

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Pedro Schons

**RELAÇÃO DA FORÇA ISOCINÉTICA DOS EXTENSORES E FLEXORES DE
JOELHO COM O DESEMPENHO DE SALTOS VERTICAIS EM ATLETAS DE
VOLEIBOL**

Porto Alegre

2015

Pedro Schons

**RELAÇÃO DA FORÇA ISOCINÉTICA DOS EXTENSORES E FLEXORES DE
JOELHO COM O DESEMPENHO DE SALTOS VERTICAIS EM ATLETAS DE
VOLEIBOL**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação
em Educação Física – Bacharelado, da
Escola de Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul.

Orientador: Prof.^o Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga

Coorientador: Prof.^o Me. Rodrigo Gomes da Rosa

Porto Alegre

2015

Pedro Schons

**RELAÇÃO DA FORÇA ISOCINÉTICA DOS EXTENSORES E FLEXORES DE
JOELHO COM O DESEMPENHO DE SALTOS VERTICAIS EM ATLETAS DE
VOLEIBOL**

Conceito final:

Aprovado em dede.....

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. – UFRGS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Suzana Schoellkopf e José Carlos Schons, por sempre acreditarem em mim. Ao meu irmão Lucas Schons, que como primogênito facilitou e abriu os caminhos para minha chegada como estudante da UFRGS. Aos meus irmãos mais novos João Schoellkopf e Joana Terra Schons que me possibilitaram o cargo de irmão mais velho, tornando-me também responsável pelo processo de amadurecimento de ambos. Aos meus dois grandes amigos Bruno Roberto dos Santos e Lourenço de Macedo que caminharam ao meu lado no início da paixão pelo exercício físico. Aos colegas de apartamento pelo aprendizado que cada um me proporcionou em relação à convivência em grupo, principalmente ao Fabrício Nunes pelo apoio em momentos importantes. Aos meus empregadores que possibilitaram meu crescimento profissional, em especial ao Marcio Barreto pelo exemplo de força e superação. Aos professores Leonardo Tartaruga, Rodrigo Gomes e Gabriela Fischer por acreditarem em mim e oportunizarem o acesso ao conhecimento científico de forma profissional. Aos integrantes do grupo de pesquisa Locomotion, que me deram todo apoio para a realização desse trabalho. Por fim, mas não menos importante, agradecer a minha companheira e namorada Luiza Maron, por tornar os momentos da minha vida mais alegres, ajudando-me na busca do sentido maior da vida, ser feliz.

RESUMO

Os testes de salto verticais são amplamente usados nos esportes para identificar parâmetros como a produção de potência nos membros inferiores. Em adição, a dinamometria isocinética é frequentemente realizada para verificar pico de torque, déficit contra lateral e razão convencional de torque entre os músculos quadríceps e isquiotibias. Estes parâmetros podem estar relacionados com o desempenho de saltos em atletas de voleibol. Sendo assim, o objetivo desse estudo foi correlacionar os valores de força isocinética de flexão e extensão de joelho com o desempenho de saltos verticais em atletas de voleibol. Quinze atletas profissionais de voleibol masculino ($92,4 \pm 9,4$ kg de massa corporal, $26,8 \pm 6,1$ anos de idade, $195,9 \pm 6,7$ cm de altura e $11,3 \pm 1,6$ % de gordura) foram avaliados em um dinamômetro isocinético nas velocidades 60, 180 e 300° s⁻¹. Por meio deste foram obtidos os picos de torque dos flexores e extensores de joelho usados para o cálculo do déficit contralateral e razão convencional. Para a análise dos saltos, foi utilizada uma plataforma de força e realizados saltos com contra movimento (CMJ) e salto agachados sem (SJ) dos quais foram obtidos os dados de força vertical e processados para obtenção de força máxima, pico de velocidade, altura e potência dos saltos. Foram encontradas correlações fortes e regulares significativas entre o pico de torque e a altura dos saltos CMJ (60r=0,591; 180r=0,524;0,637; 300r=0,625; 0,681; 0,789) e SJ (60r=0,615; 180r=0,665; 300r=0,633; 0,632; 0,666) e entre o pico de torque e a força vertical máxima dos saltos CMJ (60r=0,709; 0,541; 180r= 0,771; 0,574; 0,676; 300r=0,820; 0,636; 0,683) e SJ (60r=0,669; 0,764; 180r=0,766; 0,755; 0,822; 300r=0,787; 0,720; 0,629). Com relação aos desequilíbrios musculares, foram observadas algumas correlações para o déficit contralateral e nenhuma para razão convencional. Conclui-se que os valores de força isocinética de joelho, principalmente os de pico de torque, foram significativamente correlacionados com desempenho dos saltos. Entretanto, os desequilíbrios musculares obtidos parecem desempenhar um papel menor no desempenho dos saltos dos atletas de voleibol avaliados neste estudo.

ABSTRACT

Vertical jump tests are widely used in sports to identify parameters such as power production of lower limbs. In addition, isokinetic dynamometry is usually performed to verify peak torque, bilateral strength asymmetry and the torque ratio between the hamstring and quadriceps muscles. These parameters could be related with jump performance in volleyball athletes. Therefore, the aim of the present study was to correlate the isokinetic strength values of knee flexion and knee extension with the jump performance in volleyball athletes. Fifteen male professional volleyball athletes ($92,4 \pm 9,4$ kg of body mass, $26,8 \pm 6,1$ years old, $195,9 \pm 6,7$ cm of height and $11,3 \pm 1,6$ % of fat mass) were evaluated using an isokinetic dynamometer at angular velocities of 60° , 180° and 300°s^{-1} . In addition, they performed the counter-movement jump (CMJ) and squat jump (SJ) tests on a force plate to obtain maximal vertical force, peak velocity, height, and jump power. We found strong and moderate coefficients of correlation significant between peak torque and height of jumps CMJ ($60r=0,591$; $180r=0,524$; $0,637$; $300r=0,625$; $0,681$; $0,789$) and SJ ($60r=0,615$; $180r=0,665$; $300r=0,633$; $0,632$; $0,666$) and peak of torque and maximal vertical force of jumps CMJ ($60r=0,709$; $0,541$; $180r=0,771$; $0,574$; $0,676$; $300r=0,820$; $0,636$; $0,683$) and SJ ($60r=0,669$; $0,764$; $180r=0,766$; $0,755$; $0,822$; $300r=0,787$; $0,720$; $0,629$). In contrast, no correlations were observed between torque ratio and jump performance. In conclusion, the isokinetic strength values of the knee, mainly the peak torque, showed significant relations with jump performance. However, muscles imbalances seem to play a minor role in jump performance in our volleyball athletes.

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|-------------|--|
| CMJ | <i>Countermovement Jump</i> |
| SJ | <i>Squat Jump</i> |
| SV | Saltos verticais |
| CAE | Ciclo-alongamento-encurtamento |
| PT | Pico de torque |
| DC | Déficit contralateral |
| RC | Razão convencional |
| ext | Extensão de joelho |
| fle | Flexão de joelho |
| D | Direto |
| E | Esquerdo |
| fmax | Força máxima |
| pot | Potência |
| alt | Altura |
| pv | Pico de velocidade |
| TCLE | Termo de consentimento livre e esclarecido |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 OBJETIVOS | 11 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 11 |
| 1.1.2 Objetivo específico..... | 11 |
| 1.2 HIPÓTESE | 12 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 2.1 RELAÇÕES DO DESEMPENHO NO VOLEIBOL E O DESEMPENHO NOS SALTOS | 13 |
| 2.2 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO TESTE ISOCINÉTICO E O DESEMPENHO NOS SALTOS | 14 |
| 2.3 RELAÇÕES ENTRE OS DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E O DESEMPENHO NOS SALTOS | 17 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 21 |
| 3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA | 21 |
| 3.1.1 População | 21 |
| 3.1.2 Amostra..... | 21 |
| 3.1.3 Procedimentos para a seleção da amostra | 21 |
| 3.1.4 Critérios de inclusão | 21 |
| 3.1.5 Critérios de exclusão | 21 |
| 3.1.6 Cálculo do tamanho amostral | 21 |
| 3.1.7 Termo de consentimento livre e esclarecido | 22 |
| 3.2 VARIÁVEIS | 22 |
| 3.2.1 Variáveis Dependentes | 22 |
| 3.2.2 Variáveis Independentes | 22 |
| 3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS | 23 |
| 3.3.1 Delineamento Experimental | 23 |
| 3.3.2 Teste de Saltos | 23 |
| 3.3.3 Dinamometria Isocinética | 24 |
| 3.4 PROCEDIMENTOS DE TRATAMENTO DE DADOS | 24 |
| 3.4.1 Dinamômetro isocinético..... | 24 |
| 3.4.2 Plataforma de força..... | 25 |
| 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 27 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 4 RESULTADOS..... | 28 |
| 5 DISCUSSÃO | 32 |
| 6 CONCLUSÃO | 36 |
| REFERÊNCIAS..... | 37 |
| APÊNDICE A..... | 40 |

1 INTRODUÇÃO

O desempenho do atleta de voleibol está diretamente ligado a capacidade de produção de potência muscular. Para a Biomecânica, a potência é obtida pelo produto da força pela velocidade (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011), ou seja, o atleta mais potente é aquele que consegue atingir níveis altos de força em um curto espaço de tempo. Uma das principais características do voleibol é a necessidade do atleta saltar grandes alturas nos lances de ataque e bloqueio, assim, é preciso que haja grande produção de potência muscular principalmente dos membros inferiores (SATTLER et al., 2014a).

Os testes de saltos verticais e força isocinética são amplamente utilizados no esporte para a identificação dos parâmetros de desenvolvimento de força e potência de membros inferiores (IOSSIFIDOU; BALZOPoulos; GIAKAS, 2005). Os testes de saltos *Countermovement Jump* e o *Squat Jump* possibilitam uma análise mais específica em relação ao teste de força isocinético, uma vez que o gesto motor dos saltos aproxima-se às ações de jogo (SATTLER et al., 2012). Entretanto, apenas com a análise dos saltos não é possível identificar todas as necessidades do atleta para realizar o melhor desempenho no gesto motor, assim os dados obtidos no dinamômetro isocinético também auxiliam no direcionamento do treino.

Os dados obtidos no dinamômetro isocinético permitem a observação mais detalhada sobre o desempenho da musculatura envolvida na flexão e extensão da articulação do joelho (IOSSIFIDOU; BALZOPoulos; GIAKAS, 2005), esses dados podem permitir a predição do desempenho do atleta, já que é possível haver correlações entre as variáveis do isocinético e o desempenho dos saltos em atletas de voleibol (BOSCO; MOGNONI; LUHTANEN, 1983). A dinamometria isocinética também é muito usada para a prevenção de lesões (COOMBS; GARBUTT, 2002), já que por meio dos valores de pico de torque produzidos pelos extensores e flexores do joelho é possível identificar desequilíbrios de força muscular de um membro para o outro por meio do cálculo do déficit contralateral (IMPELLIZZERI et al., 2007) e o desequilíbrio das musculaturas envolvidas no movimento de uma articulação com o cálculo da razão convencional (BAMAÇ et al., 2008; BITTENCOURT et al., 2005)

Esses desequilíbrios podem influenciar de forma negativa o desempenho do salto em atletas de voleibol (HADZIC et al., 2010) tendo em vista que para o gesto técnico dos saltos é preciso uma ação coordenada dos músculos extensores e

flexores do joelho e da ação conjunta entre os membros inferiores (NEWTON et al., 2006).

Estudos verificando correlações entre o pico de torque dos extensores e flexores de joelho e o desempenho de saltos parecem ser bem explorados na literatura (BOSCO; MOGNONI; LUHTANEN, 1983; HARRISON et al., 2013; ROUIS et al., 2014; TSIOKANOS et al., 2002), entretanto para o melhor do nosso conhecimento não foram encontrados estudos que tenham correlacionado o déficit contralateral e razão convencional com desempenho de saltos verticais bilaterais em atletas de voleibol. Sendo assim, torna-se necessário uma investigação sobre a influência dos desequilíbrios musculares da articulação do joelho no desempenho de saltos verticais, já que esses desequilíbrios podem ser fatores limitantes no desempenho de atletas de voleibol.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar correlações entre os valores de força isocinética de flexão e extensão de joelho com o desempenho de saltos verticais em atletas de voleibol.

1.1.2 Objetivo específico

- verificar correlações entre os valores de déficit contralateral obtidos no teste isocinético de extensão e flexão de joelho nas velocidades de 60, 180 e 360°. s⁻¹ com o altura, pico de velocidade, força máxima e potência nos saltos *Countermovement Jump* e o *Squat Jump*;
- verificar correlações entre os valores de razão convencional obtidos no teste isocinético de extensão e flexão de joelho nas velocidades de 60, 180 e 360°. s⁻¹ com o altura, pico de velocidade, força máxima e potência nos saltos *Countermovement Jump* e o *Squat Jump*;
- verificar correlações entre os valores do pico de torque concêntrico obtidos no teste isocinético de extensores e flexores de joelho nas velocidades de 60, 180 e 360°. s⁻¹ com o altura, pico de velocidade, força máxima e potência nos saltos nos saltos *Countermovement Jump* e o *Squat Jump*;

1.2 HIPÓTESE

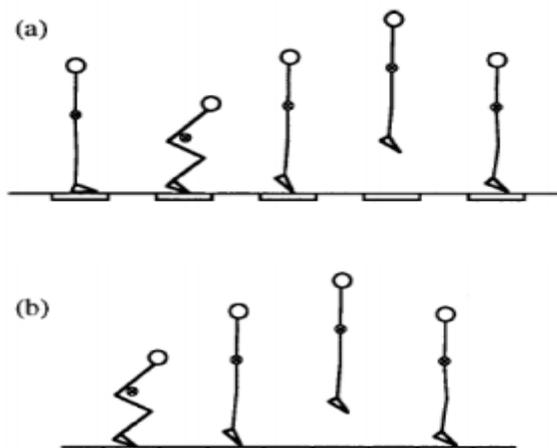
A hipótese do presente estudo é que maiores valores de déficit contralateral estariam inversamente correlacionados com o desempenho dos saltos. Contrário a isso, acreditamos que a razão convencional mostre correlações positivas com o desempenho dos saltos verticais. Em relação às correlações de desempenho, acreditamos que o pico de torque mostre correlação positiva com o desempenho dos saltos verticais, principalmente com o salto *Squat Jump* devido ao uso exclusivo da força concêntrica dos membros inferiores nesse salto.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 RELAÇÕES DO DESEMPENHO NO VOLEIBOL E O DESEMPENHO NOS SALTOS

Uma das principais características do voleibol é a necessidade do atleta saltar grandes alturas nos lances de ataque e bloqueio. Essa necessidade se faz pelo objetivo do jogo de fazer a bola transpor a rede de 2,43 metros de altura para homens e 2,24 para mulheres (SATTLER et al., 2014; CBV, 2014). A qualidade física predominante para o salto é a capacidade de desenvolvimento de potência muscular dos membros inferiores (SATTLER et al., 2014a). O controle do desempenho dessa capacidade é realizado por meio dos testes de saltos verticais específicos, como o *Countermovement Jump* e o *Squat Jump* (RIGGS; SHEPPARD, 2009) (Figura 1). Esses saltos são utilizados no voleibol pela semelhança com o gesto motor do salto de ataque e bloqueio (SATTLER et al., 2012), servindo assim para auxiliar no controle e prescrição do treinamento de potência para os membros inferiores, além de disponibilizar dados sobre a capacidade de saltar do atleta.

Figura 1 – Sequência de movimentos no CMJ (a) e SJ (b).



Fonte: LINTHORNE, 2001

O teste de salto CMJ propicia a análise da força/potência reativa dos membros inferiores (BADILLO; AYESTARÁN, 2001), uma vez que o gesto motor utiliza a energia do ciclo-alongamento-encurtamento para auxiliar a contração

muscular (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011). Por utilizar também esse mesmo mecanismo, o salto de ataque se assemelha com o CMJ. O salto de ataque é precedido com uma corrida de aproximação de 3 passos, uma fase preparatória de impulsão com a flexão dos joelhos e quadril, e a fase de impulsão com a extensão de quadril e joelhos junto ao balanço completo dos membros superiores (SATTLER et al., 2012). Essa transição rápida da flexão de joelho e quadril para extensão caracteriza o uso do CAE, uma vez que a musculatura agonista passa rapidamente de uma fase excêntrica para concêntrica, assim a fase excêntrica do movimento permite o armazenamento de energia nos componentes elásticos junto à estimulação dos fusos musculares o que auxilia na fase concêntrica do movimento (BAECHLE et al., 2010; KOMI; BOSCO, 1978).

O teste de salto SJ, por sua vez, apresenta dados de força máxima e explosiva (BADILLO; AYESTARÁN, 2001). Esse salto não utiliza o CAE (FLECK; KRAMER, 2008), mensurando apenas o uso da força concêntrica dos membros inferiores (RIGGS; SHEPPARD, 2009). O salto que apresenta semelhança com o gesto é o salto de bloqueio, embora seja possível realizar um CMJ, a rapidez em que ocorre a jogada durante a partida permite ao atleta realizar um CMJ curto (SATTLER et al., 2012), assim o salto de bloqueio também apresenta grande contribuição de energia proveniente apenas da contração concêntrica dos membros inferiores (BERRIEL et al., 2015).

Sabendo que o desempenho no voleibol está ligado ao desenvolvimento de potência dos membros inferiores e a necessidade do atleta saltar grandes alturas, a análise dessas capacidades se faz necessária. A avaliação dessas capacidades realizada por meio dos testes de salto CMJ e SJ parece ser uma ótima alternativa, já que ambos apresentam relação com os principais gestos técnicos do jogo de voleibol.

2.2 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO TESTE ISOCINÉTICO E O DESEMPENHO NOS SALTOS

O teste isocinético envolve a medida de força/ torque/ potência por meio do movimento em velocidade constante (CRONIN; HANSEN, 2005). Os dados obtidos no dinamômetro isocinético permitem a observação sobre a força muscular envolvida nas articulações de forma isolada (IOSSIFIDOU; BALZOPoulos;

GIAKAS, 2005), tais como ombro (STICKLEY et al., 2008), quadril, joelho e tornozelo (TSIOKANOS et al., 2002). Para o voleibol, a avaliação da musculatura responsável pela flexão e extensão joelho é importantíssima, visto que essa articulação tem grande contribuição no desenvolvimento de força do gesto esportivo do salto (IOSSIFIDOU; BALZOUPOULOS; GIAKAS, 2005). Com o objetivo de buscar uma possível forma de predição de desempenho por meio do teste isocinético, estudos têm investigado correlações entre os valores de pico de torque em diversas velocidades angulares e a altura e potência dos saltos.

Os estudos de Bosco, Mognoni e Luhtanen (1983), Harrison et al. (2013) e Rouis et al. (2014) encontraram correlação entre o pico de torque concêntrico de extensores de joelho a $240^\circ \cdot s^{-1}$ e a altura dos saltos. Bosco, Mognoni e Luhtanen (1983) utilizaram atletas de voleibol, encontrando correlação do pico de torque com a altura do SJ ($r=0,71$), CMJ ($r=0,74$) e DJ ($r=0,60$). Harrison et al. (2013) e Rouis et al. (2014) usaram a altura do CMJ para investigar correlações com o pico de torque, encontrando correlação com a altura do CMJ em atletas universitários de rúgbi ($r=0,609$) (HARRISON et al., 2013) e atletas de basquete de elite ($r=0,88$) (ROUIS et al., 2014). Harrison et al. (2013) também encontraram correlação moderada entre o pico de torque $120^\circ \cdot s^{-1}$ e a altura do salto ($r=0,540$), porém mais fraca do que a $240^\circ \cdot s^{-1}$.

Um estudo de Tsiokanos et al. (2002) com universitários de educação física também observou correlações entre a altura dos saltos SJ e CMJ e o pico de torque concêntrico de joelho, essa correlação foi encontrada em velocidades angulares de 60 , 120 e $180^\circ \cdot s^{-1}$. Diferente dos outros estudos (BOSCO, 1983; HARRISON, 2013; ROUIS, 2014), Tsiokanos et al. (2002) encontraram correlações baixas e moderadas entre o pico de torque e altura dos saltos SJ ($r_{60}=0,490, r_{120}=0,572, r_{180}=0,589$) e o CMJ ($r_{60}=0,465, r_{120}=0,570, r_{180}=0,642$), entretanto quando a altura do salto foi multiplicada pela massa dos sujeitos foram encontradas correlações fortes entre o pico de torque nas três velocidades e a altura dos saltos SJ ($r_{60}=0,739, r_{120}=0,810, r_{180}=0,778$) e CMJ ($r_{60}=0,756, r_{120}=0,848, r_{180}=0,847$) quando multiplicada pela massa corporal. Os autores destacam que pessoas que saltam alturas iguais nem sempre tem a mesma capacidade de salto, uma vez que se uma delas tiver uma massa maior essa deverá superar uma resistência maior do que a de menos massa, assim a de maior massa tem maior capacidade de salto do que a de menor massa.

Esses estudos demonstram correlações moderadas e fortes entre os extensores de joelhos e os saltos. Um estudo de Saliba e Hrysomallis (2001) com atletas de futebol também reforça esses achados, já que encontrou correlação entre o pico de torque de extensão de joelho a 240 e 360°. s⁻¹ e a altura do SV (r₂₄₀=0,69, r₃₆₀=0,59). Porém, o estudo de Saliba e Hrysomallis (2001) acrescentou a análise dos flexores de joelho, encontrando correlação moderada entre o pico de torque concêntrico dos flexores de joelho a 60°. s⁻¹ e a altura do SV (r=0,55), podendo justificar uma possível contribuição dos flexores de joelho para os saltos.

Buscando uma correlação com saltos mais específicos de jogo Sattler et al. (2014a) e Sattler et al. (2014b) estudaram a correlação do pico de torque a 60°. s⁻¹ dos extensores e flexores de joelho com a altura dos saltos de bloqueio e de ataque. O estudo de Sattler et al. (2014a), realizado com atletas profissionais de voleibol, encontrou que o pico de torque relativo à massa corporal está mais relacionado com o salto de bloqueio do que de ataque, e que o pico de torque concêntrico dos extensores foi o maior responsável pelo desempenho no salto de bloqueio. Outro resultado relevante é que o pico excêntrico dos flexores de joelho apresentou maior relação com a altura do salto de ataque do que o salto de bloqueio. Os autores justificam esse último resultado pelo fato de que o salto de ataque possui grande contribuição de contração excêntrica na fase de apoio dos pés no chão, o que não é encontrado nos saltos de bloqueio. Além disso, o salto de bloqueio geralmente apresenta menor flexão articular do que o salto de ataque. O estudo de Sattler et al. (2014b) contou com a participação de 67 mulheres e 99 homens atletas profissionais de vôlei da Eslovênia. Eles encontraram correlações do pico de torque com as alturas dos saltos apenas para as mulheres, sendo as correlações com o salto de bloqueio mais fortes do que com o salto de ataque. As justificativas dos autores para esses achados foi uma possível diferença entre os sexos na biomecânica dos saltos, além das diferentes idades entre os grupos, sendo o grupo das mulheres mais novo do que o dos homens. Para os achados da maior correlação do salto de bloqueio com os dados do isocinético foi justificado que o salto de bloqueio apresentou uma reprodução melhor, já que o desempenho do salto de ataque fica prejudicado pelo maior requisição das capacidades coordenativas, diminuindo a qualidade de reprodução.

Esse estudo de Sattler et al. (2014b) esclarece que para essa correlação ocorrer depende de inúmeras variáveis, no qual até o sexo pode influenciar. Embora

muitos estudos demonstrem correlações significativas entre os testes isocinético de joelho e desempenho de salto, alguns estudos não observam nenhuma correlação entre as variáveis, mesmo utilizando protocolos semelhantes. Isso pode ser observado do estudo de González-Ravé et al. (2014) que analisaram a correlação do pico de torque concêntrico de flexão e extensão de joelho a 60 e 180°s⁻¹ com a altura e potência do SJ e CMJ em atletas de handebol da primeira divisão da Espanha, no qual não foram encontradas correlações altas e nem significativas entre os valores do isocinético e altura e potência dos saltos. Outro estudo que não encontrou essa correlação quando comparado o pico de torque concêntrico dos extensores e flexores de joelho com a altura do CMJ foi o de Cronin e Hansen (2005). Esse estudo utilizou atletas profissionais de rúgbi da Nova Zelândia, também não encontrando correlação dos testes isocinéticos a 60 e 300°s⁻¹ com o desempenho dos saltos.

Concluindo, esses estudos demonstram que é possível utilizar o teste de dinamometria isocinética de joelho para a predição do desempenho de saltos, principalmente em velocidades mais altas (BOSCO, 1983; HARRISON, 2013; IOSSIFIDOU; BALZOPOULOS; GIAKAS, 2005; ROUIS, 2014; SALIBA; HRYSOMALLIS 2001). Entretanto, o fato de nem todos os estudos demonstrarem essa correlação não permite se criar um consenso sobre esse assunto.

2.3 RELAÇÕES ENTRE OS DESEQUILÍBRIOS MUSCULARES E O DESEMPENHO NOS SALTOS

Uma das grandes vantagens da aplicação dos testes de dinamometria isocinética de joelho é o fato de que com os resultados do pico de torque é possível identificar possíveis desequilíbrios de força muscular de um membro para outro e os desequilíbrios das musculaturas envolvidas no movimento da articulação (HADZIC et al., 2010). O desequilíbrio muscular de um membro para o outro, ou déficit contralateral, é obtido por meio do cálculo da diferença percentual de pico de torque do membro dominante e o não-dominante, no qual o valor de referência para o cálculo percentual é o do membro que apresentou maior valor de pico torque, ou seja, o membro dominante (IMPELLIZZERI et al., 2007). A grande importância dessa análise se dá pelo fato de que valores de déficit contralateral que são superiores a

15% podem representar maior probabilidade de lesão do sujeito (CROISIER et al., 2008).

A análise dos desequilíbrios das musculaturas envolvidas no movimento de uma articulação também tem grande importância sobre o risco de lesão do sujeito. Na articulação do joelho, uma das maneiras de se obter esse resultado é por meio do cálculo da razão convencional. Esse cálculo é feito pela divisão do pico de torque concêntrico dos flexores (isquiotibiais) pelo pico de torque concêntrico dos extensores (quadríceps) de uma mesma perna (BAMAÇ et al., 2008; BITTENCOURT et al., 2005). O resultado dessa divisão também traz informações relevantes, uma vez que estudos estabelecem um valor normativo de 0,6 como sendo o valor ideal para o equilíbrio articular, levando em conta que sujeitos que apresentam esse valor têm risco diminuído de lesão na articulação do joelho (COOMBS; GARBUTT, 2002).

Além do risco de lesão, esses desequilíbrios podem influenciar de forma negativa no desempenho dos atletas de voleibol (HADZIC et al., 2010; JONES; BAMPOURAS, 2010), tendo em vista que para o gesto técnico dos saltos é preciso uma ação coordenada das musculaturas extensoras e flexoras do joelho e da ação conjunta entre os membros inferiores (NEWTON et al., 2006).

Buscando correlacionar dados de desequilíbrios obtidos no isocinético com as variáveis dos testes de saltos, Newton et al. (2006) procuraram alguma correlação entre os déficits contralaterais de um teste de força isocinética de joelho com os déficits contralaterais de força máxima de saltos em mulheres atletas de softball de nível amador. Com a utilização de duas plataformas de força de forma simultânea foi possível obter valores de força máxima produzida por cada membro inferior no CMJ. O déficit encontrado no CMJ foi correlacionado apenas com o déficit contralateral de pico de torque dos flexores de joelho na velocidade de $240^{\circ} \cdot s^{-1}$ ($r=0,768$). Analisando os valores de déficits do CMJ, os autores interpretaram que em testes bilaterais como o CMJ a contribuição de força de cada membro pode ser muito diferente. Um estudo de Impellizzeri et al. (2007) com o mesmo propósito do estudo de Newton et al. (2006), também encontrou correlações entre os déficits contralaterais de isocinético e do CMJ. O estudo tinha como objetivo validar um teste de déficit contralateral de força máxima do CMJ com apenas uma plataforma de força. Os 59 atletas de diferentes esportes que participaram desse experimento saltavam com uma perna em cima da plataforma de força, enquanto a outra fazia o

mesmo movimento, porém em cima de um elevado de madeira de mesma altura. Diferente do estudo de Newton et al. (2006), os déficits contralaterais de força máxima dos saltos foram correlacionados com os déficits contralaterais de pico de torque de extensão de joelho nas velocidades de 60 ($r=0,48$) e 240° . s^{-1} ($r=0,48$) . Entretanto, embora houvesse correlações entre os déficits, os autores concluem que esse teste não pode substituir o teste de força isocinética para mensurar desequilíbrios de um membro para outro, uma vez que as correlações foram apenas moderadas.

Diferente do estudo de Impellizzeri et al. (2007), que procurou validar um teste de salto bilateral para os desequilíbrios musculares, o estudo de D'Alessandro et al. (2005) teve o propósito de validar um teste de salto unilateral. Esse estudo foi realizado com 30 atletas de voleibol da seleção brasileira (8 mulheres e 22 homens) com o objetivo de analisar a correlação dos dados de déficit contralateral de pico de torque e o trabalho dos extensores e flexores de joelho realizado no isocinético nas velocidades de 60 e 300° . s^{-1} com o déficit contralateral obtido no *Hop Test* (teste de saltos unilateral que compara a distância saltada entre os membros). Os resultados demonstraram correlações entre os déficits contralaterais de picos de torque ($r=0,441$) e de trabalho ($r=0,610$) a 60° . s^{-1} com o déficit dos membros inferiores no *Hop Test*, além da correlação entre a distância saltada no *Hop Test* da perna direita e o pico de torque ($r=0,536$) e trabalho ($r=0,562$) a 60° . s^{-1} dessa perna. O estudo considerou as correlações baixas, sendo apenas a correlação da distância saltada no *Hop Test* da perna direita e o pico de torque e trabalho a 60° . s^{-1} dessa perna no grupo das mulheres que apresentaram um valor superior, assim concluindo que não pode haver uma substituição dos testes para analisar função muscular. Outro estudo que teve objetivo semelhante, porém com atletas de diversos esportes foi o de Jones e Bampouras (2010) esse estudo foi realizado com 13 atletas do sexo masculino, o objetivo foi de analisar a correlação dos dados de déficit contralateral obtidos no isocinético na velocidade de 60° . s^{-1} com os déficits contralaterais obtidos nos testes de distância e altura de saltos unilaterais como o *Hop Test*, SV e DJ, porém, ao contrário de D'Alessandro et al. (2005), não foi encontrado nenhuma correlação entre os déficits.

Ao contrário dos estudos anteriores que analisavam os desequilíbrios musculares de um membro para o outro, o estudo de Selistre et al. (2012) analisou os desequilíbrios musculares de uma mesma articulação por meio do cálculo da

razão convencional. Esse estudo teve como objetivo determinar e comparar o pico de torque concêntrico dos extensores de joelho nas velocidades de 60, 180 e 300°. s⁻¹, a razão convencional e a distância de um salto triplo unilateral (*Hop Test* adaptado) entre os membros, além de identificar a correlação do pico de torque e razão convencional com a distância no salto triplo unilateral. A amostra foi composta por 21 atletas de futebol do sexo masculino. Os resultados comparativos apresentaram que não houve diferença em nenhum dos testes entre os membros. As análises de correlação apresentaram baixa correlação entre o pico de torque nas velocidades de 180°. s⁻¹ (r=0,43) da perna dominante e 300°. s⁻¹ (r=0,48) da perna não-dominante e a distância do salto triplo unilateral. Em relação à correlação da razão convencional e a distância do salto triplo, houve correlações baixas, porém não significativas. Levando aos autores a conclusões parecidas ao estudo de D'Alessandro et al. (2005), já que, devido à baixa correlação, não é possível haver a substituição dos testes na avaliação da condição muscular.

Esses estudos procuraram demonstrar que pode haver uma correlação entre os testes no isocinético e os testes de saltos para a análise de desequilíbrios musculares, porém as baixas e moderadas correlações encontradas não possibilitam a substituição entre testes para a análise dos déficits contralaterais. Com relação ao desempenho nos saltos, apenas o estudo de Selistre et al. (2012) buscou identificar a interferência do desequilíbrio muscular no desempenho de saltos unilaterais. Assim, parece haver uma necessidade de um estudo que correlacione o déficit contralateral e razão convencional com desempenho de saltos verticais bilaterais.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 POPULAÇÃO E AMOSTRA

3.1.1 População

Atletas profissionais de uma equipe de voleibol masculino.

3.1.2 Amostra

Quinze atletas profissionais da equipe de voleibol masculino Associação de Pais e Amigos do Voleibol – Canoas (APAV-Canoas).

3.1.3 Procedimentos para a seleção da amostra

Para a seleção da amostra foi feito o convite aos atletas da equipe Associação de Pais e Amigos do Voleibol – Canoas (APAV-Canoas) explicando a proposta do estudo e os convidando a participar de forma voluntária dos testes no ginásio da própria equipe, além de testes na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA).

3.1.4 Critérios de inclusão

Como critério de inclusão os sujeitos deveriam ter no mínimo 2 anos de experiência em competições de nível nacional ou internacional, carga de treinamento de no mínimo 4 horas por dia e disputar a liga nacional de voleibol (Superliga).

3.1.5 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo aqueles sujeitos que, por orientação do departamento médico da equipe APAV-Canoas, não estavam aptos a realizar algum dos testes propostos.

3.1.6 Cálculo do tamanho amostral

Não foi realizado cálculo amostral visto que foram avaliados todos os atletas de uma equipe profissional de voleibol.

3.1.7 Termo de consentimento livre e esclarecido

Este estudo fez parte de um projeto de mestrado. Todos os sujeitos deste estudo foram informados sobre os procedimentos metodológicos desta investigação e aceitaram participar assinando um termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A). A leitura e a assinatura do termo de consentimento foram realizadas de maneira individual e anteriormente à realização dos testes.

3.2 VARIÁVEIS

3.2.1 Variáveis Dependentes

- Déficit contralateral dos extensores e flexores de joelho;
- Razão convencional da articulação do joelho direito e esquerdo;
- Pico de torque dos extensores e flexores de joelho;
- Altura do salto (cm);
- Altura do salto relativa à massa corporal;
- Potência do salto relativa à massa corporal ($W.kg^{-1}$);
- Força máxima do salto (N);
- Pico de velocidade do salto ($m.s^{-1}$).

3.2.2 Variáveis Independentes

- Velocidade de $60^{\circ}.s^{-1}$ do teste isocinético de extensão e flexão de joelho;
- Velocidade de $180^{\circ}.s^{-1}$ do teste isocinético de extensão e flexão de joelho;
- Velocidade de $300^{\circ}.s^{-1}$ do teste isocinético de extensão e flexão de joelho;
- Salto CMJ;
- Salto SJ.

3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

3.3.1 Delineamento Experimental

As sessões de teste foram realizadas em três dias com intervalo de 24 horas entre os testes. Os testes foram realizados no ginásio da equipe APAV-Canoas e na UFCSPA.

Dia 1: Foram apresentados os objetivos e procedimentos metodológicos do projeto e foi assinado o TCLE. Após isso, foram realizadas as medições antropométricas com base no protocolo de Faulkner (1968) para a caracterização da amostra;

Dia 2: Foi realizado o teste de salto vertical *Countermovement Jump* e o *Squat Jump* na plataforma de força;

Dia 3: Foi realizado o teste de força isocinética para os grupos musculares da articulação do joelho no dinamômetro isocinético.

3.3.2 Teste de Saltos

Os sujeitos realizaram um aquecimento de caminhada/corrida de 3 minutos a 5 km.h^{-1} seguido de 5 minutos a 8 km.h^{-1} em esteira rolante antes de iniciar os saltos CMJ e SJ. Os saltos foram feitos sobre a plataforma de força AMTI OR6-7 (Waterton, EUA) com frequência de amostragem de 1000 Hz. Os sujeitos já eram familiarizados com o teste sobre a plataforma. Cada sujeito realizou 5 tentativas para os saltos SJ e CMJ de forma máxima. Foram determinados 30 segundos entre cada tentativa e 1 minuto entre cada salto.

No teste de salto SJ, o sujeito iniciou da posição em pé, mãos no quadril, com o quadril e joelhos flexionados a aproximadamente 90° . Após o comando sonoro, o sujeito saltou sem contra movimento dos membros inferiores anteriormente ao salto. No teste de salto CMJ, o sujeito iniciou da posição em pé com as mãos no quadril. Após o comando sonoro, o sujeito realizou uma flexão (aproximadamente 90°) de quadril e joelhos de forma rápida, seguida da extensão dessas articulações para a realização do salto. Os dados de componente vertical de força de reação do solo

obtidos na plataforma de força foram armazenados para posteriormente serem analisados (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011).

3.3.3 Dinamometria Isocinética

Os sujeitos realizaram um aquecimento de caminhada/corrida de 3 minutos a 5 km.h^{-1} seguido de 5 minutos a 8 km.h^{-1} em esteira rolante antes de iniciar os testes de força isocinética de joelho. O teste foi feito em um dinamômetro isocinético BIODIX SYSTEM 4-PRO (Nova Iorque, EUA). Depois do aquecimento, os sujeitos foram acomodados no dinamômetro na posição sentada com o quadril e joelho fixado em 90° , o ângulo do joelho foi limitado em 110° na flexão e 0° na extensão. Os sujeitos tiveram o peito e quadril fixados com cintos para evitar movimentos indesejados. Foram realizadas 5 repetições a $60^\circ.\text{s}^{-1}$, 5 repetições a $180^\circ.\text{s}^{-1}$ e 30 repetições a $300^\circ.\text{s}^{-1}$, com um intervalo de 30 segundos entre cada velocidade de execução. Foi realizado todo o protocolo em um lado e depois no outro. Antes de cada teste, foi realizada uma familiarização (pré-teste) de 3 repetições. Foi mensurada a força isocinética concêntrica dos extensores de joelho (quadríceps) e dos flexores de joelho (isquiotibiais) nas três velocidades (BAMAÇ et al., 2008; BOSCO; MOGNONI; LUHTANEN, 1983; SELISTRE et al., 2012). Foram determinados 30 segundos de descanso entre cada tentativa. O incentivo verbal e instruções foram dados durante a realização dos testes, sendo que os sujeitos foram instruídos a realizarem os testes com a maior força e velocidade possível. Os dados de pico de torque obtidos no dinamômetro isocinético foram armazenados para posteriormente serem analisados (BAMAÇ et al., 2008).

3.4 PROCEDIMENTOS DE TRATAMENTO DE DADOS

3.4.1 Dinamômetro isocinético

3.4.1.1 Pico de torque

O pico de toque foi considerado o maior valor de torque apresentado em 5 repetições nas velocidades de 60 e $180^\circ.\text{s}^{-1}$ e nas 30 repetições na velocidade de $300^\circ.\text{s}^{-1}$ para a extensão e flexão concêntrica de joelho no dinamômetro isocinético.

Sendo o pico de torque o valor representativo da força muscular máxima absoluta produzida no movimento (MADDUX; KIBLER; UHL, 1989). A unidade de medida apresentada respectiva ao pico de torque foi N.m.

3.4.1.2 Déficit contralateral

O déficit contralateral foi obtido por meio do cálculo das diferenças percentuais de pico de torque do membro dominante e o não-dominante, no qual o valor de referência para o cálculo percentual é o do membro que apresentou maior valor de pico torque, ou seja, o membro dominante para cada contração. (IMPELLIZZERI et al., 2007) Os valores de pico de torque utilizados para o cálculo do déficit contralateral foram os de extensão e flexão concêntrica dos joelhos nas velocidades de 60, 180 e 300°. s⁻¹ no dinamômetro isocinético. Para o cálculo do déficit contralateral foi utilizado o programa Excel (2007, Microsoft Corporation).

3.4.1.3 Razão convencional

A razão convencional foi obtida por meio do cálculo do pico de torque concêntrico dos flexores do joelho (isquiotibiais) dividido pelo pico de torque concêntrico dos extensores do joelho (quadríceps) de uma mesma perna (BAMAÇ et al., 2008; BITTENCOURT et al., 2005). Os valores de pico de torque utilizados para o cálculo da razão convencional foram obtidos nas velocidades de 60, 180 e 300°. s⁻¹ no dinamômetro isocinético. Para da razão convencional foi utilizado o programa Excel (2007, Microsoft Corporation).

3.4.2 Plataforma de força

Os dados de componente vertical de força de reação do solo obtida na plataforma de força foram tratados no programa Labview 8.5, com um filtro digital passa-baixa Butterworth de 4ª ordem e frequência de corte de 20 Hz.

3.4.2.1 Altura dos saltos

A altura dos saltos foi calculada por meio do método da dupla integração da força. Neste método matemático, a curva de aceleração foi obtida dividindo os

valores de força resultante do solo pela massa corporal dos sujeitos, mensurada na própria plataforma. Após isso, realizou-se uma integração trapezoidal da curva de aceleração obtendo-se a curva de velocidade. Esta última foi novamente integrada para obter o deslocamento do centro de massa em cada instante do movimento, sendo o maior deslocamento vertical considerado a altura de salto (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011; CAVAGNA, 1975; LINTHORNE, 2001). A unidade de medida apresentada respectiva altura dos saltos foi cm.

3.4.2.2 Altura dos saltos relativa à massa corporal

A altura dos saltos foi multiplicada pela massa dos sujeitos de acordo com o protocolo de Tsiokanos et al. (2002). O objetivo desse cálculo foi considerar que pessoas que saltam alturas iguais, nem sempre tem a mesma capacidade de salto, uma vez que a de massa maior deverá superar uma resistência maior do que a de menos massa.

3.4.2.3 Potência dos saltos relativa à massa corporal

A potência dos saltos relativa à massa corporal foi obtida a partir da multiplicação da força de reação do solo pela velocidade na fase concêntrica dos saltos, sendo considerado para análise o valor médio da curva. O início da fase concêntrica foi identificado nos saltos no momento em que a velocidade tornava-se positiva (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011; LINTHORNE, 2001). A unidade de medida apresentada respectiva a potência dos saltos relativa à massa corporal foi $W.kg^{-1}$.

4.4.2.4 Força máxima dos saltos

A força máxima dos saltos foi analisada como o maior valor obtido na fase concêntrica dos saltos (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011; LINTHORNE, 2001). A unidade de medida apresentada respectiva a força máxima dos saltos foi N.

4.4.2.5 Pico de velocidade dos saltos

O pico de velocidade foi identificado como o maior valor da curva de velocidade que ocorreu imediatamente antes da perda de contato do pé com o solo nos saltos (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011; LINTHORNE, 2001). A unidade de medida apresentada respectiva ao pico de velocidade dos saltos foi m.s⁻¹.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A estatística descritiva com média e desvio padrão foi feita no programa Excel (2007, Microsoft Corporation). Essa foi utilizada para apresentação dos valores das variáveis de caracterização da amostra e das variáveis de pico de torque isocinético, força máxima, potência, altura e pico de velocidade dos saltos. A normalidade e a homogeneidade dos dados foram verificadas a partir do teste de Shapiro-Wilk no programa SPSS 20.0 (IMB, Chicago, EUA). Também nesse programa, foi realizado o teste de correlação produto-momento de Pearson para verificar a correlação entre as variáveis de déficit contralateral, razão convencional e pico de torque com os valores de desempenho nos saltos, considerando $p < 0,05$ como significativo. Como avaliação qualitativa do grau de correlação foi considerado $r=0$ nula, entre 0 e 0,3 fraca, 0,3 e 0,6 regular, 0,6 e 0,9 forte, 0,9 e 1 muito forte e 1 plena (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

4 RESULTADOS

Na Tabela 1 estão apresentados em média e desvio-padrão as variáveis de caracterização da amostra.

Tabela 1 – Valores médios e desvios-padrões das variáveis de caracterização da amostra.

| Variável | Média | Desvio-padrão |
|----------------------------------|--------------|----------------------|
| Massa Corporal (Kg) | 92,4 | ± 9,4 |
| Idade (Anos) | 26,8 | ± 6,1 |
| Altura (cm) | 195,9 | ± 6,7 |
| Percentual de Gordura (%) | 11,3 | ± 1,6 |

Os valores médios para as variáveis testadas e seus desvios-padrões estão apresentados na Tabela 2. Os valores médios de déficit contralateral se encontraram dentro do valor normativo para essa variável. Independente da velocidade do teste de força isocinética de joelho, o valor médio da razão convencional também se encontrou dentro dos valores normativos previsto na literatura. Para o pico de torque, o maior valor médio foi encontrado na velocidade de $60^\circ \cdot s^{-1}$, com decréscimo dos valores médios conforme a velocidade do teste de força isocinética foi aumentada. No processamento dos dados, foram perdidos dois sujeitos para o SJ. A força máxima do SJ foi maior em média do que a força máxima do CMJ, porém nas médias de pico de velocidade o CMJ apresentou valores mais altos do que o SJ. Nas variáveis de potência, altura e altura multiplicada pela massa corporal, o CMJ apresentou valores médios maiores do que o SJ.

Tabela 2 – Valores médios e desvios-padrões das variáveis analisadas e o número de sujeitos utilizados para o cálculo.

| Variável | Média | Desvio-padrão | Sujeitos |
|-----------------------------------|--------|---------------|----------|
| DCext60 | 15,1 | ± 10,5 | 15 |
| DCfle60 | 6,0 | ± 5,7 | 15 |
| DCext180 | 8,4 | ± 9,0 | 15 |
| DCfle180 | 5,8 | ± 5,1 | 15 |
| DCext300 | 11,6 | ± 9,9 | 15 |
| DCfle300 | 9,6 | ± 9,2 | 15 |
| RC60 | 0,6 | ± 0,12 | 15 |
| RC180 | 0,6 | ± 0,09 | 15 |
| RC300 | 0,6 | ± 0,08 | 15 |
| PText60 (N.m) | 299,9 | ± 59,0 | 15 |
| PTfle60 (N.m) | 164,6 | ± 23,8 | 15 |
| PText180 (N.m) | 208,5 | ± 34,9 | 15 |
| PTfle180 (N.m) | 126,2 | ± 18,9 | 15 |
| PText300 (N.m) | 187,6 | ± 28,3 | 15 |
| PTfle300 (N.m) | 118,4 | ± 17,6 | 15 |
| SJfmax (N) | 2113,3 | ± 290,07 | 13 |
| SJpot (W.kg⁻¹) | 25,2 | ± 2,4 | 13 |
| SJalt (cm) | 47,1 | ± 8,3 | 13 |
| SJalt (cm.kg) | 4405,0 | ± 1019,9 | 13 |
| SJpv (m.s⁻¹) | 2,7 | ± 0,1 | 13 |
| CMJfmax (N) | 2104,9 | ± 236,5 | 15 |
| CMJpot (W.kg⁻¹) | 30,1 | ± 2,9 | 15 |
| CMJalt (cm) | 49,1 | ± 4,6 | 15 |
| CMJalt (cm.kg) | 4551,9 | ± 702,6 | 15 |
| CMJpv (m.s⁻¹) | 2,86 | ± 0,1 | 15 |

DC=Déficit Contralateral, RC=Razão convencional, PT=Pico de torque, SJ=*Squat Jump*, CMJ=*Countermovement Jump*, 60=60°. s⁻¹, 180=180°. s⁻¹, 300=300°. s⁻¹, ext=extensor, fle=flexor, fmax=força máxima, pot=potência, alt=altura, pv=pico de velocidade, D=direito e E=esquerdo.

Na Tabela 3, estão os valores de correlação de déficit contralateral e razão convencional com as variáveis de desempenho dos saltos verticais. Os valores de déficit contralateral dos extensores de joelho nas três velocidades apresentaram correlações com as variáveis de salto. Na velocidade de 60°. s⁻¹ foi apresentado forte correlação com o pico de velocidade do SJ. Na velocidade de 180°. s⁻¹ houve correlação regular com a altura do CMJ. Na velocidade de 300°. s⁻¹ ocorreu correlações fortes com as variáveis de altura e altura multiplicada pela massa corporal do SJ, enquanto uma correlação regular foi encontrada com a altura multiplicada pela massa corporal do CMJ. Para valores de razão convencional não foi encontrado nenhuma correlação com as variáveis de desempenho dos saltos verticais.

Tabela 3 – Coeficientes de correlação de déficit contralateral e razão convencional com as variáveis de desempenho dos saltos verticais.

| | SJfmax (N) | SJpot (W.kg-1) | SJalt (cm) | SJalt (cm.kg) | SJpv (m.s-1) | CMJfmax (N) | CMJpot (W.kg-1) | CMJalt (cm) | CMJalt (cm.kg) | CMJpv (m.s-1) |
|-----------------|------------|----------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-----------------|--------------|----------------|---------------|
| DCext60 | ,133 | ,192 | ,511 | ,401 | ,688** | ,304 | ,191 | ,233 | ,251 | ,081 |
| DCfle60 | ,348 | ,374 | ,276 | ,242 | ,118 | ,235 | ,135 | ,095 | ,095 | ,250 |
| DCext180 | ,364 | ,494 | ,529 | ,448 | ,534 | ,215 | ,298 | ,515* | ,346 | ,500 |
| DCfle180 | ,189 | ,249 | -,007 | ,119 | -,478 | ,228 | -,064 | -,165 | ,054 | -,186 |
| DCext300 | ,470 | ,322 | ,725** | ,759** | ,387 | ,317 | -,093 | ,460 | ,527* | ,075 |
| DCfle300 | ,358 | ,185 | ,146 | ,214 | -,222 | ,437 | ,142 | ,003 | ,163 | ,206 |
| RCD60 | -,040 | ,011 | ,425 | ,239 | ,459 | -,133 | ,004 | ,318 | ,094 | ,000 |
| RCE60 | -,115 | -,111 | ,281 | ,162 | ,099 | -,263 | -,185 | ,353 | ,111 | -,146 |
| RCD180 | ,158 | ,079 | ,363 | ,255 | ,441 | ,125 | -,028 | ,417 | ,301 | ,108 |
| RCE180 | -,041 | -,218 | ,299 | ,209 | ,080 | -,135 | -,184 | ,058 | ,029 | -,294 |
| RCD300 | ,498 | ,268 | ,411 | ,541 | ,018 | ,311 | -,419 | ,167 | ,381 | -,016 |
| RCE300 | -,157 | -,193 | ,142 | ,158 | ,313 | -,145 | -,460 | ,246 | ,222 | -,277 |

* Valores significativos para $p < 0,05$. ** Valores significativos para $p < 0,01$. DC=Déficit Contralateral, RC=Razão convencional, SJ=Squat Jump, CMJ=Countermovement Jump, 60=60°. s⁻¹, 180=180°. s⁻¹, 300=300°. s⁻¹, fmax=força máxima, pot=potência, alt=altura, pv=pico de velocidade, D=direito e E=esquerdo.

A Tabela 4 apresenta os valores de correlação de pico de torque com as variáveis de desempenho dos saltos verticais. A variável de força máxima do SJ e CMJ foi a que se correlacionou com o maior número de variáveis de pico de torque, sendo essas correlações fortes e regulares. Outra variável dos saltos que se correlacionou de maneira forte e regular com as variáveis de pico de torque foi à altura multiplicada pela massa corporal. Por fim, a variável pico de velocidade do SJ foi a única que apresentou correlações negativas significativas com os valores de pico de torque, sendo essas correlações regulares com o PTextD60 e o PTextD180. As variáveis de potência e altura dos saltos não apresentaram nenhuma correlação significativa com o pico de torque.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação de pico de torque com as variáveis de desempenho dos saltos verticais.

| | SJfmax (N) | SJpot (W.kg-1) | SJalt (cm) | SJalt (cm.kg) | SJpv (m.s-1) | CMJfmax (N) | CMJpot (W.kg-1) | CMJalt (cm) | CMJalt (cm.kg) | CMJpv (m.s-1) |
|------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|---------------------|--------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|
| PTextD60 (N.m) | ,469 | -,047 | -,153 | ,081 | -,597* | ,334 | -,018 | -,179 | ,127 | ,012 |
| PTextE60 (N.m) | ,669* | ,227 | ,087 | ,333 | -,167 | ,709** | ,228 | -,026 | ,388 | ,160 |
| PTfleD60 (N.m) | ,498 | ,026 | ,136 | ,207 | -,307 | ,222 | ,006 | ,009 | ,136 | -,009 |
| PTfleE60 (N.m) | ,764** | ,295 | ,485 | ,615* | -,046 | ,541* | ,114 | ,417 | ,591* | ,120 |
| PTextD180 (N.m) | ,480 | ,045 | -,165 | ,049 | -,562* | ,378 | ,325 | -,170 | ,115 | ,124 |
| PTextE180 (N.m) | ,766** | ,262 | ,175 | ,424 | -,199 | ,771** | ,376 | ,149 | ,524* | ,235 |
| PTfleD180 (N.m) | ,775** | ,217 | ,196 | ,353 | -,205 | ,574* | ,356 | ,186 | ,428 | ,242 |
| PTfleE180 (N.m) | ,822** | ,168 | ,469 | ,665* | -,133 | ,676** | ,189 | ,323 | ,637* | ,075 |
| PTextD300 (N.m) | ,359 | -,108 | -,050 | ,140 | -,277 | ,389 | ,459 | ,084 | ,272 | ,044 |
| PTextE300 (N.m) | ,787** | ,389 | ,441 | ,633* | ,096 | ,820** | ,369 | ,271 | ,625* | ,190 |
| PTfleD300 (N.m) | ,720** | ,090 | ,385 | ,632* | -,196 | ,636* | -,064 | ,327 | ,681** | ,030 |
| PTfleE300 (N.m) | ,629* | ,318 | ,457 | ,666* | ,225 | ,683** | ,110 | ,429 | ,729** | ,033 |

* Valores significativos para $p < 0,05$. ** Valores significativos para $p < 0,01$. PT=Pico de torque, SJ=Squat Jump, CMJ=Countermovement Jump, 60=60°. s^{-1} , 60=60°. s^{-1} , 300=300°. s^{-1} , ext=extensor, fle=flexor, fmax=força máxima, pot=potência, alt=altura, pv=pico de velocidade, D=direito e E=esquerdo.

5 DISCUSSÃO

Esse estudo teve como objetivo identificar possíveis correlações dos valores de força isocinética de extensão e flexão de joelho com o desempenho de saltos verticais em atletas de voleibol. Foi analisado a correlação dos valores de déficit contralateral, razão convencional e pico de torque obtido no isocinético com as variáveis de força máxima, potência, altura, altura multiplicada pela massa corporal e pico de velocidade dos saltos CMJ e SJ, buscando entender uma possível interferência dos desequilíbrios musculares nos saltos, além de identificar se os valores do teste isocinético de joelho são realmente preditores de desempenho de saltos para atletas de voleibol.

Os resultados mostram que para os valores de déficit contralateral foram encontradas algumas correlações com as variáveis dos saltos. Ao contrário do que foi pensado nesse estudo, os valores de correlação foram positivos, ou seja, para algumas variáveis dos saltos quanto maior foram os desequilíbrios musculares de um membro em relação ao outro, melhor era o desempenho dos saltos. Devido à complexidade do gesto do salto, esse resultado deve ser analisado de forma cuidadosa. Primeiramente, os valores de déficit contralaterais obtidos através do teste isocinético podem não refletir nas diferenças de força entre os membros inferiores no momento dos saltos (IMPELLIZZERI et al., 2007; NEWTON et al., 2006), visto que os saltos são movimentos multiarticulares com contribuições de trabalho total na ordem de 49% para os joelhos, 28% para o quadril e 23% para os tornozelos (HUBLEY; WELLS, 1983), podendo haver mecanismos compensatórios por parte das outras articulações. Segundo, o cálculo do déficit contralateral permite apenas a identificação da porcentagem de desequilíbrio de um membro para o outro. Em outras palavras, ele não leva em consideração que o déficit pode ocorrer por um membro apresentar um valor de pico de torque de joelho extremamente acima da média dos outros atletas, o que representaria um atleta muito forte para um membro, mas com valores normais para outro. Logo, esse membro com maior valor de força pode ter sido o responsável pela maior altura saltada, explicando a correlação positiva.

Com relação a uma análise sobre os achados da correlação entre o pico de torque e desempenho dos saltos, não foi encontrada correlação do pico de torque a altura dos saltos. O que não concorda com os resultados do estudo de Bosco,

Mognoni e Luhtanen (1983) com atletas de voleibol, que identificaram correlações fortes entre o pico de torque a $240^{\circ} \cdot s^{-1}$ com os saltos SJ e CMJ. Entretanto, quando a altura do salto foi multiplicada pela massa corporal no presente estudo, ocorreram correlações fortes e regulares entre o pico de torque nas três velocidades com os saltos CMJ e SJ. Estes resultados corroboram com os achados de Tsiokanos et al. (2002) que encontraram correlações fortes entre o pico de torque nas velocidades de 60 , 120 e $180^{\circ} \cdot s^{-1}$ e a altura dos saltos relativa à massa corporal. Essa interação mostra uma relação próxima entre o teste isocinético e os saltos, mesmo que o teste isocinético não represente um movimento tão específico (BOSCO; MOGNONI; LUHTANEN, 1983). Além disso, fortalece a ideia da importância de levar em consideração a massa corporal, já que sujeitos que saltam alturas iguais nem sempre tem a mesma capacidade de salto, uma vez que se um deles tiver uma massa maior esse deverá superar uma resistência maior do que o de menor massa, assim o de maior massa tem maior capacidade de salto do que o de menor massa (TSIOKANOS et al., 2002).

Com relação às velocidades de execução do teste isocinético, vale observar que o maior número de correlações com a altura relativa à massa corporal ocorreu conforme a velocidade do teste foi aumentada (BOSCO, 1983; HARRISON, 2013; IOSSIFIDOU; BALZPOULOS; GIAKAS, 2005; ROUIS, 2014; SALIBA; HRYSOMALLIS 2001), o que pode ser explicado pelo fato de que a velocidade de $300^{\circ} \cdot s^{-1}$ pode representar de forma mais específica as velocidades de contração realizadas na prática esportiva (D'ALESSANDRO et al., 2005).

Em relação ao SJ, foi sugerido que esse poderia apresentar correlações mais fortes com o pico de torque do que o CMJ, por se tratar de um salto que utiliza apenas a força concêntrica (RIGGS; SHEPPARD, 2009), semelhante ao teste isocinético realizado. Entretanto, ambos os saltos apresentaram quantidades semelhantes de correlações tanto para força máxima, quanto para altura relativa à massa corporal. Portanto, sugere-se que o CMJ, mesmo utilizando energia do CAE para o salto (DAL PUPO; DETANICO; DOS SANTOS, 2011; FLECK; KRAMER, 2008) pode ter relação parecida ao SJ com o pico de torque concêntrico dos extensores e flexores de joelho obtidos no isocinético. Esses resultados semelhantes corroboram com o estudo de Bosco (BOSCO; MOGNONI; LUHTANEN, 1983), que encontrou correlações fortes com o pico de torque a $240^{\circ} \cdot s^{-1}$ com a altura tanto do SJ ($r = 0,71$) quanto com o CMJ ($r = 0,74$).

A variável de pico de velocidade do SJ apresentou correlações significativas regulares apenas com dois valores de pico de torque, porém é válido observar que para maioria das correlações com o pico de velocidade do SJ os valores foram negativos, ou seja, embora não significativos, existiu a tendência de que quanto maior o pico de velocidade para esse salto, menor o pico de torque isocinético. Contrário a isso, os resultados para as correlações de pico de torque com a força máxima dos saltos apresentaram interações positivas, na grande maioria fortes nas três velocidades. Ambos os resultados podem estar relacionados à massa muscular dos sujeitos, devido a amostra ser homogênea para o percentual de gordura, a diferença da massa corporal pode se dar ao maior volume muscular, com maior probabilidade de capacidade de produção de força para os sujeitos que possuem maior massa corporal total. Sendo assim, a relação inversa do pico de torque e o pico de velocidade do SJ pode ter ocorrido pelo fato dos sujeitos com maior massa apresentarem maior pico de torque, porém apresentaram maior dificuldade de alcançar altos picos de velocidades pela massa a ser deslocada no salto. Em relação à força máxima, os sujeitos que apresentaram maior pico de torque apresentaram correlações com a força máxima devido a força peso que a massa exerce na plataforma de força. A relação inversa do pico de velocidade não se observa do CMJ, isso pode ter ocorrido por influência do CAE, que pode ter auxiliado os sujeitos mais pesados a adquirirem maior velocidade no salto.

Ao contrário das outras variáveis do teste de força isocinético, os valores de razão convencional não apresentaram nenhuma correlação com o desempenho dos saltos. Esse resultado vai ao encontro dos achados do estudo de Selistre et al. (2012), que não encontrou correlações significativas entre a razão convencional com a distância do salto horizontal unilateral. Isso também pode ser explicado pela complexidade do gesto do salto, com a participação efetiva de outras articulações (HUBLEY; WELLS, 1983), além de que a medida de razão convencional leva em consideração uma relação de contrações musculares concêntricas (COOMBS; GARBUTT, 2002), o que não se reflete no salto CMJ (SELISTRE et al., 2012). Outra suposição, e talvez a mais relevante, seja o fato de que a amostra apresentou valores médios de 0,6, estando dentro do valor normativo para equilíbrio articular (COOMBS; GARBUTT, 2002); além de apresentarem desvios-padrões pequenos nas três velocidades, não possibilitam uma análise de correlação por se tratar de valores semelhantes.

Esse estudo apresentou resultados sobre a importância da força e do equilíbrio de extensores e flexores de joelho para o desempenho dos saltos, porém o estudo apresentou algumas limitações como o número de sujeitos limitado, perda amostral para o cálculo do SJ, utilização de apenas contrações concêntricas no isocinético e amostra homogênea para os valores de razão convencional, o que não permite a generalização dos resultados para outras populações.

Os resultados desse estudo podem ser aplicados na prática com o uso dos valores obtidos para os testes de força isocinética e de saltos como referência para atletas profissionais de voleibol masculino. Também deixa a mensagem da importância da força dos músculos do joelho para o desempenho de saltos verticais. Apesar dos valores de desequilíbrios musculares obtidos no isocinético não interferirem no desempenho dos saltos, o treino deve ser pensando para o equilíbrio muscular, já que pode prejudicar o desempenho dos atletas a médio e longo prazo.

6 CONCLUSÃO

A força isocinética de flexão e extensão de joelho apresentou correlações positivas com a força máxima atingida na fase concêntrica dos saltos, além de indicar relações fortes com a altura normalizada pela massa corporal no CMJ e SJ nos atletas de voleibol avaliados. Por outro lado, não foi possível afirmar que os desequilíbrios musculares da articulação do joelho encontrados por meio dos cálculos de déficit contralateral e razão convencional se reflitam nos saltos, visto que o gesto motor dos saltos é um movimento multiarticular, podendo haver mecanismos compensatórios por parte das outras articulações.

REFERÊNCIAS

- BADILLO, Juan José González; AYESTARÁN, Esteban Gorostiaga. **Fundamentos Do Treinamento De Força: Aplicação Ao Alto Rendimento Desportivo**. Artmed, ed. 2ª, p. 49, 2001.
- BAECHLE, T. R. et al. **Fundamentos Do Treinamento De Força E Do Condicionamento**. Manole, ed. 3ª, p. 380-381, 2010.
- BAMAÇ, B. et al. **Isokinetic Performance In Elite Volleyball And Basketball Players**. Kinesiology, 2008.
- BERRIEL, Guilherme et al. **Análise De Testes De Salto Vertical E Saltos Especificos Em Atletas De Voleibol De Elite Brasileiros**. Combrace, ed. 19ª, 2015.
- BITTENCOURT, N. F. N. et al. **Avaliação Muscular Isocinética Da Articulação Do Joelho Em Atletas Das Seleções Brasileiras Infante E Juvenil De Voleibol Masculino**. Revista brasileira de medicina do esporte, p. 331–336, 2005.
- BOSCO, C.; MOGNONI, P.; LUHTANEN, P. **Relationship Between Isokinetic Performance And Ballistic Movement**. European journal of applied physiology and occupational physiology, v. 51, p. 357–364, 1983.
- CALLEGARI-JACQUES, SIDIA M. **Bioestatística: Princípios E Aplicações**. Artmed, ed. 1ª, p. 84 – 90, 2003.
- CAVAGNA G A. **Force platforms as ergometers**. J Appl Physiol, p. 174-179, 1975.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEIBOL. **Regradas Oficiais Do Voleibol 2015 – 2016**. Congresso da FIVB, ed. 34º, p. 15, 2014.
- COOMBS, R.; GARBUTT, G. **Developments In The Use Of The Hamstring/ Quadriceps Ratio For The Assessment Of Muscle Balance**. Journal of Sports Science and Medicine, v. 1, p. 56–62, 2002.
- CROISIER, J.-L. et al. **Strength Imbalances And Prevention Of Hamstring Injury In Professional Soccer Players: A Prospective Study**. The American journal of sports medicine, v. 36, n. 8, p. 1469–75, 2008.
- CRONIN, J. B.; HANSEN, K. T. **Strength And Power Predictors Of Sports Speed**. **Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association**, v. 19, n. 2, p. 349–357, 2005.
- CRONIN, JOHN B. AND HANSEN, K. T. **Strength And Power Predictors Of Sports Speed**. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 19, n. 2, p. 349–357, 2005.
- D’ALESSANDRO, R. L. et al. **Análise Da Associação Entre A Dinamometria Isocinética Da Articulação Do Joelho E O Salto Horizontal Unipodal, Hop Test, Em Atletas De Voleibol**. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 11, n. 5, p. 271–275, 2005.
- DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; DOS SANTOS, S. G. **Parâmetros Cinéticos Determinantes Do Desempenho Nos Saltos Verticais**. DOI: 10.5007/1980-0037.2012v14n1p41. Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, v. 14, n. 1, p. 41–51, 2011.

- FAULKNER, John A. **Physiology Of Swimming And Diving**. Exercise physiology, n. part II, 1968.
- FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. **Fundamentos Do Treinamento De Força Muscular**. Artmed, ed. 3^a, p. 239, 2006.
- GONZÁLEZ-RAVÉ, J. M. et al. **Isokinetic Leg Strength And Power In Elite Handball Players**. Journal of human kinetics, v. 41, n. June, p. 227–33, 2014.
- HADZIC, V. et al. **The Isokinetic Strength Profile Of Quadriceps And Hamstrings In Elite Volleyball Players**. Isokinetics and Exercise Science, v. 18, p. 31–37, 2010.
- HARRISON, B. et al. **The Relationship Between Isokinetic Performance Of Hip And Knee And Jump Performance In University Rugby Players**. Isokinetics and Exercise Science, 2013.
- HUBLEY, Z, WELLS, R. P. **A Work-Energy Approach To Determine Individual Joint Contributionsto Vertical Jump Performance**. European Journal of Applied Physiology, v. 50, p. 247–254, 1983.
- IMPELLIZZERI, F. M. et al. **A Vertical Jump Force Test For Assessing Bilateral Strength Asymmetry In Athletes**. Med . Sci . Sports Exerc, v. 39, n. 11, p. 2044–2050, 2007.
- IOSSIFIDOU, A.; BALZOPOULOS, V.; GIAKAS, G. **Isokinetic Knee Extension And Vertical Jumping: Are They Related?** Journal of sports sciences, 2005.
- JONES, P. A.; BAMPOURAS, T. M. **A Comparison Of Isokinetic And Functional Methods Of Assessing Bilateral Strength Imbalance**. Journal of strength and conditioning research, v. 24, p. 1553–1558, 2010.
- KOMI PV, BOSCO C. **Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women**. Med Sci Sports, v. 10, p. 261-265, 1978.
- LINTHORNE, N. P. **Analysis Of Standing Vertical Jumps Using A Force Platform**. American Journal of Physiology, v. 69, n. 11, p. 1198–1204, 2001.
- MADDUX, R. E.; KIBLER, W.; UHL, T. **Isokinetic Peak Torque And Work Values For The Shoulder**. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, v. 10, n. 7, p. 264–9, 1989.
- NEWTON, R. U. et al. **Determination Of Functional Strength Imbalance Of The Lower Extremities**. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 20, n. 4, p. 971–977, 2006.
- RIGGS, M. P.; SHEPPARD, J. M. **The Relative Importance Of Strength And Power Qualities To Vertical Jump Height Of Elite Beach Volleyball Players During The Counter-Movement And Squat Jump**. Journal of Human Sport and Exercise, 2009.
- ROUIS, M. et al. **Assessment Of Isokinetic Knee Strength In Elite Young Female Basketball Players: Correlation With Vertical Jump**. The Journal of sports medicine and physical fitness, 2014.
- SALIBA, L.; HRYSOMALLIS, C. **Isokinetic Strength Related To Jumping But Not Kicking Performance Of Australian Footballers**. Journal of Science and Medicine in Sport, v. 4, n. 3, p. 336–347, 2001.
- SATTLER, T. et al. **Analysis Of The Association Between Isokinetic Knee Strength With Offensive And Defensive Jumping Capacity In High-Level Female**

- Volleyball Athletes.** Journal of Science and Medicine in Sport, v. 18, n. 5, p. 613–618, 2014a.
- SATTLER, T. et al. **Isokinetic Knee Strength Qualities As Predictors Of Jumping Performance In High-Level Volleyball Athletes; Multiple Regression Approach.** The Journal of sports medicine and physical fitness, 2014b.
- SATTLER, T. et al. **Vertical Jumping Tests In Volleyball: Reliability, Validity, And Playing-Position Specifics.** J Strength Cond Res, v. 26, n. 6, p. 1532–1538, 2012.
- SELISTRE, L. et al. **Relação Entre Torque Extensor E Relação I: Q Com Salto Unipodal Triplo Horizontal Relationship Between Extensor Torque And H: Q Ratio With Triple Hop Distance.** Rev Bras Med Esporte, v. 18, n. 6, p. 390–393, 2012.
- STICKLEY, C. D. et al. **Isokinetic Peak Torque Ratios And Shoulder Injury History In Adolescent Female Volleyball Athletes.** Journal of Athletic Training, v. 43, n. 6, p. 571–577, 2008.
- TSIOKANOS, A. et al. **The Relationship Between Jumping Performance And Isokinetic Strength Of Hip And Knee Extensors And Ankle Plantar Flexors.** Isokinetics and Exercise Science, v. 10, p. 107–115, 2002.

APÊNDICE A

Termo de consentimento livre e esclarecido

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado: “EFEITOS DO TREINAMENTO PLIOMÉTRICO COM E SEM INDUÇÃO DE POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ACTIVAÇÃO NO DESEMPENHO DE SALTOS EM ATLETAS DE VOLEIBOL PROFISSIONAL.” que tem como objetivo analisar a influência do treinamento pliométrico com e sem indução de PPA em um período de 4 semanas em atletas de voleibol profissionais.

Este estudo irá avaliar atletas masculinos de voleibol profissional que não tenham nenhum tipo de restrição médica para este tipo de treinamento físico.

Será necessário quatorze encontros com os voluntários para sessões de coleta de dados e treinamento e será sempre respeitado o intervalo mínimo de 48 horas entre as sessões. As sessões de coleta de dados terão um tempo aproximado de 35 minutos e as sessões de treinamento terão duração aproximada de 50 minutos.

Nos quatorze encontros de coleta de dados serão realizadas as seguintes atividades:

- Dia 1: Apresentação dos objetivos e procedimentos metodológicos do projeto, assinatura do termo de consentimento livre esclarecido, medições antropométricas, estatura, massa corporal e percentual de gordura, teste de carga máxima 3RM, testes para melhor aplicação de PPA.
- Dia 2: Teste de salto vertical sem contra movimento e com contra movimento na plataforma de força.
- Dia 3: Teste de contração muscular voluntária máxima para os grupos musculares da articulação do joelho no dinamômetro isocinético.
- Dia 4: Divisão dos voluntários em grupo pliométrico e PPA e aplicação dos modelos de treinamento sugeridos para os dois grupos.
- Dia 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11: Aplicação dos modelos de treinamento sugeridos para os grupos pliométrico e PPA.
- Dia 12: Medições antropométricas, estatura, massa corporal e percentual de gordura, teste de carga máxima 3RM.

- Dia 13: Teste de salto vertical sem contra movimento e com contra movimento na plataforma de força.
- Dia 14: Teste de contração muscular voluntária máxima para os grupos musculares da articulação do joelho no dinamômetro isocinético.

Caso seja do seu interesse participar desse estudo, é fundamental o seu entendimento sobre esse termo de consentimento livre e esclarecido e sua assinatura nesse documento, concordando com os termos abaixo:

Autorizo o Prof Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e o pesquisador Guilherme Pereira Berriel e demais envolvidos no estudo a realizarem os seguintes procedimentos:

- a) Fazer-me medidas antropométricas (massa corporal, estatura e percentual de gordura).
- b) Fazer-me testes de força máxima salto vertical e contração voluntária máxima.
- c) Aplicar-me exercícios de força em aparelhos de musculação (agachamento) e exercícios pliométricos.
- d) Filmagens e fotografias durante a execução dos testes e treinamento.

1. Estão envolvidos riscos e desconfortos, tais como dor e cansaço muscular temporário. Poderão ocorrer alterações das variáveis analisadas durante a execução dos exercícios, porém, os riscos são mínimos, sendo os testes muito seguros. Serão realizadas oito sessões de treinamento e mais 6 de coletas de dados, e poderei abandonar a pesquisa em qualquer fase, caso sinta necessidade ou desconforto para a realização dos testes e treinamentos.

2. Os procedimentos expostos acima têm sido explicados para mim pelo prof Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e o pesquisador Guilherme Pereira Berriel e demais participantes do projeto. Eu entendo que eles irão responder às dúvidas relativas a esses procedimentos que porventura possam surgir. Essas questões serão esclarecidas sempre que eu solicitar. Entendo que todos os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e disponíveis somente sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que, no momento da publicação, os dados não serão atribuídos à minha pessoa. Eu entendo que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo.

3. Eu entendo que posso realizar contato com o Prof. Dr. Leonardo Alexandre Peyré-Tartaruga e Guilherme Pereira Berriel para esclarecer quaisquer dúvida a

respeito do estudo pelos telefones (0xx51) 81517215, (0xx51)37850611, e também com a ESEF UFRGS ou Comitê de Ética e Pesquisa CEP/UFRGS pelos telefones (0xx51) 33085885, (0xx51)33083738, para quaisquer problemas referentes à minha participação no estudo, ou se perceber que haja violação dos meus direitos.

Porto Alegre, _____ de _____ de 2015 .

Assinatura: _____