

**MARCIO APARECIDO FRANCO DE GODOY FAZOLIN**

**“EFEITO DAS SESSÕES DE FAMILIARIZAÇÃO SOBRE O PICO DE TORQUE E  
TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE: COMPARAÇÕES ENTRE JOVENS,  
MEIA IDADE E IDOSOS”**

**“EFFECT OF FAMILIARIZATION SESSIONS ON PEAK TORQUE AND RATE OF  
TORQUE DEVELOPMENT: COMPARISONS AMONG YOUNG, MIDDLE AGE AND  
ELDERLY”**

Campinas  
2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

MARCIO APARECIDO FRANCO DE GODOY FAZOLIN

“EFEITO DAS SESSÕES DE FAMILIARIZAÇÃO SOBRE O PICO DE TORQUE E  
TAXA DE DESENVOLVIMENTO DE TORQUE: COMPARAÇÕES ENTRE JOVENS,  
MEIA IDADE E IDOSOS”

**Orientadora:** Professora Dra. Cláudia Regina Cavaglieri

“EFFECT OF FAMILIARIZATION SESSIONS ON PEAK TORQUE AND RATE OF  
TORQUE DEVELOPMENT: COMPARISONS AMONG YOUNG, MIDDLE AGE AND  
ELDERLY”

Dissertação de Mestrado apresentada a Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Educação Física, área de concentração Atividade Física Adaptada.

*Master's dissertation submitted to the Graduate Faculty of Physical Education, Campinas State University to obtain a Master's Degree in Physical Education, concentration area Adapted Physical Activity.*

Este exemplar corresponde à versão final da Dissertação defendida pelo aluno Marcio Aparecido Franco de Godoy Fazolin e orientado pela Professora Dra. Cláudia Regina Cavaglieri.

  
Assinatura do orientador

Campinas, 2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
 DULCE INÊS LEOCÁDIO DOS SANTOS AUGUSTO – CRB8/4991 - BIBLIOTECA “PROF.  
 ASDRUBAL FERREIRA BATISTA”  
 FEF - UNICAMP

F298e Fazolin, Marcio Aparecido Franco de Godoy, 1981-  
 Efeito das sessões de familiarização sobre o pico de torque e taxa de desenvolvimento de torque: comparações entre jovens, meia idade e idosos / Marcio Aparecido Franco de Godoy Fazolin. --Campinas, SP: [s.n], 2013.

Orientador: Cláudia Regina Cavaglieri.  
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Familiarização. 2. Torque. 3. Contração isométrica. 4. Contração isocinética. I. Cavaglieri, Cláudia Regina. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em inglês:** Effect of familiarization sessions on peak torque and rate of torque development; comparisons among young, middle age and elderly.

**Variação acadêmica:** Fazolin, M. A. F. G.

**Palavras-chave em inglês:**

Familiarization

Torque

Isometric contraction

Isokinetic contraction

**Área de Concentração:** Atividade Física Adaptada

**Titulação:** Mestre em Educação Física.

**Banca Examinadora:**

Cláudia Regina Cavaglieri [Orientador]

Jonato Prestes

Luciano Allegretti Mercadante

**Data da defesa:** 09-04-2013

**Programa de Pós-Graduação:** Educação Física

## COMISSÃO EXAMINADORA



Profa. Dra. Cláudia Regina Cavaglieri  
Orientadora



Prof. Dr. Jonato Prestes  
Membro Titular



Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante  
Membro Titular

Dedico este trabalho a Deus por me guiar a um caminho na busca de conhecimento. Aos incansáveis voluntários que fizeram parte deste trabalho com confiança e acreditando na competência do grupo.

Dedico também a minha família que de uma forma incondicional me apoia sem permitir que as dificuldades me abatam.

## AGRADECIMENTOS

- ❖ Gostaria de agradecer primeiramente a Deus pela oportunidade e por iluminar meu caminho em busca de conhecimento;
- ❖ A toda minha família, a qual me apoiou e apoia sinceramente por esta jornada;
- ❖ Ao meu pai que de um jeito, ainda que sisudo, me motiva a chegar mais longe;
- ❖ A minha mãe por sempre torcer, apoiar, dedicar e acreditar de forma incondicional, minha carreira profissional;
- ❖ A minha linda e amada esposa, pelo apoio, paciência e amor desde que nos conhecemos, até nos tornarmos eternos amantes;
- ❖ Aos meus sogros que ao longo de uma vida de sabedoria e humildade escolheram me auxiliar no momento de necessidade;
- ❖ Aos queridos amigos e voluntários que participaram do presente trabalho;
- ❖ A minha orientadora Professora Dra. Cláudia Regina Cavaglieri pelas trocas de ideias, ensinamentos, orientações e respeito dedicados ao longo desta jornada;
- ❖ A Professora Dra. Mara Patrícia, que, entre um PAD, PED e *fartlek* guiou-me ao ingresso de mais este passo em minha vida;
- ❖ Ao Professor Dr. Cleiton Augusto Libardi por mostrar que é possível expor todas as alegrias e emoções mesmo à frente das pressões acadêmicas;
- ❖ Ao Professor Dr. Carlos Ugrinowitsch por acreditar na possibilidade deste projeto;
- ❖ A Professora Dra. Vera Ap. Madruga por acreditar em mim e que tudo daria certo;
- ❖ Aos Professores presentes da banca pelas valiosas contribuições e por permitir que pudéssemos discutir de forma rica, honesta e ética, sobre o conteúdo abordado;
- ❖ Aos colegas de pesquisa pelas discussões, reuniões, momentos de lazer e estudo, fazendo com que ampliasse meu conhecimento;
- ❖ Ao amigo e anjo da guarda, Professor doutorando Thiago Mattos Frota de Souza pela disposição e empenho em ajudar, esclarecer e romper barreiras de dificuldades durante todo o curso;
- ❖ A Universidade Estadual de Campinas por promover essa possibilidade acadêmica, bem como aos órgãos de fomento de ensino e pesquisa;
- ❖ Ao Fisex e suas parcerias, assim como todos aqueles que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho. Muito obrigado!

FAZOLIN, Marcio Aparecido Franco de Godoy. **Efeito das sessões de familiarização sobre o pico de torque e taxa de desenvolvimento de torque: comparações entre jovens, meia idade e idosos.** 70f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas 2013.

## RESUMO

A contração muscular isocinética, assim como a isométrica balística, tem sido utilizada para determinar o pico de torque (PT) e a taxa de desenvolvimento de torque (TDT), consideradas importantes variáveis neuromusculares. Sessões de familiarização são necessárias para verificar a estabilidade das medidas em diferentes protocolos de verificar a estabilidade destas medidas. No entanto, ainda não está claro quantas sessões de familiarização são necessários para estabilizar tais componentes em diferentes idades. O objetivo deste estudo foi determinar o número de sessões de familiarização necessárias para alcançar a estabilidade da medida no PT e TDT a partir da contração isométrica balística e o PT a partir da contração isocinética nas velocidades 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s, nas faixas etárias. Sessenta e quatro sujeitos saudáveis participaram de dois protocolos de familiarização: o isométrico balístico, com 31 sujeitos divididos em jovem (idade de  $22,75 \pm 4,53$  anos), meia-idade (idade de  $50,45 \pm 6,12$  anos) e idosos (idade de  $67,80 \pm 7,28$  anos); e o protocolo isocinético com 33 sujeitos divididos em jovens (idade de  $21,92 \pm 2,57$ ), meia idade (idade de  $47,20 \pm 5,18$  anos) e idosos ( idade de  $62,08 \pm 3,53$  anos). Foram realizadas quatro sessões de testes no dinamômetro isocinético separadas por 72h. De acordo com ANOVA, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos e entre as sessões respectivamente (jovens,  $P = 0,92$ ,  $P = 0,74$ ; meia idade,  $P = 0,98$ ,  $P = 0,99$ ; idoso,  $P = 0,99$ ,  $P = 0,69$ ) para o protocolo isométrico balístico. Por outro lado, o protocolo isocinético apresentou uma variabilidade nas sessões de familiarização em relação às velocidades angulares analisadas (60°/s e 240°/s, jovem,  $P = 0,007$  e  $P = 0,02$  e meia idade,  $P = 0,01$  e  $P = 0,007$  e grupo idoso 240°/s e 300°/s,  $P = 0,02$  e  $P = 0,05$ ). Em conclusão, é possível que o nível de atividade física dos sujeitos e o tipo de protocolo utilizado tenham influenciado nas respostas do presente estudo. Os efeitos emanados do processo de envelhecimento parecem influenciar de forma mais acentuada as respostas do PT em contrações isocinéticas.

**Palavras-Chaves:** Familiarização, torque, contração isométrica, contração isocinética.

FAZOLIN, Marcio Aparecido Franco de Godoy. **Effect of familiarization sessions on peak torque and rate of torque development: comparisons among young, middle age and elderly**". 70f. Dissertation (Master of Physical Education) - Faculty of Physical Education, University of Campinas, Campinas 2013.

### ABSTRACT

The muscular isokinetic contraction, as well as ballistic isometric, has been used to determine the peak torque (PT) and the rate of torque development (RTD), considered important neuromuscular variables. Familiarization sessions are necessary to verify the stability of neuromuscular measures in different protocols. However, it is unclear yet how many familiarization sessions are needed to stabilize these components at different ages. The aim of this study was to determine the number of familiarization sessions required to reach the stability of measure in the PT and RTD from the ballistic isometric contraction and in the PT from the isokinetic contraction at speeds 60°/s, 180°/s, 240°/s and 300°/s in different groups. Sixty-four healthy subjects participated in two familiarization protocols: the ballistic isometric, with 31 subjects divided in, young (age  $22.75 \pm 4.53$  years), middle-age (age  $50.45 \pm 6.12$  years) and elderly (age  $67.80 \pm 7.28$  years); and isokinetic protocol with 33 subjects divided in young (age  $21.92 \pm 2.57$  years), middle age (age  $47.20 \pm 5.18$  years) and elderly (age  $62.08 \pm 3.53$  years). There were four test sessions in isokinetic dynamometer with 72h apart. According to ANOVA, there were no statistically significant differences among groups and among sessions respectively (young  $P = 0.92$ ,  $P = 0.74$ ; middle age,  $P = 0.98$ ,  $P = 0.99$ ; elderly,  $P = 0.99$ ,  $P = 0.69$ ) for the ballistic isometric protocol. In the other hand, the isokinetic protocol showed variability in familiarization sessions related to angular velocities analyzed. The number of familiarization sessions to reach the stabilization of PT was divergent angular in angular velocities. In conclusion, it is possible that the level of physical activity of the subjects and the type of protocol used have influenced on responses of the present study. The effects arisen from the aging process seem influence more sharply the responses of PT in isokinetic contractions.

**Key Words:** Familiarization, torque, isometric contraction, isokinetic contraction.



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2. Objetivos Específicos.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. Variáveis Neuromusculares.....	15
3.1.1. Pico de torque (PT).....	15
3.1.2. Taxa de desenvolvimento torque (TDT).....	19
3.2. Familiarização com avaliação dinâmica.....	21
3.2.1. Avaliação com teste de uma repetição máxima (1-RM).....	21
3.2.2. Avaliação isocinética.....	27
3.3. Familiarização com avaliação isométrica.....	29
3.3.1. Contração muscular isométrica em rampa.....	29
3.3.2. Contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM).....	30
4. MÉTODO.....	33
4.1. Abordagem experimental do problema .....	33
4.2. Sujeitos.....	34
4.3 Protocolo isométrico balístico.....	36
4.4. Protocolo dinâmico isocinético.....	38
4.5. Análise estatística.....	38
5. RESULTADOS.....	40
5.1. Balístico.....	40
5.2. Isocinético.....	40

6. DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
APÊNDICES.....	62
Anamnese.....	62
Classificação Nível de atividade física (IPAQ).....	63
Termo de Consentimento Formal Livre e Esclarecido.....	65
ANEXOS.....	69
Ficha de Avaliação dos Voluntários.....	69
Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa.....	70

## 1. INTRODUÇÃO

A população mundial tem aumentado significativamente em decorrência da crescente expectativa de vida de pessoas acima de 60 anos. Concomitantemente, com o envelhecimento, alguns processos degenerativos naturais ocorrem com o passar dos anos, como a atrofia muscular, diminuição no recrutamento de unidades motoras e mudança nos tipos de fibras musculares. Essas alterações quanto ao tipo de fibras, são evidentes, particularmente as do tipo II, importantes para a produção de força e situações que requerem ações explosivas nas atividades de vida diária (BENTO et al., 2010; IZQUIERDO et al., 2009; BENTON et al., 2011). Essa ação degenerativa contribui para redução no número de neurônios motores na medula espinhal e ativação neuromuscular. Isso ocasiona um declínio da capacidade de produção de força voluntária máxima ou pico de torque (PT) e da capacidade de gerar força rapidamente, denominada taxa de desenvolvimento de torque (TDT) (BENTO et al., 2010; LUTZ e QUINN, 2012; MITCHELL et al., 2012; LANZA et al., 2003).

A produção rápida de torque é necessária para a manutenção do equilíbrio depois de um desarranjo postural, provocado por uma situação que venha ocasionar uma queda (LANZA et al., 2003). Por este motivo, a TDT está diretamente ligada à incidência de quedas, pois, no momento de tal fato, o centro de massa do corpo se move para frente e altera a base de apoio, resultando na queda. Para impedir tal ação, é necessária uma rápida recuperação para modificar a posição da perna oscilante e que a mesma possa suportar o peso do corpo. Com a redução no momento de inércia é necessário um aumento da aceleração contrátil do segmento muscular requisitado. Para que isso se torne possível, é necessária alta TDT dos membros inferiores, evitando então, a queda (BENTO et al., 2010). Assim, no intuito de avaliar o declínio funcional proveniente do envelhecimento com relação à força muscular, procedimentos são desenvolvidos e o teste de uma repetição máxima (1-RM) tem sido bastante evidenciado pela literatura no que se refere à expressão da força muscular. Outra forma de mensurar a força muscular e por meio da dinamometria, onde a avaliação isocinética é amplamente utilizada para a determinação do PT (BOSCO et al, 1995).

Com relação às respostas das variáveis relacionadas à capacidade de força, frente à idade dos sujeitos, é visto que a força dinâmica máxima pode reduzir 16% até aos 60 anos (FRONTERA et al., 1991). Tal redução sofre uma queda ainda maior após os 80, o que

prejudica a capacidade funcional. Discussões apontam, ainda, que as contrações do tipo isocinéticas rápidas envolvem uma grande ativação muscular (FRONTERA et al., 1991; VAN DIEEN et al., 2003; AMARANTE DO NASCIMENTO et al., 2012; DEMURA et al., 2011; PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001). Dessa forma, a avaliação isocinética tem se destacado quanto a aquisição de diferentes informações sobre a função muscular, tais como, trabalho, potência, PT e TDT nas diferentes faixas-etárias, sobretudo em idosos (D´ALESSANDRO et al., 2005; FRONTERA et al., 1991). Além da avaliação isocinética, é possível realizar outros modos de operação no dinamômetro que permitem outras informações sobre as variáveis neuromusculares, como a contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM) (WALLERSTEIN et al., 2010). Esse tipo de contração possui característica de rápida e máxima contração muscular em um curto período de tempo, o que possibilita medir de maneira confiável o PT e TDT quando realizadas em dinamômetro isocinético (RICARD et al., 2005; ZEHR e SALE, 1994; 1997).

Mesmo com as diversas possibilidades da avaliação isocinética, a aquisição de uma medida precisa de força parece ser dependente da familiarização que é considerada um processo que busca a estabilização da medida de uma variável neuromuscular para minimizar o efeito de aprendizagem. Neste sentido, Alguns estudos (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001; WALLERSTEIN et al., 2010), apontam que a necessidade da familiarização, além de propiciar o conhecimento do equipamento quanto a sua mecânica e tipo de contração muscular, faz-se necessária para que os possíveis ganhos de força não sejam mal interpretados e determine seus reais valores (DEMURA et al., 2011; RYDWIK et al., 2007). Por conseguinte, as sessões de familiarização são utilizadas para que os possíveis efeitos de aprendizagem sejam minimizados e possibilite que não ocorram errôneas interpretações sobre específicas adaptações decorrentes do treinamento de força (TF) (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001; SOARES-CALDEIRA et al., 2009; WALLERSTEIN et al., 2010). Fatores como sexo, composição corporal, nível de atividade física e características da contração muscular, ainda devem ser consideradas quanto às investigações que correspondem ao número de sessões de familiarização, bem como a idade, devido aos efeitos deletérios provenientes do envelhecimento (SOARES-CALDEIRA et al., 2009; GURJÃO et al., 2009; LEVINGER et al., 2009).

A fim de investigar o processo de familiarização, no intuito de atingir a estabilização da medida, alguns estudos apontam para diferentes resultados quanto ao número de

sessões de familiarização. Um estudo de Ploutz-Snyder e Giamis (2001) mostrou que para mulheres idosas não treinadas foram necessárias de oito a nove sessões de familiarização no teste de 1-RM isoinercial, enquanto as jovens precisaram de três a quatro sessões. Já, um estudo realizado por Phillips et al. (2004), evidenciou que para mulheres e homens idosos foram necessárias pelo menos três sessões de familiarização para a estabilização da medida. Outro trabalho desenvolvido por Levinger et al. (2009) apontou que para sujeitos de meia-idade foram necessárias apenas uma sessão de familiarização. Tais resultados apontam para uma variabilidade quanto ao número de sessões necessárias para garantir a estabilização da medida de força. Ainda que o teste de 1-RM seja utilizado em pesquisas científicas para determinar a força máxima, a contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM) tem demonstrado alto índice de confiabilidade na medida do torque máximo isométrico e TDT, devido à contração muscular rápida e máxima (RICARD et al., 2005; WALLERSTEIN et al., 2010).

No que se refere ao processo de familiarização em busca da estabilidade da medida a partir de outro método, um estudo realizado por Wallerstein et al. (2010) verificou que para idosos foram necessárias três sessões de familiarização para estabilizar os valores de PT na CVIBM. Neste estudo, a estabilidade da medida foi considerada a partir da variação do torque menor que 5% no mesmo momento da não diferença estatística entre as sessões. Portanto, com a variabilidade das respostas obtidas nos diferentes testes, os estudos relatados apontam para um divergente número de sessões de familiarização nas diferentes faixas etárias. Essa divergência ocorreu tanto para contração muscular dinâmica, em testes de 1-RM, como para a CVIBM. Por essa razão, as informações decorrentes da literatura demonstram então, um viés, uma vez que não se sabe quantas sessões de familiarização são necessárias para atingir a estabilização do PT e informações sobre a TDT nas diferentes faixas etárias (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001; RITTI-DIAS et al., 2009; WALLERSTEIN et al., 2010). Com esse fato, pode-se pressupor no presente estudo que durante a aquisição do PT e TDT ocorra uma variabilidade no número de sessões de familiarização entre as faixas etárias. Isso, devido ao processo degenerativo natural do envelhecimento que nos indivíduos mais velhos pode haver a necessidade de maior número de sessões de familiarização em comparação ao indivíduo jovem, como evidenciado pela literatura que investiga esse processo a partir do teste de 1-RM.

Embora exista um procedimento de familiarização com idosos a partir da avaliação com dinamômetro isocinético em protocolos isométricos, como apresentou Wallerstein

et al. (2010), não há evidências literárias de uma comparação entre as três faixas etárias a partir da CVIBM. Não se sabe, ainda, quais respostas seriam obtidas com o processo de familiarização realizado a partir da contração isocinética nas diferentes velocidades angulares. A literatura reporta a avaliação isocinética nas diferentes velocidades angulares para profissionais do alto rendimento e reabilitação física, enquanto que no intuito de avaliar os declínios naturais provenientes do envelhecimento, as informações são escassas, sobretudo em busca da estabilidade da medida. Assim, em consonância aos questionamentos evidenciados, o presente estudo pretende contribuir com as descobertas advindas da proposta em comparar as respostas a partir da CVIBM nas diferentes faixas etárias. Sugere-se, ainda, uma familiarização a partir da contração muscular isocinética, pautada pelas velocidades angulares de 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s, sendo a mais lenta, utilizada para avaliar o PT, as intermediárias para avaliar a potência muscular e a mais rápida para o índice de fadiga muscular (TERRERI et al., 2001). A avaliação isocinética possui então, característica dinâmica, ou seja, com movimento articular para o desempenho da tarefa, importante para avaliar o PT.

Sendo assim, o presente estudo tem o intuito de demonstrar a importância da familiarização quanto à mecânica do equipamento, os tipos de contrações musculares propostas e principalmente a estabilidade das medidas analisadas. O trabalho parte da hipótese que quanto mais jovem o indivíduo, menor será o número de sessões para estabilização do PT e TDT, devido ao processo de envelhecimento nos indivíduos idosos, levando a acreditar que nos sujeitos mais velhos haverá a necessidade de um número maior de sessões de familiarização (TOIGO e BOUTELLIER, 2006; GURJÃO et al., 2009; LEVINGER et al., 2009; PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001; RITTI-DIAS et al., 2009; WALLERSTEIN et al., 2010).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

- Verificar o número de sessões de familiarização necessárias para atingir a estabilidade da medida de PT a partir da contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM) e da contração isocinética em diferentes velocidades angulares em indivíduos jovens, de meia-idade e idosos.

### **2.2 Objetivos específicos**

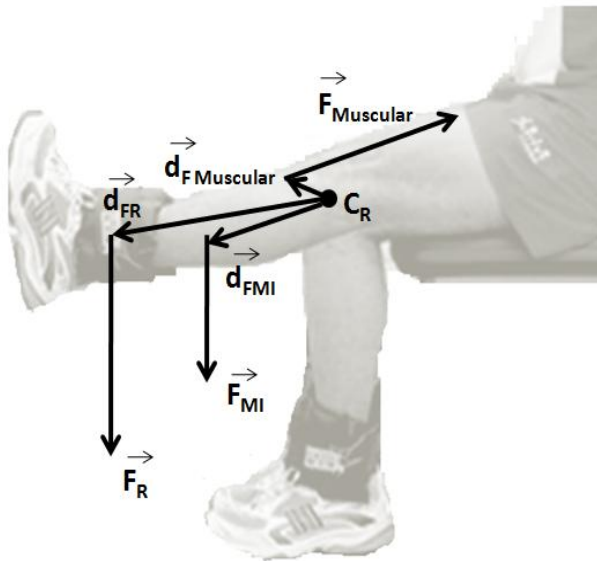
- ✓ Verificar o número de sessões necessárias para estabilização da TDT, obtida por meio da CVIBM em indivíduos jovens de meia-idade e idosos;
- ✓ Verificar o número de sessões necessárias para estabilização do PT obtido por meio da avaliação isocinética, nas velocidades angulares de 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s em indivíduos jovens de meia-idade e idosos.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Variáveis neuromusculares

##### 3.1.1 Pico de torque (PT)

Na mecânica, torque é definido como um produto vetorial entre a força e o braço de força. ( $\vec{T} = \vec{d} \times \vec{F}$ ). É uma variável que tem direção perpendicular à força e ao braço de força, portanto é perpendicular ao plano de movimento. Como exemplo, diagrama de força a seguir mostra essa ação no exercício analisado.



**Onde:**

$C_R$  = Centro de rotação

$F_{Muscular}$  = Força muscular

$F_{MI}$  = Peso do membro inferior (pé e perna)

$F_R$  = Força da resistência da máquina

$d_{FMuscular}$  = Distância entre o centro de rotação e inserção muscular

$d_{RF}$  = Distância entre o centro de rotação e a força de resistência imposta pelo dinamômetro

$d_{FMI}$  = Distância entre o centro de rotação e a força gerada pelo peso do membro inferior

Sendo assim, na extensão do joelho, o dinamômetro isocinético mede os valores do torque ( $T$ ) resultante do conjunto perna e pé em relação ao eixo transversal. Vale notar que os valores de torque variam durante o movimento. A força do membro inferior é multiplicada pela distância do mesmo membro em relação ao centro de rotação. O resultado é subtraído pela força da resistência multiplicada pela distância da mesma. Então, o dado valor é novamente subtraído pela força do membro inferior multiplicado pela distância do mesmo, como mostra a equação:



$$\vec{T}_{\text{RESULTANTE}} = \vec{T}_{\text{FM}} - \vec{T}_{\text{R}} - \vec{T}_{\text{MI}}$$

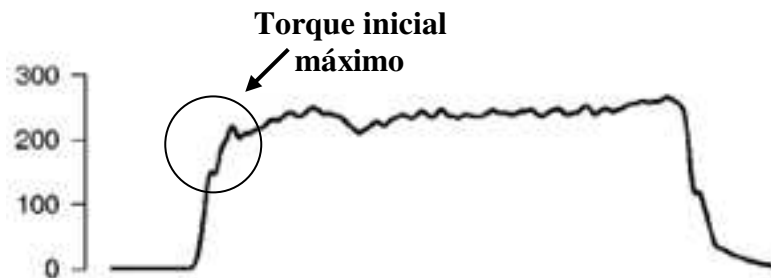
$$\vec{F}_{\text{M}} \cdot \vec{d}_{\text{FM}} - \vec{F}_{\text{R}} \cdot \vec{d}_{\text{R}} - \vec{F}_{\text{MI}} \cdot \vec{d}_{\text{MI}}$$

A intensidade do vetor torque produzido pode ser dada por:

$$T = F_M \cdot d_{FM} \cdot \sin \alpha$$

Onde  $\alpha$  representa o ângulo entre a força e o braço de força.

Deste modo, o torque muscular máximo ou PT produzido em uma amplitude de movimento durante uma contração muscular, é obtido quando houver valor máximo do  $\sin \alpha$ , que corresponde à situação onde os vetores  $F$  e  $d$  são perpendiculares. Porém, o pico de torque no início do movimento representa um momento importante, relacionado à possibilidade de lesões, como mostra o gráfico da CVIBM a seguir.



Por sua característica máxima e rápida no início da contração, a CVIBM promove um torque inicial máximo. Assim, este primeiro torque máximo é o momento em que pode representar uma situação de queda. No entanto, deve-se deixar claro que esse torque inicial máximo pode não representar o PT de uma determinada contração muscular, pois, esta pode sofrer influências do tipo de contração ou do mecanismo utilizado, por exemplo. Além disso, o desempenho muscular possui um potencial para produzir movimento e, neste sentido, alguns fatores são importantes: a capacidade de força muscular e sua relação força-comprimento (BABAULT et al., 2001; OKUNO e FRATIN, 2003). Essa relação força-comprimento é descrita por Rassier et al. (1999) de duas distintas formas. Uma delas descreve essa relação como a

máxima força isométrica ativa de um músculo em função do comprimento de seus elementos contráteis. A outra é a força muscular em função do comprimento do músculo em situações submáximas. Apesar de serem conceitos distintos, ambos mantêm uma relação quanto ao comprimento muscular ou elementos contráteis. A unidade de medida é expressa em Newton.metro (Nm) e os valores do PT podem ser obtidos instantaneamente em dinamômetro isocinético (BENTO et al., 2010; TERRERI et al., 2001).

O PT é o indicador mais apropriado do desempenho máximo de um determinado grupamento muscular, sendo uma variável neuromuscular importante para realização de tarefas do cotidiano, já que é uma variável que está relacionada diretamente com a força muscular (PINHO et al., 2005; POTULSKI et al., 2011). Estas tarefas são caracterizadas por estímulos que alternam desde o tempo e tipo de contração muscular até a magnitude da força ou torque realizado. Então, neste raciocínio, o torque produzido pela musculatura é influenciado pelo tipo de contração, posição angular da articulação e da velocidade de contração (BABAULT et al., 2001). Com essa evidencia pode-se pressupor que o PT e a velocidade angular são grandezas inversamente proporcionais, ou seja, quanto maior a velocidade angular, menor o PT e quanto menor a velocidade, maior a magnitude do PT (BENTO et al., 2010; PINHO et al., 2005; POTULSKI et al., 2011).

Ao pensar no PT em relação à velocidade de contração correspondente a uma situação diária, o declínio na força muscular resulta também na incapacidade funcional. Essa perda é agravada pela desaceleração contrátil e diminuição do torque durante o envelhecimento, como observa um estudo de Lanza et al. (2003). Tal estudo, realizado com indivíduos jovens e idosos, testou a hipótese de que durante a velocidade de contração muscular constante, os indivíduos mais velhos necessitariam de mais tempo para atingir o torque máximo na velocidade angular alvo. Por esse motivo apresentariam menor mudança nas relações torque-velocidade e força-velocidade em dorsiflexores de tornozelo e extensores de joelho. Esse tipo de relação é descrito por Nigg e Herzong (1994) como a relação existente entre a força máxima de um músculo e sua taxa instantânea de alteração de comprimento. Por fim, os resultados do estudo de Lanza et al. (2003), apontam para menor produção de torque nos indivíduos mais velhos, o que causa uma deficiência relacionada ao desempenho dinâmico dos grupos musculares analisados. E que esse comprometimento no desempenho da contração dinâmica pode induzir a perda, também

no desempenho da contração isométrica. Tais efeitos podem ser atribuídos à velocidade de contração afetada pela idade.

Indivíduos mais velhos, acima de 60 e 70 anos, demonstram diminuições de 10-30% nos valores do PT em relação a indivíduos de 20-30 anos. No entanto, na contração excêntrica o PT parece sofrer efeitos particulares com a idade. Um estudo de Poulin et al. (1992) analisou em duas velocidades angulares (90°/s e 180°/s), o PT excêntrico de flexores de cotovelo e de extensores e flexores do joelho em sujeitos jovens e idosos. Com base nos resultados, o valor de PT na velocidade isocinética mais lenta dos flexores de cotovelo se mostrou 21% menor nos idosos em relação aos jovens. O mesmo ocorreu nos valores de PT para flexores de joelho, com reduções de 20% em relação aos jovens. Já, para a velocidade mais rápida os resultados foram similares entre as faixas etárias. Os resultados concordam com a ideia de que ocorre uma influência da velocidade de contração em relação ao PT e a redução da ativação neuromuscular. Esse decréscimo na ativação está relacionado ao declínio muscular que promove a diminuição na capacidade de gerar força nos músculos extensores do joelho, identificando esse, como a segunda maior causa de quedas em idosos (DELBONO, 1992; HAKKINEN ET AL., 2003; POTULSKI et al., 2011).

A redução tanto na estrutura das fibras musculares, quanto na capacidade de gerar força muscular, são fatores preponderantes no que se refere à prevalência de quedas no idoso (BENTO et al., 2010). Entretanto, a relação entre o PT e o índice de quedas nesta população é pouco explorada. Um estudo de Pinho et al. (2005), analisou o impacto da função muscular dos membros inferiores sobre a prevalência de quedas em idosos. Em seus resultados, os autores encontraram que os idosos que já caíram apresentam menor PT da musculatura analisada, o que sustenta os achados de outros estudos (WOLFSON et al., 1995; SKELTON et al., 2002; LAROCHE et al., 2009). Por outro lado, um estudo de Bento et al. (2010), comparou a TDT e o PT dos membros inferiores, especificamente dos músculos flexores e extensores de joelho em idosos com e sem histórico de queda. Outro objetivo do estudo foi determinar se estes parâmetros da força muscular estão relacionados à incidência de quedas. Em seus achados, descobriram que o PT parece não ser um parâmetro tão importante no que se refere à incidência de quedas em idosos. Os resultados são atribuídos aos parâmetros da TDT e a capacidade de produzir força muscular, componentes estes considerados fundamentais para evitar quedas decorrentes do declínio funcional advindos da idade avançada. (BENTO et al., 2010). Esta

afirmação advém da necessidade de uma rápida recuperação, no momento da ação que precede a queda, o que deve possibilitar a modificação de posição da perna oscilante do sujeito que tenta evitar esta queda. Para que essa perna possa suportar o peso do corpo, é preciso reduzir o momento de inércia (resistência à alteração de um estado angular por um efeito de distribuição da massa em um determinado eixo de rotação). Ao aumentar a aceleração da contração do determinado segmento muscular requisitado é preciso atingir altos índices de TDT nos extensores e flexores do joelho para então evitar a queda (BENTO et al., 2010; OKUNO e FRATIN, 2003). Muito embora o valor do PT esteja reduzido em indivíduos idosos (LANZA et al., 2003), este componente não parece ser essencial para que tal acontecimento seja evitado (BENTO et al., 2010). Contudo, no presente estudo, o PT é importante para investigar o processo de familiarização em busca da estabilidade da medida a partir dos protocolos propostos. Uma vez que ocorrem efeitos naturais do envelhecimento, o PT pode demonstrar as possíveis diferenças nas adaptações neuromusculares entre as faixas etárias. É uma variável necessária também para a obtenção da TDT, já que esta é dependente de um cálculo a partir do valor do PT em um dado momento.

### **3.1.2. Taxa de desenvolvimento de torque (TDT)**

A capacidade de produzir força ou torque rapidamente é denominada de taxa de desenvolvimento de força (TDF) ou de torque (TDT). Esta variável é obtida por meio da derivada da força em função do tempo ( $\Delta F/\Delta t$ ) (MIRKOV et al, 2004). Quando obtida por meio da CVIBM em dinamômetro isocinético, é um componente que também pode ser calculado pelo torque, obtendo-se a TDT. É possível determinar a TDT de outra forma, onde é necessário realizar um cálculo com o valor do delta do momento de torque e dividi-lo pelo valor do delta de tempo, dado em milissegundos durante a contração muscular ( $\Delta F/\Delta t$ ) (AAGAARD et al., 2002). A unidade de medida da TDT é dada em Newton multiplicado por metro e dividido pelo tempo em segundos (Nm/s) (AAGAARD et al., 2002; BRUNNER et al., 2007). O maior valor indica a produção máxima de torque em menor tempo, pois, altos índices de TDT são fundamentais para atingir relevantes impulsos em ações explosivas dos membros no início da contração (Bento et al., 2010). Pelo fato de ser um componente que auxilia em ações funcionais, em sua característica, a TDT é uma medida que é influenciada por fatores, como a estrutura muscular em

seu tamanho e disposição das fibras rápidas e em aspectos neurais. Essa influência de ordem neural, cuja TDT é submetida, corresponde a intensidade com que os centros de controle motor estimulam o grupamento muscular para a produção de força (*drive neural*) (CORVINO, et al., 2009; GRUBER e GOLLHOFER, 2004). Estas alterações neurais correspondem ainda à magnitude da produção eferente e ao recrutamento do motoneurônio em sua frequência de disparos logo na fase inicial da contração muscular (AAGAARD et al., 2002; CORVINO, et al., 2009). Devido a fatores determinantes da TDT, como estrutura muscular e capacidade neural, esse componente tem se tornado alvo de investigações que correspondem ao desempenho neuromuscular.

As modificações neurais decorrentes do envelhecimento também podem ser expressas de diferentes formas de contração muscular, influenciando nos valores da TDT. Seguindo este raciocínio, Ricard et al. (2005) investigaram as respostas da TDT durante as contrações balísticas e em rampa. Dezesesseis velocistas jovens do sexo feminino participaram do estudo. Os resultados mostraram que na contração balística, diminuiu 25% de 100% da ativação na contração voluntária máxima quando comparada a contração em rampa. Isto ocorreu devido à falta de sincronismo das unidades motoras com o tipo de contração. Mesmo com essa diminuição, a contração balística obteve o maior valor de TDT pelo fato da ação. Em sua característica rápida, a ação balística é capaz de gerar um alto desenvolvimento de torque. Isso se dá pelo fato do sistema nervoso central utilizar diferentes padrões de ativação muscular para modular a TDT frente às contrações balísticas e em rampa. Em contrapartida, em Corvino et al., (2009) a aquisição da TDT foi realizada em indivíduos jovens, com objetivo de compará-la nas contrações isométricas e isocinéticas, nas velocidades de 60 °/s e 180°/s para extensores do joelho. Em seus resultados, verificaram que tanto no torque isométrico máximo, como na velocidade isocinética mais lenta (60°/s), a TDT foi maior, diferente da mais rápida (180°/s), que atingiu um índice inferior. Essa resposta ocorreu devido à velocidade de contração, que além de influenciar nos valores de TDT, pode também ocasionar modificações nos fatores determinantes a ela, como o PT, por exemplo.

Analisando os fatores determinantes à TDT, um estudo desenvolvido por Aagaard et al. (2002) avaliou 15 sujeitos jovens do sexo masculino. Com o auxílio da EMG de superfície o estudo objetivou analisar os efeitos do treinamento de força (TF) nos impulsos da TDT durante a máxima contração muscular. Em sua busca os autores evidenciaram com a avaliação feita nos

intervalos de 0-30, 0-50, 0-100 e 0-200 milissegundos (ms) em relação ao início da contração, que houve um aumento da TDT após o período de intervenção de TF. Em explicação, o fato ocorreu devido uma unidade de reforço neural, correspondente às possíveis adaptações neurais já estabelecidas após o período de treinamento, evidenciada pelos aumentos marcados na amplitude do sinal de EMG na fase inicial da contração muscular. Essa interferência do TF, imposta nos valores da TDT, não aconteceu no presente estudo, pois, conforme os critérios de inclusão, os voluntários não deveriam participar de tal treinamento por pelo menos seis meses antecedentes ao estudo. Então, uma possível sensibilidade ao treinamento foi descartada.

Em consonância com alguns estudos, (AAGAARD et al., 2002; RICARD et al., 2005; CORVINO et al., 2009), é visto que a TDT expressa respostas tanto nos sistema neural quanto muscular, não havendo possibilidade de dissociação entre os sistemas. Isso identifica esse marcador como uma variável importante no que diz respeito às diferentes respostas, sobretudo explosivas. Por esse motivo, a TDT é um indicativo que se refere à capacidade funcional do idoso, uma vez que estabelece uma relação importante na possibilidade de evitar uma queda na idade avançada (BENTO et al., 2010). Não somente por ser uma variável que sofre alterações com o tipo de contração muscular, a TDT mostra ter uma forte associação às diversas situações cotidianas. Tais situações podem ser influenciadas conforme o tipo de contração muscular e no tempo com que essas possam acontecer. Ambas estão relacionadas também à idade, pois, os declínios naturais neuromusculares decorrentes do envelhecimento podem induzir alterações na TDT. Por conseguinte, a diminuição nos valores da TDT no decorrer da idade pode evidenciar possíveis limitações na capacidade de desempenhar tarefas de ordem funcional (BENTO et al., 2010).

## **3.2. Familiarização com avaliação dinâmica**

### **3.2.1. Avaliação com teste de uma repetição máxima (1-RM)**

Denominado como a quantidade máxima de peso levantado dentro de um esforço máximo em uma repetição correta, o teste de 1-RM reflete a força dinâmica e é também utilizado como parâmetro de prescrição (DEMURA et al., 2011). Contudo, a prescrição a partir desse método deve ser realizada de acordo com características individuais de cada praticante de

TF, as quais devem seguir recomendações para cada nível de experiência (ACSM, 2011). Nesta vertente, as recomendações de aplicabilidade do teste de 1-RM, no intuito de promover um treino eficiente, as avaliações precisas da força muscular são fundamentais para atingir prescrições seguras de TF. No que diz respeito à medida da força muscular máxima, é comum a literatura reportar-se ao teste de 1-RM, pois, é uma avaliação de baixo custo, com facilidade para seu desenvolvimento e possui uma medida confiável em situações não laboratoriais (LEVINGER *et al.*, 2009; SEO *et al.*, 2012).

Pensando na avaliação da força muscular, o teste de 1-RM promove a facilitação neural e adaptações de aprendizagem motora, por conseguinte aos ganhos de força. Com intuito de não haver falsas interpretações sobre as medidas de força, sessões de familiarização são recomendadas para os mais variados perfis (PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001; SOARES-CALDEIRA, RITTI-DIAS *et al.*, 2009; WALLERSTEIN *et al.*, 2010). Neste sentido, tem sido evidenciado que a realização das sessões de familiarização antes dos testes específicos infere aumentos da força muscular entre duas sessões de familiarização (PHILLIPS *et al.*, 2004). Um estudo desenvolvido por Soares-Caldeira *et al.* (2009), investigou o processo de familiarização da medida de força em testes de 1-RM em indivíduos com experiência em TF. Participaram do estudo 27 mulheres (idade de  $21,6 \pm 2,5$  anos;  $59,1 \pm 6,7$  kg;  $1,65 \pm 0,04$  m;  $21,8 \pm 2,4$  kg/m<sup>2</sup>). Foi realizado um aquecimento com aproximadamente 50% de 1-RM e dois minutos de intervalo de descanso nos exercícios de supino, agachamento e rosca direta bíceps, os mesmos usados nas sessões. As cinco sessões de testes de 1-RM foram separadas de 48h às 72h. Com as análises realizadas, todos os exercícios apresentaram um alto índice de coeficiente de correlação intraclasse (0,97 e 0,98) entre as sessões de familiarização, o que demonstrou a estabilidade da medida nos exercícios de supino, agachamento e rosca direta. Os resultados mostraram que aumentos significativos incidiram na carga de 1-RM entre as cinco sessões de familiarização no exercício de supino (5,7%), agachamento (5,4%) e rosca direta (11,1%). Isso demonstra a importância da familiarização, também para indivíduos com experiência em TF. Esta evidência sugere que esse procedimento pode ser acrescentado a um planejamento de TF promovendo corretas interpretações sobre as adaptações do programa de treinamento.

De acordo com a literatura, o processo de familiarização é aplicado para as diferentes idades a partir do teste de 1-RM. Em apoio a essa afirmação, Ritti-Dias *et al.* (2011) recrutaram trinta homens jovens com objetivo de analisar a influência da experiência prévia em

TF sobre a confiabilidade do teste de 1-RM. Os sujeitos foram divididos em dois grupos, com e sem experiência e realizaram quatro sessões de familiarização separadas de 48 a 72 horas. Após as sessões, os resultados mostraram que a resposta do teste de 1-RM é influenciada pela experiência anterior do sujeito em TF. Mesmo com aumentos na força máxima, aqueles sem experiência necessitaram de mais sessões de familiarização que os indivíduos com experiência em TF. Conforme dados evidenciados pelos autores, os resultados são atribuídos às adaptações neurais estabelecidas pela experiência anterior ao específico treino, como aumento no recrutamento de unidades motoras, redução na coativação antagonista e na habilidade para aprendizagem do exercício. A correção da postura na execução do exercício foi outro ponto colocado pelos autores e que estes fatores são comprometidos com o processo de envelhecimento (BENTO et al., 2010).

Um estudo desenvolvido por Batista et al. (2011) demonstrou o efeito da familiarização na estabilização dos valores de 1-RM em homens e mulheres jovens. Dezesesseis sujeitos participaram da pesquisa. Previamente aos testes, todos realizaram um aquecimento geral em esteira rolante a 9 km/h durante cinco minutos de exercício e dois minutos de descanso entre as séries. Um aquecimento específico com cinco repetições a 50% da carga estimada de 1-RM no exercício de agachamento foi desenvolvido e uma segunda série de três repetições, com aproximadamente 70% foi aplicada subsequentemente. A variação da carga foi de 5 a 10 kg de incremento para os homens e para as mulheres foi de 5 a 20 kg. Ocorreu um aumento significativo da força absoluta e relativa da primeira a quarta (17 kg e 19%) e da primeira a terceira (9 kg e 14%) sessões respectivamente. Segundo os achados do estudo, a estabilização da carga para as mulheres ocorreu com três sessões de familiarização enquanto que para os homens, a estabilidade da medida aconteceu após quatro sessões.

Outro estudo de Gurjão et al. (2005) analisou o comportamento da força muscular em crianças pré-púberes durante repetitivos testes de 1-RM. Na tentativa de atingir a estabilidade da medida da força muscular, participaram do estudo nove meninos (idade de  $9,5 \pm 0,5$  anos;  $35,1 \pm 6,9$  kg;  $138,3 \pm 6,1$ cm). Os sujeitos realizaram oito sessões de testes de 1-RM separados por 48 horas. Os exercícios foram desenvolvidos em cadeira extensora e rosca bíceps. Cada sessão contou com aquecimento de 6 a 10 repetições com aproximadamente 50% da carga estimada de 1-RM e dois minutos de descanso entre séries. Em seguida foram realizadas três tentativas máximas de cada exercício, com 3 a 5 minutos de descanso. Para o critério de



estabilização da medida foi considerado a variação da progressão da carga em quilogramas nas avaliações de 1-RM. Esse processo foi realizado a partir da plotagem de Bland Altman e análise do intervalo de confiança. Assim, os resultados apontaram que para a faixa etária analisada em testes de 1-RM é necessário realizar de três a cinco sessões de familiarização. No entanto, diferenças estatisticamente significantes foram observadas na carga levantada no exercício de cadeira extensora a partir da terceira sessão de testes, em relação à primeira. Contudo, as mesmas não ocorreram subsequentemente entre as sessões. Assim, tal achado aponta que a estabilidade da medida para a faixa etária analisada é dependente da tarefa motora realizada.

Com intuito de verificar o número de sessões necessárias para a familiarização, Ritti-Dias et al. (2009) recrutaram indivíduos com experiência em TF. A experiência foi considerada pelos autores como uma prática regular e sistematizada, com frequência superior a duas vezes semanais e seis meses precedentes à pesquisa. Assim, dezoito mulheres jovens (idade de  $22,4 \pm 2,8$  anos) participaram da pesquisa. Cinco sessões de testes de 1-RM, no exercício de supino reto, agachamento e rosca direta bíceps foram aplicadas. Os exercícios foram separados de 48 a 72 horas. Antes de cada teste foi realizado um aquecimento em cada exercício com aproximadamente 50% de 1-RM, com três a cinco minutos de intervalo de descanso. Com base nos resultados, a estabilização ocorreu entre a segunda e a terceira sessão de teste para o supino horizontal e rosca direta de bíceps e entre a primeira e a segunda sessão no exercício de agachamento. Foram encontrados aumentos na força máxima entre a primeira e a sessão de estabilização, (4,7%, 7,6% e 11,7%), no exercício de supino horizontal, agachamento e rosca direta de bíceps. Em conclusão, os autores sugeriram que indivíduos que possuem pelo menos seis meses de experiência em TF também necessitam de sessões de familiarização para atingir a estabilidade da medida de 1-RM.

Em busca de uma resposta que relacionasse o envelhecimento ao processo de familiarização, um estudo desenvolvido por Ploutz-Snyder e Giamis (2001), realizado a partir do teste de 1-RM isoinercial, comparou o número de sessões necessárias para atingir a estabilidade da medida de força nos extensores de joelho em mulheres jovens e idosas. Participaram do estudo seis mulheres idosas (idade de  $66 \pm 5$  anos) e sete jovens (idade de  $23 \pm 4$  anos). Como critério, os autores consideraram como a estabilidade da medida quando o aumento no peso era menor que 1 kg. As análises demonstraram aumentos de força relativa de 22% para as idosas e de 12% para as jovens, no entanto, nenhuma diferença na força absoluta entre os sujeitos foi observada. Nos

resultados apresentados, os autores verificaram que para as mulheres idosas o número de sessões de familiarização realizadas foi maior (8-9 sessões), enquanto que para as jovens foram de 3-4 sessões. A resposta encontrada é atribuída a uma diminuição na capacidade de realizar tarefas motoras por parte dos idosos. Além disso, uma maior inibição pré-sináptica sugere que o controle motor é prejudicado por conta da idade avançada, em decorrência de um deficiente recrutamento de unidades motoras. Essa explicação reforça a importância do presente estudo ao investigar o comportamento das variáveis neuromusculares de PT e TDT nas diferentes faixas etárias.

No estudo de Ploutz-Snyder e Giamis (2011) dois pontos devem ser destacados. Um deles é que os testes contaram com um tipo de contração denominada isoinercial. Neste tipo de ação, a musculatura age contra uma resistência constante (ALENCAR e MATIAS, 2009). Além disso, nas ações isoinerciais, muitos exercícios são multiarticulares e com resistência fixa, como evidenciaram grande parte dos estudos de familiarização que utilizaram testes de 1-RM. Neste caso, a força necessária para vencer essa resistência na máxima amplitude do movimento, varia de acordo com mecanismos como o tamanho do braço de alavanca e curva força-comprimento dos sarcômeros (UGRINOWITSCH et al., 2000). Assim, a atividade contrátil difere do presente estudo que optou pelas contrações isométricas balísticas e isocinética. A contração muscular isocinética tem como característica a velocidade do movimento constante e rápida no início da contração, o que facilita a aquisição de variáveis que correspondem às ações explosivas, com a TDT por exemplo. Outro ponto a ser colocado do estudo de Ploutz-Snyder e Giamis (2011) é referente ao critério estabelecido para a estabilidade da medida de 1-RM (aumento no peso menor que 1 kg) em relação à prescrição do treinamento. A utilização do percentual da carga de treino deve ser estável, pois, quanto menor a variação, mais precisa será a carga de treino. Ainda assim, o estudo demonstrou uma variabilidade alta quanto ao número de sessões, sustentado pela hipótese do processo de envelhecimento.

Sob uma perspectiva de analisar o número de sessões de familiarização necessárias para realização de testes de 1-RM, uma nova projeção foi realizada por Amarante do Nascimento et al. (2012). Quarenta e cinco mulheres destreinadas, com idade acima de 60 anos participaram do estudo. Com avaliações separadas por 48h, as participantes realizaram os testes nos exercícios de supino, cadeira extensora e flexores de cotovelo com peso livre. Os achados demonstraram que houve uma necessidade de 2-3 sessões de familiarização de 1RM para atingir a consistência do teste para o grupo analisado. Em seus resultados, os autores verificaram,

novamente, a influência de diferentes fatores, como o efeito da aprendizagem da técnica, aumento na capacidade de tolerar cargas máximas e no recrutamento de unidades motoras, bem como, a diminuição da coativação antagonista durante a contração muscular. Neste sentido, Komi (2006) indica que ocorre uma ação, denominado, duplo disparo. O potencial de ação das unidades motoras é representado por frequência de disparos ao longo de um trabalho muscular e, em algumas circunstâncias acontece dois disparos consecutivos com intervalos menores de 20 ms em registros de EMG. Essa duplicação é observada em contração submáxima progressiva ou estável, da mesma forma que na contração balística e em rampa rápida. Na funcionalidade, o duplo disparo é uma ação neural importante pelo fato de contribuir efetivamente no sistema neuromuscular. Devido à ativação inicial da unidade motora, os duplos disparos extras e o aumento da frequência máxima de disparos, contribuem para o aumento da velocidade de contração voluntária muscular, particularmente após o treinamento dinâmico.

Para analisar o processo de familiarização relacionado às diferentes faixas etárias, Roschel et al. (2011), objetivaram determinar o número de sessões de familiarização necessárias para estabilizar a medida de força no teste de 1-RM. Mulheres com ósteo-artrite e idade entre 50 e 65 anos participaram do estudo. A fim de eliminar o efeito de treino, as sessões de testes foram separadas de 72 a 96 horas. A estabilização teve como critério uma variação menor que 5% entre as sessões. Antes dos testes, foi realizado um aquecimento geral com 10 minutos em esteira, a uma velocidade de 5 km/h. Em seguida um aquecimento específico com oito repetições a 50% de 1-RM, seguido por três repetições a 70% e dois minutos de descanso. Cada sessão de teste foi constituída de três a cinco tentativas e um intervalo de três minutos entre as séries. Os resultados mostraram que os indivíduos necessitaram de quatro sessões de familiarização para atingir a estabilidade da medida de 1-RM. De acordo com os autores, estes resultados apontam que mesmo com fatores limitantes ao processo de familiarização, como dor crônica e deficiência correspondente ao controle motor e adaptações de aprendizagem, os voluntários atingiram um valor semelhante aos indivíduos saudáveis. Esses achados corroboram com outros estudos que mostram diferenças quanto ao número de sessões entre os indivíduos jovens, de meia idade e idosos (AMARANTE DO NASCIMENTO, 2012; GURJÃO et al., 2005; RITTI-DIAS et al., 2009; PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001).

Assim, é visto que o número de sessões necessárias para atingir a estabilidade da medida em testes de força máxima possui uma variabilidade nas respostas entre perfis e as

diferentes faixas etárias. O teste de 1-RM tem sido utilizado em pesquisas científicas para determinar a força máxima dinâmica e descobrir o número de sessões de familiarização necessárias para garantir a estabilização da medida. Todavia, o dinamômetro isocinético tem se mostrado importante não somente por verificar as diferentes medidas que estão relacionadas à função muscular, mas por promover análises que auxiliam no processo de familiarização, como mostram Wallerstein et al. (2010) com indivíduos idosos.

### **3.2.2. Avaliação isocinética**

A aplicação de testes para determinar a força máxima tem se tornado um assunto abrangente no que se refere à capacidade funcional de diferentes faixas etárias. Ainda que o teste de 1-RM seja utilizado em pesquisas científicas para analisar esse tipo de medida a partir da contração muscular dinâmica, a avaliação isocinética tem se tornado importante na aquisição de diferentes informações sobre a função muscular, tais como, trabalho, potência, PT e TDT, além de promover o controle da velocidade do exercício proposto (D´ALESSANDRO et al., 2005). A realização de testes monoarticulares referente às diversas articulações é uma das principais funções do dinamômetro isocinético, bem como, permitir com que seja possível avaliar por meio de diferentes modos de operação, como isocinético e isométrico. A contração muscular isocinética pode desempenhar ações concêntricas e excêntricas em velocidade constante por toda amplitude de movimento independente da carga. Isto faz com que o dinamômetro isocinético, gere uma resistência similar ao torque gerado pelo indivíduo. Assim, o indivíduo realiza esforços submáximos ou máximos que podem ser desenvolvidos em todos os ângulos articulares dentro de um intervalo de movimento que se acomoda à resistência do aparelho. Com resistência variável, o mecanismo é capaz de controlar a velocidade angular, o que permite avaliar o torque muscular máximo produzido durante a amplitude de movimento (BARNES et al., 1980; DVIR, 2002).

Além de suas distintas características e diversas possibilidades avaliativas, o dinamômetro isocinético possui alta validade e confiabilidade de teste/reteste quanto às medidas de amplitude articular e desempenho muscular (TERRERI et al., 2001; D´ALESSANDRO et al., 2005). Essa confiabilidade refere-se à consistência entre as medidas sucessivas da mesma variável, nos mesmos indivíduos e nas mesmas condições. Neste sentido, Williams e Wilkins (1990) apresentam que a correlação entre medidas devem atingir valores (0,90 a 0,99) para alta

correlação, (0,80 a 0,89) boa correlação, (0,70 a 0,79) pequena correlação e (valores  $\leq 0,69$ ) para uma baixa correlação. Sendo assim, Batista et al. (2006) recrutaram trinta e oito voluntários homens e mulheres (idade de  $36 \pm 11$  anos) para o estudo. O estudo investigou o grau de correlação entre medidas de amplitude de movimento articular na extensão de joelho por meio do dinamômetro isocinético e do goniômetro universal. Com base nos resultados, o coeficiente de variação demonstrou que os métodos utilizados, indicaram um alto grau de correlação (0,90;  $p < 0,05$ ) entre as medidas obtidas. Tal resultado demonstrou que o dinamômetro isocinético é um equipamento adequado para avaliar a amplitude de movimento articular de extensão do joelho. Neste sentido, a força exercida pela musculatura varia durante o movimento, conforme o braço de alavanca que muda de acordo com a amplitude de movimento (momento angular de força ou torque).

A avaliação feita por dinamometria isocinética possibilita também a relação de membros contralaterais e entre musculatura agonista/antagonista em seus possíveis desequilíbrios. Diagnostica, ainda, se os valores da função muscular estão abaixo da referência para determinada população o que promove uma análise importante no que diz respeito aos fatores de risco de lesões (D'ALESSANDRO et al., 2005; DVIR, 2002). Além de possibilitar uma grande ativação neural devido a um alto desempenho da musculatura dentro de uma amplitude de movimento, a contração isocinética é importante também na aquisição de uma resposta rápida da musculatura em diferentes velocidades angulares. Esse tipo de contração possui uma característica rápida no início da contração e avalia ainda a TDT, variável que reflete em ações explosivas e funcionais do cotidiano (LANZA et al., 2003; VAN DIEEN et al., 2003; DVIR, 2001; ROTHSTEIN et al., 1983; TERRERI et al., 2001).

Como já discutido no presente estudo, a avaliação no dinamômetro isocinético é utilizada para verificar o desempenho muscular máximo nas diferentes velocidades angulares (TERRERI et al., 2001). Mesmo com poucas evidências, recentemente, esse procedimento tem se tornado alvo de uma análise sobre o processo de familiarização, por meio das contrações isométricas (WALLERSTEIN et al., 2010). Ainda assim, pouco é conhecido sobre o número de sessões necessárias para estabilidade da medida em avaliação isocinética, principalmente em diferentes velocidades angulares. No desenvolvimento da avaliação isocinética a partir das diversas velocidades angulares, os padrões de recrutamento de unidades motoras são diferentes. Com o envelhecimento esse recrutamento é alterado devido ao processo degenerativo por conta

da idade (MILLER et al., 2000). Devido a este padrão de recrutamento alterado, tal afirmação demonstra a importância da avaliação isocinética, já que com o envelhecimento ocorre uma diminuição de 25% da ativação muscular de extensores de joelho em contrações isocinéticas. Por este motivo, o procedimento de familiarização isocinética, além de minimizar os efeitos de aprendizagem e buscar a estabilidade da medida, é também importante para evidenciar os possíveis fatores de risco para lesões, principalmente para indivíduos mais velhos (LACOURT e MARINI, 2006).

### **3.3. Familiarização com avaliação isométrica**

#### **3.3.1. Contração muscular isométrica em rampa**

Para que uma ação muscular obtenha um desempenho satisfatório na execução de uma tarefa cotidiana é preciso entender que existem diferentes ações que compõem o recrutamento de fibras e terminações motonervosas. Por isso, o trabalho satisfatório da musculatura esquelética pode ser comprometido, uma vez que é decorrente das distintas contrações e da força muscular. Em menção à capacidade de força muscular, ela não somente está ligada ao desempenho nos esportes, mas como um agente essencial para o desenvolvimento coordenativo humano no cumprimento das atividades da vida diária (SOARES-CALDEIRA, RITTI-DIAS et al., 2009). Neste sentido, é visto que os tipos de contrações musculares sofrem alterações com o passar dos anos. Em sua particularidade, o sujeito idoso possui uma redução de até 35% na capacidade de gerar força isométrica com o passar dos anos (RICARD et al., 2005). Assim, um dos tipos de contração muscular isométrica é denominado de contração em rampa que se define pelo aumento progressivo da força ao longo do tempo. Nesta ação, o recrutamento de unidades motoras segue o princípio do tamanho, ou seja, a ativação acontece de forma ordenada, começando com unidades de contração lenta para as de contração rápida (BILODEAU et al., 1997). Desta forma, é uma ação que estabelece que as unidades menores com menor capacidade de produção de força são as primeiras reprovadas e, à medida que exista a necessidade de aumentar a força durante a contração em rampa, as unidades maiores são recrutadas em sequência (ZEHR e SALE, 1994; 1997).

A orientação feita para a execução da contração em rampa é aumentar progressivamente a produção de força em alguns segundos até o máximo, e por mais alguns segundos adicionais até finalizar com o relaxamento. (DUPONT et al., 2000; CANNON et al., 2007; WALLERSTEIN et al., 2012). Portanto, é um teste isométrico e uma ação muscular que possibilita avaliar o PT e com auxílio de uma análise eletromiográfica, a ativação neuromuscular (AN). Ela desenvolve uma relação entre o espectro de frequência de sinal mio-elétrico e o nível de força isométrica (WALLERSTEIN, et al., 2010). Devido o recrutamento progressivo das unidades motoras e o aumento da taxa de descarga, a contração isométrica em rampa provoca um aumento na amplitude do sinal eletromiográfico o que promove maior AN. Sobre essa relação eletromiográfica e a contração em rampa, um estudo de Dupont et al. (2000) teve como objetivo analisar o comportamento do bíceps cabeça longa e cabeça curta na contração em rampa. Voluntariaram-se ao estudo um total de vinte e quatro sujeitos, homens e mulheres, com média de  $26 \pm 4$  anos. O grupo foi orientado a realizar as contrações da seguinte forma: flexão de cotovelo em  $90^\circ$ , supinação de punho em  $45^\circ$  e uma terceira ação com a combinação flexão de cotovelo e a supinação de punho. Após as análises, os resultados mostraram maiores valores de frequência mediana na supinação do punho, o que indicou maior recrutamento de fibras do tipo II. Todavia, a maior ativação do músculo bíceps braquial aconteceu na combinação de flexão com supinação pelo fato de haver uma ampliação de recrutamento de unidades motoras durante a ação combinada. Mesmo com as respostas neurais específicas, correspondentes à contração em rampa, estudos que relacionam o tipo de contração com o processo de familiarização são escassos. Pensando neste fato e que esse tipo de contração não reporta aos possíveis acontecimentos inesperados de uma ação funcional na vida de um idoso, o presente estudo não optou pela realização da contração em rampa e priorizou pelas contrações, isométrica balística e isocinética, consideradas confiáveis segundo a literatura (AQUINO et al., 2007; RICARD et al., 2005).

### **3.3.2. Contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM)**

O estímulo muscular balístico requer uma excitação de grande velocidade e ativação da maior quantidade de unidades motoras no início da contração, o que possibilita a medida da TDT. É um tipo de contração muscular realizada durante um curto período e com velocidade máxima, alta TDT, e uma coativação antagonista variável em termos de intensidade e

quantidade de unidades motoras ativadas (ZEHR e SALE, 1997; ZEHR et al., 1997; AAGAARD et al., 2002; WALLERSTEIN et al., 2010). A contração isométrica balística é uma ação que faz com que o trabalho da força seja aumentado em relação à contração muscular em rampa que inicia a excitação a partir de unidades de contração lenta (BILODEAU et al., 1997). Neste tipo de contração acontece um acionamento sincronizado das unidades motoras que otimizam a taxa de geração de força, induzindo específicas adaptações neuromusculares (ZEHR e SALE, 1994; 1997). A ação balística possui, ainda, distintas adaptações que podem auxiliar diferentes populações em situações decorrentes de atividades do cotidiano.

Em estudo realizado por Fauth et al (2010), foi examinado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) em medidas de EMG para quadríceps e isquiotibiais em jovens universitários. Os autores identificaram um alto índice de confiabilidade tanto para ações balísticas quanto para isométricas em testes repetitivos. Verificaram que a medida feita pela EMG consiste em um método confiável para avaliar a reprodutibilidade das medidas do quadríceps e esquiotibiais em contrações balísticas. Além de possuir uma minuciosa forma de contrair a musculatura, a confiabilidade da ação balística, para a aquisição do PT e TDT, é similar aos da contração isométrica em rampa (RICARD et al., 2005). Para indivíduos de meia idade e idosos, este é um trabalho importante não somente por ser uma medida confiável, mas por exercer uma ação que corresponde às situações explosivas do cotidiano, como a possibilidade de evitar uma queda. A contração balística auxilia ainda, no desempenho atlético em referência a esportes que necessitam de movimentos explosivos, o que também a torna viável para o treinamento em indivíduos jovens (ZEHR e SALE, 1997; ZEHR et al., 1997; TOIGO e BOUTELLIER, 2006; UGRINOWITSCH e BARBANTI, 1997).

Na busca de investigar o processo de familiarização, Wallerstein et al. (2010) desenvolveram um trabalho com objetivo de determinar o número de sessões de familiarização necessárias para a atingir a estabilização do PT e verificar a AN. O estudo comparou os protocolos isométricos, balístico e rampa. Trinta e cinco homens e mulheres (idade de  $63,7 \pm 3,7$  anos,  $64,3 \pm 10,7$  kg,  $159,2 \pm 6,6$  cm) realizaram quatro sessões unilaterais de extensão de joelho nas contrações em rampa e balística, separadas por 48h. Após os testes, os resultados corroboraram com Ricard et al. (2005), uma vez que a estabilização do PT ocorreu na terceira sessão, tanto na contração em rampa quanto na balística, sem diferenças no PT e EMG. O critério para estabilização da medida foi estimado na variação do PT de até 5% entre sessões junto a não



diferença estatística entre as sessões. Com os resultados, Wallerstein et al. (2010) sugerem ainda que as contrações isométricas balísticas podem ser usadas para avaliar o PT, TDT e ativação neuromuscular, pois, essa estimulação de rápida contração muscular está relacionada às ações explosivas. Por esse motivo, o presente estudo transcorre por um processo de familiarização balística aplicada nas diferentes faixas etárias, com o intuito de inferir uma análise que corresponda a uma aplicação prática dos sujeitos envolvidos. Outro ponto importante no estudo de Wallerstein et al. (2010), é a realização de uma análise monoarticular e unilateral, semelhante ao presente estudo. Evidências apontam que a força produzida em movimentos unilaterais é maior em relação às ações bilaterais. Por esse motivo, o sistema nervoso central não tem a capacidade de produzir uma ativação máxima dos músculos envolvidos na execução da tarefa nos movimentos bilaterais (UGRINOWITCH et al., 2000).

## 4. MÉTODO

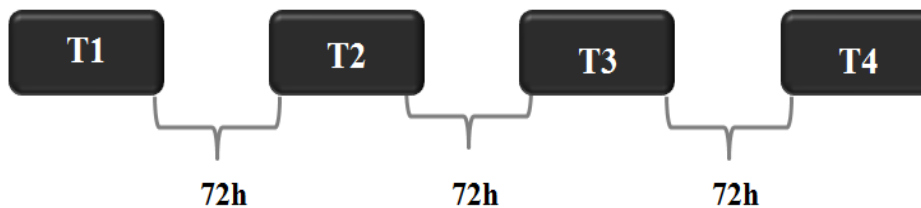
### 4.1. Abordagem experimental do problema

O presente estudo foi desenvolvido a partir de um delineamento *cross over*. Neste tipo de delineamento cada unidade experimental possui mais de um tratamento aplicado ao mesmo, durante todo processo experimental. Com o intuito de eliminar possíveis variações entre os indivíduos, esse procedimento promove uma randomização entre os sujeitos nos dois protocolos utilizados. Cada sujeito recebeu todos os tratamentos, os quais variam de uma medida, para outro período que são dados em uma sequência aleatória. A vantagem do delineamento *cross over* é a de eliminar as diferenças entre cada indivíduo a um efeito geral do tratamento, reforçando, por conseguinte, o poder estatístico (MACLURE, 1991; SENN, 2002). Desta forma, na intenção de analisar grupos comparáveis, foi aplicada uma randomização. Esse procedimento consiste em alocar aleatoriamente os indivíduos nos grupos a serem comparados com o intuito de constituir grupos com características semelhantes (COUTINHO e CUNHA; 2005). Deste modo, a randomização utilizada para alocação dos voluntários é denominado de *Latin square* que é uma análise combinatória onde uma matriz (grupo) é preenchida com diferentes símbolos (condição), cada uma ocorrendo exatamente uma vez em cada linha e uma vez em cada coluna. Assim, os testes do presente estudo ocorreram para determinar a estabilização das variáveis neuromusculares de PT e TDT no protocolo balístico e o PT no protocolo isocinético. Essa distinção foi realizada pelo fato da contração isométrica balística desempenhar altos valores de TDT, devido ao rápido recrutamento de unidades motoras no início da contração (WALLERSTEIN et al., 2012) A análise dos dados de TDT, obtidos com protocolos, balístico e isocinético, foi realizada a partir do cálculo da derivada, proposta por Mirkov et al. (2004). Sendo assim, a aquisição da TDT foi obtida nos intervalos de 200 ms, consideradas como o instante da produção suficiente e de rápida contratilidade muscular (AAGAARD et al., 2002). A medida contou com auxílio de um *software* personalizado (Matlab, MATrix LABORatory, EUA).

Os estímulos foram aplicados no membro inferior não dominante para garantir a homogeneidade entre os indivíduos e no dinamômetro isocinético *Biodex Medical Systems, Inc. EUA. Model 4*, com sistema operacional *Biodex Advantage Software, EUA. (V.4X)*, localizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício da Faculdade de Educação Física da Universidade

Estadual de Campinas. Deste modo, o grupamento muscular investigado foi dos extensores do joelho, garantindo a fidedignidade da medida (FAUTH et al., 2010). O trabalho foi desenvolvido em dois distintos métodos para realização do processo de familiarização: protocolo isométrico balístico e o isocinético nas velocidades angulares, 60°/s, 180°/s, 210°/s e 300°/s. Ambos os protocolos foram aplicados aos indivíduos jovens, meia idade e idosos. Para o protocolo dinâmico isocinético, houve uma randomização denominada *Willian square* para velocidades angulares utilizadas durante os dias de testes. Esse procedimento é realizado para aleatorizar tanto a ordem dos grupos como a ordem das condições, ou seja, ao invés de uma alocação somente em cada linha, neste tipo de randomização, cada símbolo é alocado tanto em linhas como em colunas, aumentando a possibilidade de aleatorização. O desenho experimental do estudo tanto para o protocolo isométrico balístico, quanto para o isocinético em diferentes velocidades angulares foi desenvolvido com o intuito de estabelecer medidas precisas, a fim de evitar qualquer efeito de interferência entre as sessões de familiarização, como mostra a figura 1 a seguir.

**Figura 1. Desenho experimental**



T1 = teste um; T2 = teste dois; T3 = teste três; T4 = teste quatro

#### 4.2. Sujeitos

Sessenta e quatro indivíduos foram divididos em dois protocolos e em três diferentes faixas etárias, jovens (idade 18 a 30 anos), meia idade (40 a 59 anos) e idosos (a partir de 60 anos) participaram da pesquisa. Como critérios de inclusão no estudo, foram selecionados indivíduos sedentários, não praticantes de TF por pelo menos seis meses anteriores à pesquisa ou

que praticassem atividades físicas não sistematizadas. Os critérios de exclusão foram atribuídos àqueles indivíduos que sentiam dores ou apresentavam lesões ósteomusculares que impedissem a realização dos testes, bem como a existência de doenças crônicas degenerativas e cardiopatias. Assim, de acordo com as especificidades de cada protocolo de teste, 31 indivíduos foram randomizados e divididos em três grupos no protocolo isométrico balístico: 10 jovens, 11 de meia idade e 10 idosos. No protocolo dinâmico isocinético participaram 33 sujeitos também randomizados e divididos em três grupos: 12 jovens, 11 de meia idade e 10 idosos.

Todos os voluntários responderam o questionário Baecke, um instrumento utilizado para mensurar o nível de atividade física diária. Este instrumento investiga a frequência de atividades físicas realizadas nos últimos doze meses antecedente à pesquisa. Por meio de um escore que varia de 1 (menor índice) a 5 (maior índice) em cada questão (FLORINDO e LATORRE, 2004; RABACOW et al., 2006), a classificação considerada pelo questionário utiliza uma padronização sobre a estimativa de gasto calórico de 605 atividades cotidianas existentes na literatura. Denominado de compendio de atividade física (CAF), essa relação de atividades cotidianas recebe um escore de acordo com as diferentes intensidades (AINSWORTH et al., 2000; FARINATTI, 2003). Deste modo, no presente trabalho, a análise do nível de atividade física dos voluntários do protocolo balístico não apresentou diferenças estatisticamente significantes entre grupos (jovem  $5,41 \pm 0,85$ ; meia idade,  $5,40 \pm 1,23$ ; idoso,  $4,93 \pm 1,15$ ), mesmo que para o idoso tenha sido menor. Em contrapartida, no protocolo dinâmico isocinético, o grupo de meia idade demonstrou menor nível de atividade física, em relação aos jovens e idosos que foram semelhantes (jovem  $5,70 \pm 1,21$ ; meia idade,  $4,46 \pm 0,93$ ; idoso,  $5,19 \pm 0,95$ ), contudo, sem diferenças estatísticas significantes. O questionário Ipaq, também aplicado no presente estudo, considera a frequência e a duração de cada atividade realizada. Esse instrumento em sua versão curta é validado e possui sete questões. Ele classifica o indivíduo ou grupo como: inativo, irregularmente ativo, ativo (a e b) e muito ativo (BENEDETTI et al., 2007). Assim, de acordo com a classificação Ipaq, os participantes do protocolo balístico apresentaram características semelhantes entre os grupos (jovem = ativo b; meia idade = ativo b, idosos = ativo a). Já para os sujeitos do protocolo dinâmico isocinético, a classificação de nível de atividade física foi semelhante entre jovens e idosos, ambos foram considerados ativos b, enquanto os sujeitos de meia idade foram classificados como irregularmente ativos. As demais características

de cada grupo no início do estudo, tanto para o balístico quanto para o isocinético, são representadas em média e desvio padrão conforme tabela a seguir.

**Tabela 1.** Características iniciais dos sujeitos nos dois protocolos de familiarização.

VARIÁVEIS	BALÍSTICO			ISOCINÉTICO		
	JOVEM (n=10)	MEIA IDADE (n=11)	IDOSO (n=10)	JOVEM (n=12)	MEIA IDADE (n=11)	IDOSO (n=10)
<b>Idade (anos)</b>	22,75 ± 4,53	50,91 ± 6,50	67,80 ± 7,28	21,92± 2,57	47,20 ± 5,18	62,08 ± 3,53
<b>MC (kg)</b>	71,38±18,08	70,37±16,27	68,36 ± 7,28	67,57± 6,95	72,09±11,97	72,0 ± 12,5
<b>Estatura (m)</b>	1,69 ± 0,07	1,67 ± 0,10	1,64 ± 0,07	167,0± 0,12	167,0 ± 0,12	162,1±0,084
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	24,56 ± 4,53	24,89 ± 4,35	25,31 ± 2,49	23,53± 2,14	25,77 ± 3,79	27,39 ± 4,23

Valores apresentados em média e desvio padrão (M ± DP;  $P < 0,05$ ). MC = Massa corporal.

Para as variáveis antropométricas, foi utilizada uma balança da marca *Filizola* para massa corporal e um estadiômetro de madeira para estatura. Antes de assinarem o consentimento de livre e esclarecido, todos os participantes foram informados dos procedimentos, riscos e benefícios, bem como, objetivos do estudo. Antes da avaliação balística e isocinética, os voluntários passaram por uma avaliação clínica e cardiológica, monitorados por um cardiologista. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual de Campinas, cujo número do processo é 1303/2011.

### 4.3. Protocolo isométrico balístico

Tanto o protocolo balístico, quanto o isocinético foram desenvolvidos por quatro avaliadores que exerciam funções específicas. Após as calibrações necessárias para verificação de voltagem, validação do torque e pesagem do membro do voluntário, o protocolo

balístico, contou com a contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM) nos extensores do joelho. O centro de rotação estimado da articulação do joelho foi alinhado visualmente com o centro de rotação do eixo do dinamômetro. Esse alinhamento articular ocorreu no ângulo de 60 ° em relação ao eixo horizontal, estabelecendo neste ponto a angulação de pesagem do membro utilizado. Na mesma angulação de pesagem, o teste foi iniciado com uma série de aquecimento específico no dinamômetro, com dez ações submáximas de dois segundos de contração e intervalo de 20 segundos entre cada uma delas. Após o comando eletrônico, e auxílio do avaliador, o protocolo balístico consistiu na realização de três CVIBM de dois segundos, com três minutos de pausa entre cada uma delas.

Algumas medidas de calibragem do mecanismo foram padronizadas e utilizadas nos dois os protocolos, como a rotação da cadeira e do dinamômetro que foi de 90°, a inclinação do encosto da cadeira de 85° e o dinamômetro de 0°. Em todos os testes, os sujeitos foram posicionados sentados, com medidas específicas da cadeira e do dinamômetro isocinético. Os sujeitos foram estabilizados com duas alças sobrepostas cruzadas ao peito do avaliado, uma cinta na cintura, uma na coxa e uma fixação no tornozelo. Todo procedimento de estabilização do voluntário ao dinamômetro isocinético ocorreu de acordo com as especificações do manual. As condições laboratoriais, como a temperatura do ambiente foi determinada de maneira que os voluntários se sentissem a vontade para a realização dos testes. Tanto para o teste isométrico balístico, quanto para o dinâmico isocinético, o agendamento dos testes foi ajustado conforme a disponibilidade de cada sujeito, mas sugerindo que o mesmo repetisse as sessões no mesmo horário. Os fatores como, controle do sono, alimentação e substâncias ergogênicas não foram supervisionados no estudo. Assim, para os dois protocolos foram realizados, um aquecimento prévio de 5 minutos em bicicleta ergométrica a velocidade de 25 km/h e um aquecimento específico no dinamômetro isocinético. A estabilidade da medida no protocolo isométrico balístico foi considerada quando os valores de PT e TDT de cada grupo entre as sessões, não apresentassem diferenças estatisticamente significantes de acordo com a análise de ANOVA. Os testes em ambos os protocolos foram realizados de maneira unilateral com o membro não dominante para garantir a homogeneidade das medidas, assim como, um forte encorajamento verbal durante o teste (UGRINOWITCH et al., 2000).

#### 4.4. Protocolo isocinético

No protocolo isocinético, o estímulo foi aplicado nos extensores e flexores de joelho. O intuito foi verificar o número de sessões de familiarização necessárias para estabilizar o PT em diferentes velocidades angulares do dinamômetro isocinético nas faixas etárias correspondentes ao estudo. A amplitude de movimento para execução deste teste no dinamômetro foi de 80° para garantir a segurança dos sujeitos, principalmente dos idosos e uma angulação de pesagem de 45°. Os voluntários foram instruídos para que durante o teste, segurassem nas alças junto ao peito para isolar os movimentos de extensão e flexão da articulação do joelho. Incorporadas à avaliação isocinética, o aquecimento específico contou com quatro repetições submáximas em três velocidades angulares, 60°/s, 210°/s e 300°/s, com pausa de um minuto entre séries. O critério para a escolha das velocidades angulares no aquecimento foi devido à utilização de uma velocidade lenta e uma rápida, as mesmas utilizadas no protocolo de teste, e uma intermediária entre elas. Para o teste, foram realizados quatro repetições máximas nas velocidades 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s, com três minutos de pausa entre as séries no mesmo dia. A ordem de realização das velocidades angulares foi randomizada entre os voluntários. Do mesmo modo que o protocolo isométrico, o isocinético contou como a estabilidade da medida de PT a não diferença apresentada por ANOVA entre as sessões, nas respectivas velocidades de cada voluntário.

#### 4.5. Análise estatística

De acordo com a amostra obtida o presente estudo adotou 95% de nível de confiança e 5% de margem de erro. Assim, para ambos os protocolos, inicialmente foi realizado o teste de Shapiro Wilk para a normalidade e teste de homocedasticidade de Barlett para verificar o padrão regular da amostra. Para verificar a homogeneidade dos dados aplicou-se o teste de Levene. Análise de variância ANOVA *one way* foi aplicada para observar os valores iniciais de PT e TDT e entre as sessões. A mesma análise foi aplicada como critério da estabilização da medida quando observada a diferença estatisticamente significativa. O *Post-hoc* de Tukey foi aplicado para comparação múltipla. Foram gerados gráficos para verificar de forma visual o comportamento do PT e TDT entre as sessões de familiarização. Os gráficos de *Bland Altman*

foram apresentados para examinar a concordância entre as sessões de testes do PT e TDT, respectivamente, no dia 1/dia 2, dia 2/dia 3 e dia 3/dia 4. Aplicou-se teste t e a correlação de *Pearson* para reprodutibilidade (ICC = 0,96) o que demonstrou a confiabilidade dos dados e minimizou erros entre avaliadores (quanto mais próximo de 1 maior é a confiabilidade da medida). O cálculo amostral apontou a necessidade de um total 60 voluntários (20 para cada grupo) para um *effect size* consistente (1,11). O presente estudo chegou a 64 indivíduos, o que garantiu o número amostral adequado para realização da pesquisa. Sendo assim, os dados são apresentados em média e desvio padrão ( $M \pm SD$ ) e analisados em Excel (Microsoft, EUA), (G Power Copyright, versão 3.1.7, Germany) e SPSS® (Versão 16, SPSS Lead Technologies Inc., Chicago, IL). O nível de significância adotado foi de  $P < 0,05$ .



## RESULTADOS

### 5.1 Balístico

A tabela 1 mostra as características iniciais do primeiro dia de testes dos indivíduos. É possível perceber que neste momento, nenhuma diferença foi demonstrada entre os protocolos nem entre os sujeitos. Na tabela 2, os valores de PT do primeiro dia de testes não apontam diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. No entanto, a TDT apresenta índices mais baixos para o grupo idoso, quando comparado aos indivíduos jovens, ( $P < 0,03$ ). Ainda assim, quando analisado por ANOVA entre os dias/sessões, não ocorreram diferenças estatisticamente significantes no PT nos três grupos, jovens ( $P = 0,92$ ,  $P = 0,74$ ), meia idade ( $P = 0,98$ ,  $P = 0,99$ ) e idoso ( $P = 0,99$ ,  $P = 0,69$ ), como mostra a figura 1. A figura 2 mostra então, índices mais baixos para os idosos, demonstrando uma diferença significativa na primeira sessão entre o grupo jovem e idoso. Após a primeira sessão, os valores somente foram significantes no último dia/sessão, mostrando valores mais baixos para os idosos em relação aos jovens. Com as plotagens realizadas a partir dos dados do protocolo balístico, os gráficos de Bland–Altman demonstram a concordância das variáveis analisadas entre os dias/sessões (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4). O gráfico possibilita a visualização do quanto às possíveis diferenças se afastam do valor de zero e a dispersão dos pontos das diferenças ao redor da média, além de tendências e *outliers*.

### 5.2 Isocinético

No protocolo isocinético foram realizados quatro velocidades angulares diferentes 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s. A figura 5 mostra os dados da primeira avaliação dos sujeitos. Para velocidade de 60°/s ocorre uma diferença decrescente nos valores do PT (jovens = 173,08, meia idade = 137,83 e idosos 116,83). Essa alteração é significativa para os sujeitos de meia idade e os idosos, em relação aos indivíduos jovens. Na velocidade angular 180°/s o decréscimo do PT (jovens = 120,27, meia idade 91,41 e idosos = 65,33) foi significativo somente entre jovens e idosos. Para a velocidade 240°/s ocorre também uma diminuição nos valores de PT de acordo com a idade (jovens = 107,27, meia idade = 76,00 e idosos = 53,36). A estatística, nessa velocidade, mostrou significância similar à velocidade 60°/s, entre sujeitos de meia idade e

idosos em relação aos jovens. Quando analisado na velocidade angular de 300°/s, novamente a diferença apareceu somente para idosos em relação aos jovens, também expondo o decréscimo de valores de PT (jovens = 103,99, meia idade = 76,36 e idosos = 53,45). Após as sessões de familiarização, de acordo com as figuras 5, 6 e 7, a análise de ANOVA entre os grupos, para todas as velocidades angulares não apresentou diferenças significativas no PT. No entanto, com relação à estabilidade da medida, quando analisado individualmente o grupo meia idade demonstrou diferença estatisticamente significativa. Essa alteração ocorreu da primeira para a segunda sessão de familiarização nas velocidades 60°/s e 240°/s (jovem,  $P = 0,007$  e  $P = 0,02$  e meia idade,  $P = 0,01$  e  $P = 0,007$ ), como mostra a figura 5 e 6. Isso significa que tanto para as velocidades 60°/s e 240°/s, tanto o grupo jovem como o meia idade, chegaram à estabilidade da medida na terceira sessão de familiarização, como mostrou o critério de estabilização adotado. Já, nas velocidades angulares 180°/s e 300°/s não ocorreram significantes diferenças, tanto para o jovem quanto para os sujeitos de meia idade. Esse resultado indica que para estas velocidades angulares a familiarização aconteceu antes da segunda sessão de testes. De acordo com a figura 7, a estatística utilizada demonstrou que para o grupo idoso, quando avaliado nas velocidades 240°/s e 300°/s, exibiram diferenças significantes da primeira para a segunda sessão ( $P = 0,02$  e  $P = 0,05$ ). Assim, a estabilidade do PT sucedeu na terceira sessão de familiarização. Na velocidade 60°/s e 180°/s não houve significâncias entre sessões, também indicando a estabilização logo na primeira sessão. As plotagens de Bland–Altman para o protocolo isocinético, em cada grupo, mostram a dispersão e concordância dos dados analisados de PT entre os dias/sessões e velocidades angulares 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4), como demonstram as figuras 8, 9 e 10.

**Tabela 2.** Valores iniciais de pico de torque (PT) e taxa de desenvolvimento de torque (TDT) no protocolo balístico.

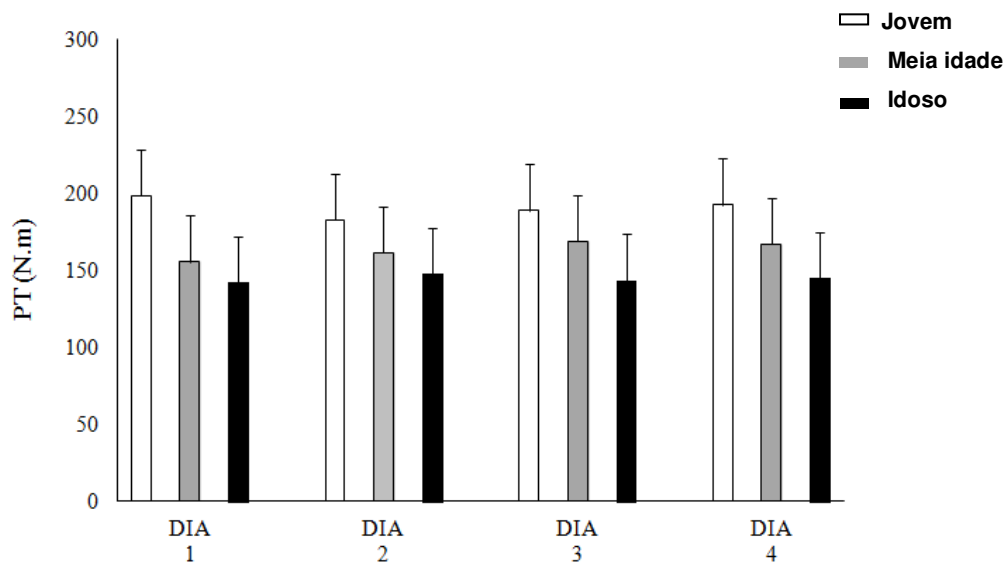
<b>PROTOCOLO BALÍSTICO</b>			
<b>VARIÁVEIS</b>	<b>JOVEM (n=10)</b>	<b>MEIA IDADE (n=11)</b>	<b>IDOSO (n=10)</b>
<b>PT (N.m)</b>	198,14±56,83	156,31±75,27	144,1 ± 41,23
<b>TDT (N.m/s)</b>	1036,91 ± 306,02	833 ± 502,80	605,1 ± 302,44 *

Valores apresentados em média e desvio padrão (M ± DP). \* Diferença entre jovens ( $P = 0,01$ ).

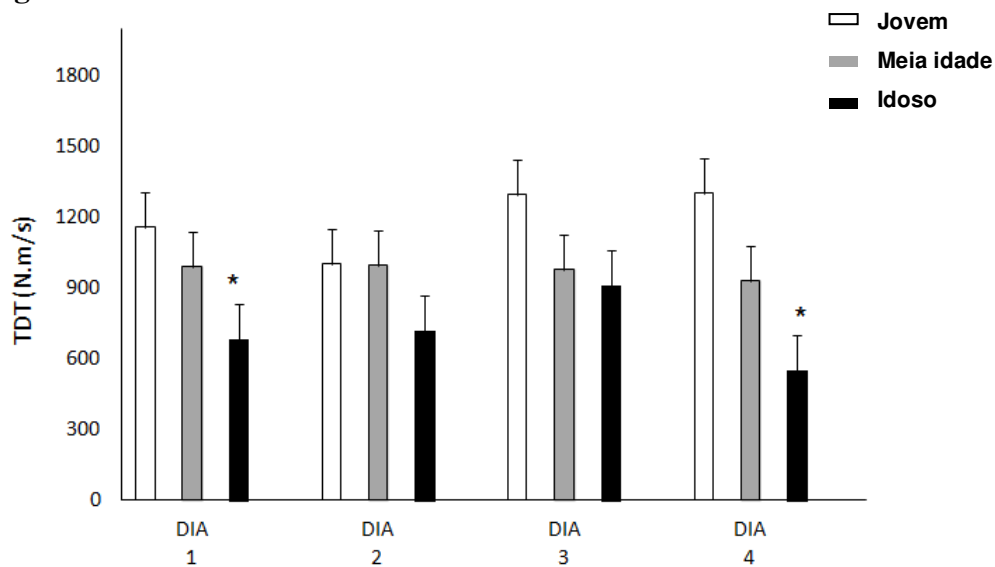
**Tabela 3.** Valores iniciais de pico de torque (PT) no protocolo isocinético.

<b>PROTOCOLO ISOCINÉTICO – PT (N.m)</b>			
<b>VELOCIDADE ANGULARES</b>	<b>JOVEM (J) (n=11)</b>	<b>MEIA IDADE (MI) (n=12)</b>	<b>IDOSO (I) (n=10)</b>
<b>60°/s</b>	173,08 ± 52,20	137,83 ± 42,75*	116, 83 ± 25,45*
<b>180°/s</b>	120,27 ± 37,41	91,41 ± 31,75	65,33 ± 12,38*
<b>240°/s</b>	107,27 ± 31,71	76, 00 ± 27,75*	53, 36 ± 22,83*
<b>300°/s</b>	103,99 ± 26,77	76,36 ± 24,34	53,45 ± 12,33*

Valores apresentados em média e desvio padrão (M ± DP). \* Diferença significativa em relação ao grupo de jovens ( $P$  meia idade = 0,02 e 0,04 para idoso na velocidade angular 60°/s;  $P = 0,04$  idoso na 180°/s;  $P = 0,01$  na 240°/s e  $P = 0,02$  idoso para 300°/s).

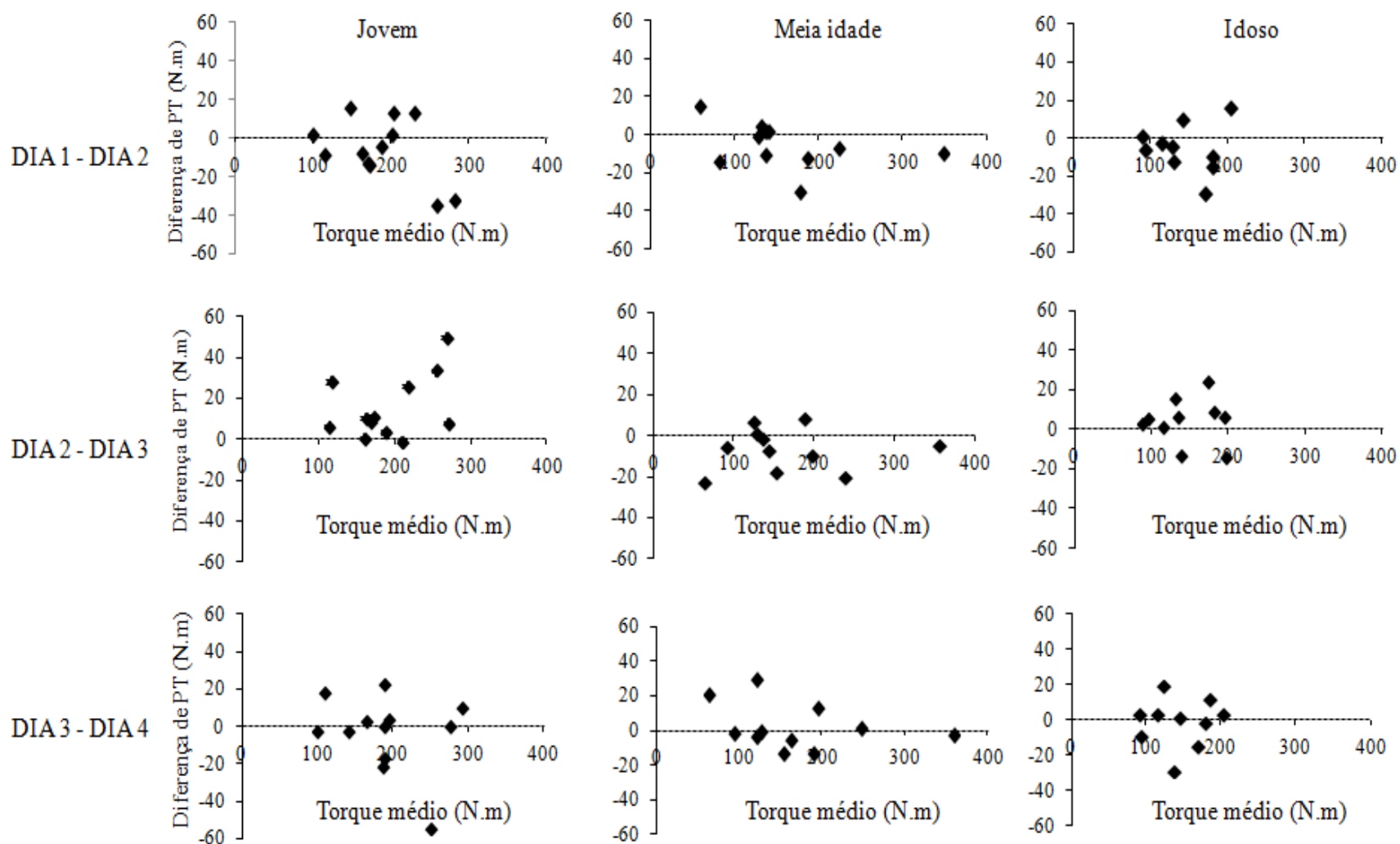
**Figura 1.**

Valores de Pico de torque (PT) em cada sessão de teste no protocolo balístico ( $M \pm DP$ ;  $P < 0,05$ ).

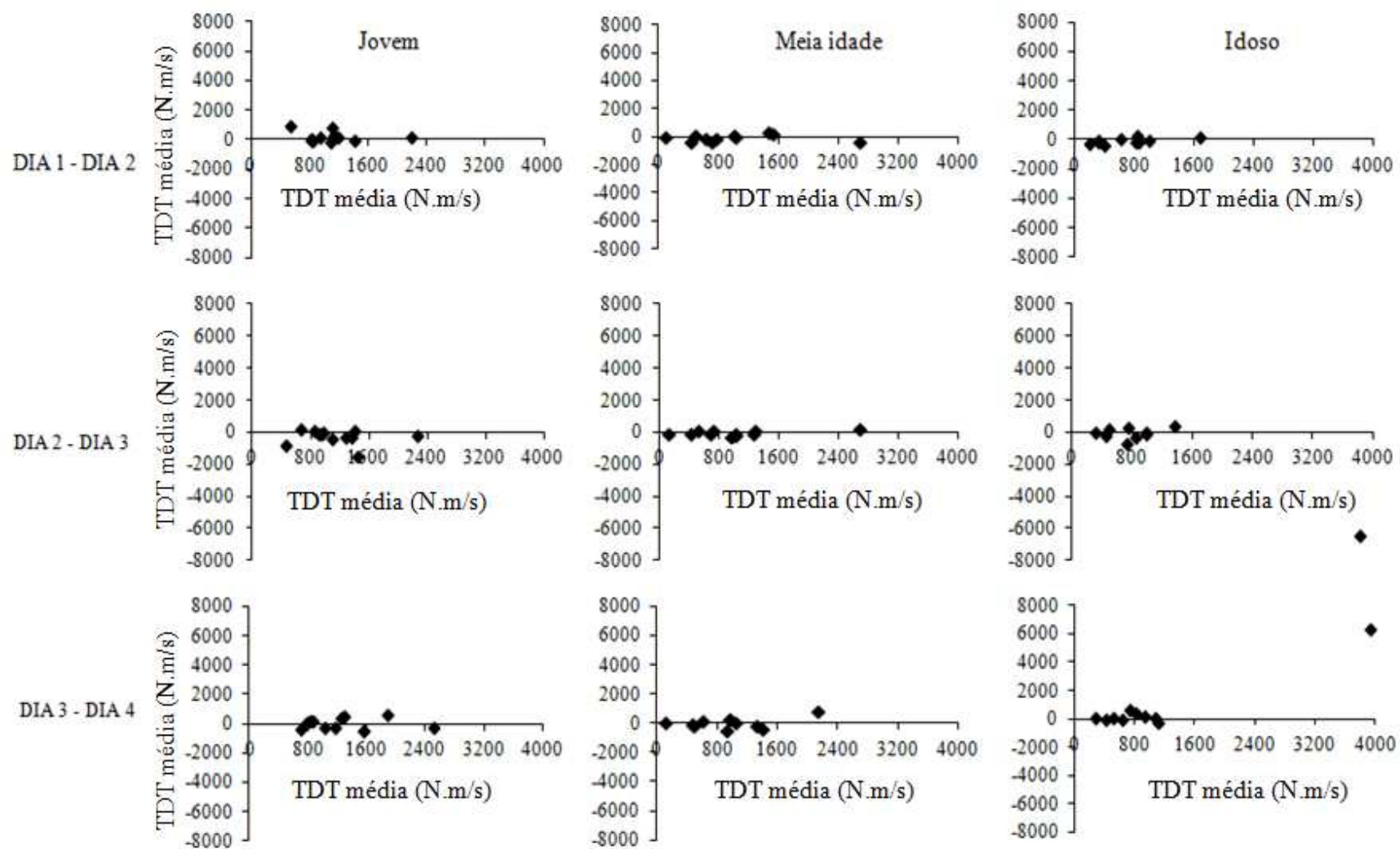
**Figura 2.**

Valores de Taxa de desenvolvimento de torque (TDT) em cada sessão de teste no protocolo balístico. Diferença estatisticamente significante entre jovens. ( $M \pm DP$ ;  $P = 0,01$  para o Dia 1 e  $P = 0,004$  para Dia 4).

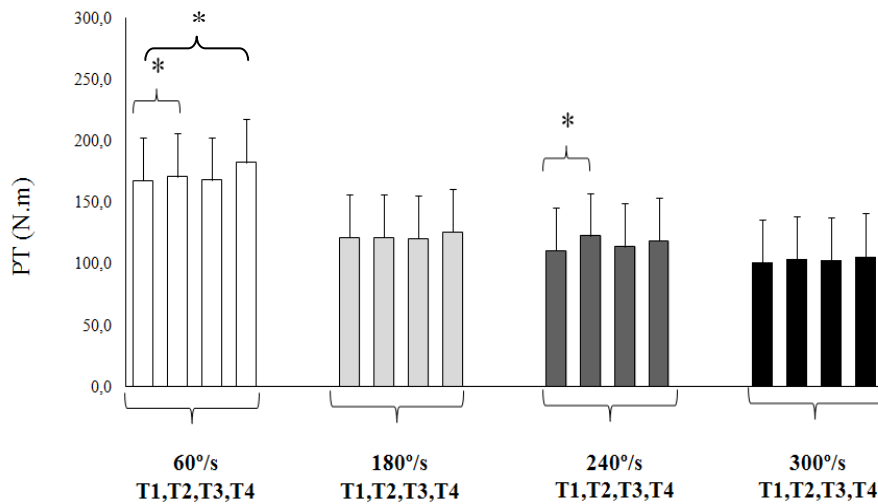
**Figura 3.** Gráficos *Bland-Altman* demonstrando as diferenças de pico de torque (PT) no protocolo balístico, entre o teste anterior e no dia seguinte (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4) em relação ao torque médio entre os dias nos três grupos.



**Figura 4.** Gráficos *Bland-Altman* demonstrando as diferenças de taxa de desenvolvimento de torque (TDT) no protocolo balístico, entre o teste anterior e no dia seguinte (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4) em relação ao torque médio entre os dias nos três grupos.

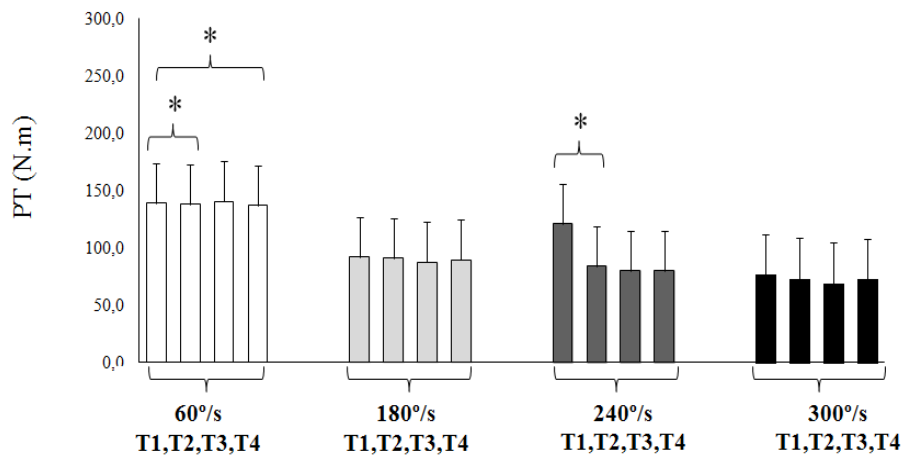


**Figura 5.** Valores de pico de torque (PT) do grupo jovem em cada sessão de teste nas velocidades angulares 60°/s, 180°/s, 240° e 300°/s no protocolo isocinético.



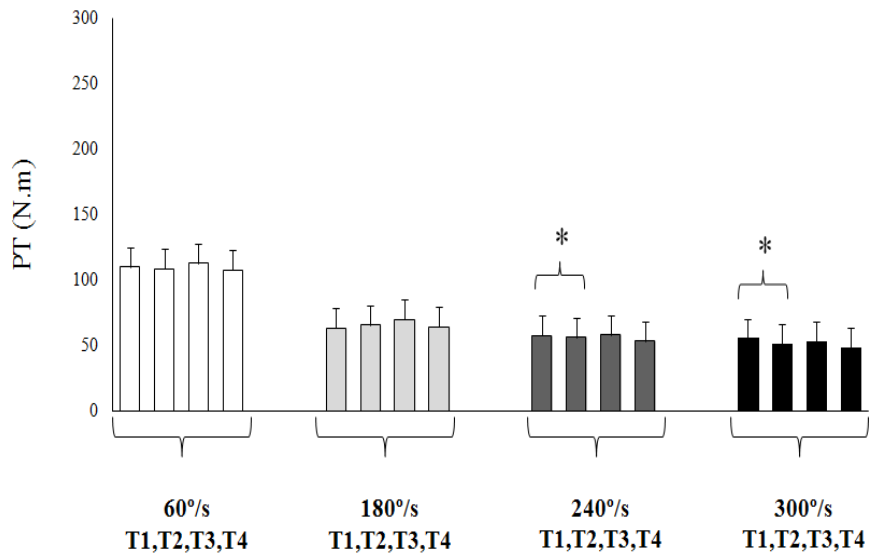
\* Diferenças significativas entre as sessões no mesmo grupo ( $M \pm DP$ ; do teste 1x2 e 1x4;  $P = 0,007$  e  $0,05$  para velocidade 60°/s e  $P = 0,02$  para 180°/s).

**Figura 6.** Valores de pico de torque (PT) do grupo meia idade em cada sessão de teste nas velocidades angulares 60°/s, 180°/s, 240° e 300°/s no protocolo isocinético.



\* Diferenças significativas entre as sessões no mesmo grupo ( $M \pm DP$ ; do teste 1x2 e 1x4;  $P = 0,01$  para velocidade 60°/s e  $P = 0,007$  para 180°/s).

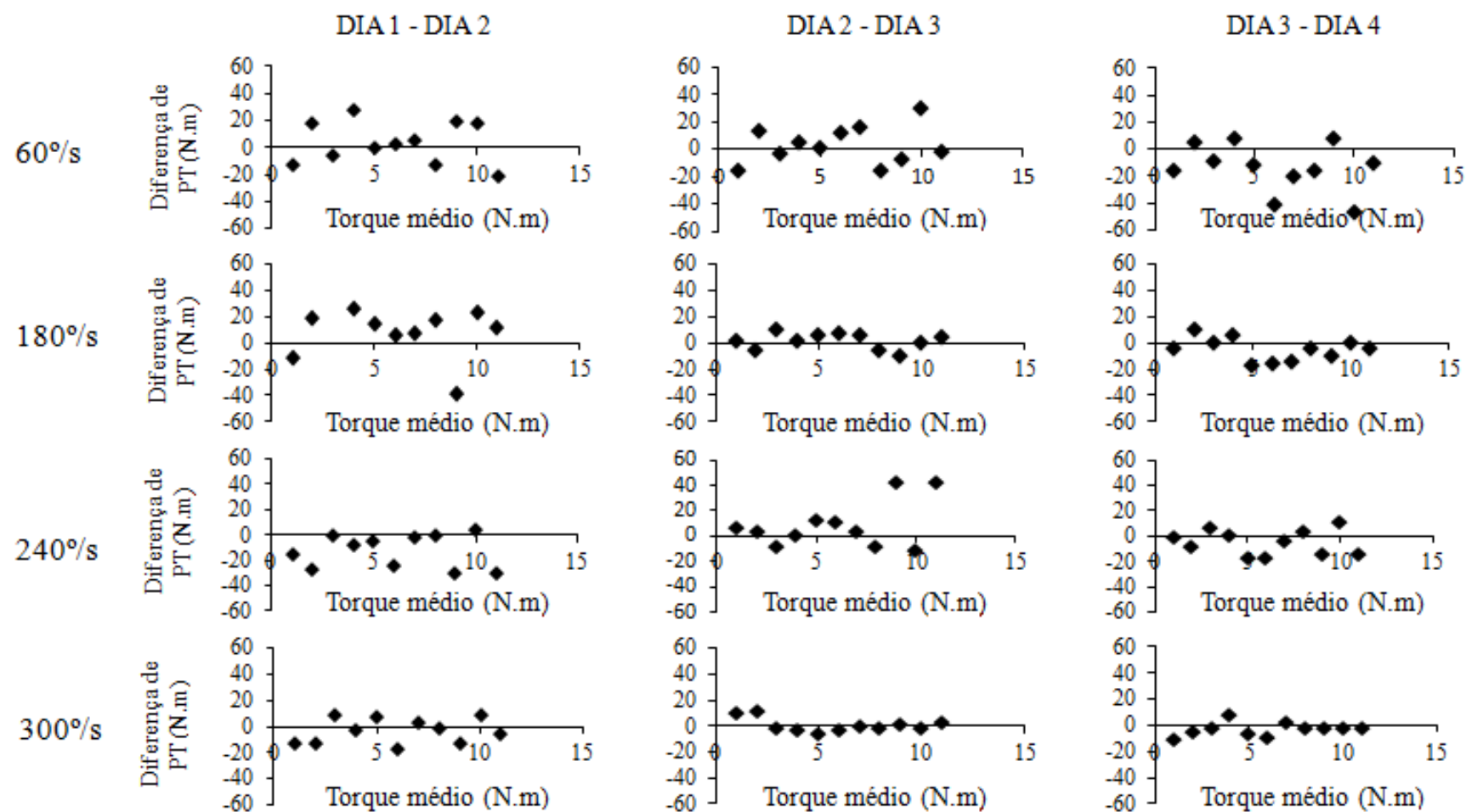
**Figura 7.** Valores de pico de torque (PT) do grupo idoso em cada sessão de teste nas velocidades angulares 60°/s, 180°/s, 240° e 300°/s no protocolo isocinético.



\* Diferenças significativas entre as sessões no mesmo grupo de 1x2; ( $M \pm DP$ ;  $P < 0,05$ ).

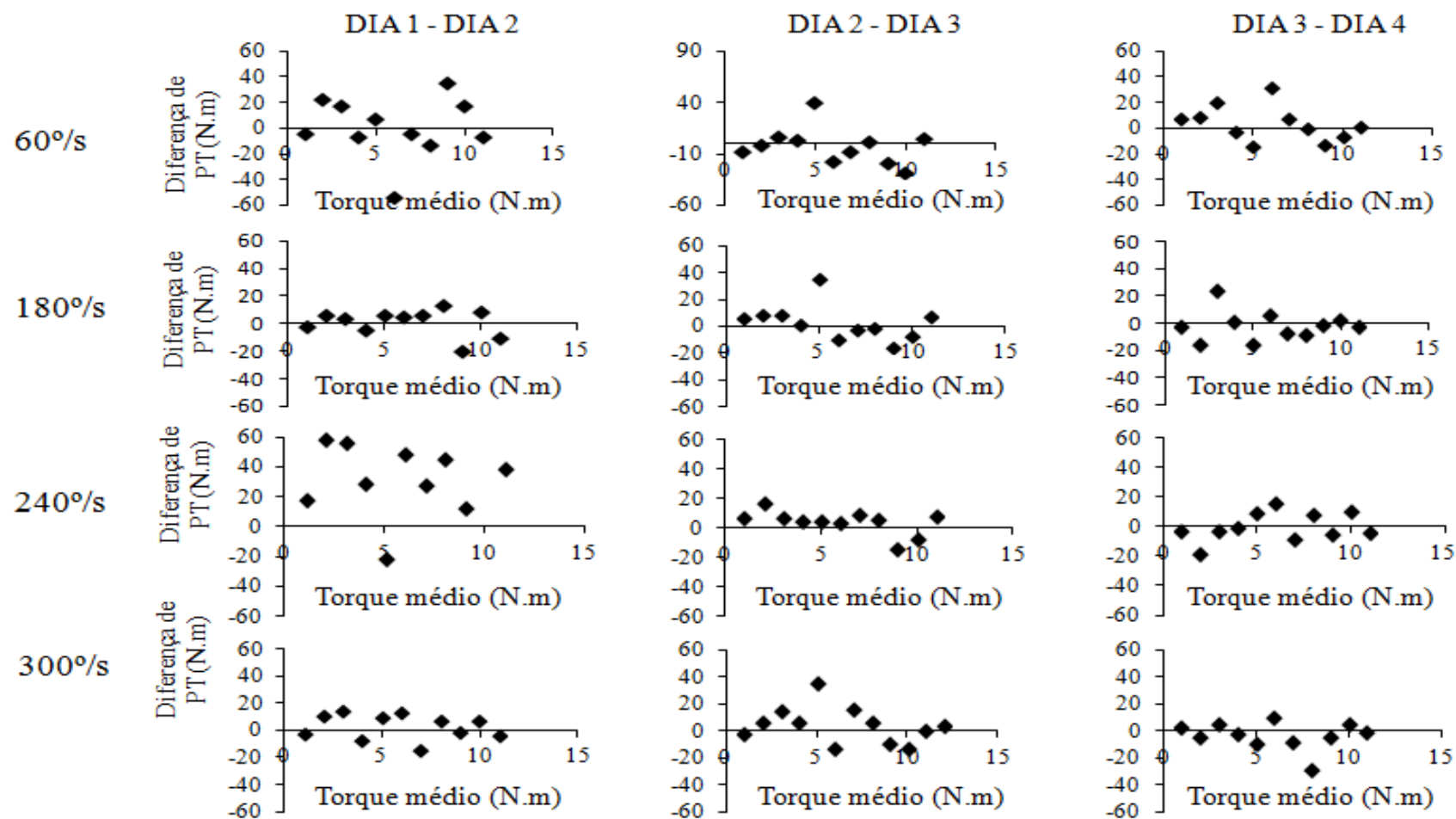


**Figura 8.** Gráficos *Bland-Altman* demonstrando a concordância entre as sessões de pico de torque (PT) nas diferentes velocidades angulares do protocolo isocinético para o grupo jovem.



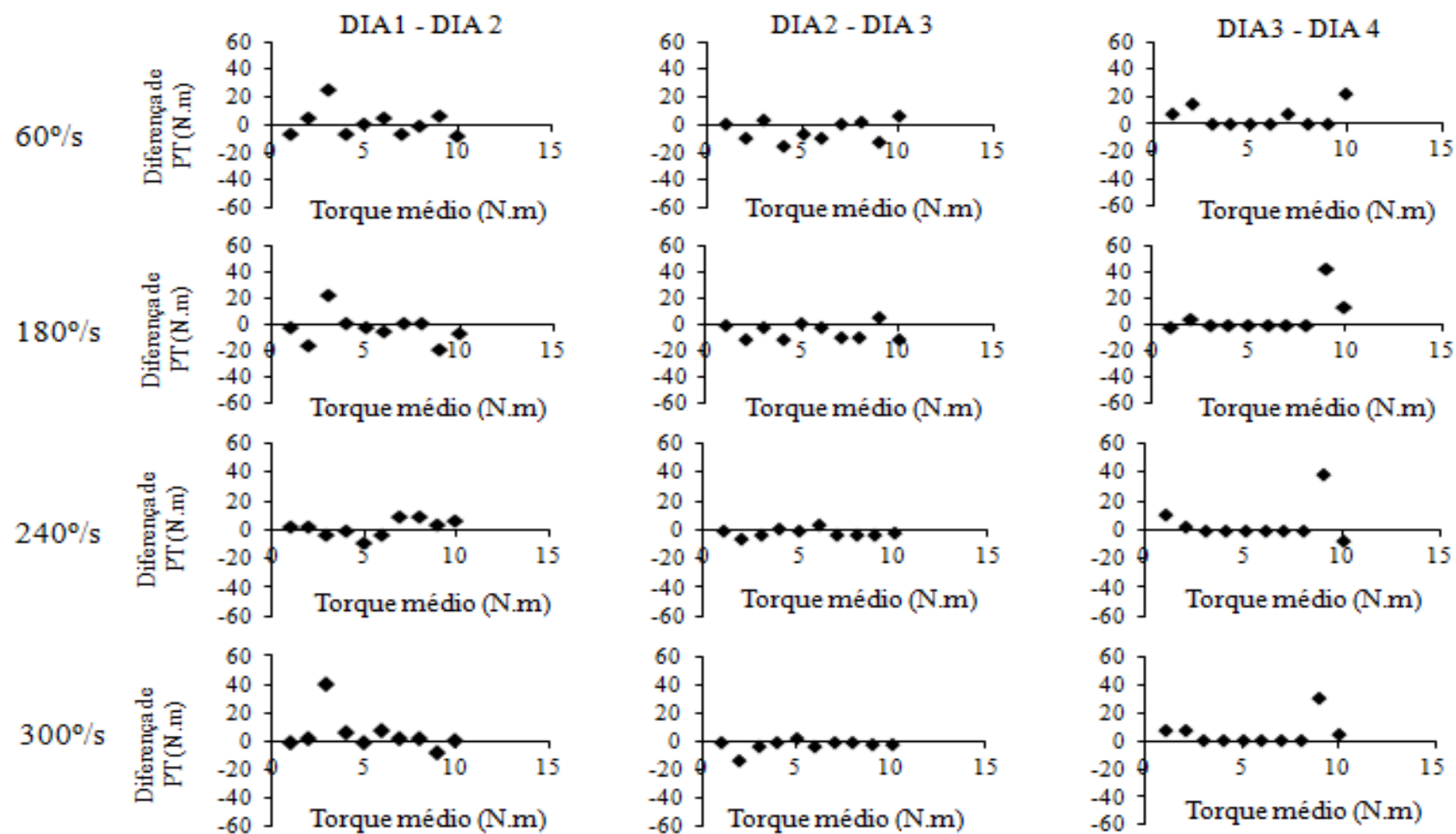
Os dados estão apresentados entre o teste anterior e no dia seguinte (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4) em relação ao torque médio entre os dias.

**Figura 9.** Gráficos *Bland-Altman* demonstrando a concordância entre as sessões de pico de torque (PT) nas diferentes velocidades angulares do protocolo isocinético para o grupo de meia idade.



Os dados estão apresentados entre o teste anterior e no dia seguinte (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4) em relação ao torque médio entre os dias.

**Figura 10.** Gráficos *Bland-Altman* demonstrando a concordância entre as sessões de pico de torque (PT) nas diferentes velocidades angulares do protocolo isocinético para o grupo idoso.



Os dados estão apresentados entre o teste anterior e no dia seguinte (Dia1-Dia2, Dia2-Dia3, Dia3-Dia4) em relação ao torque médio entre os dias.

## 5. DISCUSSÃO

Os principais objetivos do presente estudo foram verificar o número sessões de familiarização necessárias para atingir a estabilidade das medidas de PT e TDT em indivíduos jovens, de meia idade e idosos a partir do protocolo isométrico balístico, assim como, o PT no protocolo dinâmico isocinético, em diferentes velocidades angulares, 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s. Os resultados apresentados do protocolo balístico demonstraram que a estabilidade do PT e da TDT ocorreu logo na primeira sessão de familiarização nos grupos analisados. A não diferença estatisticamente significativa confirmou a estabilização das variáveis neuromusculares entre grupos e sessões. Mesmo que a TDT tenha iniciado diferente entre os grupos, onde sua variabilidade pareceu decrescente, ou seja, quanto mais jovens os indivíduos mais alto o índice da TDT, logo após a primeira sessão de teste essa diferença só reapareceu na última sessão de teste, com valor significativamente menor para os idosos em relação aos jovens. O gráfico de dispersão de Bland-Altman (1986), mostra a relação do torque médio na CVIBM e a concordância entre os valores dos componentes neuromusculares nos dias/sessões dos testes, respectivamente (dia1-dia2, dia2-dia3, dia3-dia4), nos três grupos analisados.

Contrariamente aos presentes achados, estudos mostram que são necessárias de pelo menos duas sessões de familiarização para garantir a estabilidade da medida (AMARANTE do NASCIMENTO, 2012; GURJÃO et al., 2005; RITTI-DIAS et al., 2009; PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001). Esses estudos concluíram que a estabilização da medida de força pode sofrer uma variação entre sessões. Wallerstein et al. (2010) verificaram com trinta e cinco indivíduos idosos que em relação ao torque, existe a necessidade de três sessões de familiarização para a estabilidade do PT com a variação menor que 5% entre sessões. Sobre esse critério de estabilidade, Ordway et al. (2006) relataram que em testes isométricos ocorre uma variação de quase 8% nos valores de PT na segunda sessão de testes. Bazzuchi et al. (2004), por sua vez, sugerem que os valores devem ser inferior a 5% entre testes, o que indica que uma ou duas sessões de familiarização não são suficientes para atingir a estabilidade da medida. No entanto, outro estudo de Aquino et al. (2007), evidenciou que para a confiabilidade (ICC = 0,948;  $p < 0,001$ ; IC 95% 0,881 - 0,977) do teste/reteste na aquisição do PT, a variabilidade entre testes deve ser menor que 10%, como apresentou o presente estudo (jovens = 4,71%, meia idade = 3,93%, idoso = 4,13%) da primeira para segunda sessão de testes. Para a TDT a variação entre o

primeiro e o segundo dia de teste também atingiu níveis confiáveis (jovens = 7,72%, meia idade = 4,54%, idoso = 5,45%). Neste sentido, pelo fato da literatura divergir com relação à variabilidade percentual entre sessões e a análise estatística apresentar-se confiável a partir de testes validados, o critério do presente estudo para verificar a estabilidade da medida foi dos grupos não apresentarem diferenças estatisticamente significantes entre as sessões.

Com relação aos diferentes métodos avaliativos, tanto para contrações dinâmicas como para as isométricas, tem sido comprovado que o processo de familiarização desenvolvido a partir das contrações dinâmicas utiliza-se o teste de 1-RM. Neste sentido, a literatura mostra que até chegar a estabilidade da medida, ocorre uma variabilidade quanto ao número de sessões de familiarização entre as diferentes e as mesmas faixas etárias (2-3 sessões jovem, 2-4 meia idade e 3-9 idoso) (RITTI-DIAS et al., 2009; PLOUTZ-SNYDER e GIAMIS, 2001). Quando comparados os resultados dos idosos de Wallerstein et al. (2010) aos idosos de Ploutz-Snyder e Giamis (2001), ainda que sejam análises isométricas balísticas realizadas em dinamômetro isocinético, ocorreu uma grande variabilidade. Todavia, mesmo com estas respostas, não há registros de uma investigação que componha os diferentes grupos etários avaliados em dinamômetro isocinético a partir de dois protocolos de familiarização. Em resposta a essa afirmação, os resultados do presente estudo são divergentes aos achados a partir de testes com 1-RM. Sugere-se que para garantir a estabilidade do PT e TDT em indivíduos jovens, de meia idade e idosos não é necessário mais que uma sessão de familiarização a partir do protocolo isométrico balístico desenvolvido no presente estudo. Mesmo que Wallerstein et al. (2010) observaram em seu estudo ser necessário três sessões de familiarização para a estabilização do PT, os testes realizados foram diferentes. Os testes desenvolvidos pelos autores consistiram em quatro contrações isométricas submáximas separadas por três minutos de intervalo, sequenciando de apenas duas contrações máximas balísticas. Diferente, o presente estudo utilizou outro modelo de protocolo. O teste consistiu em dez repetições balísticas submáximas, com vinte segundos de intervalo de descanso e quatro contrações balísticas máximas com três minutos de intervalo. Mesmo com a quantidade de sessões propostas para as análises em ambos os estudos, é notório que o número de contrações realizadas com o protocolo utilizado neste estudo foi dobro do protocolo utilizado por Wallerstein et al. (2010). Do mesmo modo, o aquecimento específico do presente estudo contou com dez contrações submáximas, mais que o dobro do protocolo utilizado por Wallerstein et al. (2010) que contou com três contrações submáximas antes do teste.

Outro ponto a ser destacado refere-se ao nível de atividade física dos voluntários. Os indivíduos foram classificados como ativos pelo questionário IPAQ. Assim, é possível que as respostas obtidas dos grupos jovens, de meia idade e idosos sejam resultantes do aumento no número de repetições do protocolo. Ainda que sejam em maioria submáximas, a quantidade de repetições pode ter possibilitado uma facilitação neural, ocasionando maiores adaptações aos específicos estímulos anteriores ao teste aplicado, como aponta Ritti-Dias et al. (2011). Esta adaptabilidade pode ter feito com que os indivíduos jovens e de meia idade, antes da realização dos testes máximos balísticos, chegassem à estabilização nos valores de PT e TDT já entre as tentativas da primeira sessão de teste. O mesmo pode ter ocorrido com relação ao nível de TDT dos idosos que após a primeira sessão de teste atingiu valores similares em relação ao grupo jovem e apresentou diferenças estatisticamente significantes após a última sessão de testes. O protocolo isométrico balístico utilizado com maior volume, em comparação ao de Wallerstein et al. (2010) pode ser ainda a explicação para tal resultado. Mesmo os indivíduos considerados ativos, conforme questionário aplicado parece que os efeitos degenerativos provenientes do processo de envelhecimento, como a atrofia de fibras musculares, diminuição no recrutamento de unidades motoras, o decréscimo de torque e velocidade contrátil influenciam na magnitude da TDT com passar da idade.

Para o protocolo isocinético, realizado a partir das velocidades angulares de 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s os resultados sugerem uma interpretação diferente. A estabilidade da medida, nas velocidades 180°/s e 300°/s aconteceu na terceira sessão de familiarização para os jovens e para os sujeitos de meia idade. Entretanto, nas velocidades angulares 60°/s e 240°/s, para os mesmos grupos, a estabilidade do PT não aconteceu, mesmo com as sessões de familiarização realizadas. Pressupõe-se que sejam necessárias mais sessões de familiarização, uma vez que diferenças significantes foram evidentes entre todas as sessões. Já o grupo idoso, nas velocidades 240°/s e 300°/s precisaram de três sessões de familiarização para estabilizar o PT. Tanto na velocidade 60°/s, quanto na 180°/s nenhuma diferença foi computada entre sessões, também indicando a estabilização logo na primeira sessão para estas velocidades para o grupo idoso. O gráfico de dispersão de Bland-Altman (1986), mostra a relação do torque médio nas velocidades angulares 60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s em cada grupo distinto. Os dados apontam para a dispersão e concordância entre os valores do PT nos dias/sessões dos testes, respectivamente (dia1-dia2, dia2-dia3, dia3-dia4) em cada grupo. Além dos efeitos emanados do processo de

envelhecimento, como a redução do torque máximo. Uma das possíveis explicações para os resultados do protocolo isocinético ao aumento do número de sessões de familiarização, pode estar conferida ao nível de atividade física dos voluntários. Os questionários aplicados analisaram o nível de atividade física dos voluntários e apresentaram menores valores para os indivíduos de meia idade (jovem =  $5,70 \pm 1,21$ ; meia idade =  $4,46 \pm 0,93$  e idosos =  $5,19 \pm 0,95$ ) e considerando-os a sujeitos irregularmente ativos. No presente estudo, uma possível limitação pode ser conferida a ordem das velocidades angulares, pois, os testes máximos isocinéticos aconteceram no mesmo dia. Neste sentido, é visto que a ordem de execução dos exercícios pode influenciar no número de repetições e percepção subjetiva de esforço em indivíduos idosos (SILVA et al., 2009). No entanto, mesmo com essa possível limitação, o resultado do presente protocolo isocinético e com as velocidades angulares randomizadas, a análise realizada não demonstrou diferenças estatisticamente significantes. Tal resultado demonstra que os testes realizados a partir das velocidades angulares  $60^\circ/s$ ,  $180^\circ/s$ ,  $240^\circ/s$  e  $300^\circ/s$ , a ordem das repetições dos testes no mesmo dia não influenciou nos valores do PT.

## CONCLUSÃO

Em resumo, o número de sessões de familiarização necessárias para a estabilização do PT e TDT nas contrações isométricas balísticas em dinamômetro isocinético não demonstram variabilidade entre sessões e entre as faixas etárias analisadas. Para as contrações isocinéticas em diferentes velocidades angulares ocorre uma variabilidade entre as sessões de acordo com a velocidade angular aplicada.

A hipótese do estudo não foi confirmada, pois, a faixa etária não foi o fator determinante quanto ao número de sessões de familiarização atingidas para a estabilidade das medidas. É possível que a velocidade angular do dinamômetro, no caso do protocolo isocinético tenha influenciado os resultados do presente estudo. Ainda que a faixa etária não determine a estabilidade da medida, nos protocolos utilizados, as respostas encontradas mostram que processo de envelhecimento parece influenciar na magnitude da TDT para o protocolo isométrico balístico, assim como nas respostas do PT para o protocolo isocinético. O nível de atividade física dos indivíduos do presente estudo foi considerado ativo e pode ter influenciado nas respostas das variáveis analisadas

Em termos práticos, o presente estudo sugere que o processo de familiarização pode contribuir para aplicação prática em programas de TF. Em diferentes periodizações de TF a familiarização pode ser inserida com o intuito de estabelecer a real carga de treinamento e fazer com que os possíveis ganhos de força não sejam erroneamente interpretados. Com relação a possível limitação referente à ordem das velocidades angulares aplicadas no mesmo dia, estudos adicionais devem ser desenvolvidos para confirmar se existe alguma influência no número de sessões de familiarização para atingir a estabilidade do PT. O desenvolvimento de um estudo com objetivo de verificar a influência da ordem das velocidades angulares para determinar o número de sessões de familiarização para estabilizar o PT parece ser interessante, bem como, efetuar o controle mais rígido do nível de atividade física dos sujeitos.



**REFERÊNCIAS**

- AAGAARD, P. SIMONSEN, E. B. et al. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. J Appl Physiol, v.93, n.4, Oct, p.1318-26. 2002.
- ALENCAR, T. A. M. DI. MATIAS, K. F. S. Abordagem da estabilização central em ciclistas. Revista Movimenta; Vol. 2, N 4, 2009.
- AQUINO, C. F. FREIRE, M. T. F. et al. Análise da confiabilidade de um método de mensuração do ângulo de pico de torque ativo dos isquiossurais. Rev. bras. fisioter. São Carlos, v. 11, n. 2, p. 169-175, mar./abr. 2007.
- AINSWORTH B.E. HASKELL, W.L. et al. Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. Med Sci Sports Exerc; 32(Suppl9):S498-516, 2000.
- BABAULT, N. POULSON, M. et al. Activation of human quadriceps femoris during isometric, concentric, and eccentric contractions. J Appl Physiol, 91: 2628 – 2634, 2001.
- BARNES, W. The relationship of motor-unit activation to isokinetic muscular contraction at different contractile velocities. Phys. Ther, 60: 1152-1158, 1980.
- BATISTA, C. S. TRICOLI, V. et al. Efeito da Familiarização na estabilização dos valores de 1RM para homens e mulheres. Rev. Motriz, Rio Claro, v.17 n.4, p.610-617, out./dez. 2011.
- BATISTA, L. H. CAMARGO, P. R. et al. Avaliação da amplitude articular do joelho: correlação entre as medidas realizadas com o goniômetro universal e no dinamômetro isocinético. Rev. bras. fisioter. Vol. 10, No. 2, 193-198. 2006.
- BAZZUCHI, I. FELICI, F. Differences between young and older women in maximal force, force fluctuations, and surface EMG during isometric knee extension and elbow flexion. Muscle Nerve, 30: 626–635, 2004.
- BENEDETTI, T. R. B. ANTUNES, P. de C. et al. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. Rev. Bras Med Esporte, Vol. 13, N° 1 – Jan/Fev, 2007.
- BENTO, P. C., G. PEREIRA, et al. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. Clin Biomech (Bristol, Avon), v.25, n.5, Jun, p.450-4. 2010
- BENTON, M. J., M. D. WHYTE, et al. Sarcopenic obesity: strategies for management. Am J Nurs, v.111, n.12, Dec, p.38-44; quiz 45-6. 2011.

BILODEAU, M., M. CINCERA, et al. Normality and stationarity of EMG signals of elbow flexor muscles during ramp and step isometric contractions. J Electromyography Kinesiology, v.7, n.2, Jun, p.87-96. 1997.

BLAND, J. M, ALTMAN DJ. Regression analysis. *Lancet*; 1: 908-909. 1986.

BLECH, T.E. Measurement in physical education. 1974; 2a ed. Ronald Press, New York. Cited in Currier, D. P. Elements of research in physical therapy. 3a ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990.

BOSCO, C., BELLI, A. ASTRUA, A. Dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. Volume 70 , Issue 5 , pp 379-386, 1995.

BRUNNER, F., A. SCHMIDT, et al. Effects of aging on Type II muscle fibers: a systematic review of the literature. J Aging Phys Act, v.15, n.3, Jul, p.336-48. 2007.

CANNON, J., D. KAY, et al. Comparative effects of resistance training on peak isometric torque, muscle hypertrophy, voluntary activation and surface EMG between young and elderly women. Clin Physiol Funct Imaging, v.27, n.2, Mar, p.91-100. 2007.

CARVALHO, C., CARVALHO, A. Não se deve identifica força explosiva com potencia muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas. Rev. Port Cien Desp. 6(2) 241–248.2006.

CHAPMAN, D., M. NEWTON, et al. Greater muscle damage induced by fast versus slow velocity eccentric exercise. Int J Sports Med, v.27, n.8, Aug, p.591-8. 2006.

CHAPMAN, D. W., M. J. NEWTON, et al. Effect of slow-velocity lengthening contractions on muscle damage induced by fast-velocity lengthening contractions. J Strength Cond Res, v.25, n.1, Jan, p.211-9. 2011.

COUTINHO ESF & CUNHA GM. Conceitos básicos de epidemiologia e estatística para a leitura de ensaios clínicos controlados. Rev Bras Psiquiatr. 27(2):146-51. 2005.

CRONIN, J. B. E M. E. HENDERSON. Maximal strength and power assessment in novice weight trainers. J Strength Cond Res, v.18, n.1, Feb, p.48-52. 2004.

DVIR, Z. Isocinética - Avaliações Musculares, Interpretações e Aplicações Clínicas. 1 ed. Manole, 2002.

D´ALESSANDRO, L. R., SILVEIRA, P. A. E. et al. Análise da associação entre a dinamometria isocinética da articulação do joelho e o salto horizontal unipodal, hop test, em atletas de voleibol. Rev. Bras Med Esporte. Vol. 11, Nº 5 – Set/Out, 2005.

DELBONO, O. Calcium current activation and charge movement in denervated mammalian skeletal muscle fibers. J Physiol, v.451, p.187-203. 1992.

DEMURA, S., K. MIYAGUCHI, et al. Effectiveness of the 1RM estimation method based on isometric squat using a back-dynamometer. J Strength Cond Res, v.24, n.10, Oct, p.2742-8. 2011.

DUPONT, L., D. GAMET, et al. Motor unit recruitment and EMG power spectra during ramp contractions of a bifunctional muscle. J Electromyography Kinesiology, v.10, n.4, Aug, p.217-24. 2000.

FARINATTI, P. DE T. V. Apresentação de uma versão em português do compêndio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em fisiologia do exercício. Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício. P. Jul. 77-208. 2003.

FAUTH, M. L., E. J. PETUSHEK, et al. Reliability of surface electromyography during maximal voluntary isometric contractions, jump landings, and cutting. J Strength Cond Res, v.24, n.4, Apr, p.1131-7. 2010.

FLORINDO, A. A. LATORRE, M. do R. D. de O. Validação e reprodutibilidade do questionário de Baecke de avaliação da atividade física habitual em homens adultos. Rev Bras Med Esporte. Vol. 9, Nº 3 – Mai/Jun, 2003.

FORD-SMITH, D. C., WYMAN, J. F. Reliability of Stationary Dynamometer Muscle Strength Testing in Community-Dwelling Older Adults. Arch Phys Med Rehabil Vol 82, August 2001.

FRONTERA, W. R. HUGHES, V. A. et al. A cross-sectional study of muscle strength and mass in 45- to 78-yr-old men and women. J Appl Physiol. Aug; 71 (2):644-50, 1991.

GRUBER, M. E A. GOLLHOFER. Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. Euro J Appl Physiol, v.92, n.1-2, Jun, p.98-105. 2004.

GURJÃO, A. L., R. GONÇALVES, et al. Acute effect of static stretching on rate of force development and maximal voluntary contraction in older women. J Strength Cond Res, v.23, n.7, Oct, p.2149-54. 2009.

HAKKINEN, K., M. ALEN, et al. Neuromuscular adaptations during concurrent strength and endurance training versus strength training. Euro J Appl Physiol, v.89, n.1, Mar, p.42-52. 2003.

IZQUIERDO, M., J. IBANEZ, et al. Neuromuscular fatigue after resistance training. Int J Sports Med, v.30, n.8, Aug, p.614-23. 2009.

KOMI, P. V. Força e potência no esporte. 2 ed. Porto Alegre, Artmed, 2006.

LAROCHE, D. P., K. A. Cremin, et al.. Rapid torque development in older female fallers and nonfallers: a comparison across lower-extremity muscles. J Electromyography Kinesiology, v.20, n.3, Jun, p.482-8. 2009.

LANZA, I. R. T. F., TOWSE, G. E. et al. Effects of age on human muscle torque, velocity, and power in two muscle groups. J Appl Physiol 95, 2361–2369, 2003.

LAVENDER, A. P. E K. NOSAKA. Changes in markers of muscle damage of middle-aged and young men following eccentric exercise of the elbow flexors. J Sci Med Sport, v.11, n.2, Apr, p.124-31. 2008.

LEVINGER, I., C. GOODMAN, et al. The reliability of the 1RM strength test for untrained middle-aged individuals. J Sci Med Sport, v.12, n.2, Mar, p.310-6. 2009.

Lutz, C. T. e L. S. Quinn. Sarcopenia, obesity, and natural killer cell immune senescence in aging: Altered cytokine levels as a common mechanism. Aging (Albany NY), v.4, n.8, Aug, p.535-46. 2012.

MACLURE, M. The case-crossover design: a method for studying transient effects on the risk of acute events. Am J. Epidemiol. 133:144-53, 1991.

Miller, J.P., Ronald, V. et al. Reciprocal coactivation patterns of the medial and lateral quadriceps and hamstrings during slow, medium and high speed isokinetic movements. Journal of Electromyography and Kinesiology. 10, 233–239. 2000.

MIRKOV, D. M., NEDELJKOVIC, A. et al. Muscle strength testing: evaluating of testes of explosive force production. European Journal of Applied Physiology. Volume 91, Issue 2-3, pp 147-154. March 2004.

MITCHELL, W. K., J. WILLIAMS, et al. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. Front Physiol, v.3, p.260. 2012.

NIGG, B. M., HERZONG, W. Biomechanics of the Musculoskeletal System, Chichester, UK, 1994.

OKUNO, E., FRATIN, L. Desvendando a Física do Corpo Humano – Biomecânica. 1ª ed. Barueri. Editora Manole Ltda. 2003.

ORDWAY, R. N., HAND, A. et al. Reliability of knee and ankle strength measures in an older adult population. Journal of Strength and Conditioning Research, 20 (1), 82–87, 2006.

PHILLIPS, W. T., BATTERHAN, A. M. Reliability of Maximal Strength Testing in Older Adults. Arch Phys Med Rehabil. Vol 85, February 2004.

PINHO, L., DIAS, R. C. et al. Avaliação Isocinética da função muscular do quadril e do tornozelo em idosos que sofrem quedas. Rev. bras. Fisio. Vol. 9, No. 1, 93-99. 2005.

PLOUTZ-SNYDER, L. L. E E. L. GIAMIS. Orientation and familiarization to 1RM strength testing in old and young women. J Strength Cond Res, v.15, n.4, Nov, p.519-23. 2001.

POTULSKI, A. P., BALDISSERA, K. D. et al. Pico de torque muscular de flexores e extensores de joelho de uma população geriátrica. Revista Brasileira de Ciências da Saúde, ano 9, nº 28, abr/jun 2011.

POULIN, M.J. VANDERVOORT, A. A. et al. Eccentric and concentric torques of knee and elbow extension in young and older men. Can J Sport Sci. 17(1): 3-7. Mar, 1992.

RABACOW, F. M. GOMES, M. de A. et al. Questionários de medidas de atividade física em idosos. Rev. Bras.Cineantropom. Desempenho Hum.8(4):99-106, 2006.

RASSIER, D. E., MACINTOSH, B. R. et al. Length dependence of active force production in skeletal muscle. J. Appl. Physiol. 86(5): 1445–1457, 1999.

RICARD, M. D., C. UGRINOWITSCH, et al. Effects of rate of force development on EMG amplitude and frequency. Int J Sports Med, v.26, n.1, Jan-Feb, p.66-70. 2005.

RITTI-DIAS, M. R., CYRINO, S. E., et al. Influence of familiarization process on muscular strength assessment in 1-RM tests. Rev. Bras. Med. Esporte. Vol. 11, Nº 1 – Jan/Fev, 2005

Ritti-Dias, M. R., Avelar, A. et al. Familiarização ao teste de 1-RM em mulheres com experiência prévia em treinamento com pesos. Rev. da Educação Física/UEM. Maringá, v. 20, n. 3, p. 423-429, 3. 2009.

RITTI-DIAS, M. R., AVELAR, A., et al. Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. J Strength Cond. Res. 25,5. May, 2011.

ROSCHER, H., M. NEVES-JUNIOR, et al. Familiarization with lower limb strength testing in middle-aged women with osteoarthritis of the knee. Physiotherapy, v.97, n.4, Dec, p.350-3. 2011.

ROTHSTEIN, J. M., A. DELITTO, et al. Electromyographic, peak torque, and power relationships during isokinetic movement. Phys Ther, v.63, n.6, Jun, p.926-33. 1983.

RYDWIK, E. KARLSSON, C. Muscle strength testing with one repetition maximum in the arm/shoulder for people aged 75 + - test-retest reliability. Clinical Rehabilitation; 21: 258-265. 2007.

SENN, S. Cross-over Trials in Clinical Trial Research. Second Edition, 2002.

SEO, DONG-IL, KIM, E. et al. Reliability of the one-repetition maximum test based on muscle group and gender. Journal of Sports Science and Medicine. 11, 221-225. 2012.

SILVA, N. S. L. DA, MONTEIRO, et al. Influência da ordem dos exercícios sobre o número de repetições e percepção subjetiva do esforço em mulheres jovens e idosas. Rev. Bras. Med Esporte – Vol. 15, No 3 – Mai/Jun, 2009.

SKELTON, D. A., J. KENNEDY, et al. Explosive power and asymmetry in leg muscle function in frequent fallers and non-fallers aged over 65. Age Aging, v.31, n.2, Mar, p.119-25. 2002.

SOARES-CALDEIRA, L. F., R. M. RITTI-DIAS, et al. Familiarization indexes in sessions of 1-RM tests in adult women. J Strength Cond Res, v.23, n.7, Oct, p.2039-45. 2009.

TAGESSON, S. K. E J. KVIST. Intra- and interrater reliability of the establishment of one repetition maximum on squat and seated knee extension. J Strength Cond Res, v.21, n.3, Aug, p.801-7. 2007.

TERRERI, A. S. A. P., GREVE, J. M. D., AmatuZZi, M. Avaliação isocinética no joelho do atleta. Rev Bras Med Esp. V. 7, nº 5 – Set/Out, 2001.

TOIGO, M. E U. BOUTELLIER. New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. Eur J Appl Physiol, v.97, n.6, Aug, p.643-63. 2006.

UGRINOWITSCH, C. BARBANTI, V. J. et al. Capacidade dos testes isocinéticos em prever a "performance" no salto vertical em jogadores de voleibol. Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, 14 (2):172-83, jul./dez. 2000.

UGRINOWITSCH, C. BARBANTI, V. J. Ciclo de alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. Rev. paul. Educ. Fís., São Paulo, 12(1): 85-94, jan./jun. 1998.

VAN DIEEN, J. H., F. OGITA, et al. Reduced neural drive in bilateral exertions: a performance-limiting factor? Med Sci Sports Exerc, v.35, n.1, Jan, p.111-8. 2003.

WALLERSTEIN, L. F., R. BARROSO, et al. The influence of familiarization sessions on the stability of ramp and ballistic isometric torque in older adults. J Aging Phys Act, v.18, n.4, Oct, p.390-400. 2010.

WALLERSTEIN, L. F., V. TRICOLI, et al. Effects of strength and power training on neuromuscular variables in older adults. J Aging Phys Act, v.20, n.2, Apr, p.171-85. 2012.

WOLFSON, L., J. JUDGE, et al. Strength is a major factor in balance, gait, and the occurrence of falls. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, v.50 Spec No, Nov, p.64-7. 1995.

ZEHR, E. P. E D. G. SALE. Ballistic movement: muscle activation and neuromuscular adaptation  
Canadian Journal of Applied Physiology, v.19, n.4, p.363-378. 1994.

\_\_\_\_\_. Reproducibility of ballistic movement. Med Sci Sports Exerc, v.29, n.10, Oct, p.1383-8. 1997.

ZEHR, E. P., D. G. SALE, et al. Ballistic movement performance in karate athletes. Med Sci Sports Exerc, v.29, n.10, Oct, p.1366-73. 1997.

**APÊNDICES****ANAMNESE**

Nome: \_\_\_\_\_  
 Telefone: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_  
 Email: \_\_\_\_\_  
 Idade: \_\_\_\_\_ anos Data de Nascimento: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_\_

**Sintomas atuais:**

Nenhuma  Dor no peito  Falta de ar  Palpitações  Desmaio  
 Dor na coluna  Dor em outras articulações  Outras.....  
 Observações: .....

**Atividade Física:**

Pratica há ..... Modalidade:..... Frequência: ...../ sem.  
 Praticou há ..... Tempo de pratica: ..... Modalidade: .....

**Antecedentes Pessoais:**

Nenhum  Infarto do miocárdio  Asma/Bronquite  Convulsão  
 Renite alérgica  Diabetes  Colesterol alto  Anemia  Pressão alta   
 Derrame cerebral  Outras: .....

Cirurgia:  Não  Sim. Qual(is)? .....  
 Fratura:  Não  Sim. Qual(is)? .....  
 Entorses:  Não  Sim. Qual(is)? .....  
 Gestações:  Partos  Cesáreas  Abortos

Faz uso de algum medicamento:  Não  Sim.  
 Qual(is)?.....

Etilismo:  Não  Sim. Dias/semana ? .....  
 Tabagismo:  Nunca  Parou há .....  Sim, .....anos.

**Antecedentes familiares:**

Nenhum  Infarto no miocárdio  Morte súbita  Derrame cerebral  
 Obesidade  Pressão alta  Diabetes  Outros: .....

## CLASSIFICAÇÃO DO NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA IPAQ



**1. INATIVO:** aquele que não realizou nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos durante a semana.

**2. IRREGULARMENTE ATIVO:** aquele que realiza atividade física, porém, de forma insuficiente para ser classificado como ativo pois não cumpre as recomendações quanto à frequência ou duração. Para realizar essa classificação soma-se a frequência e a duração dos diferentes tipos de atividades (caminhada + moderada + vigorosa).

**3. ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

a) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão; ou

b) MODERADA ou CAMINHADA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão; ou

Qualquer atividade somada:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 150$  minutos/sem (caminhada + moderada + vigorosa).

**4. MUITO ATIVO:** aquele que cumpriu as recomendações de:

a) VIGOROSA:  $\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão ou

b) VIGOROSA:  $\geq 3$  dias/sem e  $\geq 20$  minutos por sessão + MODERADA ou CAMINHADA:

$\geq 5$  dias/sem e  $\geq 30$  minutos por sessão.



**Exemplos:**

Indivíduos	Caminhada		Moderada		Vigorosa		Classificação
	F	D	F	D	F	D	
1	-	-	-	-	-	-	Inativo
2	4	20	1	30	-	-	Irregularmente Ativo
3	3	30	-	-	-	-	Irregularmente Ativo
4	3	20	3	20	1	30	Ativo
5	5	45	-	-	-	-	Ativo
6	3	30	3	30	3	20	Muito Ativo
7	-	-	-	-	5	30	Muito Ativo

F = Frequência – D = Duração

Sugerimos uma forma de classificação adicional reduzindo para dois grupos. Aqueles que alcançam e não alcançam a recomendação, muito utilizada em estudos de Cálculo de Risco.

Os grupos com a classificação Inativa e Irregularmente Ativa denominam-se SEDENTÁRIO ou Insuficientemente ativo.

Os grupos classificados como Ativo e Muito Ativo recebem o conceito de suficientemente ativos, aqueles que alcançam a recomendação de  $\geq 150$  minutos e  $\geq 5$  dias na semana.

**TERMO DE CONSENTIMENTO FORMAL LIVRE E ESCLARECIDO (TCFLE)**

Projeto de Pesquisa: “CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA ISOMÉTRICA BALÍSTICA MÁXIMA E ATIVAÇÃO MUSCULAR”

Responsável pelo Projeto: Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Regina Cavaglieri

Mestrando: Marcio Aparecido Franco de Godoy Fazolin

Local do desenvolvimento do projeto: Faculdade de Educação Física (UNICAMP)

Eu, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos de idade, RG \_\_\_\_\_, residente à Rua (Av.) \_\_\_\_\_,

voluntariamente concordo em participar do presente estudo em caráter de pesquisa científica, o qual objetiva verificar a contração voluntária isométrica balística máxima (CVIBM) em indivíduos jovens, de meia-idade e idosos, e comparar a resposta neuromuscular entre as faixas etárias.

Estou ciente que, antes do início do experimento, serei submetido a uma avaliação clínica e diagnóstica, composta por uma anamnese, exames clínicos e físicos, realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício (FISEX) da Faculdade de Educação Física (FEF) da UNICAMP em parceria com a Faculdade de Ciências Médicas UNICAMP. Estas avaliações auxiliam na identificação de uma eventual contra-indicação para minha participação no estudo.

Após a liberação médica na avaliação clínica serão realizados os testes de força muscular no FISEX. Para a avaliação da CVIBM serão necessárias quatro visitas ao laboratório, com intervalo de 72 horas entre elas. Tal protocolo consiste na realização de três CVIBM, com o membro inferior não dominante, em dinamômetro isocinético. Essa avaliação ocasiona o mínimo incomodo e não traz risco para minha integridade física.

É de meu conhecimento que, as informações obtidas durante as sessões de avaliação serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem devida autorização. As informações assim obtidas poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada.

Assim, li e entendi as informações precedentes, sendo que eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, no qual as dúvidas que possam ocorrer

poderão ser prontamente esclarecidas, bem como, o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados. Também estou consciente de que esse projeto não envolve nenhum tipo de custo financeiro para o voluntário e que a participação nele não é passível de contribuição em dinheiro. Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, prosseguir com o programa até o final, e colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto, sendo que poderei abandonar o projeto e as coletas de dados a qualquer momento.

Campinas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

---

Sr (a) voluntário (a)

---

Mestrando Marcio Aparecido Franco de Godoy Fazolin

Telefone para contato: 3521.6625

macastaldelli@hotmail.com

---

Professora. Dra. Claudia Regina Cavaglieri

Telefone para contato: 3521.7493

cavaglieri@fef.unicamp.br

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE FORMAL E ESCLARECIDO (TCFLE)**

Projeto de Pesquisa: “FAMILIARIZAÇÃO COM A AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA EM DIFERENTES VELOCIDADES: COMPARAÇÕES ENTRE JOVENS, MEIA-IDADE E IDOSOS”

Responsável pelo Projeto: Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi

Orientadora: Profa. Dra. Claudia Regina Cavaglieri

Mestrando: Marcio Aparecido Franco de Godoy Fazolin

Local do desenvolvimento do projeto: Faculdade de Educação Física (UNICAMP)

Eu, \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos de idade, RG \_\_\_\_\_, residente à Rua (Av.) \_\_\_\_\_, voluntariamente concordo em participar do presente estudo em caráter de pesquisa científica, o qual objetiva verificar o número de sessões necessárias para familiarização com a avaliação isocinética em diferentes velocidades.

Estou ciente que, antes do início do experimento, serei submetido a uma avaliação clínica e diagnóstica, composta por uma anamnese, exames clínicos e físicos, realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício (FISEX) da Faculdade de Educação Física (FEF) da UNICAMP em parceria com a Faculdade de Ciências Médicas UNICAMP e Escola de Educação Física e Esportes da USP. Estas avaliações auxiliam na identificação de uma eventual contraindicação para minha participação no estudo. Após a liberação médica na avaliação clínica serão realizadas as avaliações de isocinéticas no FISEX.

As avaliações serão realizadas em dinamômetro isocinético (aparelho para avaliação da força), no qual o (a) senhor (a) executará séries e será instruído (a) aplicar o máximo de força em quatro diferentes velocidades de movimento (60°/s, 180°/s, 240°/s e 300°/s), com o membro inferior não dominante, em dinamômetro isocinético. Essa avaliação ocasiona o mínimo incomodo e não traz risco para minha integridade física. Junto com este teste será realizada a avaliação da atividade dos músculos empregados durante a realização dos movimentos, procedimento denominado eletromiografia. Para isso sua pele será devidamente preparada (retirada de pelos,

raspagem e limpeza) para a colocação de pequenos eletrodos de superfície, que estarão conectados a um sistema computadorizado que captarão os sinais de atividade muscular;

É de meu conhecimento que, as informações obtidas durante as sessões de avaliação serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem devida autorização. As informações assim obtidas poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada.

Assim, li e entendi as informações precedentes, sendo que eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, no qual as dúvidas que possam ocorrer poderão ser prontamente esclarecidas, bem como, o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados. Também estou consciente de que esse projeto não envolve nenhum tipo de custo financeiro para o voluntário e que a participação nele não é passível de contribuição em dinheiro.

Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, prosseguir com o programa até o final, e colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto, sendo que poderei abandonar o projeto e as coletas de dados a qualquer momento.

Campinas, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

---

Sr(a). voluntário (a)

---

Mestrando Marcio Aparecido Franco de Godoy Fazolin

Telefone para contato: 3521.6625

macastaldelli@hotmail.com

---

Professora. Dra. Claudia Regina Cavaglieri

Telefone para contato: 3521.7493

cavaglieri@fef.unicamp.br

Comitê de ética em pesquisa  
FCM - Universidade Estadual de Campinas  
Telefone para contato: 35218936

## ANEXOS

## Ficha de avaliação dos voluntários

ISOMÉTRICO BALÍSTICO					
Teste	Peso do Membro (kg)	Tentativa 1 (NM)	Tentativa 2 (NM)	Tentativa 3 (NM)	Tentativa 4 (NM)
1					
2					
3					
4					

Posição do Dinamômetro	
Solo:	
Inclinação:	
Rotação:	
Braço:	
Altura:	

ISOCINÉTICO					
Teste	Peso do Membro (kg)	Tentativa 1 (NM)/Vel/Âng	Tentativa 2 (NM)/Vel/Âng	Tentativa 3 (NM)/Vel/Âng	Tentativa 4 (NM)/Vel/Âng
1					
2					
3					
4					

Posição da Cadeira	
Solo:	
Encosto:	
Rotação:	
Altura:	
Inclinação:	

## Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

[www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa](http://www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa)

CEP, 16/03/12  
(Grupo III)

**PARECER CEP:** N° 1303/2011 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto).  
**CAAE:** 1209.0.146.000-11

### I - IDENTIFICAÇÃO:

**PROJETO:** "TREINAMENTO DE FORÇA E CONCORRENTE COM OCLUSÃO VASCULAR: RESPOSTAS DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA, INFLAMAÇÃO SISTÊMICA E ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES DE HOMENS E MULHERES".

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Mara Patrícia Traina/Chacon Mikahil

**INSTITUIÇÃO:** Faculdade de Educação Física/UNICAMP

**APRESENTAÇÃO AO CEP:** 12/12/2011

**APRESENTAR RELATÓRIO EM:** 16/03/13 (O formulário encontra-se no *site* acima).

### II – OBJETIVOS.

Verificar o efeito de sessões agudas e crônicas de treinamento de força de alta intensidade (TFAI), treinamento de força com oclusão (TFO), treinamento de força de baixa intensidade (TFBI), treinamento concorrente (TC) e treinamento físico de baixa intensidade combinado a uma oclusão vascular moderada (TCO) sobre as adaptações neuromusculares, cardiovasculares e inflamatórias sistêmicas de homens e mulheres de diferentes idades.

### III – SUMÁRIO.

A pesquisadora esclarece que a partir da última década, foi demonstrado na literatura especializada que a massa muscular esquelética e a força muscular podem ser aumentadas por meio de um programa de treinamento físico de baixa intensidade combinado a oclusão vascular moderada nos grupos exercitados, ou seja, pela restrição do fluxo sanguíneo por meio de equipamentos tais como manguito de pressão sanguínea colocados proximalmente aos músculos exercitados.

Trata-se de projeto de pesquisa monocêntrico, com previsão de inclusão de 80 sujeitos de pesquisa de diferentes faixas etárias (jovens, meia-idade e idosos), de ambos os gêneros, pertencentes ou não à comunidade da Unicamp, irregularmente ativos ou sedentários. A convocação será feita pelo portal da Universidade, na internet, além de outros veículos de comunicação (rádio, TV, folhetos, cartazes). Os voluntários serão randomizados em cinco grupos distintos, incluindo um grupo controle que não realizará nenhum treinamento físico na fase experimental.

O protocolo prevê a realização de avaliação clínica composta por eletrocardiograma de repouso e esforço na fase de triagem. Serão feitas quatro sessões de familiarização com atividades físicas, com teste de repetição máxima com intervalos de 72 h entre elas. As sessões experimentais serão em número de três e também intercaladas por intervalo de 72 h. Haverá, ainda, a coleta de amostras de sangue em dois momentos (antes e 72 h após a última avaliação de

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP  
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126  
Caixa Postal 6111  
13083-887 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936  
FAX (019) 3521-7187  
cep@fcm.unicamp.br