

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
WESLEY PETRY DE AVILA

**REPRODUTIBILIDADE DO DESEMPENHO DO SPRINT ISOCINÉTICO EM  
CICLO ERGÔMETRO**

Florianópolis  
2016.

WESLEY PETRY DE AVILA

**REPRODUTIBILIDADE DO DESEMPENHO DO SPRINT ISOCINÉTICO EM  
CICLO ERGÔMETRO**

Monografia submetida ao Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina como requisitos final para obtenção do título de Graduado em Educação Física - Bacharelado

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas

Coorientador: Prof. Me. Paulo Cesar do Nascimento Salvador

Florianópolis

2016.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Avila, Wesley

Reprodutibilidade do desempenho do sprint isocinético  
em ciclo ergômetro / Wesley Avila ; orientador, Ricardo  
Dantas de Lucas ; coorientador, Paulo Cesar do Nascimento  
Salvador. - Florianópolis, SC, 2016.

27 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de  
Desportos. Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. força. 3. fadiga. 4. potência . 5.  
torque. I. Dantas de Lucas, Ricardo. II. do Nascimento  
Salvador, Paulo Cesar. III. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Educação Física. IV. Título.

WESLEY PETRY DE ÁVILA

**REPRODUTIBILIDADE DO DESEMPENHO DO SPRINT ISOCINÉTICO EM  
CICLO ERGÔMETRO**

Esta monografia foi avaliada e aprovada  
para obtenção do título de Graduado em  
Educação Física - Bacharelado.

Florianópolis, 25 de novembro de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Prof. Dr. Ricardo Dantas de Lucas  
Orientador  
CDS/UFSC

Prof. Me. Paulo Cesar do Nascimento Salvador  
Coorientador  
UFSC

Prof. Cristiano Dall' Agnol  
Membro Titular  
LAEF – CDS/UFSC

Prof. Marília Cavalcanti Serpa  
Membro Titular  
LAEF – CDS/UFSC

Prof. Geovane Krüger  
Membro Suplente  
LAEF – CDS/UFSC

*Dedico aos meus pais Lazaro de Ávila e Bernadete Petry de Ávila, minha amada  
madrinha Clotilde Petry e minha querida vó Antonina Martins de Ávila.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço todo apoio incondicional dos meus familiares, em especial minha mãe **Bernadete Petry de Ávila**, pai **Lazaro de Ávila** e madrinha **Clotilde Petry**, que em todas as horas de dificuldade me deram apoio e não me fizeram desistir mesmo que parecesse o mais a se fazer.

Aos meus amigos **Cesar Moraes**, **Zilmar Neto**, **Luiz Roberto da Silva**, **Raquel Werlich**, que desde sempre me incentivaram a continuar e deram apoio de todas as formas necessárias para que tudo se tornasse realidade. A uma amiga especial que conheci nesse processo e tenho orgulho de defender meu trabalho na mesma semana que ela, **Thaise Bento**, grato por toda sua paciência e colaborações não só acadêmica como humanísticas.

Aos meus orientadores, **Professor doutor Ricardo Dantas** e **Professor mestre Paulo Cesar do Nascimento**, agradeço a oportunidade de poder aprender com ambos um pouco sobre pesquisa científica e tomar gosto pelo treinamento, e todos os meus companheiros de laboratório, em especial **Cristiano Dall' Agnol**, por importante contribuição nessa reta final de graduação e ao professor mestre **Jaelson Ortiz** pela orientação no estágio da área em questão.

Ao meu orientador de profissão **Thiago Anselmo**, por apoio de todas as formas possíveis para que eu me mante se em sua academia e assim somasse mais conhecimento prático até o presente momento.

E em geral agradeço a **Camila Cunha**, **Cecília Stahelin**, **Carlos Eduardo**, que de alguma forma interferiram para que eu chegasse até aqui.

*Viver um dia de cada vez.*

*A.D.*

## RESUMO

A utilização do Sprint isocinético (SI) em ciclo ergômetro foi introduzido pelo pesquisador britânico Sargeant na década de 80, com o intuito de verificar a força de membros inferiores no ciclismo, visto que anteriormente a isso o meio de visualização das variáveis era feita em dinamômetro isocinético, e assim sem especificidade de movimento de modalidade esportiva. As variáveis que são extraídas desse teste são principalmente potência e torque muscular, que são qualidades físicas responsáveis pelo desempenho motor esportivo. Na literatura vemos uma lacuna em relação a essa ferramenta que é a questão de reprodutibilidade de umas das variáveis, o torque máximo. O presente estudo tem como objetivos: a) verificar a reprodutibilidade do Sprint isocinético (120 rpm) de 5 s, na mensuração da força e potência de membros inferiores em ciclo ergômetro; b) analisar as variáveis de pico de torque, torque médio, potência pico e potência média durante o *sprint* isocinético; c) verificar as assimetrias de torque e potência entre os membros inferiores durante o SI. Foram avaliados treze indivíduos do sexo masculino, fisicamente ativos, num período máximo de cinco semanas, dentre essas foram sete visitas, com intervalo mínimo de três dias, sendo que a primeira foi realizada a familiarização do SI e um teste incremental, e as outras seis visitas serão destinadas para realização do protocolo do *Sprint* isocinético de 5 segundos a 120rpm. Os dados foram analisados no *software Statistical Package for Social Sciences*, sendo o procedimento estatístico para testar a reprodutibilidade, coeficiente de correlação intraclasse, coeficiente de variação e erro típico de medida, erro médio e desvio, além de testes de medidas repetidas, normalidades, variância e foi adotado o nível de significância de  $p \leq 0,05$ . Alta reprodutibilidade foi atestada com valores de CV entre 3-5% e ICC entre 0,989-0,993, para todas as variáveis estudadas. Conclui-se que o SI a 120rpm apresenta uma elevada reprodutibilidade para o torque e a potência pico mensurados em ambas as pernas.

**Palavras chave:** Força. Fadiga. Potência. Torque. Avaliação isocinética. Reprodutibilidade.

## LISTA DE ABREVIATURAS

**SI:** *SPRINT* ISOCINÉTICO

**W:** WATTS

**PP:** POTÊNCIA PICO

**P:** POTÊNCIA

**PT:** PICO DE TORQUE

**PM:** POTÊNCIA MÉDIA

**S:** SEGUNDOS

**RPM:** ROTAÇÕES POR MINUTO

**ETM:** ERRO TÍPICO DE MEDIDA

**ICC:** COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO INTRACLASSE

**CV:** COEFICIENTE DE VARIAÇÃO

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1 PROBLEMATIZAÇÃO.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	11
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo geral .....	12
1.3.2 Objetivos específicos.....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 MENSURAÇÃO DE FORÇA E DA FADIGA MUSCULAR.....	13
2.2 MEDIDA DE FORÇA EM ERGÔMETROS ISOCINÉTICOS.....	15
2.3 REPRODUTIBILIDADE EM MEDIDAS DE FORÇA E POTÊNCIA.....	16
<b>3 MÉTODOS</b> .....	18
3.1 MODELO DO ESTUDO .....	18
3.2 SUJEITOS.....	18
3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	18
3.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO .....	20
<b>4 RESULTADOS</b> .....	21
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27

## 1 INTRODUÇÃO

Na primeira parte do trabalho uma breve contextualização e problematização, e em seguida a justificativa e objetivos.

### 1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Em seu livro *Força e potência no esporte*, Komi et al. (2003), caracteriza a força como capacidade de gerar tensão e alterar o estado de repouso do músculo ou de um dado movimento, e é expressa em Newton (N). Nessa mesma obra o mesmo autor define como potência muscular a taxa de realização de trabalho e a força realizada em um espaço de tempo, e por fim determina torque como a capacidade de girar um objeto em seu próprio eixo.

A força muscular pode ser avaliada utilizando quatro diferentes métodos: isométrico, isotônico, isocinético e teste de resistência variável (POWERS; HOWLEY, 2005). Segundo os mesmos autores, cada um destes métodos nos dá diferentes formas e variáveis de medir a força.

No método isocinético, por exemplo, o dinamômetro traduz a força gerada pelo músculo sob dada velocidade, um transdutor de força no aparelho manda essas informações ao computador, que calcula a força nos ângulos e velocidades propostas, permitindo-nos avaliar os parâmetros e comparar de modo intra-individual os dados normativos e as análises de curvas (AQUINO et al., 2007).

Ainda no âmbito de testes fisiológicos, a comparação entre resultados realizada antes e após um programa de treinamento fornece uma base para avaliação do sucesso do programa de treinamento (POWERS; HOWLEY, 2005).

Aprofundando ainda mais o método isocinético, uma nova tendência que vem sendo cada vez mais utilizada é a aplicação deste modo em ciclo ergômetros. Atualmente são poucos os modelos de ciclo ergômetros que dispõem desta forma de execução do movimento, porém têm apresentado validade para avaliar a produção de potência/torque em exercícios de curta duração. Fernandez-Penã et al. (2008), por exemplo, usaram o Sprint Isocinético (SI) em ciclo ergômetro fazendo uma relação com medidas de ativação muscular, ou seja, a eletromiografia (EMG).

Outros estudos utilizam essa ferramenta para avaliar a fadiga após um determinado exercício (CANNON et al., 2011; SOUZA et al., 2016). Entretanto a reprodutibilidade das medidas obtidas em SI tem sido pouco investigada (PENA et al., 2008; DE LUCAS et al., 2014).

Com bases nas afirmações de Hopkins (2000), refere-se à reprodutibilidade a capacidade de produzir valores iguais ou semelhantes de um teste, com o mesmo indivíduo diversas vezes e através disso uma melhor confiabilidade implica uma maior precisão das variáveis mensuradas e melhor acompanhamento nas pesquisas ou em treinamentos.

Atualmente na literatura os estudos de reprodutibilidade remetem a tratamento estatístico, como utilizado por de Lucas et al. (2014), que fez o uso de coeficiente de correlação intraclasse (ICC), erro típico de medida (ETM) e coeficiente de variação (CV), como propôs Hopkins (2000).

Como supracitado, testar a reprodutibilidade de um teste é de suma importância para o desempenho ou verificar o resultado de um programa de treinamento (MADRID, 2013). Porém não só, quando nos deparamos com um protocolo novo e com muito potencial prático como é SI, a necessidade de dar um maior aporte científico se faz muito necessário no âmbito das pesquisas (ATHINKSON, 1998; HOPKINS, 2000).

As análises da reprodutibilidade das medidas de pico de torque em diferentes ações musculares podem contribuir para a avaliação dos atletas sob diferentes condições tais como na análise de fadiga muscular, e também para o controle da força muscular durante o acompanhamento longitudinal dos efeitos de treinamento (BASSAN et al., 2015).

Embora o estudo de Fernandez-Penã et al. (2008) tenha investigado a reprodutibilidade de sprints isocinético, o mesmo analisou apenas na potência produzida, não apresentando a repetibilidade da medida de torque. Com base nisso, o presente estudo busca responder o quão reprodutível é o *sprint* isocinético na mensuração de força de membros inferiores?

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Diversos estudos apresentam variados protocolos de testes físicos com relação a reprodutibilidade que será aplicada nas variáveis requeridas pelo pesquisador. Tratando-se mais especificamente em teste de força para membros inferiores no ciclo ergômetro com controle de carga isocinética é escasso na literatura. Quando falamos de testes isocinéticos no dinamômetro de movimentos mono-articulares, a literatura é muito mais abrangente. Mesmo quando um dado autor aborda o método isocinético, acaba fazendo o uso de apenas algumas variáveis que lhe cabem no estudo. Deste modo, faz-se necessário uma abordagem mais aprofundada nas outras variáveis que este método nos permite mensurar. Para a literatura este estudo dará um aporte maior no que diz respeito à reprodutibilidade das variáveis do *Sprint* isocinético no ciclo

ergômetro. Quanto à importância do tema vemos duas vertentes: utilização do método e seus afins para a avaliação e treinamento esportivo e para sua utilização no âmbito de pesquisa.

### 1.3 OBJETIVOS

Os objetivos geral e específico são

#### 1.3.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo analisar a reprodutibilidade da força e potência obtidos durante *sprint* de 5-S, em ciclismo isocinético a 120 rpm.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar as variáveis de pico de torque, torque médio, potência pico e potência média durante o *sprint* isocinético, obtidos por duas análises diferentes, sendo uma com os valores instantâneos e outra com os valores médios dos primeiros 2 S;
- Verificar as assimetrias do torque e potência entre os membros inferiores (perna direita e esquerda) obtidos no SI;

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura do presente estudo abordará em primeira instancia a força e as suas diferentes formas de mensuração e efeito de fadiga no organismo humano. Trataremos do funcionamento da avaliação isocinética e apresentar estudos as diferentes formas de medir força e as implicações praticas dos métodos. Os testes de reprodutibilidade nas ciências do esporte que remetem na confiabilidade dos estudos da área.

### 2.1 MENSURAÇÃO DE FORÇA E DA FADIGA MUSCULAR

Ao falarmos de mensuração de força temos que ter em mente, de acordo com Brown e Weir (2001), alguns quesitos antes de pormos indivíduos para as atividades e são eles: planejamento, segurança, aquecimento, familiarização e especificidade. A seguir trataremos mais sobre cada um desses itens. Planejamento é o conjunto de ações que visem um melhor aproveitamento daquele teste em questão, desde aspectos maiores como escolha do protocolo quanto os mais específicos como exclusão de dados irrelevantes em planilha de dados ou procedimento estatísticos. E manter sempre em mente o que e por que está testando, para não se desviar da proposta interesse.

Segurança como o próprio nome já diz está relacionado aos riscos que o voluntario está exposto, então o pesquisador deverá diminuir, dentro possível, esses riscos inerentes em que o sujeito está exposto.

Aquecimento mesmo tendo uma literatura controversa sobre a diminuição de lesões, porém é fisiologicamente racional que a introdução de um aquecimento elevando a temperatura corporal e aumento da elasticidade muscular os sujeitos terão risco lesão diminuído nesses testes.

Familiarização nome dado ao processo pelo qual todos ou a maioria dos sujeitos deverá passar antes de se iniciar os testes propriamente ditos. Processo deve ser igual ao que o sujeito irá iniciar, e o tempo de intervalo entre a familiarização deve o tempo suficiente para recuperação muscular (i.e., 2 a 3 dias).

E por fim especificidade está ligada a escolha do teste em estreitamento da região corporal, exemplo quando o intuito é testar apenas a articulação do joelho e os músculos que realizam seus movimentos, assim será usado um teste de cadeia cinética aberta, como a cadeira extensora e ou a cadeira flexora.

Como já descrito por Komi et al. (2003) a força pode ser expressa por diferentes unidades de medida, tais como Newtons (N), potência em Watts (W) e torque em Newtons metro (N/m), mostrando que há mais de uma única forma de se examinar a força. Porém, segundo Knuttgen e Kraemer (1987 apud em Komi et al., 2003), a força muscular deve ser mensurada de forma dinâmica, com a movimentação muscular em uma dada velocidade.

Atrelada com os níveis de força e teste físicos e ao desempenho esportivo em qualquer nível, temos um termo a ser definido, a fadiga muscular, é uma falha e ou incapacidade de produzir ou manter força ou potência muscular em um movimento em relação ao tempo e pode ser constatada de forma aguda ou ao passar dos dias e semanas e não há um porque único desse evento acontecer (ASCENSÃO et al., 2003; SANTOS, DEZAN, SARRAF, 2003; SARGEANT, HAAN, 2006; CANNON et al., 2011; WEBER et al., 2012; SOUZA et al., 2016).

Assim, a força e conseqüentemente a fadiga muscular, podem ser mensuradas em diferentes condições de contração muscular (isométrica, isotônica ou isocinética) e conseqüentemente em diferentes ergômetros. Atividades como, flexão ou extensão de uma determinada articulação, saltos, ou mesmo a execução de gestos esportivos cíclicos, têm sido utilizados como formas de mensurar a força muscular.

Historicamente, a fadiga muscular tem sido avaliada por meio de equipamentos isocinéticos com movimentação mono-articular, tais como a cadeira extensora de joelho. A atividade isocinética também tem sido aplicada ao movimento de cadeira fechado que se caracteriza o ato de pedalar. Nesta condição, a medida é feita a partir do controle da cadência de pedalada, com o equipamento ajustando a carga para não deixar o indivíduo aumentar a cadência acima do estabelecido.

Já no âmbito saúde vemos uma parte já muito consolidada de pesquisa em relação a treinamento de força, podemos citar o estudo de Raso et al., (1997), que compararam o treinamento aeróbio e de força constatando que o treinamento aeróbio implica numa melhora antropométrica e o de força tem ajustes neurológicos e neuromotores além de atenuar o decréscimo das alterações morfológicas funcionais.

Sendo assim vemos o quão importante se faz a mensuração de força e os mecanismos de fadiga no organismo humano, seja para promoção de saúde ou para *performance* motora. Tendo em vista que a avaliação isocinética é uma ferramenta amplamente utilizada e nos dá parâmetro de força em um gesto esportivo como é ciclismo.

## 2.2 MEDIDA DE FORÇA EM ERGÔMETROS ISOCINÉTICOS

Dentre os métodos que são usados para mensurar a força muscular, a Avaliação Isocinética pode ser considerada um dos mais utilizados nas pesquisas que envolvem esta qualidade física (AQUINO et al., 2007; WEBER et al., 2012). A Avaliação Isocinética teve início na década de 80 e é realizada num equipamento chamado Dinamômetro Isocinético que tem como objetivo quantificar a força e a potência, a partir de uma velocidade fixa ( $^{\circ} \cdot s^{-1}$ ), onde o indivíduo não consegue ultrapassar tal velocidade, e assim um controle de carga é aplicado em função desta frenagem (AQUINO et al., 2007).

Conforme descrito anteriormente, outro modo mais recente de se avaliar a força e potência muscular de forma isocinética é a utilização de ciclo ergômetro próprio para este fim, no qual é estabelecida uma cadência (rpm) em questão, e acontece uma frenagem computadorizada quando o sujeito ultrapassa essas rotações pré-determinadas, gerando assim valores de força e potência (SARGEANT, HAAN 2006; CANNON et al., 2011).

Ao abordarmos a avaliação isocinética em ciclo-ergômetro não podemos deixar de citar o pesquisador Anthony Sargeant, um dos precursores desta medida. Em um dos seus estudos, ele utilizou o método para induzir fadiga muscular e verificar esse efeito e quais fibras são mais atingidas através de biopsia muscular (SARGEANT et al., 2006).

Cannon et al. (2011) demonstraram que a realização de um exercício máximo de ciclismo em modo isocinético antes e após um exercício de carga constante é uma técnica eficiente para mensurar a fadiga muscular e verificar a queda na mesma proporcionada pelo exercício.

Também vemos a utilização da ferramenta para ver a diferença entre membros em jogadores de futsal como os achados de Ferreira et al. (2010) que na flexão de joelhos, a potência média foi maior no membro dominante, na extensão as variáveis de pico de torque, trabalho realizado, potência média e pico de torque médio foram maiores no membro não dominante.

Em jogadores de futebol a força mensurada de forma isocinética também foi utilizada para verificar a diferença de força entre os atletas abaixo de vinte anos de diferentes posições no qual os achados comprovam essa diferença, já entre os membros de cada indivíduo não houve diferenças (GOULART et al., 2016).

Deste modo, a utilização dessa ferramenta é considerada ampla, porém dependendo do tipo de ergômetro e tipo de teste utilizado a sua reprodutibilidade não é completamente conhecida.

### 2.3 REPRODUTIBILIDADE EM MEDIDAS DE FORÇA E POTÊNCIA

A validação dos testes físicos se faz muito necessária quando falamos de indivíduos altamente treinados onde os efeitos com o passar dos treinamentos se faz por ajustes mínimos na capacidade específica proposta, portanto a reprodutibilidade ou repetibilidade é uma variável imprescindível para esses testes (MADRID, 2013).

O estudo de Raso et al. (1997) teve como objetivo analisar e comparar a reprodutibilidade de pico de torque isométrico e pico de torque isocinético concêntrico a velocidades de  $60^{\circ}.s^{-1}$  e  $180^{\circ}.s^{-1}$ , em exercício de extensão do joelho. Foi constatado uma excelente reprodutibilidade para o pico de torque isométrico e pico de torque concêntrico a  $180^{\circ}.s^{-1}$ , enquanto que para pico de torque concêntrico a  $60^{\circ}.s^{-1}$  a reprodutibilidade foi de moderada a excelente.

Mas próximo do protocolo proposto do presente estudo, quando foi testado o teste de *Wingate* em ciclistas os resultados não demonstraram diferenças significativas em três tentativas nas variáveis: potência pico, índice de fadiga, lactato, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço entre as três visitas de *Wingate*, já a potência média e potência mínima apresentaram diferença significativa entre o segundo e terceiro teste de *Wingate*. A potência pico mostrou ser a única variável específica do teste que não apresentou diferença entre os testes depois de aplicada técnica de concordância que apresentou alto índice de correlação entre os testes. (MADRID et al., 2013).

O comportamento da potência gerada em um teste de ciclismo isocinético de 3 min foram estudados no estudo de Lucas et al. (2014). Foram comparados a reprodutibilidade da potência pico, média e final, além do índice de fadiga entre dois testes com cadência fixa em 600 e 100-rpm. A potência pico, potência média, potência mínima e índice de fadiga são afetados pela mudança de cadência entre 60 e 120rpm, como conclusão o estudo traz valores de alta reprodutibilidade para PP nas duas cadências com CV de 8,7% e ICC de 0,84 para 60rpm e 10% de CV e ICC de 0,81 para 100rpm.

Fernandez-Penã et al. (2008), em uma parte de seu estudo também testou a reprodutibilidade das variáveis potência pico e potência média em SI no ciclo ergômetro. Conforme os mesmos autores, as variáveis mais diretas de força, como o torque médio e o torque de cada perna, não foram utilizados. Nesse estudo a potência foi comparada ao longo de dez tentativas. Os valores de potência pico foram, no entanto, muito próximos uns dos outros, variando 98,0-100,0% e com CV de 2,10% e ICC de 0,96-0,98 indicando assim uma

reprodutibilidade bastante elevada da variável, sem efeito de aprendizagem observável ou fadiga residual.

Ao fim, no âmbito das ciências do esporte é básico que um teste seja reprodutível para fins de pesquisas, melhor visualização dos ganhos após intervenção e dar fidedignidade ao protocolo ou ferramenta proposta.

### 3 MÉTODOS

A seguir os métodos utilizados no estudo.

#### 3.1 MODELO DO ESTUDO

O presente estudo pode ser classificado quanto a sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada e, em relação à abordagem do problema, o estudo é considerado uma pesquisa quantitativa. Quanto aos objetivos propostos, à pesquisa caracteriza-se como sendo descritiva e, em relação aos procedimentos técnicos o estudo se enquadra como uma pesquisa empírica exploratória, não experimental.

#### 3.2 SUJEITOS

A seleção dos sujeitos foi do tipo intencional não probabilística. Participaram deste estudo 13 indivíduos fisicamente ativos, do sexo masculino, aparentemente saudáveis, com média de peso  $82\pm 12$  quilos, estatura  $1,80\pm 6$  metros, idade  $28\pm 7$  anos, não fumantes e que não faziam uso regular de qualquer tipo de medicamento. Foram considerados fisicamente ativos os indivíduos que relataram ter participado de alguma forma de atividade física nos últimos seis meses por um período maior do que 30 min por dia ou 150 min semanais, com frequência de pelo menos três vezes por semana. Os mesmos foram informados textual e verbalmente sobre os objetivos e métodos desse estudo, assinando posteriormente um termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, com número de parecer 1.621.448.

#### 3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Todos os indivíduos que participaram do estudo compareceram ao laboratório em pelo menos sete oportunidades diferentes, com um intervalo de um a três dias entre os testes num período de cinco semanas. Os indivíduos foram orientados para não realizar atividade física exaustiva no dia anterior à avaliação e alimentados e hidratados no dia do teste. Inicialmente os participantes realizaram as medidas antropométricas, a sessão de familiarização, incluindo os *sprints* máximos no modo isocinético e, um teste incremental de rampa para determinação do  $VO_{2max}$ .

a) Teste incremental

Na primeira visita, 15 min de recuperação passiva após a familiarização com os equipamentos e o protocolo de *sprint* isocinético, os indivíduos realizarão um teste incremental máximo em ciclo ergômetro (Lode Excalibur Sport, Lode BC, Groningen, Netherlands) com carga inicial de 20 W por quatro min e incrementos de 30 W a cada min (i.e., 1 W a cada 2 s) até a exaustão voluntária. Os participantes serão instruídos a manterem sua cadência preferida durante todo o teste. O teste terminará quando a cadência cair mais do que 10 rpm por mais de 5 s. O  $\text{VO}_2$  será mensurado respiração a respiração durante todos os testes com a utilização de um analisador de gases (Quark PFTergo – Cosmed, Itália), sendo os dados postos em média a cada 15 s. O  $\text{VO}_{2\text{max}}$  será considerado como o maior valor obtido durante o teste nestes intervalos de 15 s, porém, caso houver a observância de platô será definido como sendo a média do minuto final de exercício. Para considerarmos que, durante o teste, os indivíduos atingiram o  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , serão adotados os seguintes critérios: i) coeficiente respiratório  $\geq 1,15$ ; ii) frequência cardíaca (FC) maior que 90% da máxima predita para a idade; iii) valores das  $[\text{La}] > 8,0 \text{ mmol.L}^{-1}$ . O ( $\text{LV}_1$ ) será determinado como o momento no qual ocorrerá um primeiro aumento não linear na relação produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ) versus  $\text{VO}_2$  (método *v-slope*); b) um aumento na ventilação minuto (VE) relativa ao  $\text{VO}_2$  ( $\text{VE}/\text{VO}_2$ ) sem um aumento evidente na  $\text{VE}/\text{VCO}_2$ ; e c) um primeiro aumento na tensão final de  $\text{O}_2$  sem uma queda na tensão final de  $\text{CO}_2$ .

b) Determinação do pico de torque isocinético

Inicialmente os indivíduos realizaram um aquecimento de cinco min na intensidade referente à 80% do  $\text{LV}_1$ , realizando logo em seguida 10 revoluções máximas no modo isocinético (120 rpm), ou seja, um *sprint* de 5 s. Após cinco min de recuperação ativa no ciclo ergômetro (80% do  $\text{LV}_1$ ). O pico de torque será considerado como sendo a média do maior valor obtido durante as 10 revoluções máximas para cada uma das pernas.

c) Determinação da média de 2 segundos iniciais de torque isocinético

Análise por medida média de 2 s iniciais foi considerada a partir do pico de torque que desencadeia o *sprint*, e dessa fração de segundo, o *software* do ciclo ergômetro realizou a média dos dois próximos segundos, ou seja, a média das 4 primeiras revoluções, não do pico das 4 revoluções e sim a média pelo tempo despendido de 2 segundos. (ALTENBURG et al., 2007)

### 3.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

O tratamento dos dados foi realizado no software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS Inc. version 17.0; Chicago, IL, USA) e apresentados utilizando a estatística descritiva, coeficiente de correlação intraclasse (ICC), erro médio (viés), erro típico de medida (ETM), média e desvio padrão (DP) salvo especificação contrária. O teste de Shapiro-Wilk ( $n < 50$ ) foi realizado para verificar a normalidade dos dados. A análise de variância (ANOVA) *one-way* de medidas repetidas foi aplicada para testar as possíveis diferenças nas variáveis. A esfericidade dos dados foi avaliada usando o teste de Mauchly e qualquer violação foi corrigida usando o teste de Greenhouse-Geisser. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a normalidade dos dados. Foi adotado o nível de significância de  $p \leq 0,05$ .

#### **4 RESULTADOS**

Na tabela 1 podemos observar as médias e desvios padrões de todas as seis tentativas. Nota-se que não houve diferença nas médias para todas as variáveis analisadas. Os escores de reprodutibilidade também podem ser observados. Assim os valores de erro típico, coeficiente de variação do erro típico e coeficiente de correlação intraclasse, apresentaram valores muito consistentes e de baixa variabilidade intra-individual, independente da forma em que os dados foram analisados. Os resultados do teste incremental de foram excluídos uma vez que não serviram de parâmetro de comparação.

Tabela 1- Dados referente média e desvio padrão dos 13 indivíduos nos 6 testes, junto a média da média e seu desvio padrão, erro típico, coeficiente de variação e coeficiente de correlação intraclassa.

	Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Média	TE	CV (%)	ICC
<b>Medida Instantânea</b>	<b>Pot-Média (W)</b>	1833±366	1811±334	1821±327	1782±334	1807±344	1802±322	1809±17	56,4	3,1	0,995
	<b>Pot-D (W)</b>	1826±376	1808±348	1820±340	1769±338	1817±337	1798±336	1806±17	57,7	3,2	0,995
	<b>Pot-E (W)</b>	1839±360	1813±329	1822±318	1795±337	1799±356	1807±314	1812±20	66,3	3,6	0,993
	<b>Tor-Média(Nm)</b>	148±26	148±30	147±25	143±25	146±28	146±25	146,8±2	5,6	3,8	0,992
	<b>Tor-D (Nm)</b>	150±27	151±31	150±26	146±26	148±29	148±25	149,1±2	6,2	4,1	0,991
	<b>Tor-E (Nm)</b>	146±27	145±28	145±23	141±24	143±27	143±25	144,5±2	6,4	4,4	0,989
<b>Medida em 2-s</b>	<b>Pot-Média (W)</b>	1697±369	1694±341	1721±356	1683±306	1702±346	1724±320	1697±18	71,7	4,2	0,992
	<b>Pot-D (W)</b>	1669±387	1679±355	1721±356	1649±321	1698±359	1678±348	1682±24	87,8	5,2	0,989
	<b>Pot-E (W)</b>	1725±361	1709±331	1723±316	1683±306	1702±346	1724±320	1711±17	69,7	4,1	0,992
	<b>Tor-Média(Nm)</b>	136±26	135±26	136±25	133±23	135±26	136±24	135±1	5,0	3,7	0,993
	<b>Tor-D (Nm)</b>	136±28	135±27	137±27	133±25	137±27	136±25	136±1,5	6,3	4,6	0,990
	<b>Tor-E (Nm)</b>	136±26	134±25	134±23	132±22	133±25	135±23	134±1,5	5,5	4,1	0,991

Fonte: elaborado pelo autor e orientado

## 5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar a reprodutibilidade inter-dia das variáveis potência e torque muscular no ciclo ergômetro no modo isocinético a 120 rpm, tendo em vista a importância da medida de reprodutibilidade para a ciência dos esportes. Os achados do estudo mostraram altos índices de reprodutibilidade, sendo o erro intra-individual das variáveis estabelecido entre 3 e 5 %, o que representa uma variação satisfatória, e um coeficiente de correlação intraclasse elevado (0,989-0,993). Quando comparados os resultados entre as medidas de potência muscular e torque obtidos de forma instantânea, com a média de dois segundos iniciais destas variáveis, os valores médios são ligeiramente inferiores, na ordem de 100W e 12Nm, respectivamente.

Olhando os valores de potência muscular e torque médio dos 2 segundos iniciais, vemos uma variabilidade um pouco maior em relação ao instantâneo. Uma hipótese para essa diferença seria da oscilação da cadência do início do *sprint* até se estabilizar em 120 rpm, ou seja, no primeiro instante após o início do *sprint* os sujeitos acabam passando o limítrofe de 120 rpm imposto pelo ciclo ergômetro causando assim uma maior variabilidade, visto que no instantâneo essa medida de início de *sprint* é usada, já na média, os dois segundos iniciais do *sprint* serão utilizados. Ou seja, no intervalo de 2 s são obtidas 4 rpm, sendo calculado assim a potência e o torque médio destas revoluções. Na questão de reprodutibilidade entre os membros vemos que também não houve diferença significativa, sendo essa hipótese, já sustentada por outros estudos, embora os estudos têm utilizado como parâmetro de avaliação a média das duas pernas, como reportado por Souza et al. (2016) e Cannon et al. (2011).

Algumas das diferenças em termos de fiabilidade dos dados entre tipos de teste pode ser causado pelos fatores globais que afetam a confiabilidade, estes são principalmente variações de medida por parte do ciclo ergômetro (HOPKINS et al., 2001)

Testes com *sprint* isocinético, de até 1 minuto tendem a ser muito reprodutíveis, quando o assunto é média e quando comparados aos sprints mais curtos, devido a ação motora muito vezes repetidas, ou seja, se no nosso *sprint* são 10 revoluções, se em algum momento do *sprint* houver um erro motor esse erro terá um efeito grande nos dados produzidos, em contraponto se erro ocorrer em 120 revoluções ou 1 minuto, as sobreposições das ações diminuirão o impacto do erro nos dados (HOPKINS et al., 2001).

Um exemplo de que a duração implica na reprodutibilidade foi o estudo que buscou validar a reprodutibilidade da utilização do *Sprint* de 3 minutos como teste para determinação de  $VO_2$  máximo, que utilizou os mesmos índices de reprodutibilidade para ambas as cadências

empregadas no estudo, 60 e 100 rpm, com ICC de 0.84 e 0.81, e CV 8,7% e 10% para PP respectivamente De Lucas et al. (2014), mostrando assim resultados diferentes, implicando assim numa menor reprodutibilidade.

Quando observarmos estudos com sprints de curta duração como o de Fernandez-Penã et. al. (2008) que analisaram a reprodutibilidade intra-dia da potência muscular pico produzida em sprints de seis segundos, o autor fez 10 sprints máximos com intervalo passivo de 3 minutos, no estudo CV ficou em torno de 2,19% o que representa uma elevada reprodutibilidade e corrobora com os resultados do presente estudo, na comparação, vemos uma grande diferença entre os intervalos dos sprints dando espaço para uma nova discussão correspondente ao tempo ideal de intervalo para as medidas de reprodutibilidade. Assim, o presente estudo analisou a reprodutibilidade de em dias distintos, enquanto o estudo de Fernandez-Penã et. al. (2008) verificou a reprodutibilidade intra-dia.

Fazendo uma relação com o estudo de Cannon et al. (2011), quando foi utilizado o mesmo protocolo de sprint para verificar a fadiga, com cadências diferentes 60, 90 e 120 rpm e também com cargas diferentes, no estudo foi apontado que há diferença significativa do torque médio das três diferentes cadências, quando comparam a carga do domínio pesado com duração de 3 minutos 116 NM, com duração de 8 minutos 117 NM e muito pesado com duração de 3 minutos 104 NM e de 8 minutos 103 NM, em relação ao controle 125 NM, levando em conta o resultado do presente estudo, onde o erro embutido para admitirmos fadiga ou efeito de treinamento é em torno de 4 NM, evidenciando assim a fadiga que o estudo propôs. Também, os resultados do estudo vão de encontro com os de Souza et al. (2016), que verificaram a fadiga a partir de valores de torque após duas cargas de 3 minutos e 10 minutos com objetivo de depletar 70% da  $W'$  (capacidade de trabalho acima da potência crítica), no estudo em questão a redução foi de em média de aproximadamente 19% para 3 minutos e 16% para 10 minutos, ultrapassando assim o CV proposto por este estudo, sendo que a proposta pelo estudo é de 3,8% para o torque instantâneo.

Além disso, a determinação do erro típico de medida nos proporciona subsídio para interpretações de resultados, fornecendo valores de variação intra sujeitos, por exemplo, o indivíduo melhorou o desempenho em 5% após treinamento, mas o erro típico de medida é de 6%, provável que não sofrido adaptações do treinamento, já que o erro médio da medida é similar a possível mudança ocasionada pelo treinamento. Segundo Hopkins et al. (2001), a baixa confiabilidade do desempenho nos testes isocinéticos (CV normalmente > 5%) pode ser devido, em parte, para a inexperiência nestes testes.

Como limitações do estudo fica a não realização de outras cadencias e realização em uma amostra caracterizada como treinada na modalidade, visto que artigos que buscaram a reprodutibilidade do teste de *Wingate* em atletas demonstraram valores de ICC elevado junto a uma maior média (WATT et al., 2002; MADRID et al., 2013), gerada por uma maior experiência do movimento em questão e pelo treino propriamente dito.

Dessa forma, o presente estudo contribuirá com as futuras pesquisas dando aporte necessário quando diz respeito as variáveis envolvidas num sprint curto de até 5 segundos no modo isocinético, facilitando a interpretações de resultados.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que o SI a 120rpm apresenta uma elevada reprodutibilidade para o torque e a potência pico mensurados em ambas as pernas. Uma variação intra-individual média de 3 a 5% pode ser considerada para as variáveis investigadas, quando indivíduos fisicamente ativos forem avaliados em testes de sprint isocinético nesta cadência analisada.

## REFERÊNCIAS

- ALTENBURG, T. M. et al. Recruitment of single muscle fibers during submaximal cycling exercise. **Journal of Applied Physiology**, Califórnia, v. 103, n. 5, p.1752-1756, 2007.
- AQUINO, C.F. et al. A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e Reabilitação. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, v.15, n.1, p. 93-100, 2007.
- ASCENSÃO, A. et al. Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, Porto, v. 3, n. 1, p.108-123, 2003.
- ATKINSON, G.; NEVILL, A.M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports Medicine**, Auckland, v.26, n.4, p.217-238, 1998.
- BASSAN, N. M. et al. Reliability of isometric and isokinetic peak torque of elbow flexors and elbow extensors muscles in trained swimmers. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 5, n. 7, p.507-516, 2015.
- BROWN, L. E.; WEIR, J. P. Recomendação de Procedimentos da ASEP I: Avaliação Precisa da Força e Potência Muscular. Tradução, BOTTARO, M., OLIVEIRA, H. B., LIMA, L. C.J. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11 n. 4, p. 95-110, 2003
- CANNON, D. T. et al. Skeletal muscle fatigue precedes the slow component of oxygen uptake kinetics during exercise in humans. **The Journal of Physiology**, Londres, v.589, n. 3, p.727-739, 2011.
- DE LUCAS, R. D. et al. Test-retest reliability of a 3-min isokinetic all-out test using two different cadences. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Austrália, v. 17, n. 6, p.645-649, 2014.
- FERREIRA, A. P. et al. Avaliação do desempenho isocinético da musculatura extensora e flexora do joelho de atletas de futsal em membro dominante e não dominante. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 229-243, 2010.
- GOULART, L. F.; DIAS, R. M. R.; ALTIMARI, L. R. Força isocinética de jogadores de futebol categoria sub- 20: comparação entre diferentes posições de jogo. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 2, n. 9, p.165-169, 2007.
- HOPKINS, W.G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports Medicine**, Auckland, v.30, p.1-15, 2000.
- HOPKINS, W.G., SCHABORT, E.J.; HAWLEY, J.A. Reliability of power in physical performance tests. **Sports Medicine**, Auckland, v.31, n.3, p.211-234, 2001.
- IBM. **SPSS Statistics**, versão 17.0, Chicago. IBM (International Business Machine), 2008.

KOMI, P.V. **Força e potência no esporte**. 2 ed. Porto Alegre: Blackwell Science, 2008.

MADRID, B. et al. Reprodutibilidade do teste anaeróbio de Wingate em ciclistas. **Motricidade**, Brasília, v. 9, n. 4, p.40-46, 2013.

MICROSOFT CORPORATION. **Microsoft Office Excel**, versão 1610. Redmond. Microsoft, 2016.

PENÃ, E. F.; LUCERTINI, F.; DITROILO, M. A maximal isokinetic pedalling exercise for EMG normalization in cycling. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, Londres, p.1-5, 2008. Disponível em: <http://www.elsevier.com/locate/jelekin>>. Acesso em: 27 mai 2016.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **Fisiologia do Exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 6. ed. Barueri: Manole, 2005.

RASO, V. Exercício aeróbio ou de força muscular melhora as variáveis na aptidão física relacionadas a saúde de mulheres idosas? **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. São Caetano do Sul, v. 2, n. 3, p. 36-49, 1997.

RIBEIRO, F. M. et al. Reprodutibilidade inter e intradias do Power Control em um teste de potência muscular. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 5, n. 12, p.255-258, 2006.

SANTOS, M. G.; DEZAN, V. H.; SARRAF, T. A. Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11, n. 1, p.7-12, 2003.

SARGEANT, A. J.; HAAN, A. Human muscle fatigue: the significance of muscle fibre type variability studied using a micro-dissection approach. **Journal of Physiology and Pharmacology**, Oxford, p.5-16, 2006. Disponível em: <http://www.jpp.krakow.pl>>. Acesso em: 30 mai. 2016.

SILVA, A. E. L.; OLIVEIRA, F. R.; GEVAERD, M. S. Mecanismos de fadiga durante o exercício físico. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 1, n. 8, p.105-113, 2006.

SOUZA, K. M. et al. Rate of utilization of a given fraction of  $W'$  (the curvature constant of the power–duration relationship) does not affect fatigue during severe-intensity exercise. **Experimental Physiology**, Londres, v. 4, n. 101, p.540-548, 2016.

WATT, K.K.O.; HOPKINS, W.G.; SNOW, R.J. Reliability of performance in repeated sprint cycling tests. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Austrália, v. 5 n, 4 p, 354-361, 2002.

WEBER, F.S. et. al. Avaliação isocinética da fadiga em jogadores de futebol profissional. **Revista Brasileira de Ciência Esporte**, Florianópolis, v. 34, n. 3, p. 775-788, 2012.