguinte divisão seguindo a escala Likert de 5 pontos já exposta acima: Para os CV% dos testes de força máxima foi utilizado: 1) 1% à 5%; 2) 6% à 10%; 3) 11% à 15%; 4) 16% à 20% e 5) 21% à 30%. Já para a variável MMD dos testes de força máxima e de resistência muscular, e os CV% dos testes de resistência foi utilizado: 1) 1%-10%; 2) 11% à 20%; 3) 21% à 30%; 4) 31 a 40% e 5) 41% para cima. O quadro a seguir esquematiza os pontos de cortes utilizados para cada variável estatística.

<b>Quadro 3.</b> Pontos de cortes para as variáveis estatísticas.							
PONTUAÇÃO	CCI	CV		MMD		Facilidade	Preço
		TF	TRML	TF	TRML		
1	Abaixo de 0,5	1 – 5%	1 – 10%	1 – 10%	1 – 10%	Nada fácil	Nada acessível
2	0,5 à 0,75	6 – 10%	11 – 20%	11 – 20%	11 – 20%	Pouco fácil	Pouco acessível
3	0,75 à 0,9	11 – 15%	21 – 30%	21 – 30%	21 – 30%	Moderadamente fácil	Moderadamente acessível
4	Acima à 0,9	16 – 20 %	31 – 40%	31 – 40%	31 – 40%	Fácil	Acessível
5	-	21 – 30%	Acima de 41%	Acima de 41%	Acima de 41%	Muito fácil	Muito acessível

**Legenda:** CCI: coeficiente de correlação intraclasse; CV: coeficiente de variação; MMD: mínima mudança detectável; TF: teste de força máximo; TRML: teste de resistência muscular localizado.

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os valores descritivos de média, massa corporal e altura dos participantes incluídos no estudo. Além da classificação segundo o IPAQ quanto à atividade física realizada.

**Tabela 1.** Medidas descritivas da amostra em média  $\pm$  DP e IC95%.

Idade	Peso	Altura	IPAQ
19,13 $\pm$ 4,13 (17,94;20,32)	71,72 $\pm$ 16,60 (66,93;76,52)	163,67 $\pm$ 40,61 (151,94;175,41)	52,17% (24 participantes): MUITO ATIVO 43,48% (20 participantes): ATIVO 4,35% (2 participantes): INSUFICIENTE ATIVO B

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC95%: intervalo de confiança de 95%; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física; N= 46 participantes

### Resultados referentes à primeira etapa do estudo (Força muscular)

A Tabela 2 apresenta os valores descritivos de força máxima em Kg para as cinco ferramentas utilizados nas sessões de familiarização, teste e reteste da Etapa 1. Valores de mediana entre 4,6 (Sessão familiarização – Banda elástica) e 11,29 (Sessão de familiarização – Dinamômetro isocinético ajustado pelo peso) foram observados.

**Tabela 2.** Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) do teste de força máxima (sessão de 1-Familiarização; 2-Teste e 3-Reteste)

<b>FERRAMENTA</b>	<b>SESSÃO</b>	<b>FORÇA MÁXIMA</b>
<b>DINAMÔMETRO DIGITAL (KG)</b>	1	7,9 (3,85;13)
	2	8,55 (3,8;15,45)
	3	8,15 (4;13,95)
<b>BANDA ELÁSTICA (KG)</b>	1	4,6 (3,3; 9,8)
	2	5,55 (3,3;9,8)
	3	6,5 (3,3; 9,8)
<b>HALTER (KG)</b>	1	6,5 (3;11,5)
	2	6,5 (3;11)
	3	6,5 (2,5; 11,5)
<b>POLIA (KG)</b>	1	9 (4,5;18,5)
	2	10 (4;16)
	3	10,5 (4,5;18,5)
<b>DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO (KG)</b>	1	8,36 (3,58;13,25)
	2	7,36 (3,17;13,91)
	3	7,29 (2,97;13,34)
<b>DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO AJUSTADO PELO PESO (KG)</b>	1	11,29 (5,57;18,19)
	2	10,22 (5,14;18,13)
	3	10,62 (4,48; 17,33)

N= 46 participantes

Na tabela 3 observa-se os valores de confiabilidade absoluta e relativa do teste de força máxima nas cinco ferramentas em duas rodadas de análises (Primeira rodada: familiarização vs teste e, segunda rodada: teste vs reteste). Considerando a confiabilidade relativa, para as ferramentas halter, polia e dinamômetro isocinético observou-se CCI excelente para as duas rodadas de análise. Já para a ferramenta banda elástica houve uma

mudança no extrato de confiabilidade de boa para excelente. O dinamômetro digital permaneceu com confiabilidade boa em ambas as análises.

Para as ferramentas banda elástica, polia, dinamômetro isocinético e dinamômetro isocinético ajustado pelo peso foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias dos testes para a primeira rodada de sessões podendo refletir um erro sistemático. Referente a confiabilidade absoluta, o único coeficiente de variação abaixo de 10% foi para a ferramenta halter na segunda rodada de análises.

**Tabela 3.** Valores de confiabilidade para o teste de força máxima entre as sessões 1-2 e 2-3.

Ferramenta	Rodadas	Diferença média±DP (95%-IC)	P- valor	CCI (95%-IC)	EMP	MMD	CV(%)
<b>Dinamômetro digital</b>	1 -2	0,84±0,99 (0,54;1,13)	0,378	0,857 (0,756;0,918)*	0,91	2,11	15,43
	2 -3	0,77±0,94 (0,49;1,05)	0,381	0,882 (0,798;0,933)*	0,85	1,97	14,44
<b>Banda elástica</b>	1 -2	0,72±0,95 (0,43;1,0)	<b>0,04</b>	0,802 (0,659;0,887)*	0,83	1,92	20,12
	2 -3	0,37±0,68 (0,17;0,57)	0,344	0,917 (0,855;0,953)	0,54	1,25	13,13
<b>Halter</b>	1 -2	0,42±0,69 (0,29;0,63)	0,180	0,901 (0,828;0,944)*	0,57	1,31	12,83
	2 -3	0,34±0,37 (0,23;0,45)	0,062	0,963 (0,933;0,980)*	0,35	0,81	7,79
<b>Polia</b>	1 -2	0,97±0,84 (0,72;1,22)	<b>0,002</b>	0,912 (0,809;0,956)*	0,89	2,07	11,92
	2 -3	0,95±0,8 (0,71;1,2)	0,108	0,918 (0,855;0,954)*	0,88	2,03	12,12
<b>Dinamômetro isocinético</b>	1 -2	0,76±0,61 (0,58;0,95)	<b>0,000</b>	0,913 (0,756;0,961)*	0,68	1,58	10,60
	2 -3	0,74±0,57 (0,57;0,91)	0,162	0,914 (0,850;0,951)*	0,66	1,52	12,48
<b>Dinamômetro isocinético ajustado pelo peso</b>	1 -2	1,12±0,87 (0,85;1,37)	<b>0,000</b>	0,889 (0,647;0,954)*	0,98	2,27	10,34
	2 -3	0,98±0,78 (0,75;1,21)	0,114	0,904 (0,833;0,945)*	0,88	2,03	11,79

**Legenda:** IC 95%: intervalo de confiança de 95%; CCI: Coeficiente de Correlação Intraclasse; EPM: Erro padrão da medida; MMD: mínima mudança detectável; CV: coeficiente de variação. Sessão: 1-Familiarização; 2-Teste e 3-Retestes N=46 participantes. N= 46 participantes

Para a correlação entre as ferramentas foram observados valores fortes de correlação entre banda elástica vs halter ( $r=0,808$ ) e banda elástica vs polia ( $r=0,854$ ). (Tabela 4).

**Tabela 4.** Correlação dos testes de força máxima entre as ferramentas (valores do teste e reteste).

<b>Ferramenta</b>	<b>Banda elástica (kg)</b>	<b>Halter (Kg)</b>	<b>Polia (kg)</b>	<b>Dinamômetro Isocinético (kg)</b>	<b>Dinamômetro Isocinético ajustado pelo peso(kg)</b>
<b>Dinamômetro digital</b>	0,766 P=0,000	0,762 P=0,000	0,729 P=0,000	0,791 P=0,000	0,541 P=0,000
<b>Banda elástica</b>	-	0,808 P=0,000	0,854 P=0,000	0,790 P=0,000	0,521 P=0,000
<b>Halter</b>	-	-	0,786 P=0,000	0,766 P=0,000	0,576 P=0,000
<b>Polia</b>	-	-	-	0,734 P=0,000	456 P=0,000
<b>Dinamômetro Isocinético</b>	-	-	-	-	0,823 P=0,000

Legenda: kg: quilogramas; N=92 testes (46 participantes)

Na tabela 5 são apresentados valores descritivos do questionário psicológico aplicado nas 3 sessões (familiarização, teste e reteste). Não houve diferenças estatisticamente significantes para nenhuma questão do questionário entre as três sessões.

**Tabela 5.** Valores descritivos de mediana (mínimo e máximo) do questionário psicológico aplicado na Etapa 1 do estudo.

VARIÁVEIS	FAMILIARIZAÇÃO	TESTE	RETESTE	p-valor
FISICAMENTE	8 (2;10)	8 (1;10)	9 (2;10)	0,806
MENTALMENTE	8,5 (2;10)	9 (0;10)	9 (2;10)	0,624
FADIGA	3 (0;10)	2 (0;10)	2 (0;9)	0,952
VIGOROSO	7 (0;10)	7 (0;10)	7 (1;10)	0,346
SONOLENTO	3 (0;10)	4 (0;9)	3 (0;8)	0,876
DOR MUSCULAR	2 (0;7)	1 (0;8)	2 (0;10)	0,886

N= 46 participantes.

As percepções de esforço quanto ao teste de força realizado apresentou diferença estatisticamente significativa para a ferramenta polia entre as sessões de familiarização e teste quando analisado o esforço geral (Tabela 6).

**Tabela 6.** Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) das Escalas de percepção de esforço percebido aplicadas na Etapa 1.

	FERRAMENTA	FAMILIARIZAÇÃO	TESTE	RETESTE	p-valor
ESFORÇO PERCEBIDO LOCAL (OMNI)	DINAMOMETRO DIGITAL	7,3 (3;10)	7,15 (2,6;10)	7,45 (1;10)	0,617
	BANDA ELÁSTICA	4,25 (0;9)	4,6 (1;8)	4 (1;8)	0,690
	HALTER	7 (3;10)	6 (3;10)	7 (2;10)	0,339
	POLIA	6 (2;10)	7 (2;10)	7 (2;10)	0,070
	DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO	8,3 (3,6;10)	8,3 (3,6;10)	8,15 (3;10)	0,827
ESFORÇO PERCEBIDO GERAL (ESCALA BORG)	DINAMOMETRO DIGITAL	6,8 (2,6;10)	6 (2,3;10)	6,15 (1;10)	0,691
	BANDA ELÁSTICA	4 (1;7,25)	4 (1;7,6)	4 (1;7,8)	0,705
	HALTER	6 (2;10)	5,5 (2;10)	5,5 (2;10)	0,165
	POLIA	4 (2;10)	5 (2;10)	5 (0;10)	<b>0,009</b> <i>(familiarização vs teste)</i>
	DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO	8 (3,3;10)	7,8 (3,3;10)	8 (3,3;10)	0,329

n=46 participantes

**Resultados referentes à segunda etapa do estudo (Resistência muscular)**

Os valores de mediana de tempo de execução do teste de resistência proposto quando realizados à 70% da força máxima permaneceram entre 28 (Sessão reteste – Banda elástica) e 60,5 (Sessão reteste – Dinamômetro isocinético). Já para a porcentagem de 80% da força máxima os valores ficaram entre 27 (Sessão teste – Halter e Banda elástica) e 54,5 (Sessão reteste – Dinamômetro isocinético). Na porcentagem de 90% da força máxima foram observados valores entre 18 (Sessão de teste – Banda elástica) e 41,5 (Sessão reteste – Dinamômetro isocinético), Tabela 7.

Para a variável “número de repetição” foram observados valores medianos entre 16 (Sessão teste/reteste– Banda elástica) 33,5 (Sessão reteste – Dinamômetro isocinético) quando realizado o teste à 70% da força máxima. Nas demais porcentagens, 80% e 90% da força máxima foi observado número mediano de repetições entre 14 (Sessão teste – Banda elástica) e 30 (Sessão reteste – Dinamômetro isocinético), e 10 (Sessão teste – Banda elástica) e 23 (Sessão reteste – Dinamômetro isocinético), respectivamente (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) do teste de resistência muscular realizado nas cargas submáximas de 70%, 80% e 90% da força máxima.

Ferramenta	Porcentagem	TEMPO		REPETIÇÃO	
		Teste	Reteste	Teste	Reteste
Banda Elástica	70%	30,5 (13;69)	28 (14;79)	16 (6;34)	16 (8;43)
	80%	27 (15;75)	28,5 (14;80)	14 (7;40)	15 (7;42)
	90%	18 (9;57)	24 (13;63)	10 (5;31)	13,5 (7;34)
Halter	70%	34 (17;55)	33 (17;62)	19 (10;30)	19 (10;33)
	80%	27 (15;52)	29 (16;53)	15 (9;28)	17 (10;29)
	90%	20,5 (9;45)	22,5 (11;62)	12 (6;25)	13 (7;34)
Polia	70%	41 (24;70)	36,5 (25;64)	22,5 (13;37)	20 (13;34)
	80%	34 (18;48)	31 (18;47)	19 (9;27)	17,5 (10;26)
	90%	24 (13;41)	24,5 (10;40)	13 (6;23)	13 (6;22)
Dinamômetro Isocinético	70%	51,5 (30;101)	60,5 (24;120)	30,5 (17;64)	33,5 (13;68)
	80%	51 (24;89)	54,5 (25;120)	28 (13;52)	30 (14;65)
	90%	37,5 (20;90)	41,5 (15;120)	21 (10;47)	23 (10;65)

**Legenda:** kg: quilogramas; N= 44 participantes

Na tabela 8 são apresentados os resultados de confiabilidade do TRML realizado nas três porcentagens propostas e nas quatro ferramentas: banda elástica, halter, polia e dinamômetro isocinético. Os valores mais altos de confiabilidade relativa para as ferramentas diferiram entre as porcentagens, sendo para as ferramentas banda elástica e polia a porcentagem de 80% da força máxima como a mais confiável para realizar o teste proposto, e para as ferramentas halter e dinamômetro isocinético as porcentagens de 90% da força máxima.

Os valores de CCI para tempo de execução do teste nas porcentagens citadas acima variaram de bom à excelente para ferramenta banda elástica, moderado à bom para

ferramenta dinamômetro isocinético e baixo à bom para a ferramenta halter e polia. Já para variável repetição foram observados valores de CCI de bom à excelente para banda elástica, moderado à bom para halter e dinamômetro isocinético e baixo à moderado para ferramenta polia.

Considerando os valores de MMD para as porcentagens com valores de CCI mais alto em cada ferramenta, foram observados valores próximos em segundos necessário para representar uma mudança clínica confiável nas ferramentas banda elástica, halter e polia, sendo eles 11,71, 10,31 e 10,44 segundos. Já para o dinamômetro isocinético o valor permaneceu um pouco mais alto 18,58 segundos. O mesmo foi observado no número de repetições necessárias para representar uma mudança, sendo 6,1, 5,03 e 6 repetições nas ferramentas banda elástica, halter e polia, respectivamente e 10,16 repetições para a ferramenta dinamômetro isocinético.

**Tabela 8.** Valores de confiabilidade relativa e absoluta das variáveis obtidas por meio do teste de resistência muscular localizado (tempo e repetição) nas cargas submáximas de 70%, 80% e 90% da força máxima para todas as ferramentas.

Ferramentas	Percentagens	TEMPO						REPETIÇÃO					
		Diferença média±DP (95%-IC)	p-valor	CCI (95%-IC)	EPM	MMD	CV(%)	Diferença média±DP (95%-IC)	p-valor	CCI (95%-IC)	EMP	MMD	CV(%)
<b>Banda elástica</b>	70%	6,5±5,2 (4,9;8)	0,343	0,753 (0,591;0,857)	5,85	13,57	25,98	3,5±2,5 (2,7;4,2)	0,220	0,779 (0,631;0,873)	2,99	6,94	24,67
	80%	6,1±3,9 (4,9;7,2)	0,381	0,856 (0,751;0,919)	5,05	11,72	23,75	3,2±2 (2,5;3,8)	0,072	0,865 (0,765;0,924)	2,63	6,1	22,31
	90%	6,5±3,9 (5,3;7,7)	<b>0,000</b>	0,765 (0,288;0,905)	5,21	12,07	23,61	3,6±2,1 (3;4,3)	<b>0,000</b>	0,757 (0,229;0,904)	2,86	6,63	22,91
<b>Halter</b>	70%	5,8±4,9 (4,3;7,3)	0,668	0,627 (0,410;0,777)	5,33	12,35	21,94	3,2±2,4 (2,5;3,9)	0,841	0,629 (0,409;0,779)	2,84	6,59	21,30
	80%	5,3±3,4 (4,2;6,3)	0,119	0,655 (0,450;0,795)	4,4	10,21	21,71	2,8±2,6 (2;3,6)	<b>0,03</b>	0,569 (0,328;0,740)	2,67	6,18	22,33
	90%	5,2±3,6 (4,1;6,3)	0,293	0,678 (0,481;0,810)	4,44	10,31	28,39	2,5±1,8 (1,9;3,1)	0,276	0,733 (0,561;0,844)	2,17	5,03	24,14
<b>Polia</b>	70%	6,5±4,8 (5,1;8)	<b>0,003</b>	0,612 (0,368;0,773)	5,62	13,04	19	3,6±2,3 (2,9;4,3)	<b>0,018</b>	0,614 (0,389;0,769)	2,99	6,95	19,04
	80%	5,5±3,3 (4,5;6,5)	0,07	0,628 (0,411;0,778)	4,5	10,45	18,92	3,2±1,9 (2,6;3,7)	0,187	0,607 (0,384;0,764)	2,59	6,01	20,052
	90%	4,2±2,8 (3,4;5,1)	0,685	0,565 (0,324;0,737)	3,56	8,26	20,71	2,5±1,8 (2;3,1)	0,490	0,505 (0,248;0,695)	2,18	5,04	22,78
<b>Dinamômetro isocinético</b>	70%	16,2±11,3 (12,7;19,6)	<b>0,017</b>	0,567 (0,318;0,714)	14,58	33,82	30,54	8,1±6,7 (6;10,1)	0,140	0,621 (0,402;0,774)	7,92	18,36	29,56
	80%	13,2±13,2 (9,2;17,2)	0,064	0,528 (0,282;0,710)	13,04	30,25	32,61	6,9±6,6 (4,9;8,9)	0,115	0,584 (0,354;0,748)	6,69	15,5	29,66
	90%	8,5±7,6 (6,2;10,8)	0,404	0,770 (0,615;0,868)	8,01	18,58	26,86	4,6±4,2 (3,3;5,9)	0,539	0,759 (0,598;0,861)	4,38	10,15	25,93

**Legenda:** DP: desvio padrão; CCI: coeficiente de correlação intraclasse; 95% - IC: 95% do intervalo de confiança; EPM: erro padrão da medida; MMD: mínima mudança detectável; kg: quilograma; CV: coeficiente de variação. N=44 participantes

A Tabela 9 apresenta a correlação entre as ferramentas para as variáveis tempo e repetição do TRML realizado nas três porcentagens propostas. Em geral foi observado uma correlação fraca (abaixo de 0,5) entre todas as ferramentas para ambas as variáveis.

**Tabela 9.** Correlação dos TRML entre as ferramentas à 70%, 80% e 90% para as variáveis tempo e repetição.

	<b>Halter (Kg)</b>	<b>Polia (kg)</b>	<b>Dinamômetro Isocinético (kg)</b>
<b>Banda elástica</b>	<b>70%</b> Tempo: 0,232 P=0,03 Repetição: 0,183 P=0,087	<b>70%</b> Tempo: 0,064 P=0,551 Repetição: 0,124 P=0,250	<b>70%</b> Tempo: 0,079 P=0,463 Repetição: 0,092 P=0,393
	<b>80%</b> Tempo: 0,351 P=0,0001 Repetição: 0,306 P=0,004	<b>80%</b> Tempo: 0,332 P=0,002 Repetição: 0,354 P=0,001	<b>80%</b> Tempo: 0,2 P=0,062 Repetição: 0,198 P=0,065
	<b>90%</b> Tempo: 0,294 P=0,005 Repetição: 0,301 P=0,004	<b>90%</b> Tempo: 0,188 P=0,08 Repetição: 0,215 P=0,044	<b>90%</b> Tempo: 0,130 P=0,227 Repetição: 0,104 P=0,336
		<b>70%</b> Tempo: -0,022 P=0,842 Repetição: 0,002 P=0,985	<b>70%</b> Tempo: -0,038 P=0,727 Repetição: -0,101 P=0,349
		<b>80%</b> Tempo: 0,115 P=0,284 Repetição: 0,093 P=0,389	<b>80%</b> Tempo: -0,037 P=0,730 Repetição: 0,02 P=0,855
		<b>90%</b> Tempo: -0,059 P=0,586 Repetição: -0,003 P=0,976	<b>90%</b> Tempo: 0,029 P=0,787 Repetição: 0,004 P=0,967
			<b>70%</b> Tempo: 0,216 P=0,043 Repetição: 0,220 P=0,04
			<b>80%</b> Tempo: -0,045 P=0,679 Repetição: 0,029 P=0,792
			<b>90%</b> Tempo: -0,101 P=0,348 Repetição: -0,089 P=0,412
<b>Halter</b>	-		
<b>Polia</b>	-	-	

**Legenda:** kg: quilograma; N=44 participantes

Na tabela 10 são apresentados valores descritivos do questionário psicológico aplicado nas 6 sessões (teste e reteste das três porcentagens utilizadas). Não houveram diferenças estatisticamente significantes para nenhuma questão do questionário entre as sessões de teste e reteste para todas as porcentagens e ferramentas.

**Tabela 10.** Valores descritivos de mediana (mínimo e máximo) e p-valor do questionário psicológico aplicado na Etapa 2 do estudo.

VARIÁVEIS	70%			80%			90%		
	Teste	Reteste	P-valor	Teste	Reteste	P-valor	Teste	Reteste	P-valor
FISICAMENTE	8 (3;10)	8 (2;10)	0,727	8 (3;10)	8 (2;10)	0,689	7 (0;10)	8 (2;10)	0,529
MENTALMENTE	8 (4;10)	8,5 (3;10)	0,461	8 (2;10)	8 (3;10)	0,533	8 (1;10)	8 (2;10)	0,312
FADIGA	3 (0;8)	2 (0;7)	0,303	3 (0;9)	2 (0;8)	0,185	3 (0;9)	3 (0;8)	0,294
VIGOROSO	7 (0;10)	7 (1;10)	0,172	7 (0;10)	7 (0;10)	0,921	7 (1;10)	7 (1;10)	0,728
SONOLENTO	4 (0;9)	2,5 (0;9)	0,199	3 (0;9)	3 (0;9)	0,732	3 (0;10)	3 (0;8)	0,627
DOR MUSCULAR	2 (0;8)	2,5 (0;10)	0,784	1 (0;7)	1 (0;6)	0,143	2 (0;8)	2 (0;9)	0,754

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; n=44 participantes.

Os testes de força muscular máxima realizados no início e 5 minutos após os quatro TRML em cada sessão não apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

(Tabela 11).

**Tabela 11.** Valores descritivos de média  $\pm$  DP, IC 95% e p-valor do teste de força muscular máxima realizado no dinamômetro digital pré e pós bateria de testes de resistências (70%,80% e 90%) na Etapa 2 do estudo.

SESSÃO	TESTE			RETESTE		
	Pré-teste	Pós-teste	p-valor	Pré-teste	Pós-teste	p-valor
70%	7,65 $\pm$ 2,22 (7;8,31)	7,62 $\pm$ 2,17 (6,98;8,26)	0,798	8,26 $\pm$ 2,3 (7,58;8,94)	8,01 $\pm$ 2,34 (7,32;8,7)	0,09
80%	7,95 $\pm$ 2,15 (7,32;8,58)	7,83 $\pm$ 2,05 (7,22;8,43)	0,313	8,24 $\pm$ 2,17 (7,6;8,89)	8,01 $\pm$ 2,06 (7,41;8,62)	0,08
90%	7,93 $\pm$ 2,15 (7,3;8,57)	7,74 $\pm$ 2,12 (7,11;8,36)	0,145	8,57 $\pm$ 2,19 (7,92;9,22)	8,19 $\pm$ 2,37 (7,49;8,89)	0,118

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; n=44 participantes

As percepções de esforço quanto ao exercício realizado apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre o teste e reteste da mesma porcentagem para as ferramentas banda elástica (70%, 80% e 90%) e polia (70%) quando analisado o esforço local (Escala de Exercício Resistido OMNI para Esforço Percebido). Quanto a percepção geral do exercício, analisado por meio da escala de percepção de esforço de BORG, observaram-se diferentes percepções ( $p < 0,05$ ) para ferramenta banda elástica (70%), halter (70% e 80%) e polia (70% e 80%). Para os valores de recuperação do esforço realizado após o período de 10-12 minutos foram observadas diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) quando comparadas as sessões de teste e reteste nas ferramentas polia (70% e 90%) e dinamômetro isocinético (70%). (Tabela 12).

**Tabela 12.** Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) e p-valor das Escalas de percepção de esforço percebido e recuperação aplicadas na Etapa 2.

ESCALAS	FERRAMENTA	70%			80%			90%		
		TESTE	RETESTE	p-valor	TESTE	RETESTE	P-valor	TESTE	RETESTE	P-valor
<b>ESFORÇO PERCEBIDO LOCAL (OMNI)</b>	<b>BANDA ELÁSTICA</b>	8 (4;10)	8 (3;10)	<b>0,012</b>	8 (3;10)	8 (3;10)	<b>0,037</b>	8 (3;10)	8 (4;10)	<b>0,014</b>
	<b>HALTER</b>	8 (4;10)	8 (3;10)	0,095	8 (3;10)	7,5 (3;10)	0,075	8 (3;10)	8 (3;10)	0,437
	<b>POLIA</b>	9 (3;10)	8 (4;10)	<b>0,022</b>	8 (4;10)	8 (3;10)	0,055	8 (4;10)	8 (3;10)	0,793
	<b>DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO</b>	8 (5;10)	8 (4;10)	0,392	8,5 (3;10)	8 (4;10)	0,826	9 (4;10)	8 (4;10)	0,987
<b>ESFORÇO PERCEBIDO GERAL (ESCALA BORG)</b>	<b>BANDA ELÁSTICA</b>	8 (4;10)	7 (2;10)	<b>0,003</b>	7 (2;10)	7 (3;10)	0,707	6 (2;10)	7 (1;10)	0,450
	<b>HALTER</b>	7 (3;10)	6 (3;10)	<b>0,005</b>	7 (3;10)	6 (3;10)	<b>0,031</b>	7 (3;10)	7 (3;10)	0,743
	<b>POLIA</b>	8 (3;10)	6,5 (3;10)	<b>0,002</b>	7 (3;10)	6,5 (3;10)	<b>0,029</b>	7 (3;10)	7 (3;10)	0,535
	<b>DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO</b>	8 (4;10)	8 (3;10)	0,944	7,5 (3;10)	7 (3;10)	0,801	8 (4;10)	7,5 (3;10)	0,339
<b>PERCEPÇÃO DE RECUPERAÇÃO</b>	<b>BANDA ELÁSTICA</b>	8 (7;10)	8 (6;10)	0,758	8 (5;10)	8 (7;10)	0,096	8 (7;10)	8,5 (6;10)	0,492
	<b>HALTER</b>	8 (7;10)	8 (6;10)	0,679	8 (5;10)	8,5 (7;10)	0,787	8,5 (7;10)	9 (7;10)	0,734
	<b>POLIA</b>	8 (6;10)	8 (7;10)	<b>0,018</b>	8 (5;10)	8 (7;1)0	0,552	8 (7;10)	8,5 (7;10)	<b>0,033</b>
	<b>DINAMÔMETRO ISOCINÉTICO</b>	8 (7;10)	8 (7;10)	<b>0,030</b>	8 (5;10)	8 (7;10)	0,821	8 (7;10)	8,5 (6;10)	0,326

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; n=44 participantes

### Resultados referentes à terceira etapa do estudo (perfil fisiológico)

Participaram desta etapa 20 participantes escolhidos da amostra geral. Idade média foi de  $21,7 \pm 1,9$  com mediana (mínimo;máximo) de 22 (18;26); massa corporal média de  $70,3 \pm 10,9$  e altura média de  $160,3 \pm 34,5$ .

A Tabela 13 apresenta os valores descritivos dos testes de resistência aplicados nessa etapa nas quatro ferramentas propostas. Não houveram diferenças para as variáveis tempo, repetição e Escala de esforço percebido local entre os testes aplicados nas quatro ferramentas. Diferenças estatisticamente significantes no esforço percebido com relação ao exercício geral foram observadas entre as ferramentas banda elástica e halter,  $p=0,046$ .

**Tabela 13.** Valores descritivos de mediana (mínimo;máximo) e p-valor das variáveis: Tempo, repetição e Escalas de percepção de esforço percebido na Etapa 3.

	Banda elástica	Halter	Dinamômetro Isocinético	Polia	p-valor
<b>Tempo</b>	36,5 (19;67)	33,5 (19;58)	32 (26;75)	40 (29;54)	0,1
<b>Repetição</b>	19 (10;37)	18,5 (11;31)	18,5 (15;41)	22 (16;31)	0,08
<b>Esforço percebido local (OMNI)</b>	8 (4;10)	8 (5;10)	8 (3;10)	7,5 (3;10)	0,202
<b>Esforço percebido geral (BORG)</b>	6 (2;10)	7 (3;10)	6,5 (3;10)	6 (3;10)	<b>0,032</b> <b>(Banda X Halter – p=0,005)</b>

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; n=20 participantes

As Tabelas 14 e 15 apresentam os valores do perfil fisiológico do TRML realizado nas diferentes ferramentas em porcentagem e kcal, respectivamente. Observa-se

uma predominância do parâmetro anaeróbio durante os testes realizados com as ferramentas banda elástica, polia e dinamômetro isocinético.

**Tabela 14.** Valores das contribuições dos sistemas metabólicos durante o TRML realizado nas diferentes ferramentas em porcentagem

Ferramenta	Contribuição dos sistemas em porcentagem		P-valor ( $P_{AER}$ vs $P_{ANA}$ )
	$P_{(AER)}$	$P_{ANA}$ $C_{ALA}$	
<b>BANDA ELÁSTICA</b>	28,5±27,37 (16,53;40,53)	71,46±27,37 (59,46;83,46)	<b>0,002</b>
<b>HALTER</b>	40,29±22,25 (30,53;50,04)	59,71±22,25 (49,95;69,46)	0,066
<b>POLIA</b>	33,42±14,62 (27,01;39,83)	66,58±14,62 (60,17;72,98)	<b>0,000</b>
<b>DINAMÔMETRO ISOCINETICO</b>	38,52±13,52 (32,6;44,44)	61,48±13,52 (55,55;67,40)	<b>0,001</b>
<b>p-valor</b> ( $P_{AER}$ vs $P_{AER}$ ) ( $P_{ANA}$ vs $P_{ANA}$ )	0,183	0,183	

**Legenda:** TRML: teste de resistência muscular localizado;  $P_{(AER)}$ : parâmetro aeróbio;  $P_{ANA}$ : participação anaeróbia/  $C_{ALA}$ : contribuição alática;  $C_{LAC}$ : contribuição láctica; n=20 participantes.

**Tabela 15.** Valores das contribuições dos sistemas metabólicos durante o TRML realizado nas diferentes ferramentas em Kcal.

Ferramenta	Contribuição dos sistemas em kcal		P-valor ( $P_{AER}$ vs $P_{ANA}$ )
	$P_{(AER)}$	$P_{ANA}$ $C_{ALA}$	
<b>BANDA ELÁSTICA</b>	0,35 (0,09;1,28)	1,17 (0;10,22)	<b>0,001</b>
<b>HALTER</b>	0,51 (0,07;3,77)	0,7 (0,15;48,51)	0,086
<b>POLIA</b>	0,37 (0,04;2,16)	0,61 (0,21;3,08)	<b>0,001</b>
<b>DINAMÔMETRO ISOCINETICO</b>	0,5 (0,24;2,16)	0,9 (0,3;3,52)	<b>0,006</b>
<b>p-valor</b> ( $P_{AER}$ vs $P_{AER}$ ) ( $P_{ANA}$ vs $P_{ANA}$ )	<b>0,0354</b> (Banda Elástica vs Dinamômetro isocinético)	0,1564	

**Legenda:** TRML: teste de resistência muscular localizado;  $P_{(AER)}$ : parâmetro aeróbio;  $P_{ANA}$ : participação anaeróbia/  $C_{ALA}$ : contribuição alática;  $C_{LAC}$ : contribuição láctica; n=20 participantes.

Foram observadas diferenças estatisticamente significantes para o tônus (F) quando comparado pré e pós TRML para o deltóide anterior na ferramenta polia ( $p=0,0297$ ). Quanto a propriedade biomecânica elasticidade (D) foram observadas diferenças estatisticamente significantes para os valores pré e pós TRML para o deltóide anterior na ferramenta banda elástica ( $p=0,0202$ ). Para as propriedades visco elásticas do músculo avaliadas pelos parâmetros R (ms) - Tempo de Relaxamento Mecânico de Stress (metros/segundos) foram observadas diferenças estatisticamente significantes para o deltóide anterior na ferramenta polia ( $p=0,0131$ ) e no deltóide médio para a ferramenta banda elástica ( $p=0,0489$ ). Já para o parâmetro C – Creep foram observadas diferenças estatisticamente significantes para o deltóide anterior nas ferramentas polia e banda elástica ( $p=0,0352$  ,  $p=0,0464$ ), e deltóide médio para a ferramenta banda elástica ( $p=0,0274$ ). (Tabela 16, Tabela 17 e Tabela 18).

**Tabela 16.** Valores descritivos de média  $\pm$  DP, IC - 95%, mediana (mínimo;máximo) e p-valor da análise miotonométrica do deltoide anterior.

VARIÁVEIS	ISOCINÉTICO			BANDA ELÁSTICA			HALTER			POLIA		
	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor
<b>F (Hz)</b>	14,72 $\pm$ 1,62 (14,01;15,43)	14,61 $\pm$ 1,56 (13,93;15,29)	0,6566	14,87 $\pm$ 1,11 (14,39;15,36)	14,80 $\pm$ 1,18 (14,28;15,32)	0,6903	14,99 $\pm$ 1,65 (14,27;15,72)	14,85 $\pm$ 1,28 (14,28;15,41)	0,5081	14,35 $\pm$ 1,62 (13,64;15,05)	15,14 $\pm$ 1,89 (14,31;15,96)	<b>0,0297</b>
	14,85 (11,10;16,90)	14,80 (12,3;17,7)		15 (12,7;16,6)	15, (12,6;16,7)		15,2 (11,9;19,1)	15,1 (12,3;16,6)		14,60 (11,7;16,8)	15,35 (12,4;19,5)	
	256,75 $\pm$ 37,85 (240,16;273,34)	253 $\pm$ 27,08 (241,13;264,87)		257,3 $\pm$ 24,66 (246,49;268,11)	252,75 $\pm$ 35,97 (236,98;268,55)		256,6 $\pm$ 31,68 (242,72;270,48)	255,45 $\pm$ 25,62 (244,22;266,67)		249,7 $\pm$ 21,52 (240,27;259,13)	269 $\pm$ 36,32 (253,08;284,92)	
<b>S (N/m)</b>	249 (181;314)	249 (216;320)	0,6131	255 (225;303)	245,5 (206;350)	0,3844	252,5 (214;345)	258 (207;291)	0,8259	252 (206;284)	261,5 (226;399)	0,0662
	1,06 $\pm$ 0,22 (0,96;1,15)	1,06 $\pm$ 0,20 (0,97;1,14)		1,01 $\pm$ 0,23 (0,91;1,11)	1,08 $\pm$ 0,25 (0,97;1,19)		1,02 $\pm$ 0,19 (0,94;1,11)	1,07 $\pm$ 0,21 (0,98;1,16)		1,03 $\pm$ 0,18 (0,95;1,11)	1,05 $\pm$ 0,18 (0,97;1,13)	
	20,13 $\pm$ 2,99 (18,82;21,43)	20,53 $\pm$ 2,19 (19,57;21,49)		19,8 $\pm$ 1,74 (19,04;20,56)	20,35 $\pm$ 2,06 (19,45;21,26)		20,05 $\pm$ 2,37 (19,01;21,09)	20,23 $\pm$ 1,94 (19,37;21,07)		20,80 $\pm$ 2,15 (19,86;21,74)	19,25 $\pm$ 2,67 (18,08;20,41)	
<b>D</b>	0,96 (0,78;1,56)	1,04 (0,72;1,52)	0,9726	0,945 (0,79;1,61)	1,01 (0,79;1,79)	<b>0,0202</b>	0,99 (0,76;1,54)	1 (0,83;1,49)	0,0729	0,97 (0,74;1,45)	1,02 (0,82;1,41)	0,6576
	20,13 $\pm$ 2,99 (18,82;21,43)	20,53 $\pm$ 2,19 (19,57;21,49)		19,8 $\pm$ 1,74 (19,04;20,56)	20,35 $\pm$ 2,06 (19,45;21,26)		20,05 $\pm$ 2,37 (19,01;21,09)	20,23 $\pm$ 1,94 (19,37;21,07)		20,80 $\pm$ 2,15 (19,86;21,74)	19,25 $\pm$ 2,67 (18,08;20,41)	
	20,25 (15,5;27,4)	20,65 (16,5;24,1)		19,85 (16,6;23,6)	20,3 (16,9;23,8)		20,1 (14,1;24,6)	20,1 (16,6;23,8)		20,05 (16,6;24,3)	18,85 (13,4;24,3)	
<b>R (ms)</b>	1,20 $\pm$ 0,17 (1,13;1,28)	1,24 $\pm$ 0,13 (1,18;1,30)	0,4429	1,19 $\pm$ 0,11 (1,14;1,28)	1,23 $\pm$ 0,12 (1,17;1,28)	0,0801	1,21 $\pm$ 0,14 (1,15;1,27)	1,22 $\pm$ 0,11 (1,17;1,27)	0,6676	1,25 $\pm$ 0,13 (1,2;1,31)	1,16 $\pm$ 0,17 (1,09;1,24)	<b>0,0131</b>
	20,25 (15,5;27,4)	20,65 (16,5;24,1)		19,85 (16,6;23,6)	20,3 (16,9;23,8)		20,1 (14,1;24,6)	20,1 (16,6;23,8)		20,05 (16,6;24,3)	18,85 (13,4;24,3)	
	1,20 (0,94;1,59)	1,24 (1,149)		1,18 (0,98;1,44)	1,23 (1,07;1,43)		1,23 (0,85;1,47)	1,21 (1,142)		1,23 (1,144)	1,15 (0,84;1,5)	
<b>C</b>	1,20 (0,94;1,59)	1,24 (1,149)	0,2460	1,18 (0,98;1,44)	1,23 (1,07;1,43)	<b>0,0352</b>	1,23 (0,85;1,47)	1,21 (1,142)	0,5693	1,23 (1,144)	1,15 (0,84;1,5)	<b>0,0464</b>
	1,20 (0,94;1,59)	1,24 (1,149)		1,18 (0,98;1,44)	1,23 (1,07;1,43)		1,23 (0,85;1,47)	1,21 (1,142)		1,23 (1,144)	1,15 (0,84;1,5)	
	1,20 (0,94;1,59)	1,24 (1,149)		1,18 (0,98;1,44)	1,23 (1,07;1,43)		1,23 (0,85;1,47)	1,21 (1,142)		1,23 (1,144)	1,15 (0,84;1,5)	

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; F (hz): Frequência de Oscilação Natural (hertz); S(N/m): rigidez dinâmica (newtons/metros); D: Elasticidade; R(ms): Tempo de Relaxamento Mecânico de Stress (metros/segundos); C: Creep; n=20 participantes

**Tabela 17.** Valores descritivos de média  $\pm$  DP, IC - 95%, mediana (mínimo;máximo) e p-valor da análise miotonométrica do deltoide médio.

VARIÁVEIS	ISOCINÉTICO			BANDA ELÁSTICA			HALTER			POLIA		
	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor
<i>F (Hz)</i>	14,33 $\pm$ 1,69 (13,59;15,07)	14,52 $\pm$ 1,93 (13,67;15,36)	0,5321	14,74 $\pm$ 1,63 (14,02;15,45)	14,43 $\pm$ 1,65 (13,7;15,15)	0,0790	14,72 $\pm$ 1,49 (14,06;15,37)	14,76 $\pm$ 1,41 (14,14;15,37)	0,8562	14,4 $\pm$ 1,80 (13,61;15,18)	14,54 $\pm$ 1,83 (13,74;15,34)	0,6618
	14,45 (11,7;17,5)	14,65 (11,7;18,4)		14,85 (11,6;17)	14,75 (11,4;16,9)		14,75 (12,3;18,5)	14,8 (12,1;17,2)		14,05 (12,1;18,3)	14,65 (11,8;18,3)	
	245,55 $\pm$ 42,51 (226,92;264,18)	255,55 $\pm$ 42,38 (236,98;274,12)		254,85 $\pm$ 33,45 (240,19;269,51)	251,75 $\pm$ 48,17 (230,64;272,86)		258,65 $\pm$ 37,75 (242,11;275,19)	264,5 $\pm$ 30,13 (251,29;277,71)		248,8 $\pm$ 43,9 (229,56;268,04)	257,7 $\pm$ 39,79 (240,26;275,14)	
<i>S (N/m)</i>	244 (164;322)	255 (194;342)	0,2141	248,5 (207;33)	250,5 (187;405)	0,5578	247,5 (213;355)	262 (203;347)	0,3986	236 (201;391)	253,5 (172;349)	0,4098
	1,07 $\pm$ 0,26 (0,96;1,19)	1,08 $\pm$ 0,26 (0,97;1,2)		1,08 $\pm$ 0,21 (0,99;1,17)	1 $\pm$ 0,13 (0,95;1,06)		1,12 $\pm$ 0,29 (1;1,25)	1,15 $\pm$ 0,25 (1,04;1,26)		1,07 $\pm$ 0,21 (0,97;1,16)	1,03 $\pm$ 0,22 (0,93;1,13)	
	1,01 (0,71;1,87)	1,03 (0,75;1,84)		1,06 (0,77;1,59)	0,97 (0,75;1,32)		1,06 (0,79;1,83)	1,08 (0,80;1,74)		0,99 (0,83;1,62)	0,95 (0,79;1,61)	
<i>R (ms)</i>	21,11 $\pm$ 2,85 (19,86;22,35)	20,76 $\pm$ 3,19 (19,36;22,15)	0,4782	20,52 $\pm$ 2,78 (19,3;21,73)	21,21 $\pm$ 3,43 (19,71;22,71)	<b>0,0489</b>	20,16 $\pm$ 2,42 (19,1;21,22)	20,17 $\pm$ 2,14 (19,23;21,1)	0,9906	20,82 $\pm$ 2,87 (19,56;22,08)	20,48 $\pm$ 2,73 (19,28;21,68)	0,5763
	20,3 (16,7;27,8)	20,9 (15;25,7)		20,35 (17;27,1)	20,35 (14,4;28,1)		20 (13,6;24,7)	20,25 (16,9;24,5)		21,15 (13,3;25,6)	20,35 (14,7;26,6)	
	1,26 $\pm$ 0,14 (1,2;1,32)	1,25 $\pm$ 0,19 (1,17;1,34)		1,24 $\pm$ 0,16 (1,16;1,31)	1,28 $\pm$ 0,19 (1,2;1,37)		1,22 $\pm$ 0,15 (1,15;1,29)	1,23 $\pm$ 0,13 (1,17;1,29)		1,25 $\pm$ 0,16 (1,18;1,32)	1,23 $\pm$ 0,15 (1,16;1,3)	
<i>C</i>	1,22 (1,04;1,56)	1,25 (0,91;1,62)	0,8100	1,23 (1,03;1,67)	1,25 (0,92;1,72)	<b>0,0274</b>	1,21 (0,83;1,5)	1,24 (0,98;1,47)	0,7274	1,26 (0,83;1,55)	1,22 (0,91;1,6)	0,4551

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; F (hz): Frequência de Oscilação Natural (hertz); S(N/m): rigidez dinâmica (newtons/metros); D: Elasticidade; R(ms): Tempo de Relaxamento Mecânico de Stress (metros/segundos); C: Creep; n=20 participantes

**Tabela 18.** Valores descritivos de média  $\pm$  DP, IC - 95%, mediana (mínimo;máximo) e p-valor da análise miotonométrica do deltoide posterior.

VARIÁVEIS	ISOCINÉTICO			BANDA ELÁSTICA			HALTER			POLIA		
	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor	PRE-TESTE	POS-TESTE	p-valor
<i>F (Hz)</i>	13,51 $\pm$ 1,54 (12,84;14,18)	13,51 $\pm$ 1,7 (12,76;14,25)	0,980 6	13,57 $\pm$ 1,59 (12,87;14,26)	13,52 $\pm$ 1,43 (12,89;14,15)	0,863 7	13,37 $\pm$ 1,3 (12,8;13,94)	13,78 $\pm$ 1,09 (13,3;14,25)	0,088 6	13 $\pm$ 1,51 (12,34;13,66)	13,49 $\pm$ 1,64 (12,77;14,21)	0,136 0
	13,2 (11,8;17)	13,35 (11,4;16,7)		13,95 (10,4;15,8)	14,05 (10,6;15,6)		13,3 (11,3;16,7)	13,75 (12;15,8)		12,55 (11,3;17)	13,1 (11,4;17,5)	
<i>S (N/m)</i>	219,4 $\pm$ 35,12 (204,01;234,79)	216,5 $\pm$ 40,48 (198,76;234,24)	0,603 2	218,2 $\pm$ 32,88 (203,79;232,61)	221,25 $\pm$ 31,62 (207,39;235,11)	0,674 1	221,65 $\pm$ 33,61 (206,92;236,38)	223,4 $\pm$ 26,9 2 (211,6;235,2)	0,798 2	207,75 $\pm$ 44,45 (188,27;227,23)	210,7 $\pm$ 40,02 (193,16;228,24)	0,731 1
	220,5 (153;288)	215,5 (148;288)		225 (129;271)	228,5 (170;282)		226,5 (150;323)	226,5 (168;282)		205,5 (147;328)	208,5 (129;301)	
<i>D</i>	1,07 $\pm$ 0,34 (0,92;1,22)	0,98 $\pm$ 0,24 (0,87;1,09)	0,121 7	1,04 $\pm$ 0,19 (0,95;1,12)	0,98 $\pm$ 0,18 (0,9;1,06)	0,254 4	1,03 $\pm$ 0,19 (0,94;1,11)	1,02 $\pm$ 0,17 (0,94;1,09)	0,641 8	1,02 $\pm$ 0,24 (0,91;1,13)	0,94 $\pm$ 0,23 (0,84;1,04)	0,054 5
	0,97 (0,76;2,2)	0,92 (0,68;1,56)		1,02 (0,78;1,5)	0,94 (0,73;1,46)		1,03 (0,74;1,41)	1,02 (0,68;1,3)		0,91 (0,74;1,61)	0,86 (0,63;1,48)	
<i>R (ms)</i>	23,89 $\pm$ 3,17 (22,5;25,27)	23,34 $\pm$ 3,27 (21,91;24,77)	0,274 3	23,29 $\pm$ 3,5 (21,76;24,82)	23,4 $\pm$ 3,14 (22,02;24,77)	0,869 3	23,28 $\pm$ 2,8 (22,05;24,51)	22,57 $\pm$ 2,55 2 (21,45;23,68)	0,214 0	24,32 $\pm$ 3,31 (22,87;25,77)	23,12 $\pm$ 2,47 (22,03;24,2)	0,092 6
	24,2 (16;28,8)	22,9 (16,7;28,2)		22,55 (19,1;31,7)	22,65 (18,3;30,3)		23,8 (15,9;27,9)	22,55 (17,9;27,6)		24,4 (14,8;29,8)	23,25 (17,8;27,4)	
<i>C</i>	1,43 $\pm$ 0,2 (1,34;1,52)	1,37 $\pm$ 0,22 (1,28;1,47)	0,056 0	1,37 $\pm$ 0,2 (1,28;1,46)	1,39 $\pm$ 0,18 (1,31;1,47)	0,618 1	1,38 $\pm$ 0,17 (1,31;1,45)	1,34 $\pm$ 0,17 (1,26;1,41)	0,351 3	1,42 $\pm$ 0,21 (1,33;1,51)	1,33 $\pm$ 0,15 (1,27;1,4)	0,103 0
	1,45 (0,95;1,72)	1,35 (1,01;1,7)		1,32 (1,15;1,84)	1,37 (1,12;1,84)		1,39 (0,98;1,67)	1,34 (1,02;1,68)		1,42 (0,91;1,81)	1,33 (1,06;1,61)	

**Legenda:** DP: desvio padrão; IC 95%: intervalo de confiança de 95%; F (hz): Frequência de Oscilação Natural (hertz); S(N/m): rigidez dinâmica (newtons/metros); D: Elasticidade; R(ms): Tempo de Relaxamento Mecânico de Stress (metros/segundos); C: Creep; n=20 participantes

Na tabela 19 são apresentados valores descritivos do questionário psicológico aplicado nas 2 sessões de teste da etapa 3 do estudo. Não houveram diferenças estatisticamente significantes para nenhuma questão do questionário entre as sessões.

**Tabela 19.** Valores descritivos de mediana (mínimo e máximo) e p-valor do questionário psicológico aplicado na Etapa 3 do estudo.

<b>VARIÁVEIS</b>	<b>SESSÃO 1</b>	<b>SESSÃO 2</b>	<b>p-valor</b>
<b>FISICAMENTE</b>	8 (5;10)	8 (1;10)	0,981
<b>MENTALMENTE</b>	8 (6;10)	8 (1;10)	0,896
<b>FADIGA</b>	2 (0;7)	2,5 (0;7)	0,810
<b>VIGOROSO</b>	7 (4;10)	8 (1;10)	0,759
<b>SONOLENTO</b>	3 (0;8)	3 (0;8)	0,656
<b>DOR MUSCULAR</b>	0 (0;6)	0 (0;4)	0,675

N=20 participantes.

Os Quadro 4 e 5 apresentam um resumo clínico de todas as ferramentas utilizadas para todas as etapas do estudo com o intuito de facilitar a tomada de decisão do profissional clínico. Por meio da tabela proposta é possível concluir que a utilização da ferramenta halter para a avaliação da força muscular máxima parece ser mais viável. Quanto a avaliação da resistência muscular cita-se duas ferramentas com resultados consistentes: banda elástica e o dinamômetro isocinético. No entanto, ao inserir a opinião do clínico quanto a facilidade de manuseio do aparelho e o preço de cada ferramenta, a banda elástica é clinicamente sugerida.

**Quadro 4.** Resumo das variáveis analisadas em todas as etapas de cada ferramenta proposta.

Ferramenta	Teste de Força muscular				TRML (tempo)				TRML (repetição)				Facilidade	Preço
	ICC	CV	MMD%	P-Valor	ICC	CV	MMD%	P-Valor	ICC	CV	MMD%	P-Valor		
<i>Banda elástica</i>	0,917 (0,855;0,953)	13,13	21,15	0,4367	0,856 (0,751;0,919)	23,75	38,09	0,5212	0,865 (0,765;0,924)	22,31	36,07	0,0993	Muito fácil manuseamento	\$14,99 - \$24,99
<i>Halter</i>	0,963 (0,933;0,980)	7,79	13,02	0,055	0,678 (0,481;0,810)	28,39	45,39	0,3099	0,733 (0,561;0,844)	24,14	38,7	0,3337	Muito fácil manuseamento	\$15,00
<i>Polia</i>	0,918 (0,855;0,954)	12,12	12,82	0,1029	0,628 (0,411;0,778)	18,92	30,86	0,0629	0,607 (0,384;0,764)	20	32,36	0,1797	Muito fácil manuseamento	\$425,36
<i>Dinamômetro isocinético</i>	0,914 (0,850;0,951)	12,48	20,74	0,1867	0,770 (0,615;0,868)	26,86	43,29	0,8550	0,759 (0,598;0,861)	25,93	41,74	0,8486	Pouco fácil	\$96.121,00
<i>Dinamômetro digital</i>	0,882 (0,798;0,933)	14,44	23,48	0,1769	-	-	-	-	-	-	-	-	Muito fácil manuseamento	\$704,75

**Legenda:** FM: força muscular; TRML: teste de resistência muscular localizada; CV: coeficiente de variação; CCI: coeficiente de correlação intraclasse; MMD: mínima mudança detectável.

**Quadro 5.** Pontuação das ferramentas para tomada de decisão clínica.

Ferramenta	Teste de Força muscular				TRML (tempo)				TRML (repetição)				Facilidade	Preço	Pontuação Teste de força muscular (19)	Pontuação TRML (38)	Pontuação total (67)
	ICC	CV	MMD	P-Valor	ICC	CV	MMD	P-Valor	ICC	CV	MMD	P-Valor					
<i>Banda elástica</i>	4	3	3	5	3	3	2	5	3	3	2	5	5	5	15	26	51
<i>Halter</i>	4	4	4	5	2	3	1	5	2	3	2	5	5	5	17	23	50
<i>Polia</i>	4	3	4	5	2	4	2	5	2	4	2	5	5	3	16	26	50
<i>Dinamômetro isocinético</i>	4	3	3	5	3	3	1	5	3	3	1	5	2	1	15	24	42
<i>Dinamômetro digital</i>	3	3	3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3	14	-	-

**Legenda:** FM: força muscular; TRML: teste de resistência muscular localizada; CV: coeficiente de variação; CCI: coeficiente de correlação intraclasse; MMD: mínima mudança detectável.

## **DISCUSSÃO**

A proposta do presente estudo envolve a investigação de diversas ferramentas clínicas submetidas à uma análise de confiabilidade de seus resultados quando aplicadas como métodos avaliativos para observar a força muscular e a resistência muscular localizada. Além disso, foi analisada a demanda fisiológica exigida durante a execução do teste de resistência muscular localizado com o intuito de apresentar elementos adicionais para prescrição de exercícios com dinâmicas de carga condizentes ao estresse metabólico pretendido em diversas opções de treinamento resistido localizado. O diferencial é a observação dessas ferramentas em um design de estudo único, com a mesma amostra populacional e grupos de avaliadores. Essa opção possibilita uma melhor discussão ao eliminar as diferentes respostas que protocolos de avaliações distintos poderiam refletir.

Os principais resultados apoiam o uso de todas as ferramentas para avaliar a força muscular de rotadores externos de ombro, com destaque para a ferramenta halter que, além de apresentar uma confiabilidade excelente não necessita de uma sessão à mais de familiarização. Para a realização do teste de resistência muscular a ferramenta banda elástica foi a melhor opção avaliada, com valores de confiabilidade chegando à excelente. Por fim, considerando o perfil fisiológico do teste é observado uma predominância do sistema anaeróbio, o que reflete o tempo de execução médio do teste. Assim, uma vez que os resultados acima citados estão de acordo com cada etapa delineada nesse estudo, fez-se a opção por discutir os achados separadamente.

### **Confiabilidade do teste de força muscular máxima**

A primeira etapa do estudo verificou a confiabilidade intra-avaliadores de um novo teste de força muscular de rotadores externos de ombro. Os principais achados desta etapa sustentam a utilização das cinco ferramentas utilizadas (banda elástica, halter, polia, dinamômetro isocinético e dinamômetro digital) para realizar o teste e obter uma confiabilidade alta. Especificamente, valores de confiabilidade excelente (variando de bom à excelente) foram encontrados para as ferramentas banda

elástica, halter, polia e dinamômetro isocinético, sendo necessária a realização de uma sessão de familiarização para eliminar os vieses sistemáticos da média encontrados ( $p < 0,05$ ), exceto para a ferramenta halter, a qual apresenta o CCI acima de 0,9 (excelente) sem a necessidade de uma sessão de familiarização. O dinamômetro digital apresentou valores de CCI bom (variando de bom à excelente), podendo também representar uma boa ferramenta clínica para a avaliação da força muscular de ombro.

Os testes diagnósticos propostos até o momento para avaliar a força muscular máxima são abundantes na literatura, sendo realizados com diversas ferramentas. Um dos testes clínicos muito utilizado é o teste de 1RM, um procedimento de baixo custo considerado o padrão ouro para avaliar a força muscular em situações não laboratoriais<sup>93</sup>. No entanto, ao considerar os rotadores externos de ombro ainda há a necessidade de estabelecer parâmetros para um teste específico, uma vez que poucas ferramentas clínicas foram investigadas quanto a confiabilidade e validade de seus resultados para esse grupo muscular<sup>33,45,47,94</sup>. Dos testes propostos até o momento foram encontrados valores de confiabilidade altos, chegando muitas vezes à excelente<sup>47,94</sup>, resultado também observado neste estudo (valores de CCI variando para todas as ferramentas de 0,659 para o limite inferior até 0,980 de limite superior do intervalo de confiança).

Apesar dos altos valores de CCI encontrados no presente estudo, valores de CV relativamente altos foram encontrados (maiores que 10%). O CV é uma medida da variabilidade relativa, calculada como a razão do desvio padrão dividido pela média multiplicado por 100 para produzir uma porcentagem sem unidade<sup>95</sup>. Utilizado por facilitar a comparação entre estudos diferentes, o valor fornece quais as magnitudes das diferenças do dia a dia<sup>96</sup>. Não se sabe até o momento o quão alto um CV pode ser antes de julgá-lo aceitável. Tem sido relatado que altas intensidades reduzem CV<sup>96</sup>, valores de referência de CV% são 17%, 5-10% e 1,7% para protocolos usando 100%, 125% e 150% do consumo de oxigênio máximo (VO<sub>2</sub>max), respectivamente. Ao observar estudos que analisaram teste de força muscular encontram-se valores entre 1,4%<sup>97</sup> e 27,9%<sup>45</sup>. Os valores do presente estudo estão entre 7,79% e 20,12%, dentro do intervalo encontrado na literatura. Esses valores são extremamente

importantes para pesquisadores que desejam quantificar a precisão de seus resultados, no entanto, clinicamente não parecem ser tão relevantes, embora sua aplicação possa representar melhora na qualidade da informação de cada teste e, portanto, deveria ser incentivada.

De maneira oposta, outro valor estatístico, a MMD tem um peso clínico importante. Este valor é referido como a "menor diferença detectável", que é um índice de mudança não resultante de um erro na medição, ou seja, a "mudança real" <sup>98,99</sup>. Tal medida se aplica a uma mudança para um indivíduo e, portanto, é relevante ao avaliar uma mudança em um indivíduo em uma situação clínica<sup>100</sup>. Assim, acrescenta informações que ajudam na análise dos resultados do reteste durante um programa abrangente de reabilitação ou treinamento, ajudando assim na observação do progresso do paciente<sup>101</sup>. Os valores do presente estudo demonstram que para se constatar uma mudança real na força do indivíduo deve-se variar entre 0,81 quilos (Halter) à 2,03 quilos (Polia), 13% e 19% respectivamente, quando considerado todas as ferramentas nas sessões de teste-reteste. Contudo, deve-se ter cautela ao generalizar essa informação, apesar de serem valores interessantes que podem ser impostos como alvo de melhora clínica, há a necessidade de respeitar a condição funcional da amostra analisada, o grupo muscular e os próprios estilos de protocolos. Andersen et al., investigaram em um amostra de 50 indivíduos saudáveis (homens e mulheres) com média de idade de 36 anos $\pm$ 11,6 a validade e confiabilidade de um teste de força máxima para abdutores de ombro com uma ferramenta também utilizada no presente estudo, a banda elástica TheraBand® CLX. Os autores observaram um valor de 12,9% para constatar uma mudança clínica real. Já no presente estudo para essa mesma ferramenta foi observada uma necessidade de variação de 21% para constatar uma mudança. Assim, mesmo utilizando a mesma ferramenta e o mesmo protocolo de avaliação, o grupo muscular e a idade dos participantes, por exemplo, podem influenciar tal valor o que ressalta a cautela na extrapolação dos mesmos.

Outro fator a ser pontuado é o tipo de ação muscular utilizado para observar a força máxima entre as ferramentas. Foi utilizada a contração isométrica em todos os métodos, ainda que após a

realização de uma contração concêntrica, como ocorreu nas ferramentas banda elástica, halter e polia. A força isométrica vem sendo muito utilizada para observação da fadiga, da recuperação<sup>102,103</sup> e no controle de alterações adaptativas no treinamento<sup>104</sup>. No entanto, na prática clínica, os equipamentos utilizados para atingir essa contração apresentam limitações logísticas, seja pela portabilidade, seja pelo custo, como o dinamômetro isocinético e até mesmo o dinamômetro digital. Assim, demonstrar a confiabilidade de outras ferramentas, já presentes no meio clínico e, portanto, mais acessíveis e fáceis de utilizar, que possam também atingir tal contração, é uma informação relevante. Ainda, é essencial ressaltar que cada ferramenta apresenta uma particularidade na sua execução, o que aparentemente não trouxe perdas para o processo de observação da força muscular máxima quando observamos os valores de confiabilidade obtidos.

Uma parte importante para garantir a confiabilidade no teste de 1RM é a realização de sessões de familiarização. Alguns estudos anteriores relataram que são necessárias sessões de familiarização antes de avaliar a força máxima, a fim de evitar uma melhora na força muscular devido à melhor coordenação motora ou outras adaptações neurais<sup>105</sup>. O presente estudo observou a necessidade de uma sessão de familiarização para as ferramentas banda elástica, polia e dinamômetro isocinético ao observar a diferença estatisticamente significativa da comparação dos valores de familiarização e teste.

As escalas de percepção de esforço (OMNI-RES e BORG CR-10) e o questionário psicológico foram aplicados nas três sessões dessa etapa com o intuito de controlar a intensidade e os fatores psicológicos que poderiam afetar a realização do exercício, respectivamente. Não foram observadas diferenças entre as sessões para as questões referentes ao questionário psicológico e assim, qualquer diferença encontrada nesta etapa do estudo provavelmente não deve ser vinculada à questões psicológicas. Para as escalas aplicadas, foram observadas diferenças para a escala de percepção geral de esforço (BORG CR-10) durante as sessões de familiarização e teste para a ferramenta polia. Essa diferença estatística reflete a diferença estatisticamente significativa encontrada para os valores de força muscular nessas sessões de  $0,97 \pm 0,84$  kg,  $p < 0,001$ , o que confirma novamente a necessidade de

uma sessão de familiarização. De fato, a única ferramenta que não apresentou diferença estatisticamente significativa para os valores do teste de força máxima proposto entre as sessões de familiarização e teste foi o halter, o que reflete também as percepções similares relatadas nas escalas OMNI e BORG CR-10. Esse achado vai de encontro com outros já publicados. Andersen et al.<sup>106</sup> observaram uma relação moderada a forte entre as classificações no BORG CR-10, a carga real e os níveis de atividade muscular em exercícios com halteres, ativação semelhante com os exercícios com bandas elásticas. Tal achado pode também esclarecer outra observação deste estudo, a forte correlação encontrada entre os valores de força dos equipamentos banda elástica *versus* halter de 0,808.

Por fim, sob uma ótica clínica, acredita-se que para realizar um teste de força máxima não é necessária a mais alta tecnologia para se obter um teste confiável. Destaca-se a ferramenta halter como sendo a ferramenta com maior pontuação (Quadro 5) quando o objetivo único é de analisar a força muscular máxima. No entanto, as demais ferramentas também se mostraram como boas alternativas para obter esse diagnóstico clínico, com uma ressalva para o dinamômetro digital que se apresenta em um extrato abaixo das demais. Desta forma, sugere-se que os clínicos escolham suas ferramentas de avaliação não só interpretando as evidências científicas aqui apresentadas, mas também levando em conta a sua experiência e conveniência clínica.

### **Confiabilidade do teste de resistência muscular localizada**

A segunda etapa do estudo verificou a confiabilidade intra-avaliadores de um novo teste avaliativo de resistência muscular de rotadores externos de ombro. A necessidade de fixar parâmetros de um teste de resistência muscular localizada passa pela premissa de que uma habilidade física melhorará de forma mais eficiente quando o treinamento refletir sua especificidade<sup>107</sup>. Assim, programas de treinamento com o foco de melhora da resistência muscular devem basear suas prescrições e avaliações com testes específicos dessa habilidade. Os principais achados desta etapa sustentam a utilização das quatro ferramentas utilizadas (banda elástica, halter, polia e dinamômetro

isocinético) para realizar o teste e obter uma confiabilidade moderada à boa quando consideradas porcentagens distintas para cada ferramenta. Para as ferramentas banda elástica e polia, a porcentagem de 80% da força máxima apresentou melhores resultados para a realização do teste, já para o halter e dinamômetro isocinético 90% da força máxima é a melhor carga. Ainda, dentre as ferramentas, a banda elástica se destaca por ser a única a apresentar valores de confiabilidade variando até o extrato excelente para ambas as variáveis analisadas, tempo e repetição.

Alguns pontos devem ser elucidados nessa seção e discutidos para um melhor entendimento. O primeiro ponto refere-se ao protocolo utilizado para observar a habilidade de resistência muscular, o que envolve as variáveis de tempo e repetição observadas, as cargas propostas e os valores estatísticos referentes ao teste. Posteriormente é interessante expor a literatura atual para as ferramentas utilizada destacando a superioridade da ferramenta banda elástica além de discutir a mecânica desta e suas possíveis influências nas melhores repostas encontradas. Por fim, levantar a aplicabilidade do teste e das ferramentas é interessante considerando ser um estudo direcionado para a prática clínica.

O primeiro ponto remete ao protocolo utilizado no presente estudo. Optou-se por não estipular um tempo fixo ou número de repetições para declarar o fim do exercício, mas sim fixar uma carga, por meio da porcentagem da força máxima e observar o teste até a exaustão individual. Tal opção pode ser válida para avaliar essa habilidade específica, pois o desempenho para realizar o número máximo de repetições em uma determinada porcentagem da força máxima, pode ser influenciada por alguns pontos, como a característica do atleta<sup>108</sup>, explicada pelas adaptações de treinamentos contrastantes exigidas por cada esporte, e até mesmo a massa muscular envolvida<sup>109,110</sup>. Assim, não utilizar o fator tempo como variável de interrupção do teste parece ser uma escolha interessante.

A escolha por considerar um valor fixo (70%, 80% ou 90% da força muscular individual) parece ser mais fácil e mais adequada quando se considera, por exemplo, as prescrições de exercícios

de treinamentos que são baseados muitas vezes em cargas semelhantes<sup>111-113</sup> além de considerar o importante papel que a intensidade do exercício parece ter nas adaptações fisiológicas e biomecânicas<sup>114,115</sup>. No entanto, ao redirecionar o olhar para o teste avaliativo, a não fixação desses parâmetros podem refletir em uma confiabilidade menor comparado à protocolos que não utilizam tempo e/ou repetição fixas<sup>116</sup>. O mesmo ocorre quando comparado à testes de força máxima, os quais são menos afetados por fatores psicológicos, como o tédio e a motivação para realizar testes mais longos<sup>116</sup>, o que reflete os resultados do presente estudo, em que os valores de CCI são mais altos nos testes de força quando comparado aos valores de CCI dos testes de resistência. Sendo o menor valor de CCI encontrado nos testes de força de 0,857 (0,756;0,918) para a ferramenta dinamômetro digital, muito próximo do maior valor de CCI encontrado nos testes de resistência [0,856 (0,751;0,919) – banda elástica variável tempo à 80% da força máxima].

O CV também é influenciado pelos mesmos motivos acima citados que influenciam o exercício de resistência muscular, e por isso tem sido mostrado que protocolos baseados em testes de tempo até a exaustão, sem tempo pré-definido, tipicamente apresentam  $CV > 10\%$ <sup>96,117</sup>. Os CV do presente estudo variaram de 18,92% à 32,61% para variável tempo e, 19,04% à 29,66% para variável repetição. Dos poucos estudos que observam a habilidade de resistência muscular e que citam tal valor estatístico, desconsiderando agora o grupo muscular, observaram uma variedade entre 8,82%<sup>30</sup> à 14,9%<sup>118</sup>, sendo valores mais baixos do que apresentados no presente estudo. Novamente, reitera quanto ao não conhecimento de um valor fixo para ser considerado aceitável, assim como a não utilização para fins clínicos até o momento, e sim apenas para comparações dos dados entre estudos, por ser uma medida sem unidade.

Considerando o valor de MMD, ao analisar as porcentagens com melhores resultados de confiabilidade em cada ferramenta (80% da força máxima para polia e halter e 90% para banda elástica e dinamômetro isocinético), há uma variação muito próxima desse valor estatístico para as ferramentas banda elástica, polia e halter (11,71; 10,31 e 10,45 segundos e 6,1; 5,03 e 6,01 número de repetições).

O dinamômetro isocinético apresentou valores maiores para ambas as variáveis, 18,58 segundos e 10,15 repetições. Se considerarmos a demanda metabólica do teste que será discutido posteriormente, uma melhora considerada real na ferramenta dinamômetro isocinético pode refletir uma mudança de contribuição dos sistemas aeróbio e anaeróbio, e tal fato pode distanciar o teste dessa ferramenta com as demais em algum momento. Salienta-se mais uma vez a necessidade de uma moderação na extrapolação desse valor, sendo necessário considerar alguns pontos como a característica funcional da amostra, o protocolo do teste, a ferramenta e o grupo muscular a ser investigado. Como exemplo, cita-se um estudo<sup>36</sup> que utilizou a mesma ferramenta (banda elástica – TheraBand CLX®), com uma população saudável e com o intuito de observar a resistência dos abdutores de ombro ao realizar um teste até a exaustão com uma carga que representou em média 76% da força máxima individual, porcentagem próxima das utilizadas no presente estudo. Os autores observaram a necessidade de variação de 13,5 segundos (20%) para certificar-se de uma mudança real. Já no presente estudo, há uma necessidade de melhora de 11,72 segundos (38% de variação) quando realizado à 80% da força máxima (porcentagem que apresentou melhor confiabilidade dos valores).

O segundo ponto dessa discussão refere-se a superioridade da ferramenta banda elástica para realização do teste de resistência muscular localizada para rotadores externos de ombro apresentando uma confiabilidade de boa à excelente [CCI variável tempo: 0,856 (0,751;0,919) e CCI variável repetição: 0,856 (0,765; 0,924)]. A resistência elástica é muito utilizada em clínicas e se tornou popular por razões de segurança, fácil portabilidade e manuseio e baixo custo<sup>27</sup>. Fortes evidências científicas dessa ferramenta começaram a aparecer nos últimos anos, atestando sua eficácia em diversos desfechos, como melhora na força isométrica de flexão de quadril<sup>119</sup>, melhora de 40% na dor no pescoço/ombro em trabalhadores após semanas de treino<sup>120</sup> e por induzirem altos níveis de atividade muscular<sup>46,106,121</sup>. Uma metanálise de 2019<sup>122</sup>, teve como objetivo comparar os efeitos do treinamento resistido com dispositivos elásticos (tubos e bandas elásticas) *versus* dispositivos convencionais (peso máquinas e halteres) sobre o resultado força muscular. Foram incluído 7 estudos

analisados quanto ao ganho de força para membro superior e inferior. Os autores concluíram que o treinamento de resistência elástica é capaz de promover ganhos similares a força no treinamento com resistência convencional para ambos segmentos corporais.

Ao analisar os estudos de validade e confiabilidade de testes de resistência muscular realizados nessa ferramenta apenas três estudos<sup>30,34,36</sup> sobre nosso conhecimento foram publicados até o momento, e nenhum refere-se à rotação externa de ombro. Manor et al.<sup>34</sup> compararam a resistência de flexão do cotovelo em um exercício realizado durante 30 segundos utilizando bandas elásticas, halteres e um teste de força máxima no dinamômetro isocinético que consistiu de 3 repetições máximas à 30°/s. Autores observaram uma correlação ( $r$ ) entre os exercícios de resistência nas bandas elásticas vs halteres de  $r = 0,62$ ,  $P < 0,01$  e uma correlação do teste na banda elástica vs dinamômetro isocinético de  $r = 0,46$ ,  $P < 0,01$ . Além disso, autores investigaram a confiabilidade teste-reteste com uma semana de intervalo para o teste de banda elástica e observaram uma alta confiabilidade ( $CCI = 0,89$ ). O tempo do exercício do protocolo de Manor et al.<sup>34</sup>, é próximo do utilizado pelos participantes desse estudo para atingir a exaustão individual nas porcentagens com mais altas confiabilidades (80% e 90%), considerando principalmente as ferramentas halter (21,7 segundos – Sessão de teste – Porcentagem de 90%), banda elástica (30,07 segundos – Sessão de teste – Porcentagem 80%), e polia (32,07 segundos – Sessão de Reteste – Porcentagem 80%). A ferramenta dinamômetro isocinético é a que mais se distancia com valor médio de 42,6 segundos (Sessão de Reteste – Porcentagem de 90%).

Lopes et al.<sup>30</sup> tiveram como objetivo analisar a confiabilidade de um teste de resistência muscular dos extensores do joelho com tubos elásticos, e assim como o presente estudo não fixaram tempo nem repetição para finalizar o teste com o intuito de respeitar o princípio da individualidade biológica dos participantes. Os autores observaram confiabilidade moderada para todas as variáveis [Tempo:  $CCI = 0,66$  (0,50; 0,76); Repetição  $CCI = 0,61$  (0,46; 0,73); e Ritmo  $CCI = 0,52$  (0,35; 0,67)]. Um dos pontos destacados pelos autores que pode ter influenciado negativamente os resultados é a

ausência de ritmo linear durante o teste e conseqüentemente as alterações da velocidade do exercício, controle que foi realizado no presente estudo por meio do uso do metrônomo. Ressalva que os grupamentos musculares se diferem muito com relação a produção de força do presente estudo, o que pode influenciar as comparações feitas.

Micheletti et al.<sup>36</sup> propuseram a observação da confiabilidade de um teste de resistência muscular até a exaustão para a abdução de ombro com Banda elásticas TheraBand® CLX. Assim como Lopes et al., e o presente estudo, a não fixação de um tempo e/ou número de repetições foi uma escolha visando não superestimar ou subestimar o participante ao fixar parâmetros que podem refletir de forma diferente ao considerar a exaustão individual como foco. Os achados apresentaram valores de confiabilidade altos para tempo 0,834 (0,673;0,920), repetição 0,776; (0,572;0,890) e trabalho total 0,893 (0,630;0,972).

As demais ferramentas utilizadas nesse estudo também se mostraram como boas alternativas clínicas para realizar o teste de resistência muscular para rotadores externos de ombro. O halter e a polia ficaram em um extrato de confiabilidade moderada (CCI de tempo e repetição de 0,678 e 0,733 para o halter, e 0,628 e 0,607 para a polia, respectivamente), e o dinamômetro isocinético com extrato de confiabilidade boa (CCI de tempo e repetição de 0,770 e 0,759, respectivamente).

O halter e a polia são ferramentas muito utilizadas em clínicas mas com poucas evidências científicas como método de avaliação, incluindo para os músculos de rotação externa de ombro<sup>40,45,47</sup>. Para ambas as ferramentas não foram encontrados estudos que avaliem a confiabilidade de teste de resistência muscular desse complexo muscular. No entanto, alguns testes de fadiga já foram propostos para essas ferramentas, como o estudo de Joshi et al.<sup>123</sup> os quais tiveram como objetivo observar o efeito da fadiga dos músculos rotadores externos por meio da eletromiografia para observar a cinemática escapular. O teste de fadiga proposto foi realizado com os participantes deitados em uma mesa ajustável, o ombro posicionado à 90° de abdução com o movimento ocorrendo em uma amplitude de rotação externa de 0° a 75° utilizando o halter (25% da força máxima). Assim como o

presente estudo foi utilizado um metrônomo e o teste era finalizado se o participante não conseguisse continuar o exercício ou não conseguisse acompanhar o metrônomo. O participante então descansava 30 segundos e o exercício era repetido até um mínimo de 5 séries e até que o número de repetições fosse inferior a 50% das repetições realizadas durante a primeira série. Melchiorri e Rainoldic<sup>46</sup> propuseram um teste de exaustão na máquina de peso pelo sistema de polias com 70% da força máxima realizado dinamicamente (concêntrico-excêntrico). Os autores também utilizaram um metrônomo para controlar a velocidade média e consideraram os mesmos critérios de interrupção do presente estudo, não atingir a amplitude de movimento correta, não manter o tempo do metrônomo e compensações de movimentos.

Para o presente estudo, os testes com essas duas ferramentas foram realizados com diferenças importantes na posição para as medições que merecem ser esclarecidas, mas que parece não afetar a confiabilidade dos resultados entre elas. Para o sistema de halter, o peso atua como resistência e sua direção de força atua para baixo (gravidade), enquanto na polia altera a direção da força das pilhas de pesagem. A opção da escolha da posição de decúbito lateral utilizada para o teste com a ferramenta halter foi tomada pelo fato de que ao realizar a medição por meio do halter na mesma posição das medições da polia, ou seja, posição em pé, a musculatura do complexo do ombro inteiro teria que trabalhar isometricamente para manter o peso contra a gravidade antes que os rotadores do ombro realizassem trabalho isotônico e isso poderia refletir em respostas muito discrepantes. Opção similar foi realizada em estudo prévio<sup>47</sup>. Ainda, o estudo de Reinold et al.<sup>124</sup> investigou a ativação muscular do músculos infraespinhoso, redondo menor, supraespinhoso e deltóide médio e posterior durante um exercício de 10 repetições com o halter. Diferentes posições foram propostas e considerando a posição utilizada no presente estudo (decúbito lateral com o braço a 0° de abdução), valores de CCI altos para teste-reteste no mesmo dia foram encontrados, variando de 0,81 (infraespinhoso) à 0,97 (deltóide médio). Além disso, os autores constataram que esse posicionamento produziu a maior quantidade de atividade eletromiográfica para os músculos redondo menor e

infraespinhoso, podendo contribuir para a tomada de decisão clínica dependendo do objetivo da avaliação, do programa de treinamento e/ou reabilitação ao considerar a utilização desses músculos específicos.

Ainda com relação ao posicionamento, agora sem discriminar as ferramentas, foi optado pela utilização de uma toalha entre o cotovelo e o corpo. Tal opção se baseia no fato de que exercícios de rotação externa visam fortalecer o músculo infraespinhoso, principal músculo rotador externo, e o uso da toalha poderia estabilizar o braço na lateral do corpo e reduzir potencialmente a translação superior da cabeça do úmero<sup>125,126</sup>, além de minimizar a ativação do músculo deltóide durante o exercício de rotação do ombro o que parece ser importante, proporcionando uma ativação mais isolada do músculo infraespinhoso<sup>125,127</sup>. O estudo de Sakita et al.<sup>128</sup> constatou que a utilização da toalha durante o exercício afeta a ativação muscular de alguns músculos, como a diminuição da ativação do deltóide médio.

O aparelho dinamômetro isocinético apresentou valores de moderada à boa confiabilidade. Alguns testes de fadiga já foram propostos na literatura com essa ferramenta para os músculos rotadores externos, como o estudo de Ellenbecker et al.<sup>129</sup>, em que utilizaram a velocidade de 300 %/s com um protocolo composto por 20 contrações concêntricas de esforço máximo de rotação externa e interna. Os autores calcularam uma taxa de fadiga relativa por meio da divisão do trabalho nas últimas 10 repetições pelo trabalho nas 10 primeiras, no entanto os autores não observaram a confiabilidade do teste. Sobre o nosso conhecimento apenas um estudo<sup>57</sup> até o momento objetivou estabelecer um protocolo confiável para avaliação objetiva da resistência muscular de rotadores externos e internos de ombro. O protocolo de resistência proposto pelos autores foi realizado no aparelho Biodex modo isotônico, com a realização de 60 repetições contínuas de rotação externa e interna na resistência ajustada em 50% do pico de torque de cada indivíduo à velocidade de 60°/s. Os valores de confiabilidade encontrados para as medidas realizadas (média da velocidade de pico, trabalho total, e fadiga no trabalho) variaram de 0,96 a 0,83 para a rotação externa.

Estudos que realizaram comparações entre ferramentas interpretando as diferenças nos padrões de atividade muscular apresentaram algumas informações relevantes para esclarecer essa superioridade da ferramenta banda elástica. Nesse processo algumas diferenças biomecânicas na execução dos exercícios e seus efeitos neuromusculares devem ser levadas em consideração.

Melchiorri e Rainoldi<sup>46</sup> observaram uma superioridade da ferramenta banda elástica na ativação muscular, quando comparado à aparelhos convencionais. Os participantes foram submetidos à um teste até a exaustão realizando uma contração concêntrica-excêntrica à 70% da força máxima com tubos TheraBand® adaptados em uma máquina de peso, ou as placas de peso tradicionais na mesma máquina. Antes e imediatamente após o teste de exaustão foi realizado o teste de CIVM e um teste isométrico fatigante de 60 segundos de contração à 70% do CIVM para observar a atividade elétrica do músculo. Os autores observaram uma melhor velocidade de condução das fibras musculares no início do teste de fadiga isométrico (12%) após o teste de exaustão com banda, consequência do maior recrutamento de unidades motoras mais rápidas. Além disso, os autores confirmam que as contrações realizadas com o uso do elástico parecem exigir maior ativação muscular por meio do método de eletromiografia.

A maior ativação muscular nessa ferramenta pode ser explicada pela razão simétrica entre as fases de contração concêntricas e excêntricas durante o exercício quando comparada por exemplo à máquina de polia que apresenta uma assimetria entre as duas fases de contração (valor excêntrico aproximadamente metade do valor concêntrico)<sup>43</sup>, computando um componente excêntrico maior durante os exercícios de resistência elástica. Esse fato pode refletir um efeito metabólico relativamente maior do dispositivo elástico o que pode estar relacionado às condições isquêmicas transitórias induzidas durante a contração (aumento de metabólitos, falta de oxigênio entre outros)<sup>130</sup>.

Diferente do estudo citado acima, Teles et al.<sup>131</sup>, investigaram exercícios de flexão de cotovelo realizados com resistência elástica e polia em um trabalho de exaustão utilizando 30% da contração máxima individual e não observaram diferenças significativas para ativação muscular. No

entanto, o estudo possui um tamanho amostral de dez sujeitos. Sem cálculo amostral para identificar o poder do teste não é possível inferir sobre a magnitude exata do dado apresentado.

Exercícios com resistência elástica parecem ainda resultar em um maior controle motor<sup>132</sup>, o que pode estar relacionado às modificações contínuas da resistência durante o exercício (variação no comprimento da banda) exigindo uma adaptação constante, o que, quando associado novamente ao componente excêntrico deve exigir ao sistema nervoso central um aumento da sensibilidade ao reflexo de estiramento<sup>133</sup> e um aumento da atividade neural central<sup>134</sup>.

Os efeitos citados até o momento, podem ainda ser reforçados ao observar a comparação da ferramenta elástica com estudos que investigam exercícios com contrações isométricas. Grosprêtre et al.<sup>135</sup> investigaram a fadiga neuromuscular por meio de alterações da CIVM, após um exercício de faixa elástica em comparação com um exercício isométrico para flexores plantares. Os autores constataram uma diminuição maior na CIVM com bandas elásticas, maior diminuição dos reflexos H normalizados e diminuição significativa da onda V normalizada apenas após exercício com bandas, o que reflete tanto a excitabilidade reflexa quanto a inibição pré-sináptica dos aferentes, ou seja, processos supra espinhais<sup>136</sup>. Os autores concluem que a ferramenta banda elástica tem um poder maior para causar fadiga e esse resultado pode ser atribuído à natureza dinâmica do exercício de faixa elástica em comparação às contrações isométricas.

Nessa etapa foi utilizado como controle a análise da força muscular máxima por meio do dinamômetro digital antes e após a bateria de testes de resistências em cada sessão, o questionário psicológico e as escalas de percepção de esforço (OMNI-RES e BORG CR-10). Não foram observadas diferenças para força muscular máxima e no questionário psicológico. Para as escalas, algumas diferenças foram constatadas e ao considerar apenas as porcentagens com maior confiabilidade que são as propostas para o uso clínico a partir desse estudo, diferenças para a percepção local de esforço (OMNI-RES) entre o teste e reteste para a banda elástica (porcentagem de 80%), e diferenças para a percepção de esforço geral (BORG CR-10) entre o teste e reteste para a polia (porcentagem de 80%)

foram observadas. A escala de BORG CR-10 parece ser uma ajuda útil para responder quanto a intensidade do exercício<sup>106,137</sup>. Um fator que pode ter contribuído para as diferenças encontradas, é o valor do suporte oferecido pela máquina e o atrito sobre as guias, as quais não foram levadas em consideração durante o cálculo da resistência<sup>138</sup>, e assim no somatório final de cada exercício um número pequeno de repetição pode resultar em diferentes percepções do participante no fim do exercício. As diferenças encontradas na escala OMNI para o teste na ferramenta banda elástica podem estar relacionadas à própria biomecânica do método de aferição, onde a cada repetição, mudanças mínimas no alongamento da banda poderia refletir níveis de resistência externa diferentes<sup>139</sup>, além de aumentar a realização da duração das contrações excêntricas altamente solicitadas nessa ferramenta<sup>43</sup> e assim, mesmo sem diferir o tempo do teste significativamente poderia aumentar o esforço percebido local ao considerar o número de repetições realizadas. Este comportamento da percepção de esforço em relação ao número de repetições é possível de ser explicado, sobretudo pelo fato de que maior quantidade de trabalho (repetições e/ou cargas) pressupõe maior percepção de esforço<sup>140</sup>.

Vale ressaltar que apesar dessas diferenças, os escores de esforço auto referidos pelos participantes indicaram um nível de esforço entre forte e muito forte (BORG CR-10) e um pouco difícil e difícil (OMNI-RES). Portanto, podemos considerar que o protocolo de resistência proposto não apenas resultou em exaustão do ombro, mas fez com que os indivíduos percebessem um aumento no esforço auto relatado.

Por fim, vale considerar também a aplicabilidade clínica das ferramentas. Como exposto, a ferramenta banda elástica apresenta-se como a melhor ferramenta para a realização do TRML quando considerado a análise da confiabilidade relativa (CCI). No mesmo critério, em segundo cita-se o dinamômetro isocinético. No entanto, quando pensamos em uma tomada de decisão clínica deve-se levar em conta outros fatores. No quadro 5 proposto nesse estudo, observa-se uma pontuação total no TRML equivalente para as ferramentas banda elástica e polia, contudo ao adicionar fatores como a facilidade e o preço do equipamento a ferramenta banda elástica se destaca. Por fim, como já citado,

ressalta aos clínicos a necessidade de levar em conta os achados do presente estudo, além de sua experiência clínica com as ferramentas para uma tomada de decisão mais precisa.

### **Perfil fisiológico do teste de resistência muscular localizada**

A terceira etapa do estudo observou a resposta fisiológica do teste realizado com cada ferramenta. A opção de observar a resposta fisiológica geral de energia de um exercício localizado está relacionada ao conhecimento sobre o que o teste representa para o corpo em geral e não a maneira como um conjunto específico de músculos responde ao teste. Acreditamos que esses achados podem fornecer uma melhor base científica para interpretação clínica de como o sujeito é afetado por esse estresse específico, o que posteriormente pode ser utilizado por fisioterapeutas e/ou profissionais da saúde como base de suas prescrições de sessões em treinamentos ou reabilitações. Os principais achados dessa etapa demonstraram uma contribuição anaeróbia significativamente maior do teste comparada à contribuição aeróbia, com exceção do teste realizado com a ferramenta halter que não apresentou diferença estatisticamente significativa entre as contribuições.

Considerando que diferentes variáveis como tempo de exercício, intensidade e volume podem estressar metabolismos específicos, entender o balanço energético em exercícios distintos é importante como forma de avaliação<sup>141</sup>. Para observar a energia desprendida no presente estudo calculamos o parâmetro aeróbio por meio da integral do consumo de oxigênio durante o esforço<sup>142</sup>, e o parâmetro anaeróbio determinado pelo componente rápido do consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC)<sup>86</sup>. Por meio desses valores obteve-se a contribuição em percentual e kcal de cada sistema envolvido.

Estudos vem utilizando esse método de medição das demandas fisiológicas em diferentes tipos de esforço, mais especificamente em gestos esportivos, como em nadadores<sup>143,144</sup>, corredores<sup>145</sup> e mesa-tenistas<sup>146</sup>. O intuito é de observar qual metabolismo melhor responde a demanda de tal exercício. Kalva-Filho *et al*<sup>144</sup>. investigaram a via metabólica em 22 nadadores com os objetivos de

observar a relação entre os parâmetros aeróbicos e anaeróbicos com o desempenho do nado crawl em 400m e estabelecer a variável que representa melhor desempenho de longa distância na natação. Após análise específica, os autores observaram que os índices aeróbicos estão relacionados com 85% do desempenho. No estudo de Alves et al.<sup>147</sup> foram investigados parâmetros fisiológicos em jogos simulados de golbol com o esforço caracterizado como intermitente de alta intensidade. O desempenho do atleta baseou-se na predominância do metabolismo aeróbico, com as ações determinantes sendo fornecidas pelo metabolismo anaeróbico alático. Campos et al.<sup>143</sup> investigaram 14 nadadores em exercícios com diferentes distâncias (50, 100, 200, 400 e 800 metros). Por meio dos resultados obtidos os autores concluíram que uma maior contribuição anaeróbica (lática e alática) foi observada nas distâncias de 200 e 400 metros, excluindo exercícios de duração mais longas (800 metros) em que a performance não se correlacionou com parâmetros anaeróbicos. Os autores explicam que a maior contribuição das distâncias de 200 e 400 metros comparada à 50 e 100 metros pode indicar que o tempo gasto em esforço de alta intensidade pode contribuir para essa contribuição.

A partir dessas análises há a possibilidade de discutir a implementação de estratégias de treinamento considerando uma carga adequada à demanda do exercício estudado. Tal cenário tem potencial para extrapolação e o âmbito clínico pode ser o alvo. Até o momento, a investigação da demanda fisiológica em exercícios locais já foi realizada, no entanto com intuítos distintos, como analisar o efeito de diferentes intervalos de repouso nas respostas metabólicas<sup>148</sup>, comparar diferentes ordem sequenciais de exercícios<sup>149</sup>, observar as diferenças de gastos energéticos entre os gêneros<sup>150</sup> entre outros objetivos. Nesse contexto, este estudo é caracterizado com o primeiro, sobre o nosso conhecimento, no qual um exercício local tenha seu perfil caracterizado com informações descritivas importantes da contribuição de cada sistema fisiológico.

O exercício escolhido foi a rotação externa de ombro, muito trabalhada em programas de reabilitações e treinamentos, e considerando a literatura atual quanto aos gastos energéticos vinculados à duração de um exercício e ao analisar o teste proposto (que teve duração média de 30 segundos)

pode-se afirmar que o perfil do teste é predominantemente anaeróbio em todas as ferramentas utilizadas, com poder estatisticamente significativo para as ferramentas banda elástica, polia e dinamômetro isocinético. Segundo Wells et al.<sup>151</sup>, o primeiro substrato energético utilizado em um exercício de alta intensidade é o sistema de fosfato de alta energia (também conhecido sistema anaeróbio alático), que envolve os substratos adenosina trifosfato (ATP) e fosfocreatina (CP) e pode fornecer energia para os músculos nos primeiros 15 segundos em exercícios de alta intensidade. Entretanto, as concentrações iniciais de fosfatos de alta energia no músculo são limitantes, e uma vez esgotados, a ressíntese de ATP deve ocorrer por meio da glicólise anaeróbia em casos de exercícios intensos com duração acima de 15 segundos até três minutos. Esse processo pode promover o acúmulo de lactato, pois quando a taxa de trabalho muscular é alta, o piruvato é convertido no ácido láctico. Após um período de 75 segundos, o metabolismo aeróbico torna-se predominante<sup>152</sup>.

Como já citado, esse método de análise e interpretação da demanda fisiológica ainda não foi aplicada em exercícios locais e assim a comparação com estudos que realizaram a investigação dos mesmos parâmetros de forma isolada ou sobre outras perspectivas como já apresentado é a saída. Brentano et al.<sup>153</sup> realizaram um estudo com uma ideia semelhante com a do presente estudo. O intuito dos autores foi de observar o gasto energético em um treinamento de força com a disposição do exercício (super conjuntos) sendo distinta. 20 homens foram divididos em dois grupos para realizar quatro exercícios (dois de membro superior e dois de membro inferior), sendo que um grupo realizou exercícios para o mesmo grupo muscular em sequência e um com exercícios para o mesmo grupo muscular realizado separadamente. Os autores coletaram dados referentes à captação de oxigênio (basal, exercício e pós-exercício) e concentração de lactato (basal e imediatamente pós-exercício) em um design semelhante ao utilizado neste estudo. Os autores concluíram que a ordem do exercício durante uma sessão típica de treinamento de força não afeta o gasto energético total de homens fisicamente ativos, considerando os valores obtidos durante e após o exercício. Assim, os autores ainda afirmam que a manipulação dessa variável parece ter pouco significado para prescrição dentro desse

cenário. A partir disso é possível observar que pesquisadores estão começando a se atentar não só a parâmetros funcionais para prescrições de treinos localizados, mas também em parâmetros fisiológicos.

Outro fator fisiológico analisado no presente estudo é o consumo de oxigênio que representa não apenas o gasto de energia aeróbica durante o exercício, mas também o gasto de energia anaeróbica alática. Acredita-se que durante a fase inicial do período de recuperação de um exercício o restabelecimento dos estoques da ATP-CP ocorre por processos metabólicos que dependem do VO<sub>2</sub> e assim é possível estimar a contribuição anaeróbia alática<sup>154,155</sup>. Já a contribuição aeróbia é dada pelo consumo de oxigênio durante todo o teste<sup>85</sup>. Apesar do sistema aeróbio se tornar predominante após 75 segundos de exercício de alta intensidade contínuo, após 20 segundos de exercício realizado na intensidade máxima, a contribuição aeróbica é superior a 20%<sup>156</sup>. Esses dados quantitativos parecem representar bem a característica do teste proposto, em que um teste de duração entre 30-40 segundos foi observado em torno de 28-40% de contribuição aeróbia no exercício. Diferenças entre os sistemas metabólicos aeróbio e anaeróbios foram observados nos testes com as ferramentas banda elástica, polia e dinamômetro isocinético, com predominância dos sistema anaeróbio (soma contribuições anaeróbia lática e alática). O halter foi a única ferramenta em que essa diferença não foi estatisticamente significativa. O porque ainda não é claro uma vez que o tempo despendido para realização do exercício foi o menor ( $33,85 \pm 9,99$ ). No entanto, algumas hipóteses podem ser levantadas, como o fato da resistência da gravidade imposta que pode ter resultando em maior esforço, menor tempo de exercício e um maior consumo de oxigênio durante a realização deste. Além disso, o posicionamento deitado pode ter afetado a cinética do VO<sub>2</sub>, uma vez que posições corporais podem alterar as taxas de ventilação-perfusão<sup>157,158</sup> ao determinar o grau da gravidade que atua nos sistemas cardiovascular e cardiopulmonar, bem como na circulação sanguínea e no transporte de oxigênio ideais<sup>159</sup>. Estudo já demonstrou diferenças entre posições sentadas e deitadas<sup>160</sup>.

Nesta etapa do estudo foi investigado também algumas variáveis relacionadas à propriedades mecânicas do músculo por meio do equipamento MyotonPRO, sendo o tônus e a rigidez muscular mais investigadas atualmente<sup>161-165</sup>. O intuito do uso desse equipamento nesse estudo foi a monitorização dos valores após um teste de resistência muscular localizada. Escolhemos o músculo deltóide nas suas três porções como forma de controle da sua ativação<sup>161</sup> uma vez que uma menor ativação desse músculo poderia resultar em uma melhor e mais isolada ativação do principal rotador externo, o músculo infra espinhoso<sup>125</sup>. A variável rigidez muscular é determinada como uma razão da força de choque mecânica baixa (transmitida através do final do teste para a superfície da pele sobrejacente ao músculo testado e não induzindo a atividade do reflexo muscular) até a profundidade da deformação tecidual<sup>163</sup>. Essa variável vem sendo altamente associada com os níveis de ativação muscular<sup>161</sup>. Os dados do presente estudo não apresentaram nenhuma diferença para essa variável considerando os testes realizados em todas as ferramentas e para todas as porções do músculo deltóide, o que pode caracterizar o teste como altamente controlado quando se diz respeito ao músculo que se quer atingir.

Para finalizar, enfatiza-se a necessidade de um olhar fisiológico dos testes diagnósticos propostos considerando as respostas obtidas em diferentes ferramentas clínicas. Esse processo possibilita uma tomada de decisão clínica baseada em elementos adicionais e assim, torna mais efetiva a avaliação e conseqüentemente o tratamento ou treinamento que se pretende realizar.

O presente estudo tem limitações e pontos fortes a serem citados. Cita-se como limitação a ausência de uma ferramenta que analisasse a maturação dos participantes, uma vez que a idade variou de 12 à 30 anos e ambos os gêneros foram incluídos, o que poderia afetar no entendimento das escalas e questionários e até mesmo na performance<sup>166</sup>. Outra limitação é análise do consumo de oxigênio uma vez que esse tipo de análise deve ser extremamente controlada e qualquer alteração pode resultar em mudanças. Brentano et al.<sup>153</sup> cita o exercício de força e suas condições como um exemplo onde a captação do oxigênio pode não representar o gasto energético total, consequência da oclusão do fluxo

sanguíneo gerado por contrações musculares mais intensas, retenção de ar, presença de déficit de oxigênio devido a rápida execução do exercício, apneias inconsistentes, entre outros aspectos. Um potencial ponto positivo do estudo é a alta relevância prática e a fácil realização dos testes propostos. Além disso, sobre o nosso conhecimento esse é o primeiro estudo a investigar mais de três ferramentas clínicas distintas em um mesmo design e considerar a representação fisiológica dos testes propostos, o que fornece elementos importantes na literatura. Estudos futuros devem expandir a observação da confiabilidade para diferentes músculos, populações e ferramentas.

## **CONCLUSÃO**

Em conclusão, o teste de força muscular do ombro tem excelente confiabilidade ao utilizar as ferramentas banda elástica, polia, halter e dinamômetro isocinético sendo indicado com a realização de uma sessão de familiarização, exceto o teste no halter, o qual pode ser realizado sem uma sessão prévia para familiarização. Ao considerar o teste de resistência muscular sugere-se realização com diferentes cargas para obtenção de valores mais confiáveis. Para as ferramentas banda elástica e polia sugere-se a utilização de 80% da força máxima, e para as ferramentas halter e o dinamômetro isocinético sugere-se aplicar o teste à 90% da força muscular, apresentando uma superioridade da ferramenta banda elástica ao considerar valores estatísticos (confiabilidade relativa) e fatores externos como facilidade e preço do equipamento. Adicionalmente, o teste apresenta contribuição anaeróbica (lática e alática) significativamente mais alta do que a contribuição aeróbica para todas as ferramentas com exceção do halter, informação importante para escolha da ferramenta e do teste dependendo do objetivo do tratamento.

## REFERÊNCIAS

1. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(3):687-708. doi:10.1249/MSS.0b013e3181915670
2. Andersen LL, Vinstrup J, Jakobsen MD, Sundstrup E. Validity and reliability of elastic resistance bands for measuring shoulder muscle strength. *Scand J Med Sci Sports.* 2017;27(8):887-894. doi:10.1111/sms.12695
3. Frisiello S, Gazaille A, O'Halloran J, Palmer ML, Waugh D. Test-retest reliability of eccentric peak torque values for shoulder medial and lateral rotation using the Biodex isokinetic dynamometer. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1994;19(6):341-344. doi:10.2519/jospt.1994.19.6.341
4. 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;36(4):357-364. doi:10.1080/02640414.2017.1307439
5. Rabelo M, Fachin-Martins E. Inter-rater and test/retest reliabilities of the isokinetic measurements: assessing strength and endurance of the trunk muscles in two different protocols for able-bodied and post-stroke hemiparesis. *Top Stroke Rehabil.* 2018;25(6):424-431. doi:10.1080/10749357.2018.1481568
6. Guex K, Daucourt C, Borloz S. Validity and reliability of maximal-strength assessment of knee flexors and extensors using elastic bands. *J Sport Rehabil.* 2015;24(2):151-155. doi:10.1123/jsr.2013-0131
7. Sullivan SJ, Chesley A, Hebert G, McFaul S, Scullion D. The validity and reliability of hand-held dynamometry in assessing isometric external rotator performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1988;10(6):213-217.
8. Taylor JD, Fletcher JP. Correlation between the 8-repetition maximum test and isokinetic dynamometry in the measurement of muscle strength of the knee extensors: A concurrent validity study. *Physiother Theory Pract.* 2013;29(4):335-341. doi:10.3109/09593985.2012.727529
9. Marmon AR, Pozzi F, Alnahdi AH, Zeni JA. THE VALIDITY OF PLANTARFLEXOR STRENGTH MEASURES OBTAINED THROUGH HAND-HELD DYNAMOMETRY MEASUREMENTS OF FORCE. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(6):820-827.
10. Benaglia PG, Franchignoni F, Ferriero G, Zebellin G, Sartorio F. [Reliability and validity of the analysis of hand grip and pinch force in isometric and isokinetic conditions]. *G Ital Med Lav Ergon.* 1999;21(1):20-24.
11. Knudson D. The validity of recent curl-up tests in young adults. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):81-85.
12. Lund H, Søndergaard K, Zachariassen T, et al. Learning effect of isokinetic measurements in healthy subjects, and reliability and comparability of Biodex and Lido dynamometers. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2005;25(2):75-82. doi:10.1111/j.1475-097X.2004.00593.x
13. Li RC, Jasiewicz JM, Middleton J, et al. The development, validity, and reliability of a manual muscle testing device with integrated limb position sensors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(3):411-417. doi:10.1016/j.apmr.2005.11.011
14. Verdijk LB, van Loon L, Meijer K, Savelberg HHCM. One-repetition maximum strength test represents a valid means to assess leg strength in vivo in humans. *J Sports Sci.* 2009;27(1):59-68. doi:10.1080/02640410802428089

15. Janssen JC, Le-Ngoc L. Intratester reliability and validity of concentric measurements using a new hand-held dynamometer. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(9):1541-1547. doi:10.1016/j.apmr.2009.02.021
16. Whiteley R, Jacobsen P, Prior S, Skazalski C, Otten R, Johnson A. Correlation of isokinetic and novel hand-held dynamometry measures of knee flexion and extension strength testing. *J Sci Med Sport.* 2012;15(5):444-450. doi:10.1016/j.jsams.2012.01.003
17. Toonstra J, Mattacola CG. Test-Retest Reliability and Validity of Isometric Knee-Flexion and -Extension Measurement Using 3 Methods of Assessing Muscle Strength. *J Sport Rehabil.* 2013;22(1). doi:10.1123/jsr.2013.TR7
18. Ruschel C, Haupenthal A, Jacomel GF, et al. Validity and reliability of an instrumented leg-extension machine for measuring isometric muscle strength of the knee extensors. *J Sport Rehabil.* 2015;24(2). doi:10.1123/jsr.2013-0122
19. Lee D-R, Kim LJ. Reliability and validity of the closed kinetic chain upper extremity stability test. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(4):1071-1073. doi:10.1589/jpts.27.1071
20. de Araujo Ribeiro Alvares JB, Rodrigues R, de Azevedo Franke R, et al. Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Phys Ther Sport Off J Assoc Chart Physiother Sports Med.* 2015;16(1):59-65. doi:10.1016/j.ptsp.2014.04.004
21. Kim WK, Kim D-K, Seo KM, Kang SH. Reliability and validity of isometric knee extensor strength test with hand-held dynamometer depending on its fixation: a pilot study. *Ann Rehabil Med.* 2014;38(1):84-93. doi:10.5535/arm.2014.38.1.84
22. Martins J, da Silva JR, da Silva MRB, Bevilaqua-Grossi D. Reliability and Validity of the Belt-Stabilized Handheld Dynamometer in Hip- and Knee-Strength Tests. *J Athl Train.* 2017;52(9):809-819. doi:10.4085/1062-6050-52.6.04
23. Chamorro C, Armijo-Olivo S, De la Fuente C, Fuentes J, Javier Chiroso L. Absolute Reliability and Concurrent Validity of Hand Held Dynamometry and Isokinetic Dynamometry in the Hip, Knee and Ankle Joint: Systematic Review and Meta-analysis. *Open Med Wars Pol.* 2017;12:359-375. doi:10.1515/med-2017-0052
24. Malerba JL, Adam ML, Harris BA, Krebs DE. Reliability of Dynamic and Isometric Testing of Shoulder External and Internal Rotators. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;18(4):543-552. doi:10.2519/jospt.1993.18.4.543
25. Plotnikoff NA, MacIntyre DL. Test-retest reliability of glenohumeral internal and external rotator strength. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med.* 2002;12(6):367-372.
26. Kolber MJ, Beekhuizen K, Cheng M-SS, Fiebert IM. The reliability of hand-held dynamometry in measuring isometric strength of the shoulder internal and external rotator musculature using a stabilization device. *Physiother Theory Pract.* 2007;23(2):119-124. doi:10.1080/09593980701213032
27. Chang T-F, Liou T-H, Chen C-H, Huang Y-C, Chang K-H. Effects of elastic-band exercise on lower-extremity function among female patients with osteoarthritis of the knee. *Disabil Rehabil.* 2012;34(20):1727-1735. doi:10.3109/09638288.2012.660598
28. Chen K-M, Li C-H, Chang Y-H, Huang H-T, Cheng Y-Y. An elastic band exercise program for older adults using wheelchairs in Taiwan nursing homes: a cluster randomized trial. *Int J Nurs Stud.* 2015;52(1):30-38. doi:10.1016/j.ijnurstu.2014.06.005

29. Jakobsen MD, Sundstrup E, Andersen CH, Persson R, Zebis MK, Andersen LL. Effectiveness of hamstring knee rehabilitation exercise performed in training machine vs. elastic resistance: electromyography evaluation study. *Am J Phys Med Rehabil.* 2014;93(4):320-327. doi:10.1097/PHM.0000000000000043
30. Lopes JSS, Micheletti JK, Machado AF, et al. Test-retest reliability of knee extensors endurance test with elastic resistance. *PLOS ONE.* 2018;13(8):e0203259. doi:10.1371/journal.pone.0203259
31. Nyberd A, Lindstrom B, aronsson N, Naslund M, Karin Wadell. Validity of using elastic bands to measure knee extension strength in older adults. 2016. <https://www.peertechz.com/Novel-Physiotherapy-Physical-Rehabilitation/JNPPR-3-130.php>. Accessed January 28, 2019.
32. Augustsson J. A NEW CLINICAL MUSCLE FUNCTION TEST FOR ASSESSMENT OF HIP EXTERNAL ROTATION STRENGTH: AUGUSTSSON STRENGTH TEST. *Int J Sports Phys Ther.* 2016;11(4):520-526.
33. Newsam CJ, Leese C, Fernandez-Silva J. Intratester Reliability for Determining an 8-Repetition Maximum for 3 Shoulder Exercises Using Elastic Bands. *J Sport Rehabil.* 2005;14(1):35-47. doi:10.1123/jsr.14.1.35
34. Manor B, Topp R, Page P. Validity and reliability of measurements of elbow flexion strength obtained from older adults using elastic bands. *J Geriatr Phys Ther 2001.* 2006;29(1):18-21.
35. Nyberg A, Hedlund M, Kolberg A, Alm L, Lindström B, Wadell K. The accuracy of using elastic resistance bands to evaluate muscular strength. *Eur J Physiother.* 2014;16(2):104-112. doi:10.3109/21679169.2014.889746
36. Micheletti J, Andersen L, Machado A, Lopes J, Souto L, Pastre C. Reliability of shoulder muscle endurance tested using elastic bands. 2019;72(1):139-151.
37. Comel JC, Nery RM, Garcia EL, et al. A comparative study on the recruitment of shoulder stabilizing muscles and types of exercises. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(2):219-225. doi:10.12965/jer.1835198.599
38. Ferreira DV, Gentil P, Ferreira-Junior JB, Soares SRS, Brown LE, Bottaro M. Dissociated time course between peak torque and total work recovery following bench press training in resistance trained men. *Physiol Behav.* 2017;179:143-147. doi:10.1016/j.physbeh.2017.06.001
39. Farias D de A, Willardson JM, Paz GA, Bezerra E de S, Miranda H. Maximal Strength Performance and Muscle Activation for the Bench Press and Triceps Extension Exercises Adopting Dumbbell, Barbell, and Machine Modalities Over Multiple Sets. *J Strength Cond Res.* 2017;31(7):1879-1887. doi:10.1519/JSC.0000000000001651
40. Kim Y, Lee K, Moon J, et al. Effect of Resistance Training Maintaining the Joint Angle-torque Profile Using a Haptic-based Machine on Shoulder Internal and External Rotation. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(4):525-528. doi:10.1589/jpts.26.525
41. Wong DP, Ngo K-L, Tse MA, Smith AW. Using bench press load to predict upper body exercise loads in physically active individuals. *J Sports Sci Med.* 2013;12(1):38-43.
42. Amarante do Nascimento M, Januário RSB, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *J Strength Cond Res.* 2013;27(6):1636-1642. doi:10.1519/JSC.0b013e3182717318

43. Page P, Labbe A. Torque characteristics of elastic resistance and weight and pulley exercise. *ResearchGate*. 2000;32(5):S151.
44. Baumgarten KM, Osborn R, Schweinle WE, Zens MJ, Helsper EA. Are Pulley Exercises Initiated 6 Weeks After Rotator Cuff Repair a Safe and Effective Rehabilitative Treatment? A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med*. 2016;44(7):1844-1851. doi:10.1177/0363546516640763
45. Chamorro C, De la Fuente CI, Jerez-Mayorga D, Campos C, Chiroso L. Reliability of Shoulder Rotators Isometric Strength Test using a Novel Pulley Electromechanical Dynamometer. Influence of the Assessment Position | Request PDF. *ResearchGate*. 2018. doi:http://dx.doi.org/10.5812/asjasm.60406
46. Melchiorri G, Rainoldi A. Muscle fatigue induced by two different resistances: Elastic tubing versus weight machines. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol*. 2011;21(6):954-959. doi:10.1016/j.jelekin.2011.07.015
47. Kaleem null, Raza S, Moiz JA, Iqbal M, Verma S. Reliability and Validity of EN-TreeM Dynamometer for Measurement of Shoulder Rotator Strength in Volleyball Players. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2016;10(3):YC05-09. doi:10.7860/JCDR/2016/15578.7484
48. Stark T, Walker B, Phillips JK, Fejer R, Beck R. Hand-held dynamometry correlation with the gold standard isokinetic dynamometry: a systematic review. *PM R*. 2011;3(5):472-479. doi:10.1016/j.pmrj.2010.10.025
49. Collado-Mateo D, Dominguez-Muñoz FJ, Batalha N, Parraça J, Tomas-Carus P, Adsuar JC. Test-Retest Reliability of Isokinetic Arm Strength Measurements in Competitive Swimmers. *J Hum Kinet*. 2018;65:5-11. doi:10.2478/hukin-2018-0035
50. Habets B, Staal JB, Tijnssen M, van Cingel R. Intrarater reliability of the Humac NORM isokinetic dynamometer for strength measurements of the knee and shoulder muscles. *BMC Res Notes*. 2018;11(1):15. doi:10.1186/s13104-018-3128-9
51. Edouard P, Codine P, Samozino P, Bernard P-L, Hérisson C, Gremeaux V. Reliability of shoulder rotators isokinetic strength imbalance measured using the Biodex dynamometer. *J Sci Med Sport*. 2013;16(2):162-165. doi:10.1016/j.jsams.2012.01.007
52. Yen D. Limitations of Isokinetic Testing to Determine Shoulder Strength after Rotator Cuff Repair. *Iowa Orthop J*. 2005;25:141-144.
53. Leggin B, Neuman R, Iannotti J, Williams G, Thompson E. Intrarater and interrater reliability of three isometric dynamometers in assessing shoulder strength. - PubMed - NCBI. *J Shoulder Elbow Surg*. 1996;5(1):18-24.
54. Batalha NM, Raimundo AM, Tomas-Carus P, Barbosa TM, Silva AJ. Shoulder rotator cuff balance, strength, and endurance in young swimmers during a competitive season. *J Strength Cond Res*. 2013;27(9):2562-2568. doi:10.1519/JSC.0b013e31827fd849
55. Harbo T, Brincks J, Andersen H. Maximal isokinetic and isometric muscle strength of major muscle groups related to age, body mass, height, and sex in 178 healthy subjects. *Eur J Appl Physiol*. 2012;112(1):267-275. doi:10.1007/s00421-011-1975-3
56. Beach ML, Whitney SL, Dickoff-Hoffman S. Relationship of shoulder flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1992;16(6):262-268. doi:10.2519/jospt.1992.16.6.262

57. Roy J-S, Ma B, Macdermid JC, Woodhouse LJ. Shoulder muscle endurance: the development of a standardized and reliable protocol. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol SMARTT*. 2011;3(1):1. doi:10.1186/1758-2555-3-1
58. May LA, Burnham RS, Steadward RD. Assessment of isokinetic and hand-held dynamometer measures of shoulder rotator strength among individuals with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(3):251-255.
59. Kalva-Filho CA, Zagatto AM, Araújo MIC, et al. 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):238-245. doi:10.1519/JSC.0000000000000592
60. Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Reliability of a single-session isokinetic and isometric strength measurement protocol in older men. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60(1):114-119.
61. 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):2139-2147. doi:10.1249/MSS.0000000000000348
62. Ferreira-Valente MA, Pais-Ribeiro JL, Jensen MP. Validity of four pain intensity rating scales. *Pain*. 2011;152(10):2399-2404. doi:10.1016/j.pain.2011.07.005
63. Buchheit M, Peiffer JJ, Abbiss CR, Laursen PB. Effect of cold water immersion on postexercise parasympathetic reactivation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2009;296(2):H421-427. doi:10.1152/ajpheart.01017.2008
64. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc*. 1982;14(5):377-381.
65. BORG G. A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. In: *Psychophysical Judgement and the Process of Perception Berlin, Germany: Deutcher Verlag der Wissenschaften*. 1982:15-33.
66. Colado JC, Garcia-Masso X, Triplett TN, Flandez J, Borreani S, Tella V. Concurrent validation of the OMNI-resistance exercise scale of perceived exertion with Thera-band resistance bands. *J Strength Cond Res*. 2012;26(11):3018-3024. doi:10.1519/JSC.0b013e318245c0c9
67. Robertson RJ, Goss FL, Rutkowski J, et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc*. 2003;35(2):333-341. doi:10.1249/01.MSS.0000048831.15016.2A
68. Abdul-Hameed U, Rangra P, Shareef MohdY, Hussain MohdE. Reliability of 1-Repetition Maximum Estimation for Upper and Lower Body Muscular Strength Measurement in Untrained Middle Aged Type 2 Diabetic Patients. *Asian J Sports Med*. 2012;3(4):267-273.
69. Baroni BM, Leal Junior ECP, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(4):789-796. doi:10.1007/s00421-010-1562-z
70. Wong P, Chaouachi A, Chamari K, Dellal A, Wisloff U. Effect of preseason concurrent muscular strength and high-intensity interval training in professional soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(3):653-660. doi:10.1519/JSC.0b013e3181aa36a2

71. Hama H, Morinaga T, Suzuki K, Kuroki H, Sunami M, Yamamuro T. The infraspinatus test: An early diagnostic sign of muscle weakness during external rotation of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg.* 1993;2(5):257-259. doi:10.1016/S1058-2746(09)80086-4
72. Figueiredo T, Rhea M, Bunker D, et al. The Influence of Exercise Order on Local Muscular Endurance During Resistance Training in Women. *Hum Mov.* 2011;12(3):237–241. doi:10.2478/v10038-011-0024-8
73. Brouner J, Ramdharry G, Swann N. An isokinetic method for inducing a localised fatigue effect in the plantarflexors and dorsiflexors of the ankle. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 2014;24(6):841-847. doi:10.1016/j.jelekin.2014.08.011
74. 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 Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 2009;19(1):172-180. doi:10.1016/j.jelekin.2007.05.004
75. 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;34(7):646-653. doi:10.1055/s-0032-1321801
76. McCarthy CJ, Callaghan MJ, Oldham JA. The reliability of isometric strength and fatigue measures in patients with knee osteoarthritis. *Man Ther.* 2008;13(2):159-164. doi:10.1016/j.math.2006.12.003
77. Meeteren J van, Roebroek ME, Stam HJ. Test-retest reliability in isokinetic muscle strength measurements of the shoulder. *J Rehabil Med.* 2002;34(2):91-95.
78. Tibone J, Sellers R, Tonino P. Strength testing after third-degree acromioclavicular dislocations. *Am J Sports Med.* 1992;20(3):328-331. doi:10.1177/036354659202000316
79. Matsudo S, Araújo T, Matsudo V, et al. QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ): ESTUPO DE VALIDADE E REPRODUTIBILIDADE NO BRASIL. *Rev Bras Atividade Física Saúde.* 2001;6(2):5-18. doi:10.12820/rbafs.v.6n2p5-18
80. Wanner M, Probst-Hensch N, Kriemler S, Meier F, Autenrieth C, Martin BW. Validation of the long international physical activity questionnaire: Influence of age and language region. *Prev Med Rep.* 2016;3:250-256. doi:10.1016/j.pmedr.2016.03.003
81. Foster CG, Florhaug JA, Franklin JE, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):109-115. doi:10.1519/1533-4287(2001)015<0109:anatme>2.0.co;2
82. Friedmann-Bette B, Bauer T, Kinscherf R, et al. Effects of strength training with eccentric overload on muscle adaptation in male athletes. *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(4):821-836. doi:10.1007/s00421-009-1292-2
83. Agyapong-Badu S, Aird L, Bailey LL, et al. Interrater reliability of muscle tone, stiffness and elasticity measurements of rectus femoris and biceps brachii in healthy young and older males. In: ; 2013.
84. Fröhlich-Zwahlen AK, Casartelli NC, Item-Glatthorn JF, Maffiuletti NA. Validity of resting myotonometric assessment of lower extremity muscles in chronic stroke patients with limited hypertonia: a preliminary study. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 2014;24(5):762-769. doi:10.1016/j.jelekin.2014.06.007
85. Jürimäe J, Haljaste K, Cicchella A, et al. Analysis of swimming performance from physical, physiological, and biomechanical parameters in young swimmers. *Pediatr Exerc Sci.* 2007;19(1):70-81.

86. Bertuzzi RCM, Franchini E, Ugrinowitsch C, et al. Predicting MAOD using only a supramaximal exhaustive test. *Int J Sports Med*. 2010;31(7):477-481. doi:10.1055/s-0030-1253375
87. Montpetit RR, Léger LA, Lavoie JM, Cazorla G. VO<sub>2</sub> peak during free swimming using the backward extrapolation of the O<sub>2</sub> recovery curve. *Eur J Appl Physiol*. 1981;47(4):385-391.
88. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med Auckl NZ*. 2000;30(1):1-15.
89. Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull*. 1979;86(2):420-428.
90. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med*. 2016;15(2):155-163. doi:10.1016/j.jcm.2016.02.012
91. de Vet HC, Terwee CB, Ostelo RW, Beckerman H, Knol DL, Bouter LM. Minimal changes in health status questionnaires: distinction between minimally detectable change and minimally important change. *Health Qual Life Outcomes*. 2006;4:54. doi:10.1186/1477-7525-4-54
92. Haley SM, Fragala-Pinkham MA. Interpreting change scores of tests and measures used in physical therapy. *Phys Ther*. 2006;86(5):735-743.
93. Levinger I, Goodman C, Hare DL, Jerums G, Toia D, Selig S. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. *J Sci Med Sport*. 2009;12(2):310-316. doi:10.1016/j.jsams.2007.10.007
94. Romero-Franco N, Fernández-Domínguez JC, Montaña-Munuera JA, Romero-Franco J, Jiménez-Reyes P. Validity and reliability of a low-cost dynamometer to assess maximal isometric strength of upper limb. *J Sports Sci*. 2019;37(15):1787-1793. doi:10.1080/02640414.2019.1594570
95. Simonsen JC. Coefficient of variation as a measure of subject effort. *Arch Phys Med Rehabil*. 1995;76(6):516-520. doi:10.1016/S0003-9993(95)80504-4
96. Currell K, Jeukendrup AE. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. *Sports Med Auckl NZ*. 2008;38(4):297-316.
97. McCurdy K, Vela L. Resistance Training for Shoulder Complex Stabilization. *Int J Sports Sci Coach*. 2015;10(5):933-947. doi:10.1260/1747-9541.10.5.933
98. Price PDB, Gissane C, Cleather DJ. Reliability and Minimal Detectable Change Values for Predictions of Knee Forces during Gait and Stair Ascent Derived from the FreeBody Musculoskeletal Model of the Lower Limb. *Front Bioeng Biotechnol*. 2017;5. doi:10.3389/fbioe.2017.00074
99. Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res*. 2005;19(1):231-240. doi:10.1519/15184.1
100. Dontje ML, Dall PM, Skelton DA, Gill JMR, Chastin SFM, Seniors USP Team. Reliability, minimal detectable change and responsiveness to change: Indicators to select the best method to measure sedentary behaviour in older adults in different study designs. *PLoS One*. 2018;13(4):e0195424. doi:10.1371/journal.pone.0195424
101. Negrete RJ, Hanney WJ, Kolber MJ, et al. Reliability, minimal detectable change, and normative values for tests of upper extremity function and power. *J Strength Cond Res*. 2010;24(12):3318-3325. doi:10.1519/JSC.0b013e3181e7259c

102. Ben Cheikh R, Latiri I, Dogui M, Ben Saad H. Effects of one-night sleep deprivation on selective attention and isometric force in adolescent karate athletes. *J Sports Med Phys Fitness*. 2017;57(6):752-759. doi:10.23736/S0022-4707.16.06323-4
103. Raeder C, Wiewelhove T, Simola RÁDP, et al. Assessment of Fatigue and Recovery in Male and Female Athletes After 6 Days of Intensified Strength Training. *J Strength Cond Res*. 2016;30(12):3412-3427. doi:10.1519/JSC.0000000000001427
104. Gillet B, Begon M, Sevrez V, Berger-Vachon C, Rogowski I. Adaptive Alterations in Shoulder Range of Motion and Strength in Young Tennis Players. *J Athl Train*. 2017;52(2):137-144. doi:10.4085/1062-6050.52.1.10
105. Kraemer W, Ratamess N, Fry A, French D. *Strength Training: Development and Evaluation of Methodology*. In: *Physiological Assessment of Human Fitness*. Maud P.J., Foster C, editors. Champaign IL: Human Kinetics; 2006.
106. Andersen LL, Andersen CH, Mortensen OS, Poulsen OM, Bjørnlund IBT, Zebis MK. Muscle activation and perceived loading during rehabilitation exercises: comparison of dumbbells and elastic resistance. *Phys Ther*. 2010;90(4):538-549. doi:10.2522/ptj.20090167
107. Buckner SL, Jessee MB, Mattocks KT, et al. Determining Strength: A Case for Multiple Methods of Measurement. *Sports Med Auckl NZ*. 2017;47(2):193-195. doi:10.1007/s40279-016-0580-3
108. Richens B, Cleather DJ. THE RELATIONSHIP BETWEEN THE NUMBER OF REPETITIONS PERFORMED AT GIVEN INTENSITIES IS DIFFERENT IN ENDURANCE AND STRENGTH TRAINED ATHLETES. *Biol Sport*. 2014;31(2):157-161. doi:10.5604/20831862.1099047
109. Shimano T, Kraemer WJ, Spiering BA, et al. Relationship between the number of repetitions and selected percentages of one repetition maximum in free weight exercises in trained and untrained men. *J Strength Cond Res*. 2006;20(4):819-823. doi:10.1519/R-18195.1
110. Hoeger WWK, Hopkins DR, Barette SL, Hale DF. Relationship between Repetitions and Selected percentages of One Repetition Maximum: A Comparison between Untrained and Trained Males and Females. *J Strength Cond Res*. 1990;4(2):47.
111. Thiebaud RS, Loenneke JP, Fahs CA, et al. The effects of elastic band resistance training combined with blood flow restriction on strength, total bone-free lean body mass and muscle thickness in postmenopausal women. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2013;33(5):344-352. doi:10.1111/cpf.12033
112. Vechin FC, Libardi CA, Conceição MS, et al. Comparisons between low-intensity resistance training with blood flow restriction and high-intensity resistance training on quadriceps muscle mass and strength in elderly. *J Strength Cond Res*. 2015;29(4):1071-1076. doi:10.1519/JSC.0000000000000703
113. Jessee MB, Buckner SL, Mouser JG, et al. Muscle Adaptations to High-Load Training and Very Low-Load Training With and Without Blood Flow Restriction. *Front Physiol*. 2018;9. doi:10.3389/fphys.2018.01448
114. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med Auckl NZ*. 2004;34(10):663-679.
115. Dudley GA, Abraham WM, Terjung RL. Influence of exercise intensity and duration on biochemical adaptations in skeletal muscle. *J Appl Physiol*. 1982;53(4):844-850. doi:10.1152/jappl.1982.53.4.844

116. Hopkins WG, Schabert EJ, Hawley JA. Reliability of power in physical performance tests. *Sports Med Auckl NZ*. 2001;31(3):211-234.
117. Jeukendrup AE, Currell K. Should time trial performance be predicted from three serial time-to-exhaustion tests? *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(10):1820; author reply 1821. doi:10.1249/01.mss.0000175095.56646.4b
118. Frykholm E, Géphine S, Saey D, et al. Inter-day test-retest reliability and feasibility of isokinetic, isometric, and isotonic measurements to assess quadriceps endurance in people with chronic obstructive pulmonary disease: A multicenter study. *Chron Respir Dis*. 2018;16. doi:10.1177/1479973118816497
119. Thorborg K, Bandholm T, Zebis M, Andersen LL, Jensen J, Hölmich P. Large strengthening effect of a hip-flexor training programme: a randomized controlled trial. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc Off J ESSKA*. 2016;24(7):2346-2352. doi:10.1007/s00167-015-3583-y
120. Lidegaard M, Jensen RB, Andersen CH, et al. Effect of brief daily resistance training on occupational neck/shoulder muscle activity in office workers with chronic pain: randomized controlled trial. *BioMed Res Int*. 2013;2013:262386. doi:10.1155/2013/262386
121. Skals S, Vinstrup J, Sundstrup E, Jakobsen MD, Andersen CH, Andersen LL. Shoulder and arm muscle activity during elastic band exercises performed in a hospital bed. *Phys Sportsmed*. 2018;46(2):233-241. doi:10.1080/00913847.2018.1441580
122. Lopes JSS, Machado AF, Micheletti JK, de Almeida AC, Cavina AP, Pastre CM. Effects of training with elastic resistance versus conventional resistance on muscular strength: A systematic review and meta-analysis. *SAGE Open Med*. 2019;7:2050312119831116. doi:10.1177/2050312119831116
123. Joshi M, Thigpen CA, Bunn K, Karas SG, Padua DA. Shoulder external rotation fatigue and scapular muscle activation and kinematics in overhead athletes. *J Athl Train*. 2011;46(4):349-357.
124. Reinold MM, Wilk KE, Fleisig GS, et al. Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2004;34(7):385-394. doi:10.2519/jospt.2004.34.7.385
125. Kolber M, Beekhuizen K, Santore T, Fiers H. Implications for Specific Shoulder Positioning During External Rotator Strengthening. *Strength Cond J*. 2008;30(4):12-16. doi:10.1519/SSC.0b013e31817764ae
126. Morrison DS, Greenbaum BS, Einhorn A. Shoulder impingement. *Orthop Clin North Am*. 2000;31(2):285-293.
127. Bitter NL, Clisby EF, Jones MA, Magarey ME, Jaberzadeh S, Sandow MJ. Relative contributions of infraspinatus and deltoid during external rotation in healthy shoulders. *J Shoulder Elbow Surg*. 2007;16(5):563-568. doi:10.1016/j.jse.2006.11.007
128. Sakita K, Seeley MK, Myrer JW, Hopkins JT. Shoulder-muscle electromyography during shoulder external-rotation exercises with and without slight abduction. *J Sport Rehabil*. 2015;24(2):109-115. doi:10-1123/jsr.2013-0116
129. Ellenbecker TS, Roetert EP. Testing Isokinetic Muscular Fatigue of Shoulder Internal and External Rotation in Elite Junior Tennis Players. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1999;29(5):275-281. doi:10.2519/jospt.1999.29.5.275

130. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S. Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* 1999;9(1):39-46.
131. Teles FS, Pereira MC, Rocha-Júnior V de A, et al. Electromyographic parameters in fatiguing exercises performed with different types of resistance. *Fisioter E Pesqui.* 2016;23(3):257-262. doi:10.1590/1809-2950/15008423032016
132. Anderson CE, Sforzo GA, Sigg JA. The effects of combining elastic and free weight resistance on strength and power in athletes. *J Strength Cond Res.* 2008;22(2):567-574. doi:10.1519/JSC.0b013e3181634d1e
133. Maluf KS, Enoka RM. Task failure during fatiguing contractions performed by humans. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2005;99(2):389-396. doi:10.1152/jappphysiol.00207.2005
134. Hunter SK, Yoon T, Farinella J, Griffith EE, Ng AV. Time to task failure and muscle activation vary with load type for a submaximal fatiguing contraction with the lower leg. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2008;105(2):463-472. doi:10.1152/jappphysiol.90398.2008
135. Grosprêtre S, Gimenez P, Mourot L, Coratella G. Elastic band exercise induces greater neuromuscular fatigue than phasic isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol.* 2019;47:113-120. doi:10.1016/j.jelekin.2018.12.003
136. Del Balso C, Cafarelli E. Adaptations in the activation of human skeletal muscle induced by short-term isometric resistance training. *J Appl Physiol Bethesda Md 1985.* 2007;103(1):402-411. doi:10.1152/jappphysiol.00477.2006
137. Sweet TW, Foster C, McGuigan MR, Brice G. Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. *J Strength Cond Res.* 2004;18(4):796-802. doi:10.1519/14153.1
138. Tiggemann CL, Korzenowski AL, Brentano MA, Tartaruga MP, Alberton CL, Krueel LFM. Perceived exertion in different strength exercise loads in sedentary, active, and trained adults. *J Strength Cond Res.* 2010;24(8):2032-2041. doi:10.1519/JSC.0b013e3181d32e29
139. Patterson RM, Stegink Jansen CW, Hogan HA, Nassif MD. Material properties of Thera-Band Tubing. *Phys Ther.* 2001;81(8):1437-1445. doi:10.1093/ptj/81.8.1437
140. Tiggemann CL, Pinto RS, Krueel LFM. A Percepção de Esforço no Treinamento de Força. *Rev Bras Med Esporte.* 2010;16(4):301-309. doi:10.1590/S1517-86922010000400014
141. Toussaint HM, Hollander AP. Energetics of competitive swimming. Implications for training programmes. *Sports Med Auckl NZ.* 1994;18(6):384-405. doi:10.2165/00007256-199418060-00004
142. Figueiredo P, Zamparo P, Sousa A, Vilas-Boas JP, Fernandes RJ. An energy balance of the 200 m front crawl race. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(5):767-777. doi:10.1007/s00421-010-1696-z
143. Campos EZ, Kalva-Filho CA, Gobbi RB, Barbieri RA, Almeida NP, Papoti M. Anaerobic Contribution Determined in Swimming Distances: Relation with Performance. *Front Physiol.* 2017;8. doi:10.3389/fphys.2017.00755
144. Kalva-Filho CA, Campos EZ, Andrade VL, et al. Relationship of aerobic and anaerobic parameters with 400 m front crawl swimming performance. *Biol Sport.* 2015;32(4):333-337. doi:10.5604/20831862.1188611

145. Milioni F, Malta E de S, Rocha LGS do A, Mesquita CAA, de Freitas EC, Zagatto AM. Acute administration of high doses of taurine does not substantially improve high-intensity running performance and the effect on maximal accumulated oxygen deficit is unclear. *Appl Physiol Nutr Metab Physiol Appl Nutr Metab*. 2016;41(5):498-503. doi:10.1139/apnm-2015-0435
146. Zagatto AM, Leite JV de M, Papoti M, Beneke R. Energetics of Table Tennis and Table Tennis-Specific Exercise Testing. *Int J Sports Physiol Perform*. 2016;11(8):1012-1017. doi:10.1123/ijsp.2015-0746
147. Alves IDS, Kalva-Filho CA, Aquino R, et al. Relationships Between Aerobic and Anaerobic Parameters With Game Technical Performance in Elite Goalball Athletes. *Front Physiol*. 2018;9:1636. doi:10.3389/fphys.2018.01636
148. Ratamess NA, Falvo MJ, Mangine GT, Hoffman JR, Faigenbaum AD, Kang J. The effect of rest interval length on metabolic responses to the bench press exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2007;100(1):1-17. doi:10.1007/s00421-007-0394-y
149. Farinatti PTV, Simão R, Monteiro WD, Fleck SJ. Influence of exercise order on oxygen uptake during strength training in young women. *J Strength Cond Res*. 2009;23(3):1037-1044. doi:10.1519/JSC.0b013e3181a2b3e4
150. Morgan B, Woodruff SJ, Tiidus PM. Aerobic Energy Expenditure During Recreational Weight Training in Females and Males. *J Sports Sci Med*. 2003;2(3):117-122.
151. Wells GD, Selvadurai H, Tein I. Bioenergetic provision of energy for muscular activity. *Paediatr Respir Rev*. 2009;10(3):83-90. doi:10.1016/j.prrv.2009.04.005
152. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Med Auckl NZ*. 2001;31(10):725-741.
153. Brentano MA, Umpierre D, Santos LP, Lopes AL, Krueel LFM. Supersets do not change energy expenditure during strength training sessions in physically active individuals. *J Exerc Sci Fit*. 2016;14(2):41-46. doi:10.1016/j.jesf.2016.05.003
154. Bogdanis GC, Nevill ME, Lakomy HK, Boobis LH. Power output and muscle metabolism during and following recovery from 10 and 20 s of maximal sprint exercise in humans. *Acta Physiol Scand*. 1998;163(3):261-272. doi:10.1046/j.1365-201x.1998.00378.x
155. di Prampero PE, Ferretti G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respir Physiol*. 1999;118(2):103-115. doi:10.1016/S0034-5687(99)00083-3
156. Gastin PB, Lawson DL. Influence of training status on maximal accumulated oxygen deficit during all-out cycle exercise. *Eur J Appl Physiol*. 1994;69(4):321-330. doi:10.1007/bf00392038
157. Neagley SR, Zwillich CW. The effect of positional changes on oxygenation in patients with pleural effusions. *Chest*. 1985;88(5):714-717. doi:10.1378/chest.88.5.714
158. Marklew A. Body positioning and its effect on oxygenation--a literature review. *Nurs Crit Care*. 2006;11(1):16-22.
159. Dean E. Effect of body position on pulmonary function. *Phys Ther*. 1985;65(5):613-618. doi:10.1093/ptj/65.5.613
160. Jones AYM, Dean E. Body position change and its effect on hemodynamic and metabolic status. *Heart Lung J Crit Care*. 2004;33(5):281-290.

161. Leonard CT, Brown JS, Price TR, Queen SA, Mikhailenok EL. Comparison of surface electromyography and myotonometric measurements during voluntary isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol*. 2004;14(6):709-714. doi:10.1016/j.jelekin.2004.06.001
162. Ikezoe T, Asakawa Y, Fukumoto Y, Tsukagoshi R, Ichihashi N. Associations of muscle stiffness and thickness with muscle strength and muscle power in elderly women. *Geriatr Gerontol Int*. 2012;12(1):86-92. doi:10.1111/j.1447-0594.2011.00735.x
163. Marusiak J, Jarocka E, Jaskólska A, Jaskólski A. Influence of number of records on reliability of myotonometric measurements of muscle stiffness at rest and contraction. *Acta Bioeng Biomech*. 2018;20(4):123-131.
164. Kong PW, Chua YH, Kawabata M, Burns SF, Cai C. Effect of Post-Exercise Massage on Passive Muscle Stiffness Measured Using Myotonometry – A Double-Blind Study. *J Sports Sci Med*. 2018;17(4):599-606.
165. Janecki D, Jarocka E, Jaskólska A, Marusiak J, Jaskólski A. Muscle passive stiffness increases less after the second bout of eccentric exercise compared to the first bout. *J Sci Med Sport*. 2011;14(4):338-343. doi:10.1016/j.jsams.2011.02.005
166. Moran J, Parry DA, Lewis I, Collison J, Rumpf MC, Sandercock GRH. Maturation-related adaptations in running speed in response to sprint training in youth soccer players. *J Sci Med Sport*. 2018;21(5):538-542. doi:10.1016/j.jsams.2017.09.012

---

## ANEXO I - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: “*Teste de resistência à fadiga muscular localizada: identificação e uso de parâmetros para prescrição de exercício resistido em diferentes ferramentas de avaliação*”

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

Nome do (a) Pesquisador Assistente (a): *Jéssica Kirsch Micheletti*

1. **Natureza da pesquisa:** o sr. está sendo convidado a participar desta pesquisa que tem como finalidade observar a confiabilidade de testes de força e resistência muscular além do perfil fisiológico do teste de resistência muscular de rotadores externos de ombro com o intuito de uma melhor prescrição do exercício.
2. **Participantes da pesquisa:** serão avaliados 60 participantes jovens, aparentemente saudáveis, do sexo masculino, com idade entre 18 e 30 anos.
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo o sr. permitirá que o pesquisador avalie suas capacidades física, ou seja, realize testes de desempenho como força e resistência além de avaliações de percepção, como quanto de cansaço você está sentindo do momento, quanto recuperado, como você tem se sentido quanto ao sono, disposição, energia entre outros. O pesquisador irá avaliar também um marcador sanguíneo, chamado de concentração de lactato sanguíneo, que identifica fadiga/cansaço muscular, tais análises serão realizadas em momentos específicos (anteriormente ao teste, 3º, 5º, e 7º pós-teste) devido à necessidade da visualização do perfil do teste proposto. Por fim, será analisada a troca de gases por meio do consumo máximo de oxigênio, para tal mensuração o sr. utilizará uma máscara facial. As coletas de sangue serão realizadas por um profissional especializado independente e as análises ocorrerão no Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE) situado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCT/Presidente Prudente (autorização do coordenador do laboratório em anexo).
4. **Sobre as entrevistas:** o sr. participará de um estudo que consta da realização de alguns testes como já descrito no item 1. O estudo será composto por três etapas, o Sr. realizará ou apenas as Etapas 1 e 2 compostas pelos testes ou todas as etapas (sendo a etapa 3 a observação do perfil fisiológico do teste). A primeira etapa terá 3 sessões com intervalos de 48-72 horas. Nesta o sr. participará realizará testes de força máxima com 5 diferentes ferramentas clínicas: halter, polia, bandas elásticas, dinamômetro digital e isocinético. A etapa 2 será composta por 6 sessões com intervalo de 1 semana entre elas, e você será testado

em 4 diferentes ferramentas a sua resistência muscular com porcentagens de cargas diferentes, baseadas nos testes de força da Etapa 1. Para etapa 3, o pesquisador irá avaliar o perfil fisiológico dos participantes com menores variações no teste de resistência muscular.

5. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não infringe as normas legais e éticas. A pesquisa não apresenta qualquer tipo de risco. O sr. pode vir a experimentar durante os testes desconfortos referentes às dores musculares de início tardio. Essas dores são consideradas de baixa intensidade. Além disso, poderá ocorrer desconforto na orelha para análise de sangue. Entretanto, caso julgue necessário, a o sr. receberá atendimento especializado (fisioterapeuta, ou médico, caso seja pertinente). Tal atendimento é dependente do tipo de desconforto, e pode envolver solturas musculares, alongamentos, aplicação de crioterapia, entre outras técnicas. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade, podendo ser recusado qualquer tipo de procedimento oferecido no estudo a qualquer momento.
6. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o pesquisador e o pesquisador assistente terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.
7. **Benefícios:** ao participar desta pesquisa o sr. não terá nenhum benefício direto. No entanto, terá os benefícios que a atividade física pode ser proporcionar. Além disso, terá parâmetros individuais de força e resistência muscular conhecidos. Esperamos também que este estudo traga informações importantes sobre prescrição de exercícios, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa representar um avanço terapêutico, identificando uma forma de exercício que respeite a individualidade biológica em grau diferenciado. O pesquisador se compromete a divulgar os resultados obtidos, respeitando-se o sigilo das informações coletadas, conforme previsto no item anterior.
8. **Pagamento:** o sr. não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.

O sr. tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para o sr. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do pesquisador e do pesquisador assistente do projeto e, se necessário através do telefone do Comitê de Ética em Pesquisa.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste 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

---

Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Assinatura do Pesquisador / Orientador

---

Assinatura do Pesquisador Assistente

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

**Pesquisador Assistente: Jéssica Kirsch Micheletti. (43) 9902-6325**

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

**Vice-Coordenadora: Profa. Dra. Andreia Cristiane Silva Wiezzel**

**Telefone do Comitê: 3229-5315 ou 3229-5526**

**E-mail [cep@fct.unesp.br](mailto:cep@fct.unesp.br)**

## ANEXO II - TERMO DE ASSENTIMENTO

**Título da Pesquisa:** “Teste de resistência à fadiga muscular localizada: identificação e uso de parâmetros para prescrição de exercício resistido em diferentes ferramentas de avaliação”

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

**Nome do (a) Pesquisador Assistente (a):** Jéssica Kirsch Micheletti

Você está sendo convidado como voluntário a participar da pesquisa “*Teste de resistência à fadiga muscular localizada: identificação e uso de parâmetros para prescrição de exercício resistido em diferentes ferramentas de avaliação*”. Neste estudo pretendemos desenvolver teste de força máximo e resistência muscular localizada para músculos rotadores de ombro e observar a confiabilidade desses testes, além de verificar o que o exercício representa fisiologicamente. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é contribuir com informações importantes para a literatura possibilitando maiores discussões sobre o tema. Além disso, o conhecimento poderá ser utilizado para benefício de outros indivíduos que estão submetidos a programas de treinamentos ou reabilitação.

Para esse estudo você deverá seguir um protocolo de 3 etapas. Na primeira etapa, será determinada a sua força máxima em 5 ferramentas clinicamente diferentes (bandas elásticas, polia, halter, dinamômetro digital e dinamômetro isocinético). Na segunda etapa, será realizado testes de resistência muscular até a sua exaustão em quatro das cinco ferramentas já citadas. Durante essas duas etapas será avaliado ainda sua percepção de dor, de esforço e de recuperação por meio de escalas, aonde verifica o seu relato, respectivamente, em relação a dor ao esforço, e a capacidade de realizar o teste novamente percebida no exato momento em que for perguntado pelo pesquisador. Na etapa 3 você realizará novamente o teste de resistências nas diferentes ferramentas e será analisado variáveis como: percepção de dor, esforço realizado e recuperação; lactato, tempo e repetições máximas, e troca de gases. O lactato é uma substância que corresponde ao fornecimento de energia pelo organismo, esse será coletado por meio de uma quantidade pequena de sangue retirada da orelha por meio de um furo realizado por uma pequena agulha. E a troca de gases ocorrerá por meio de uma máscara facial e também representa o tipo de contribuição do organismo para realizar os testes.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo

pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras de treinamento. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de cinco anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ (se já tiver documento), fui informado dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Presidente Prudente, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_ .

\_\_\_\_\_  
Assinatura do menor

\_\_\_\_\_  
Assinatura da pesquisadora

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

**Contatos:**

Prof. Dr. Carlos Marcelo Pastre – (0xx18) 9116-6364 – Email: [pastre@fct.unesp.br](mailto:pastre@fct.unesp.br)

Dra. Franciele Marques Vanderlei – (0xx11) 98799-1656 – Email: [franmvanderlei@gmail.com](mailto:franmvanderlei@gmail.com)

Ft. Jéssica Kirsch Micheletti – (0xx43) 9902-6325 – Email: [jessicamicheletti@hotmail.com](mailto:jessicamicheletti@hotmail.com)

Profª. Dra. Edna Maria do Carmo – Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa da FCT/UNESP – (0xx18) 3229-5365 – rama 202 – Email: [cep@fct.unesp.br](mailto:cep@fct.unesp.br)

## ANEXO III - CÔMITE DE ÉTICA

UNESP - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO  
CAMPUS DE PRESIDENTE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** TESTE DE RESISTÊNCIA MUSCULAR LOCALIZADA: IDENTIFICAÇÃO E USO DE PARÂMETROS PARA PRESCRIÇÃO DE EXERCÍCIO RESISTIDO EM DIFERENTES FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO

**Pesquisador:** Carlos Marcelo Pastre

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 56971616.7.0000.5402

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.206.193

#### **Apresentação do Projeto:**

É UMA PESQUISA DE INTERVENÇÃO EXPERIMENTAL DA DOUTORANDA JÉSSICA KIRSCH MICHELETTI SOB ORIENTAÇÃO DO PROF. DR. CARLOS MARCELO PASTRE, abordando a seguinte temática: fadiga, resistência física, dinamômetro de força muscular e força muscular. Em uma amostra de 50 participantes de ambos os gêneros, o projeto se fará em 3 etapas: (1) Validação e confiabilidade do teste de força muscular máxima; (2) Confiabilidade do teste de resistência muscular (TRM); (3) Caracterização fisiológica do TRM. A etapa 1 será realizada em 3 sessões (familiarização, teste e reteste) na qual os participantes executarão 5 testes de força máxima com ferramentas distintas (bandas elásticas, polia, halter, dinamômetro digital e dinamômetro isocinético). Na Etapa 2, composta por 6 sessões, será realizado o teste de resistência muscular com diferentes cargas (60%, 70% e 80% da força máxima), com os mesmos dispositivos da etapa 1, exceto o dinamômetro digital. Na Etapa 3 serão selecionados os participantes com menores variações entre o teste e reteste na variável "tempo", os quais serão submetidos à caracterização fisiológica do teste de resistência por distintas ferramentas. Para observar-se a resposta fisiológica, será analisado o parâmetro anaeróbio láctico (concentração de lactato), anaeróbio alático (análise de excesso de consumo de oxigênio pós-exercício – EPOC) e aeróbio (valores de VO<sub>2</sub>). Será utilizado o pacote estatístico SPSS Statistics 22.0 para conduzir as análises.

**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: 3.206.193

**Objetivo da Pesquisa:**

Subdividido em 3 momentos: (1) Desenvolver e analisar a validade e confiabilidade intra avaliador de um teste de força muscular máxima para os músculos rotadores externos de ombro em cinco ferramentas: Dinamômetro digital; dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elástica (Etapa 1). (2) Desenvolver e analisar a validade e confiabilidade intra avaliador de um teste de resistência muscular localizada para os músculos rotadores externos de ombro em três diferentes porcentagens de força máxima (70%, 80%, 90%) nas ferramentas: Dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elástica (Etapa 2). (3) Caracterizar por meio da resposta fisiológica o teste de resistência muscular localizada com a carga que se apresentar com os valores de confiabilidade mais altos em cada ferramenta (Etapa 3).

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Os pesquisadores são bastante enfáticos quanto aos riscos que os participantes (n = 50) poderão sofrer, como exposto nas Informações Básicas: desconforto na orelha para análise de sangue e na análise da atividade do músculo avaliado, uma vez que leves choques serão realizados na coxa dos mesmos para melhor ativação muscular, além da realização da raspagem dos pelos do local. Entretanto, caso julgue necessário, o paciente receberá atendimento especializado (fisioterapeuta, ou médico, caso seja pertinente). Tal atendimento é dependente do tipo de desconforto, e pode envolver solturas musculares, alongamentos, aplicação de crioterapia, entre outras técnicas. Quanto aos benefícios, mantendo-se a privacidade do paciente, residem na atividade física e que um treinamento bem executado e com acompanhamento podem ser proporcionados. Acreditam os pesquisadores que tal treinamento possa melhorar o desempenho do participante, além de promover melhora nos marcadores cardiovasculares (pressão e frequência cardíaca). Espera-se, assim, que este estudo traga informações importantes sobre prescrição de exercícios, de forma que o conhecimento que será construído a partir desta pesquisa possa representar um avanço terapêutico, identificando ainda uma forma que respeite a individualidade biológica em grau diferenciado.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT/UNESP), numero de CAAE: 56971616.7.0000.5402 e, posteriormente, será cadastrado no Clinical Trials (clinicaltrials.gov), a fim de aumentar a transparência e disponibilizar informações quanto à condução do estudo à comunidade científica, como relatam os pesquisadores. No seu delineamento experimental, após uma triagem cuidadosa e minuciosa dos pacientes, na Etapa 1 (Validação e confiabilidade do teste de força muscular

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: 3.206.193

máxima), estes passarão por três sessões (Familiarização, Teste e Reteste) com 1 semana de intervalo entre elas. Na sessão 1 de familiarização, os participantes serão submetidos a avaliação antropométrica (peso e altura), receberão informações quanto ao teste, e realizarão simulação do teste de força muscular de forma submáxima (até atingir o valor de "3" na Escala de Borg CR-1039,40, que reflete uma percepção moderada do exercício). Após uma semana, será realizada a sessão 2 (Teste) seguida de mais uma semana de intervalo para realização da sessão 3 (Reteste). Ambas as sessões serão idênticas, nas quais os participantes inicialmente deverão responder a um questionário psicológico e, quanto à dor atual no ombro dominante, por meio de uma Escala Visual Análoga de dor. Imediatamente após, serão submetidos ao teste de força muscular máxima (uma repetição máxima – 1RM) em cinco ferramentas de avaliação, com 15 minutos de intervalo entre eles, sendo após esse período aplicado a Escala Likert de percepção de recuperação. Os dispositivos utilizados são: Dinamômetro digital, dinamômetro isocinético, polia, halter e bandas elásticas. Os testes de força nos aparelhos dinamômetro digital e isocinético serão realizados por meio da contração isométrica voluntária máxima (CIVM), considerado o teste e o dispositivo dinamômetro isocinético em específico, padrão - ouro de avaliação. Durante as sessões de teste e reteste, será aplicado ainda, após a finalização do teste de força máximo, a Escala de BORG – CR-1039,40 e a Escala de exercício resistido – "OMNI resistance exercise scale" 43,44. Na Etapa 2, composta por 6 sessões, será realizado o teste de resistência muscular com diferentes cargas (60%, 70% e 80% da força máxima) com os mesmos dispositivos da etapa 1, exceto o dinamômetro digital. Na Etapa 3, serão selecionados os participantes com menores variações entre o teste e reteste na variável "tempo", os quais serão submetidos à caracterização fisiológica do teste de resistência com as distintas ferramentas. Para observar-se a resposta fisiológica, será analisado o parâmetro anaeróbio láctico (concentração de lactato), anaeróbio alático (análise de excesso de consumo de oxigênio pós-exercício – EPOC) e aeróbio (valores de VO<sub>2</sub>). Finalizando de modo resumido, será utilizado o pacote estatístico SPSS Statistics 22.0 para conduzir as análises. Percebe-se, assim, que o assunto é complexo, com termos difícil compreensão ao público e especialmente aos participantes, uma vez que têm respaldo em uma literatura extensa e altamente científica no campo da força muscular máxima e da resistência muscular.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Verifica-se que houve arquivamento de todos os termos e declarações necessários à condução da pesquisa, conforme os critérios estabelecidos pelo CEP e CONEP, com preenchimento exato do Formulário de Informações Básicas (cronograma também especificado em documento anexado) e o

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

## CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DO CAMPUS DE PRESIDENTE



Continuação do Parecer: 3.206.193

próprio Projeto de doutorado em detalhes. O doc. de Informações Básicas (mais o Cronograma anexado) registra 50 participantes, cujas coletas se darão em 05/08/2019 25/10/2019, com a ressalva de que "o projeto sofreu alterações com relação ao número de ferramentas a serem investigadas e a população". O PROJETO DE DOUTORADO detalha a fase de coleta de sangue do lóbulo da orelha (Contribuição Anaeróbia Láctica e Aláctica) e divulgação dos resultados e conclusões será feita oportunamente em eventos científicos e na forma de publicações em revistas internacionais de alto impacto na área. Como informa o TCLE, a coleta do "marcador sanguíneo, chamado de concentração de lactato sanguíneo", será realizada por "profissional especializado independente", no âmbito do Laboratório de Fisioterapia Desportiva (LAFIDE), conforme também a declaração do coordenador do local, devidamente assinada.

### Recomendações:

Todos os procedimentos adotados pelos pesquisadores não interferem na publicação científica do presente Projeto, no aguardo do Relatório Final junto a este CEP e possível financiamento do mesmo até a conclusão do doutorado da pesquisadora assistente.

### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Inteiramente favorável à aprovação e publicação do presente estudo.

### Considerações Finais a critério do CEP:

Em reunião realizada no dia 15.03.2019, o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências e Tecnologia - Unesp - Presidente Prudente, em concordância com o parecerista, considerou a emenda APROVADA.

Obs: Lembramos que ao finalizar a pesquisa, o (a) pesquisador (a) deverá apresentar o relatório final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_129526_3_E1.pdf	12/02/2019 09:00:38		Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	12/02/2019 08:59:12	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	Projeto_de_pesquisa.docx	08/02/2019 16:37:49	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito

Endereço: Rua Roberto Simonsen, 305  
 Bairro: Centro Educacional CEP: 19.080-900  
 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: 3.206.193

Investigador	Projeto_de_pesquisa.docx	08/02/2019 16:37:49	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito
Outros	Termo_de_compromisso.pdf	08/02/2019 16:32:19	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito
Outros	Declaracao_Lafide.pdf	08/02/2019 16:31:51	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_E_TERMOS_DE_ASSENTIMENTO.docx	08/02/2019 16:31:29	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_clinica.pdf	08/02/2019 16:31:04	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito
Cronograma	cronograma.docx	08/02/2019 16:30:48	Jéssica Kirsch Micheletti	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

PRESIDENTE PRUDENTE, 18 de Março de 2019

---

Assinado por:  
Edna Maria do Carmo  
(Coordenador(a))

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 IV - CLINICAL TRIALS

**ClinicalTrials.gov PRS**  
Protocol Registration and Results System

[Contact ClinicalTrials.gov PRS](#)

Org: SaoPSU User: je\_michelletti [Logou](#)

Quick Links

[New Record](#)  
[Quick Start Guide](#)  
[Problem Resolution Guide](#)

Records ▾ Accounts ▾ Help ▾

Email: [jessicamichelletti@hotmail.com](mailto:jessicamichelletti@hotmail.com) [\[Update\]](#)

Help us improve: [PRS Survey](#)

Record List

Showing: 1 record

[Show/Hide Columns](#)

	Protocol ID	ClinicalTrials.gov ID	Brief Title	Record Status	Last Update	Responsible Party	Problems
<a href="#">Open</a>	SP-Unesp	NCT03923608	Reliability of a Endurance and a Strength Test for Shoulder Rotation	Public	09/17/2019 08:52	Jéssica Kirsch Michelletti <a href="mailto:jessicamichelletti@hotmail.com">jessicamichelletti@hotmail.com</a>	

KEY: Results Delayed Results Study Documents PRS Review  
 XML Upload No longer public PRS Review Comments

[Download...](#)