



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

TÚLIO BERNARDO MACEDO ALFANO MOURA

**EFEITO DA CRIOTERAPIA E DA RECUPERAÇÃO ATIVA NA
CINEMÁTICA E CINÉTICA DO SALTO VERTICAL APÓS
FADIGA**

Londrina
2016

TÚLIO BERNARDO MACEDO ALFANO MOURA

**EFEITO DA CRIOTERAPIA E DA RECUPERAÇÃO ATIVA NA
CINEMÁTICA E CINÉTICA DO SALTO VERTICAL APÓS
FADIGA**

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-
Graduação em Educação Física da
Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Moura, Túlio Bernardo Macedo Alfano.

Efeito da crioterapia e da recuperação ativa na cinemática e cinética do salto vertical após fadiga / Túlio Bernardo Macedo Alfano Moura. - Londrina, 2016.
109 f.

Orientador: Victor Hugo Alves Okazaki.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Biomecânica - Teses. 2. Métodos de recuperação pós-exercício - Teses. 3. Salto vertical - Teses. 4. Fadiga - Teses. I. Okazaki, Victor Hugo Alves. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

TÚLIO BERNARDO MACEDO ALFANO MOURA

**EFEITO DA CRIOTERAPIA E DA RECUPERAÇÃO ATIVA NA
CINEMÁTICA E CINÉTICA DO SALTO VERTICAL APÓS FADIGA**

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-
Graduação em Educação Física da
Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Victor Hugo Alves Okazaki
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Felipe Arruda Moura
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Luis Mochizuki
Universidade de São Paulo - USP

Londrina, 24 de Maio de 2016.

À minha família, a qual me ensinou a desejar, trabalhar e realizar.

AGRADECIMENTOS

Aos pais, Neilton Moura e Liége Macedo por todo o incentivo, confiança, cuidado e educação que sempre me deram. Obrigado por me ensinar a autoconfiança e superar adversidades de peito aberto, seja na vida pessoal, atlética ou acadêmica. Obrigado por me fazerem seguir as minhas escolhas e convicções. Vocês são o exemplo e cada página a seguir é dedicada à vocês, de todo coração.

Aos avós, os quais me mostraram a importância dos estudos, das conversas e do aprendizado de forma contínua.

Aos irmãos, Thiago, Matheus e Renato, por serem além de parentes, amigos que conto para todas as horas. Obrigado pelo apoio e pela ajuda sempre.

À Joelma (Jô), que sempre cuidou de mim e auxiliou em minha criação. Muito obrigado por todas as conversas, ensinamentos e por ser esta pessoa maravilhosa.

À Deus, por sempre estar comigo e me conduzir até o presente momento.

À Alessandra, que sempre me acompanhou, aconselhou e participou efetivamente de todo este processo.

Aos docentes que contribuíram para toda a minha formação.

Aos amigos, Douglas, Thiago, Alexsandro, Faísca, Artur e Daniela, pela amizade de todas as horas, pelas conversas, incentivo e histórias para contar.

Ao professor Victor Hugo Alves Okazaki por acreditar em mim, pelos ensinamentos e orientação em projetos de pesquisa, TCC e agora no mestrado. Serei sempre grato por toda a educação, respeito e profissionalismo que sempre teve comigo. O que vem a seguir é resultado de todo nosso trabalho.

Aos companheiros de grupo que auxiliaram na coleta de dados: Alessandra, Anderson, Robson, Leonardo, Vitor, Bruno, Nicolas, Mayara, Juliane e Ana Flávia.

Ao grupo Nemo por contribuir para o meu conhecimento.

Ao grupo PET, o qual iniciei na vida acadêmica, que forneceu base para a minha formação e o qual me conduziu até aqui.

A CAPES pela concessão de bolsa de mestrado no Programa de Pós-Graduação.

A todos que participaram da coleta, muito obrigado pela participação e ajuda.

“Há um tempo para semear e outro para colher. Com as ideias também é assim. As melhores vão acabar vitoriosas, mais dia, menos dia”

Autor Desconhecido

MOURA, Túlio Bernardo Macedo Alfano. **Efeito da crioterapia e da recuperação ativa na cinemática e cinética do salto vertical após fadiga**. 2016. 109f. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

A crioterapia e a recuperação ativa são métodos de recuperação pós-exercício utilizados para atenuar efeitos da fadiga que levam à exaustão e ao dano muscular. No entanto, apesar de serem utilizados no âmbito esportivo, pouco se sabe sobre seus efeitos de forma aguda em um exercício que requeira potência muscular, tal como o salto vertical. Desta forma, o objetivo da presente dissertação foi analisar o efeito da crioterapia e da recuperação ativa na cinemática e cinética do salto vertical com contra-movimento (SVCM) após fadiga. Participaram do estudo, 15 homens atletas das modalidades de atletismo e handebol (Idade= $23,20 \pm 4,49$ anos, Estatura= $1,79 \pm 0,07$ m, Massa= $72,24 \pm 9,24$ kg). Foram realizadas 3 condições experimentais, a saber: Controle (CON), Imersão em água fria e gelo (IAF) e Recuperação ativa (RA). Na condição Controle, foram realizados 3 SVCM com 1 minuto de intervalo entre cada (Pré). Após os saltos, séries múltiplas do exercício de afundo foram realizadas como exercício indutor de fadiga e dano muscular (EIDM). Dez minutos após o EIDM foram realizados 3 SVCM (Pós), os quais foram repetidos 60 minutos (Pós60) e 24 horas (Pós24h) após o EIDM. A condição IAF, possuiu o mesmo delineamento em relação à condição CON, no entanto, após a fase Pós foi realizada uma imersão em água fria e gelo por 10 minutos a uma temperatura média entre 10° e 15°C . A condição RA consistiu na realização de corrida de intensidade leve por 10 minutos após a fase Pós. Uma plataforma de força (AMTI; 250Hz) registrou aspectos relacionados a força de reação solo. O sistema Vicon (7 câmeras; 250Hz) registrou o movimento realizado a partir de análise tridimensional. O processamento dos dados foi realizado a partir de rotina no software MATLAB. Foi adotado um filtro *Butterworth* (4ª ordem, recursivo, 24Hz para variáveis cinéticas e 4Hz para variáveis cinemáticas). Para análise descritiva, foram adotadas mediana e amplitude interquartil. Para análise inferencial, foi realizado o teste de *Kruskal-Wallis* para comparação entre condições e *Friedman* para comparação entre fases. Para comparações posteriores, foi aplicado o post-hoc de Dunn's. A significância adotada foi de 5% ($P < 0,05$). Não foi encontrado efeito ($H < 2.48$; $P > 0.05$) nas condições que envolviam métodos de recuperação quando comparada à condição Controle para as variáveis cinéticas e cinemáticas adotadas. No entanto, foi verificado efeito de fases ($\chi^2_{4,15} < 27.68$; $d < 1.98$; $P < 0.03$). Apesar dos efeitos prejudiciais da aplicação de gelo em variáveis referentes à força e velocidade nas fases Pós-teste, tal método de recuperação proporcionou a manutenção da amplitude de movimento da articulação do joelho quando comparada à fase Pré, enquanto que a RA resultou na recuperação da amplitude do tornozelo. Foram sugeridos estudos com novos métodos de recuperação acompanhados por análises individualizadas para melhor interpretação sobre o desempenho de cada atleta.

Palavras-Chave: Salto vertical. Crioterapia. Recuperação Ativa. Fadiga.

MOURA, Túlio Bernardo Macedo Alfano Moura. **Effect of cryotherapy and active recovery on kinematic and kinetic of vertical jump after fatigue and muscle damage**. 2016. 109p. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

Cryotherapy and active recovery are post-exercise recovery methods used to attenuate the fatigue effects that lead to exhaustion and muscle damage. However, although these methods are used in sports, their acute effect in exercise that requires muscle power, such as the vertical jump, is not well known. Thus, the aim of this dissertation was to analyze the effect of cryotherapy and active recovery on kinematic and kinetic of the countermovement jump (CMJ) after fatigue. Fifteen male athletics and handball athletes (age = $23,2 \pm 4,5$ years old, height = $1,79 \pm 0,07$ m, weight = $72,2 \pm 9,2$ kg) participated in the study. Three conditions were performed: Control (CON), Cold-Water Immersion (CWI), and Active Recovery (AR). For CON condition, three CMJ were performed with one-minute interval between them (Pre). After jumps, multiple series of lunge exercise were performed as an exercise-induced fatigue and muscle damage (EIFM). Ten minutes after EIFM, three CMJ were performed (Post), in which were repeated 60 minutes (Post60) and 24 hours (Post24h) after EIFM. CWI condition followed the same design with respect to CON condition. However, after Post phase, participants performed a 10-minute cold-water immersion with average temperature between 10° and 15°C . RA condition consisted in performing a light intensity running for 10 minutes after Post phase. A force platform (AMTI; 250Hz) registered the variables related to ground reaction force. Vicon system (7 cameras; 250Hz) registered the movement performed for tridimensional analysis. Data processing was performed in a *MATLAB* script. It was applied a *Butterworth* filter (4^oorder, recursive, 24Hz for kinetics variables and 4Hz for kinematics variables). For descriptive analysis, median and interquartile range were adopted. For inferential analysis, Kruskal-Wallis test was realized to compare conditions and Friedman test to compare phases. For other comparisons, Dunn's post-hoc was applied. The significance adopted was 5% ($P < 0.05$). There was no effect on conditions that involved recovery methods in comparison with the Control condition ($H < 2.48$; $P > 0.05$) for kinetics and kinematics variables. However, an effect of phases were verified ($\chi^2_{4,15} < 27,68$; $d < 1,98$; $P < 0,03$). Despite the deleterious effect of ice application on variables referring to force and velocity in the Post-test phases, this recovery method provided the maintenance of knee range of motion when compared to Pre phase, whereas the AR resulted on the recovery of ankle range of motion. Other studies are suggested with new recovery methods followed by individual analysis for better interpretation about each athlete performance.

Keywords: Vertical Jump. Cryotherapy. Active Recovery. Fatigue.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema representativo dos efeitos da crioterapia sobre a temperatura muscular	18
Figura 2 – Processo de Análise de artigos	30
Figura 3 – Fatores intervenientes no desempenho no salto vertical	51
Figura 4 – Posicionamento dos marcadores para análise cinemática.....	64
Figura 5 – Modelo biomecânico adotado para descrição angular no presente estudo	64
Figura 6 – Movimentos relacionados ao exercício de afundo	66
Figura 7 – A- Escala de Borg; B- <i>Visual Analog Scale</i>	68
Figura 8 – Delineamento experimental do estudo	69
Figura 9 – Dados cinéticos do salto vertical	72
Figura 10 – Taxa de variação (%) da altura de salto entre as fases durante as condições (Mediana e AIQ)	78
Figura 11 – Painel A: Dados referentes a diferença na VAS entre os momentos Pós24h e Pré de cada condição realizada. Painel B: Dados referentes a PSE entre as condições analisadas.....	83
Figura 12 – Dados referentes a concentração de lactato sanguíneo	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical.....	31
Tabela 2 – Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical com efeito da fadiga.....	36
Tabela 3 – Variáveis biomecânicas cinéticas a serem realizados no estudo.....	71
Tabela 4 – Variáveis biomecânicas cinemáticas a serem realizadas no estudo	73
Tabela 5 – Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinéticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas	74
Tabela 6 – Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinemáticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas.....	79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IAF	Imersão em água fria e gelo
CK	Creatina Quinase
RA	Recuperação Ativa
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
FRS	Força de Reação do Solo
SVCM	Salto vertical com contra-movimento
SVQT	Salto vertical em posição <i>squat</i>
TDF	Taxa de Desenvolvimento de Força
CM	Centro de Massa
$V_{saída}$	Velocidade no Instante de Saída do Solo
FRC	Fase Relativa Contínua
IL-6	Interleucina-6
EIDM	Exercício Indutor de Fadiga e Dano Muscular
CE	Condição Experimental
CON	Controle
PRÉ	Pré-teste
POS	Pós-teste
POS60	Pós-teste a 60 minutos
POS24h	Pós-teste a 24 horas
VAS	Visual Analog Scale
TPVN	Tempo para o Pico da Velocidade Negativa
TE	Tempo da Fase Excêntrica
TRS	Tempo de realização do salto
TC	Tempo da fase concêntrica
PFC	Pico de força na fase concêntrica
TPFC	Tempo para o pico de força na fase concêntrica
PVN	Pico de velocidade negativa
PFE	Pico de força na fase excêntrica
PVC	Pico de velocidade na fase concêntrica
IMP	Impulso
ADA	Amplitude do deslocamento angular
Menor-Ang	Menor ângulo das articulações analisadas
Vang	Velocidade angular
Md	Mediana
AIQ	Amplitude Interquartil
POT	Potência

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	Análise da crioterapia e recuperação ativa na recuperação da performance pós-exercício.....	17
2.1.1	Crioterapia	17
2.1.2	Recuperação Ativa.....	24
3.	VARIÁVEIS CINEMÁTICAS E CINÉTICAS DETERMINANTES NA PERFORMANCE DO SALTO VERTICAL	28
3.1	MÉTODOS.....	28
3.2	RESULTADOS.....	30
3.3	DISCUSSÃO.....	39
3.3.1	Análise Cinética do SVCM.....	39
3.3.1.1	Força máxima	39
3.3.1.2	Taxa de Desenvolvimento de Força	40
3.3.1.3	Torque.....	41
3.3.1.4.	Impulso	42
3.3.1.5	Potência	43
3.3.2	Análise Cinemática do SVCM	44
3.3.2.1.	Centro de Massa.....	45
3.3.2.2.	Posição/Deslocamento Angular	45
3.3.2.3.	Movimentos Articulares.....	46
3.3.2.4.	Posicionamento dos Pés.....	47
3.3.2.5.	Velocidade Angular	47
3.3.2.6.	Velocidade instantânea de saída do solo.....	48
3.3.2.7.	Fase Relativa Contínua.....	49
3.3.3.	Outros fatores intervenientes do desempenho do salto vertical.....	50
3.3.3.1.	Influência dos braços no salto vertical	51
3.3.3.2.	Tipos de saltos.....	53

3.3.3.3.	Profundidade de agachamento	54
3.3.3.4.	Especificidade do esporte no salto vertical	56
3.3.3.5.	Influência da fadiga no salto vertical	57
3.3.4.	Considerações finais da revisão de literatura	61
4	ESTUDO EXPERIMENTAL	62
4.1	MÉTODO	62
4.1.1.	Participantes	62
4.1.2	Local de realização do estudo	62
4.1.3.	Instrumentos	63
4.1.4.	Procedimentos experimentais	63
4.1.5.	Processamento de Sinais	69
4.1.6	Variáveis do estudo.....	70
4.1.7.	Análise Estatística.....	73
4.2	RESULTADOS.....	74
4.3	DISCUSSÃO	84
4.4	CONCLUSÃO	91
5	REFERÊNCIAS	93
ANEXO	107
ANEXO I -	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	107

1 INTRODUÇÃO

O salto vertical é uma habilidade utilizada em diversas modalidades esportivas, como basquetebol, voleibol, handebol, atletismo entre outras (FELTNER; MACRAE, 2011). Essa habilidade motora é empregada como método de análise da potência muscular em membros inferiores, a partir de variáveis cinemáticas e cinéticas, como taxa de desenvolvimento de força (TDF), pico de força, pico de potência, velocidades angulares, impulso e torques (LAZARIDIS *et al.*, 2013; HARA *et al.*, 2008; MOIR; GARCIA; DWYER, 2009). Um dos tipos de saltos adotado para estas análises é o salto com contra movimento (SVCM). No SVCM, o indivíduo inicia o movimento em pé e realiza flexão e extensão de joelhos, quadril e tornozelo (GHELLER *et al.*, 2014). Assim, a fase excêntrica seguida de concêntrica, favorece a transferência de energia elástica e proporciona o salto mais eficiente (ANDERSON; PANDY, 1993). Por apresentar relação com o desempenho musculoesquelético, diversos estudos foram realizados para verificar o efeito da fadiga no desempenho do SVCM após prática esportiva.

Houghton e Dawson (2012) mostraram que a altura de salto diminuiu após 24 horas de uma sessão de longa duração de rebatida no cricket. Foi encontrado que o SVCM pode ser utilizado como ferramenta de análise para avaliar a recuperação do desempenho (HOUGHTON; DAWSON, 2012). No entanto, Freitas *et al.* (2014) não verificaram diferença na altura do salto vertical após alta carga de treinamento no voleibol. Em contrapartida, foi encontrado aumento na concentração de creatina quinase (CK), indicador de dano muscular, sugerindo que o SVCM não é uma variável sensível à fadiga e dano muscular. Por conseguinte, após fadiga dos extensores e flexores do joelho, a altura de salto, o impulso e velocidades angulares diminuíram, porém sem modificação na duração das fases de salto e na ordem de ativação muscular para o salto com contra-movimento (RODACKI; FOWLER; BENNETT, 2002). Desta forma, ainda não há o consenso sobre a utilização do salto vertical para avaliar fadiga muscular e quais variáveis influenciam a altura de salto em condições normais e com fadiga.

O dano muscular, que ocorre principalmente após contrações excêntricas de alta intensidade, consiste em dor tardia, inchaço, rigidez e perda na capacidade de produção de força na estrutura muscular (ESTON; PETERS, 1999). Segundo Clarkson e Hubal (2002), o dano muscular é desencadeado pela ação de células inflamatórias. Segundo esses autores, diversas medidas podem ser utilizadas para avaliar a ocorrência de dano muscular, tais como as concentrações de CK, interleucina-6 (IL-6), escalas de percepção de dor, atividade elétrica muscular e análises de produção de força em instrumentos específicos, como o dinamômetro isocinético. Métodos de recuperação têm sido propostos para impedir ou atenuar o processo de dano muscular.

Uma das formas de atenuar os efeitos da fadiga, dano muscular e contribuir para a manutenção da homeostase em respostas agudas após exercícios físicos são os métodos de recuperação pós-exercício (TOMLIN; WENGER, 2011). Além da manutenção da homeostase, estes métodos potencializam a recuperação após danos musculares causados pelo exercício (ARENAS; RAMOS; FERNÁNDEZ-ARGÜELLES, 2005). Além disto, tais métodos são importantes por auxiliarem na restauração dos substratos utilizados durante o exercício, permitindo que o organismo se mantenha em estado ótimo, na tentativa de impedir a limitação do desempenho e diminuir o risco de lesões (PASTRE *et al.*, 2009). Dois métodos muito utilizados para estes fins são a crioterapia e a recuperação ativa.

A crioterapia é importante tratamento no controle de lesões musculoesqueléticas após o exercício físico (RUIZ *et al.*, 1993). Esta técnica consiste pela redução da temperatura tecidual por meio da exposição a baixas temperaturas e atua em mecanismos fisiológicos que auxiliam na recuperação pós-exercício, como diminuição no metabolismo tecidual, vasoconstrição sanguínea e diminuição no edema muscular e na dor (ARENAS; RAMOS; FERNÁNDEZ-ARGÜELLES, 2005; WHITE; WELLS, 2013). Apesar dos benefícios fisiológicos, ainda não se tem claro o efeito da crioterapia no desempenho do indivíduo como resposta aguda à exposição ao frio.

Armstrong *et al.* (1996) verificaram melhora na sensação de recuperação pós-exercício depois de 16 minutos de imersão em água fria e gelo com

temperatura entre 1°C e 3°C. Em contrapartida, não foi encontrada melhora na amplitude de movimento após 15 minutos de massagem com gelo (ISABELL *et al.*, 1992). Em Cross, Wilson e Perrin (1996), a altura do salto vertical foi reduzida após imersão em água fria com gelo a 13° durante 20 minutos. Uma das explicações sugeridas para este decréscimo é que a ação dos fusos musculares seria prejudicada devido à diminuição na temperatura do tecido muscular. Entretanto, segundo Myrer, Measom e Fellingham (2000), exercícios de baixa intensidade podem ser adotados após a crioterapia com o intuito de aumentar o fluxo sanguíneo e, conseqüentemente, a temperatura no músculo.

Outro método para minimizar o efeito da fadiga é a recuperação ativa (RA), a qual consiste na realização de exercícios submáximos (BOGDANIS *et al.*, 1996). A técnica diminui a concentração de lactato sanguíneo, aumenta o tempo de exaustão e a potência metabólica e atua na remoção da CK (CHOI *et al.*, 1994; DUPONT *et al.*, 2004). Porém, o estado de treinamento de indivíduos, intensidade e duração do exercício utilizado como atividade de recuperação influenciam a eficácia da RA (PASTRE *et al.*, 2008). Choi *et al.* (1994) verificaram menor concentração de lactato sanguíneo após 30 minutos no cicloergômetro com intensidade entre 40% e 50% do VO_{2max} . Para Dupont *et al.* (2004), a intensidade do exercício ativo para recuperação não deve ultrapassar 50% do VO_{2max} , uma vez que, altas intensidades podem resultar em gasto energético desnecessário e maior desgaste do tecido muscular. Porém, Barnett (2006) afirma que apenas remover o lactato não significa que a recuperação ativa é uma recuperação de qualidade. Assim, não se sabe o efeito deste tipo de atividade para tarefas como o salto vertical.

Apesar de existirem estudos que relataram o uso da crioterapia e recuperação pós-exercício, pouco se sabe sobre o efeito agudo destes métodos de recuperação após fadiga no salto vertical. Neste escopo, o objetivo desta dissertação foi analisar o efeito da crioterapia e da recuperação ativa na cinemática e cinética do SVCM após fadiga. Foram levantadas as seguintes hipóteses: (H₁) nos pós-testes, a crioterapia e recuperação ativa irão influenciar a cinemática e cinética do SVCM quando comparada com a condição sem uso de métodos de recuperação nestas mesmas fases (Controle); e (H₂) a crioterapia será mais eficaz como recuperação pós-exercício quando

comparada à recuperação ativa. Este estudo fornecerá informações sobre o melhor método de recuperação para atividades subsequentes que exijam potência muscular e o efeito da fadiga.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Análise da crioterapia e recuperação ativa na recuperação da performance pós-exercício

2.1.1 Crioterapia

A crioterapia é uma extensiva prática terapêutica após a prática de exercícios físicos com diversos fins. Segundo Knight (2000), a crioterapia é a aplicação terapêutica de qualquer substância que resulte em perda de calor tecidual. Tal processo pode ser realizado com diferentes objetivos, como: atendimento imediato após lesões musculares, reabilitação de patologias musculoesqueléticas, resfriamento e congelamento de tecido em procedimentos cirúrgicos, recuperação muscular pós-exercício, entre outros. Desta forma, esta prática possui diversos efeitos no tecido musculoesquelético.

Segundo Baroni *et al.* (2010), a crioterapia se constitui na redução da temperatura local e da temperatura corporal sistêmica. Além disto, este processo pode diminuir o metabolismo, espasmo muscular e dor, aumentar a rigidez tecidual e diminuir o fluxo sanguíneo e efeitos inflamatórios (MATTACOLA; PERRIN, 1993; PINHO-JÚNIOR *et al.*, 2014; FERRARI *et al.*, 2013). Tais efeitos podem ser desencadeados por bolsas geladas com água ou gel, imersão em água fria e gelo (IAF), massagem com gelo e *sprays* de vapor frio (ARENAS; RAMOS; FERNÁNDEZ-ARGUELLES, 2005). Os principais efeitos da aplicação de gelo são vasoconstrição sanguínea e diminuição da velocidade de condução nervosa. A vasoconstrição diminui o fluxo sanguíneo, reduz a permeabilidade celular e diminui a difusão de fluidos nos espaços intersticiais. Desta forma, as fibras com rompimento do sarcolema ou aumento da osmolaridade tem menor edema e prejuízo funcional após dano na estrutura muscular (WHITE; WELLS, 2013).

O resfriamento dos tecidos diminui a velocidade dos impulsos nervosos, diminuindo a taxa de disparo nos fusos musculares e respostas reflexas (COCHRANE, 2004). De fato, por meio de análises por meio da eletromiografia (EMG), a frequência mediana, variável utilizada para verificar taxa de impulsos

nervosos, foi menor em músculos de membros inferiores após aplicação de gelo (VIEIRA *et al.*, 2013). Segundo Herrera *et al.* (2011), os nervos sensoriais são mais afetados do que os nervos motores por causa da localização mais superficial no corpo humano. Além disto, a redução da velocidade de condução nervosa também acarreta na redução da liberação de acetilcolina, auxiliando no aumento do limiar de dor (PASTRE *et al.*, 2009). Entretanto, para que tais processos ocorram, diversas técnicas são utilizadas na crioterapia.

Kanlayanaphotporn e Janwantanakul (2005) encontraram que a bolsa gelada com água mantém a redução da temperatura induzida pelo frio durante maior tempo do que a bolsa com gel. De fato, a utilização de bolsas de gelo e imersão de água fria e gelo são consideradas mais efetivas por manterem a baixa temperatura após o fim do procedimento (VIEIRA *et al.*, 2013). Segundo os autores, existem diferenças termodinâmicas entre os dois métodos. Enquanto que a bolsa de gelo gera transferência de calor por condução, a IAF age por condução e por convecção, além de envolver maior área de aplicação. Porém, neste estudo, após verificar o efeito destas duas técnicas no desempenho muscular dos flexores plantares e ativação elétrica dos músculos do tríceps sural, não foi encontrada diferença entre os dois métodos. Por conseguinte, a eficácia da crioterapia como método de recuperação pós-exercício tem sido amplamente estudada na literatura. A figura 1 apresenta o esquema da perda de temperatura muscular na utilização da crioterapia.

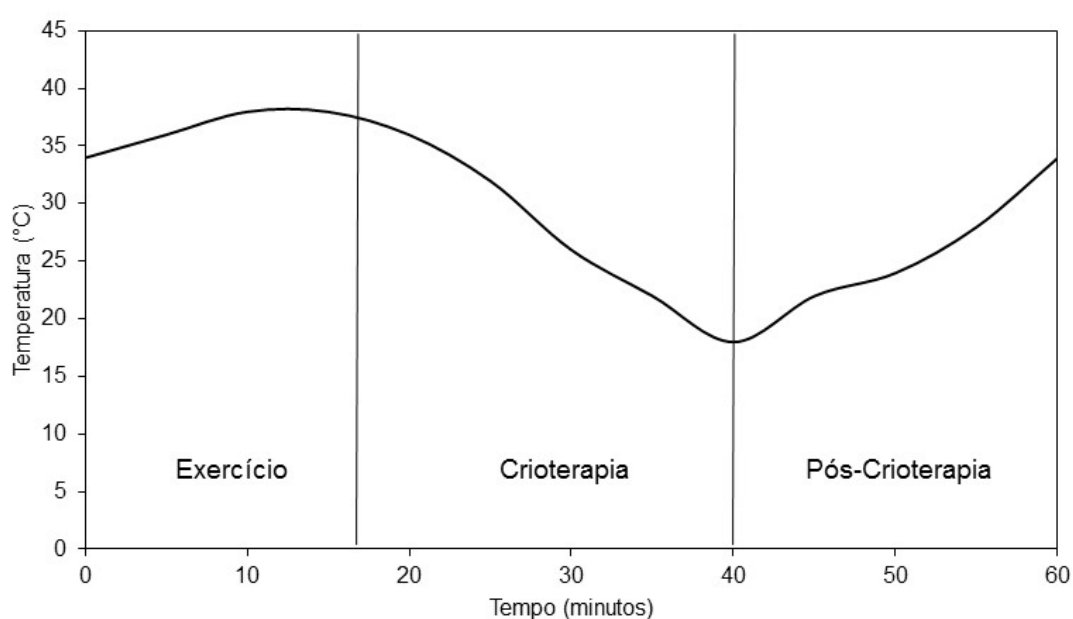


Figura 1. Esquema representativo dos efeitos da crioterapia sobre a temperatura muscular.

Por agir nos processos inflamatórios decorrentes de um exercício indutor de dano muscular, a crioterapia auxilia na manutenção do equilíbrio entre treino, competição e recuperação no âmbito esportivo, além de reduzir o trauma musculoesquelético (BARNETT, 2006; GOODALL; HOWATSON, 2008). Bailey *et al.* (2007) avaliaram o efeito de uma única aplicação de crioterapia em marcadores de dano muscular. Foi encontrado que os valores de dor muscular tardia foram menores após 1, 24 e 48 horas pós-exercício na aplicação deste método quando comparado com a condição controle. No entanto, não foi verificada influência da IAF na concentração de CK. Segundo os autores, apesar dos resultados referentes a esta enzima, a crioterapia foi efetiva na redução dos sintomas do exercício induzido ao dano muscular.

Sellwood *et al.* (2007) avaliaram a eficácia da imersão em água fria e gelo de 5°C em marcadores de dano muscular e dor muscular tardia em membros inferiores de indivíduos saudáveis. Porém, não foram encontradas mudanças em tais marcadores após a IAF. Segundo os autores, o tratamento utilizado neste estudo, pode não ter alterado a permeabilidade dos vasos, a qual se configura como característica de dano muscular. Pointon *et al.* (2011) corrobora com tais achados. Com o objetivo de determinar os efeitos da crioterapia na recuperação de propriedades musculares contráteis após exercício excêntrico indutor de dano muscular em jogadores de rugby, não foi encontrada alteração nos marcadores sanguíneos após aplicação de um aparelho de compressão fria (*Cryo-cuff*). Os resultados foram justificados pela aplicação insuficiente de crioterapia para acarretar em mudanças benéficas no dano muscular. No entanto, também existem estudos que encontraram efeito da aplicação de gelo em marcadores de dano muscular.

Eston e Peters (1999) avaliaram os efeitos da IAF nos sinais e sintomas de dano muscular após série extenuante de exercício excêntrico (8 séries de 5 contrações máximas no isocinético a 0,58 rad.s⁻¹) em 15 mulheres universitárias. Quarenta e oito e 72 horas após o exercício, a concentração de CK foi maior no grupo controle quando comparado com o grupo que utilizou crioterapia. Os resultados foram explicados devido a menor permeabilidade dos vasos após aplicação de gelo. Além disto, a IAF permite maior controle da temperatura muscular. Segundo Santos *et al.* (2012), após a realização de IAF

por 19 minutos, os valores de CK e força só foram alterados na condição sem tratamento por crioterapia em competidores de jiu-jitsu. Ainda, foi afirmado que o efeito vasoconstritor do frio pode ter reduzido a concentração de líquido no espaço intersticial, diminuindo o processo de inflamação muscular.

Pinho-Júnior *et al.* (2014) também verificaram os efeitos agudos da crioterapia na concentração sanguínea de CK, dor percebida e resistência de força em membros superiores em competidores de jiu-jitsu. Foi encontrada menor concentração de CK e menores valores de dor percebida na condição com tratamento de crioterapia, porém, sem diferença na resistência de força (Kimono Grip Strength). Segundo os autores, o efeito vasoconstritor deste tipo de método influenciou nos resultados. Além disto, Herrera *et al.* (2011), compararam o efeito de 3 diferentes técnicas de crioterapia (bolsa de gelo, massagem e IAF) na velocidade de condução nervosa em 36 indivíduos. Foi verificado que a IAF foi o método mais eficaz na diminuição da velocidade de condução nervosa, por conta da sua maior área de aplicação. Por conseguinte, apesar da falta de achados em relação aos efeitos benéficos da crioterapia sobre o dano muscular, pode-se afirmar que os processos fisiológicos inerentes a tal tratamento estão relacionados com redução na inflamação.

Outros estudos, além de verificar os efeitos da aplicação de gelo sobre marcadores fisiológicos, também analisaram a influência da crioterapia sobre variáveis de desempenho como força, potência, concentração de lactato, entre outros (CROWLEY *et al.*, 1991; HART; LEONARD; INGERSOLL, 2005; SHARMA; NOOHU, 2014). Kimura, Gulick e Thompson (1997) verificaram o efeito da crioterapia no pico do torque de flexão plantar em aparelho isocinético. Após imersão de 30 minutos a 10°C, não foi encontrado efeito da crioterapia no pico do torque. Segundo os autores, a redução da temperatura induzida por este tratamento pode inibir a interação das pontes cruzadas, prejudicando o desenvolvimento de tensão na contração muscular. Tais resultados corroboram com Mattacola e Perrin (1993), os quais encontraram que a força dos flexores plantares foi reduzida após IAF de 20 minutos a 15°C.

Baroni *et al.* (2010) analisaram o efeito da IAF sobre a remoção de lactato sanguíneo após exercício de alta intensidade em jogadores de futebol universitário. Não foi encontrada diferença nas concentrações de lactato entre as condições (com uso de IAF e controle). Foi sugerido que o efeito

vasoconstritor de fadiga possa ter prejudicado a velocidade de remoção do lactato sanguíneo. De fato, uma vez que a oxidação do lactato é favorecida pelo aumento do fluxo sanguíneo, a crioterapia não se constitui como técnica que permita tais mudanças. Segundo Ferrari *et al.* (2013), a manutenção do fluxo sanguíneo acima do repouso facilita a captação do lactato sanguíneo por diversos tecidos para sofrer oxidação. Por conseguinte, outros efeitos da crioterapia poderiam ser encontrados no desempenho, como na propriocepção.

Sharma e Noohu (2014) verificaram o efeito da massagem com gelo na propriocepção e desempenho funcional em jogadores de futebol-americano. Não foi encontrada diferença no *Single-Hop-Test* e capacidade de identificar diferentes cargas aplicadas nos membros inferiores durante a extensão do joelho (teste de propriocepção). Segundo os autores, as propriedades proprioceptivas não foram sensíveis à aplicação de gelo. O tempo de aplicação (apenas 5 minutos) e a técnica escolhida para aplicação podem explicar a ausência de resultados. Os resultados corroboram com Hart, Leonard e Ingersoll (2005), os quais compararam variáveis cinéticas e cinemáticas do salto horizontal unilateral, antes e após 20 minutos de aplicação de bolsa de gelo na articulação do joelho. Neste estudo, não foi encontrada diferença entre as medidas pré e pós aplicação de crioterapia. Foi sugerido que os indivíduos não utilizaram estratégias diferentes para saltar após a crioterapia. Além de procurar verificar a influência do gelo na propriocepção, outros estudos também analisaram os efeitos sobre aspectos relacionados a estrutura neuromuscular.

Catlaw, Arnold e Perrin (1996) avaliaram o efeito da aplicação de gelo na relação torque-velocidade do músculo do quadríceps em atletas de diferentes esportes. Não foi encontrada alterações após aplicação de bolsa de gelo por 20 minutos nos músculos da coxa. No entanto, como neste estudo foi utilizada outra técnica de crioterapia, os autores afirmaram que a adoção de métodos diferentes pode ter interferido nos resultados. Schmid, Moffat e Gutierrez (2010) verificaram o efeito direto da crioterapia aplicada na articulação do joelho sobre a atividade muscular durante exercício pliométrico de alta intensidade (saltos em profundidade). Foi encontrado que a atividade elétrica dos músculos da coxa diminuiu após crioterapia. Segundo os autores, a aplicação de gelo pode influenciar a pré-ativação modulada pelo sistema nervoso central, ou seja, reduz o pré-estiramento realizado durante os saltos

em profundidade. Além disto, a diminuição da atividade muscular antes da aterrissagem diminui o armazenamento de energia elástica durante a fase excêntrica e assim, acarreta na redução do desempenho na fase de impulso.

Outro fator de interesse relacionado a prática da crioterapia é o retorno imediato a atividade após exposição ao frio. No âmbito esportivo, é comum a aplicação de substâncias frias e retorno aos treinos ou competições logo após. Assim, diversos estudos analisaram os efeitos da crioterapia em testes de desempenho. Ruiz *et al.* (1993) verificaram os efeitos imediatos da crioterapia na força excêntrica e concêntrica do quadríceps em 19 homens lutadores universitários. Após 25 minutos de aplicação de gelo por bolsa plástica no músculo analisado, houve menor força excêntrica e concêntrica. Além disto, foi sugerido que as perdas de força induzidas pela crioterapia não duram muito tempo. No entanto, não foi recomendada a realização imediata de exercício após a aplicação de gelo por causa dos possíveis danos ao desempenho na atividade esportiva devido ao decréscimo da capacidade de gerar força.

Cross, Wilson e Perrin (1996) avaliaram os efeitos da imersão em água fria e gelo de membros inferiores no desempenho funcional em 20 atletas homens universitários. A altura do salto vertical e o desempenho no shuttle-run diminuíram após IAF de 20 minutos em temperatura de 13°C. De acordo com os autores, a diminuição de temperatura influencia negativamente na ação dos fusos musculares e ressíntese de adenosina trifosfato, prejudicando a função muscular. A alternativa apontada para reduzir os efeitos adversos da crioterapia no desempenho de tarefas motoras é a realização de exercícios que promovam o reaquecimento muscular após a exposição ao frio. Pritchard e Saliba (2014) realizaram uma revisão sistemática sobre os efeitos imediatos da crioterapia sobre o desempenho esportiva. Após revisar 35 artigos, foi sugerido que existem evidências suficientes de que o retorno do atleta a atividade esportiva imediatamente após aplicação de gelo é prejudicial ao seu desempenho. Segundo os autores, tratamentos de curta duração com crioterapia e aquecimento progressivo da estrutura musculoesquelética podem atenuar tais prejuízos.

Em outro estudo de revisão, Domingues (2013) também afirmou que o pequeno aquecimento pode ser benéfico após a realização da crioterapia com o objetivo de retornar imediatamente a prática esportiva. Segundo o autor, a

realização desta atividade pode até prevenir de lesões musculares, uma vez que logo após a aplicação de frio, o músculo não está no melhor estado ativo para o desempenho máximo. De fato, outros estudos comprovaram a eficácia do reaquecimento muscular para o desempenho subsequente. Myrer, Measom e Fellingham (2000) verificaram o efeito do exercício de intensidade moderada (andar em esteira) no reaquecimento do tríceps sural após a aplicação de bolsa de gelo por 20 minutos nesta região em 28 homens universitários. Foi encontrada diferença na temperatura após 11 e 30 minutos da caminhada. Segundo os autores, após o efeito vasoconstritor da crioterapia, o exercício volta a aumentar o fluxo sanguíneo, o que levou ao aumento da temperatura.

Richendollar, Darby e Brown (2006) verificaram o efeito da aplicação de gelo na coxa em testes funcionais, como salto vertical unilateral, shuttle-run e sprints de 40 jardas. Além disto, foi analisada a influência de um aquecimento ativo (corrida leve e alongamento) após a técnica de crioterapia em 25 homens fisicamente ativos. De acordo com os autores, a aplicação de gelo prejudicou o desempenho nos testes realizados. No entanto, após realização do aquecimento ativo, o desempenho nos testes de salto vertical e shuttle-run aumentaram. Foi sugerido que o pior desempenho induzido pela aplicação de frio pôde ser explicado pela redução na velocidade de condução nervosa após tal técnica. Desta forma, ainda não há consenso sobre os efeitos da crioterapia no desempenho da tarefa subsequente. Ações para evitar lesões musculoesqueléticas podem ser adotadas, como o reaquecimento muscular a partir da realização de atividades de intensidade moderada.

Outro ponto a ser destacado sobre a crioterapia é a temperatura e o tempo adotado durante a aplicação. Segundo Meeusen e Lievens (1986), temperaturas abaixo dos 15°C podem acarretar em prejuízos durante a aplicação, como aumento da inflamação e edema. Porém, White e Wells (2013) afirmaram que tais prejuízos ocorrem apenas em temperaturas abaixo dos 10°C. Na presente revisão, foram apresentados estudos que utilizaram temperaturas entre 5° e 20°C. Portanto, apesar de tais recomendações sobre os efeitos do gelo em relação a temperatura a ser utilizada, a grande variação de protocolos adotados mostra ausência de consenso sobre tal variável.

A duração adotada para aplicação é outra variável que pode influenciar a eficácia deste tipo de método de recuperação. De acordo com Bleakley,

Costello e Glasgow (2012), longas durações (até 20 minutos) de aplicação deste método podem ser efetivas para diminuir a temperatura tecidual e metabolismo celular. No entanto, na presente revisão foram encontrados efeitos da crioterapia após menores períodos de aplicação (PINHO-JÚNIOR *et al.*, 2014; BAILEY *et al.*, 2007). Ainda, segundo Arenas, Ramos e Fernández-Argüelles (2005), certos efeitos da crioterapia, como diminuição de impulsos nervosos e interrupção do ciclo espasmo-dor, são notados entre 5 e 12 minutos de aplicação do frio. Desta forma, sugere-se que a duração da aplicação desta técnica pode variar de acordo com o objetivo da pesquisa.

2.1.2 Recuperação Ativa

A recuperação ativa (RA) é a técnica de recuperação pós-exercício mais tradicionalmente empregada para atenuar os efeitos da fadiga e dano muscular no desempenho (PASTRE *et al.*, 2009). Este método consiste na realização de exercícios de intensidade baixa ou moderada com o intuito de aumentar o fluxo sanguíneo e diminuir a concentração dos íons H^+ , aumentando a liberação pelo músculo, o que acarreta no aumento do pH sanguíneo. Além disto, a RA é muito empregada pelo baixo custo e alta relação com a prática esportiva. Portanto, estudos verificaram o efeito desta técnica na remoção do lactato sanguíneo e recuperação do desempenho (BARNETT, 2006).

Ferrari *et al.* (2013) compararam o efeito de 3 métodos de recuperação pós-exercício (recuperação ativa, recuperação passiva e imersão em água fria e gelo) na remoção do lactato sanguíneo e desempenho anaeróbio em 23 jogadores de futebol. A recuperação ativa consistiu em correr a 80% da velocidade crítica (*shuttle-run*). Não houve diferença da potência máxima e média entre os métodos no teste RAST (*Running-based Anaerobic Sprint Test*), composto de seis tiros máximos de 35 m com intervalos de 10 s entre cada um. No entanto, foi encontrada maior remoção de lactato na condição com recuperação ativa. Segundo os autores, a recuperação ativa foi mais eficaz na

remoção do lactato por manter o fluxo sanguíneo acima do repouso, facilitando a captação do lactato por diversos tecidos para ser oxidado.

Em outro estudo, Sairyo *et al.* (2003) verificaram os efeitos da recuperação ativa sobre a acidose intracelular em 7 homens saudáveis após exercício de flexão de punho. Foi encontrado maior pH intracelular após a recuperação ativa para os membros superiores. Foi sugerido que o aumento do pH está relacionado com a maior remoção de lactato desencadeada pelo aumento do fluxo sanguíneo. Tais resultados corroboram com Lopes *et al.* (2014), os quais procuraram determinar os efeitos da recuperação ativa e passiva na concentração de lactato e potência no exercício de supino. A RA consistiu na realização do exercício de subida no banco (*bench step*). De acordo com os autores, apesar de não haver diferença no desempenho do supino para os métodos de recuperação analisados, a RA foi a técnica que apresentou maior remoção de lactato nas 4 séries de supino. Foi sugerido que a relação entre a remoção de lactato e desempenho pode ser ocasional, pelo menos em situações envolvendo recuperação ativa e exercícios de força.

Heyman *et al.* (2009) analisaram o efeito de 4 métodos de recuperação (ativa, passiva, eletroestimulação e imersão em água fria e gelo) no lactato sanguíneo, percepção subjetiva de esforço (PSE), temperatura corporal e desempenho na escalada em 13 mulheres escaladoras. A RA consistiu em pedalar por 20 minutos entre 50 e 70 rpm no cicloergômetro. A RA e imersão em água fria e gelo mantiveram o desempenho na escalada. A RA permitiu que o nível de lactato voltasse aos valores de *baseline* após o protocolo de recuperação porque aumenta o fluxo sanguíneo para que o lactato vire substrato energético para a atividade de recuperação.

Mika *et al.* (2007) avaliaram a influência de diferentes tipos de recuperação (relaxamento isométrico, recuperação ativa e recuperação passiva) na recuperação muscular após exercício dinâmico do quadríceps femoral (extensão do joelho) em 10 homens fisicamente ativos. A RA consistiu em pedalar no cicloergômetro a 60 rpm durante 5 minutos. Foi encontrado que a contração voluntária foi maior na condição com exercício ativo. Segundo os autores, a recuperação ativa foi o método de recuperação mais eficaz por remover maior nível de lactato. Acredita-se que este método possa auxiliar na remoção do lactato e diminuição do pH sanguíneo tanto para membros

inferiores, como para membros superiores. Apesar dos benefícios relatados da RA, também foram encontrados estudos nos quais a RA não foi eficaz.

Dupont *et al.* (2004) compararam o tempo para exaustão em exercício intermitente de curta duração no cicloergômetro seguido de recuperação ativa e passiva. A RA consistiu na realização de pedalada no cicloergômetro a 40% do VO_2 máx durante 15 segundos, realizados a cada 15 segundos de exercício até a exaustão. A recuperação passiva induziu a um maior tempo para exaustão quando comparada com RA. Segundo os autores, o método passivo requer menor demanda de energia, auxiliando na recuperação do desempenho. Andersson *et al.* (2008) procuraram verificar mudanças em 4 parâmetros neuromusculares (*sprint* de 20 metros, salto com contramovimento, extensão e flexão do joelho no aparelho isocinético) e 3 parâmetros bioquímicos (concentração de CK, uréia e ácido úrico) após 2 jogos de futebol feminino acompanhados pela realização de recuperação ativa ou passiva. A RA consistiu em pedalar durante 20 minutos a 45% do VO_2 máx no cicloergômetro. De acordo com os autores, a RA não teve influência nos parâmetros analisados.

Em outro estudo, Warren *et al.* (2011) determinaram qual dos 3 métodos de recuperação (passiva, ativa ou eletroestimulação) seria o mais apropriado para administrar os períodos de descanso entre *innings* no beisebol em 7 jogadores universitários. A recuperação ativa consistiu em correr por 6 minutos a 60% da frequência cardíaca máxima. Não foi encontrada diferença entre a recuperação ativa e passiva. No entanto, a percepção de recuperação foi maior após eletroestimulação. Os resultados deste estudo corroboram com Ohya, Aramaki e Kitagawa (2013), que verificaram o efeito de diferentes métodos de recuperação (ativa e passiva) no desempenho após exercício intermitente de curta duração (10 tiros de 5 s no cicloergômetro). RA consistiu em pedalar no cicloergômetro a 40% do VO_2 máx. Foi encontrado maior pico de potência na tarefa após a recuperação passiva. De acordo com os autores, este tipo de técnica leva a maior reoxigenação muscular e ressíntese de fosfocreatina (PCr), conduzindo a maior ressíntese de ATP do que RA.

Vanderthommen, Makrof e Demoulin (2010) compararam diferentes estratégias de recuperação (RA e eletroestimulação) e verificaram se estas

eram mais efetivas do que a recuperação passiva no desempenho do torque na extensão do joelho e percepção subjetiva de dor. RA consistiu em realizar 25 minutos de exercício no cicloergômetro a 60 rpm. Neste estudo, não foram encontradas diferenças entre as condições para as variáveis analisadas. De acordo com os autores, isto pode ter ocorrido porque a tarefa para fadiga não ter sido agressiva o suficiente, uma vez que os valores retornaram ao *baseline* um dia após a realização do exercício indutor de dano muscular. Por conseguinte, apesar de ser eficiente na remoção de lactato, ainda não há um consenso sobre a eficácia deste tipo de método para variáveis de desempenho. Um dos fatores que podem influenciar é o tipo de exercício escolhido. A maioria dos estudos utilizaram atividades no cicloergômetro como RA. Porém, segundo Lopes *et al.* (2014), exercícios neste aparelho são conhecidos por resultarem em menor retorno venoso comparado a exercícios na posição em pé, os quais podem otimizar o fluxo sanguíneo. Outros fatores como duração do exercício e intensidade no método podem influenciar no desempenho subsequente.

A duração do exercício adotado como RA é outra variável que pode influenciar a eficácia deste método. Na presente revisão, foram apresentados estudos com diferentes protocolos em relação a duração. Dupont *et al.* (2004) utilizaram 15 s de RA; mas realizados de modo intermitente com o exercício principal. Mika *et al.* (2007) adotaram RA de 5 minutos no cicloergômetro. No entanto, Andersson *et al.* (2008) e Heyman *et al.* (2009), utilizaram tempos maiores (20 minutos de duração). Apesar dos diferentes protocolos, há evidências de aumento da remoção do lactato sanguíneo após 10 minutos de exercício (SAHLIN *et al.*, 1976; OUERGUI *et al.*, 2014). Desta forma, como o principal efeito da recuperação ativa é a remoção do lactato, sugere-se a adoção de durações que auxiliem nesta atividade.

3. VARIÁVEIS CINEMÁTICAS E CINÉTICAS DETERMINANTES NA PERFORMANCE DO SALTO VERTICAL

O presente tópico de revisão de literatura foi organizado por meio de busca sistematizada com o objetivo de gerar futura publicação. O objetivo desta revisão foi verificar quais variáveis cinemáticas e cinéticas são mais utilizadas para a análise de desempenho no salto vertical com contra-movimento e salto vertical em posição *squat*. Além disto, o estudo apresenta uma descrição técnica do desempenho nas tarefas e o comportamento das variáveis em situações de fadiga. Assim, foi apresentado o método utilizado para a sistematização da busca dos artigos, os resultados, a discussão e a conclusão do presente tópico. Tal conhecimento auxiliará no entendimento das variáveis apresentadas no estudo experimental (capítulo 4).

3.1 MÉTODOS

Os artigos desta revisão foram pesquisados em dois bancos de dados online, a saber: *PubMed* (MEDLINE) e EBSCO (EBSCO Industries Inc.), sendo que para esta última base foi usada a lista de periódicos *SportDiscus*. Para a procura dos artigos foram usados os termos “*Vertical Jump and Kinetic*”, “*Vertical Jump and Kinematic*” e “*Vertical Jump and Fatigue*”. As buscas foram realizadas entre Janeiro e Agosto de 2015, por uma única pessoa. Foram aceitos artigos na língua portuguesa, inglesa e espanhola publicados entre 1985 e 2015. Foram escolhidos artigos que analisaram variáveis cinéticas e cinemáticas do desempenho no salto vertical, como objetivo primário, além da análise do efeito dessas variáveis em condições de fadiga.

O processo de escolha dos artigos foi dividido em três diferentes fases de seleção. A primeira fase de seleção consistiu na análise do título dos artigos. Foram escolhidos os estudos com tema associado aos termos utilizados para pesquisa nas bases de dados. Foram aceitas pesquisas descritivas e experimentais. Foram excluídos nesta seleção os artigos que realizaram a análise do salto vertical após algum tipo de treinamento de intervenção, práticas com enfoque em reabilitação (exemplo: lesões ligamentares), estudos com populações especiais, modelos biomecânicos,

artigos de revisão, metanálises, estudos de caso, estudos com animais e artigos de validação de métodos de medida do SV e desenvolvimento de materiais. A segunda fase da seleção consistiu na leitura dos resumos. Foram selecionados os estudos que apresentassem nos resultados, variáveis cinéticas ou cinemáticas do desempenho no salto vertical. Por fim, a terceira fase de seleção consistiu na leitura dos artigos escolhidos na seleção anterior. Foram escolhidos os estudos que contemplassem variáveis cinéticas e cinemáticas do salto nos resultados e na discussão. Foram excluídos os artigos que não apresentaram explicação clara dos métodos, tal como caracterização da amostra, tipo de salto utilizado e descrição dos instrumentos para quantificação das variáveis analisadas.

A partir das palavras-chave selecionadas foram encontrados 799 artigos na base de dados *PubMed* e 575 artigos na base de dados EBSCO, utilizando a lista de periódicos da *SportDiscus*, o que resultou em 1374 artigos. Após a primeira fase de seleção, por análise dos títulos, foram selecionados 166 artigos. Na segunda fase de seleção, após leitura dos resumos, 96 artigos foram selecionados. No entanto, entre a segunda e terceira seleção, houve perda amostral de 21 artigos, por conta da não disponibilidade dos artigos em versão completa. Desta forma, 75 artigos foram escolhidos para a terceira seleção. Na última fase de seleção, por leitura dos artigos selecionados, foram considerados para análise 56 artigos (38 da *PubMed* e 18 da EBSCO), os quais consistiram na amostra final da presente revisão.

A figura 2 apresenta o esquema do processo de análise e de seleção dos artigos.

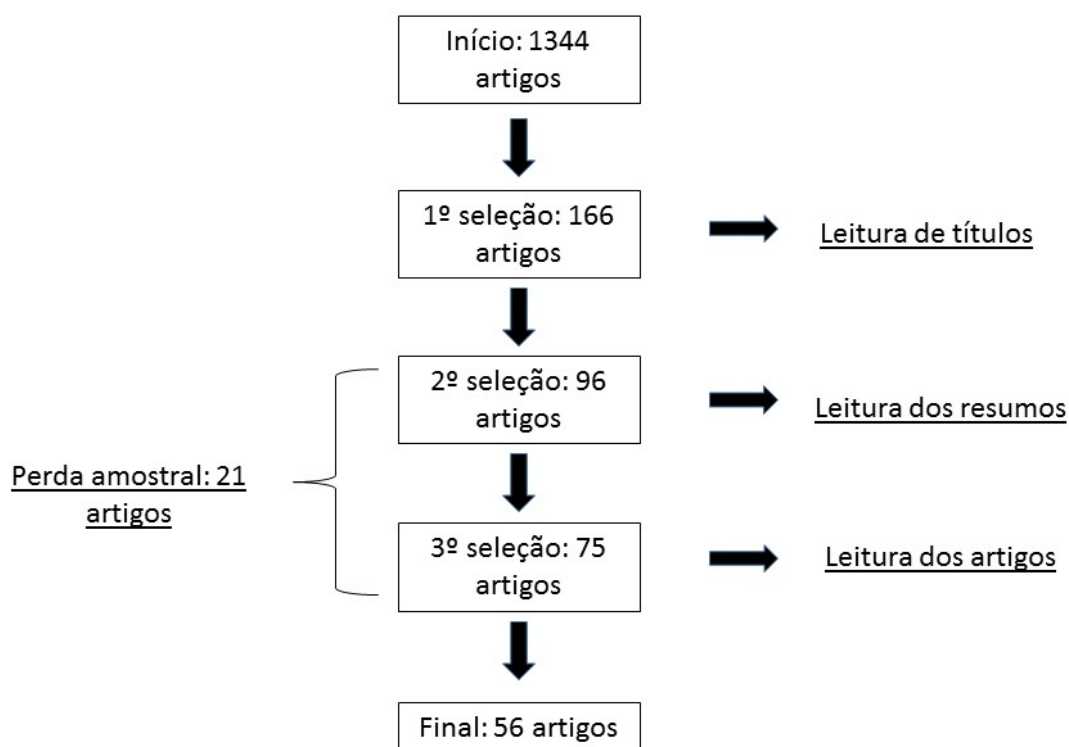


Figura 2. Processo de análise dos artigos

3.2 RESULTADOS

Do total de artigos utilizados como amostra ($n= 56$), 16 artigos (28,57% da amostra) não apresentaram dados de variáveis cinemáticas. No entanto, apenas 5 artigos (8,92% da amostra) não apresentaram variáveis cinéticas, mostrando que a análise do salto vertical traz mais informações a respeito das forças que atuam na tarefa, ao invés da descrição espaço-temporal do movimento. Porém, no caso dos estudos selecionados, foi apresentada grande variedade de parâmetros analisados, dificultando o consenso sobre quais variáveis utilizar para analisar o desempenho no salto vertical.

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical.

Autoria e ano de publicação	Amostra	Protocolo de saltos	Variáveis Cinéticas	Variáveis Cinemáticas
Dal Pupo <i>et al.</i> (2012)	24 atletas homens (12 corredores e 12 voleibolistas)	3 saltos CMJ e 3 saltos SVQT	P _{máx} , FRSmáx, T-FRSmáx, TDF e PV	-
López-Gomez e Elvira (2012)	19 indivíduos (16 homens e 3 mulheres) estudantes	3 SVCM x 4 condições de posicionamento dos braços	FRSmáx, TPF, P _{máx} , Imp-Neg, Imp-Pos, T-FRSmáx, T-TPF e T-P _{máx}	-
Shetty e Etnyre (1989)	18 homens universitários	3 SVCM com auxílio dos braços e 3 SVCM sem auxílio	FRSmáx, \bar{T} , P _{máx} e F-AT	V _{saída}
Rodano e Squadrone (2002)	9 homens atletas (velocistas no atletismo)	5 séries de 5 saltos SVCM	P _{máx} , Momento Articular	-
Bracic <i>et al.</i> (2010)	12 homens atletas (velocistas no atletismo)	5 SVCM com duas pernas, 5 SVCM com perna dominante e 5 SVCM com não-dominante	FRS e Impulso	V _{saída} , ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo
Coh <i>et al.</i> (2011)	4 homens (2 saltadores e 2 velocistas no atletismo)	3 SVCM, 3 SVQT e 3 SP	T _{co} , \bar{T} -CON, P _{máx} , FRSmáx, IMP-NEG e IMP-POS	T-EC, T-CON, V _{saída} , ângulo de flexão do quadril, joelho e tornozelo, T-VOO
Gheller <i>et al.</i> (2014)	22 homens (jogadores de basquete ou voleibol)	9 SVCM (3 em cada profundidade de agachamento)	V _{vert} , P _{máx} , P _m , FRSmáx e TDF	Ângulos relativos e V _{ang} do quadril, joelho e tornozelo
Gutiérrez-Dávila <i>et al.</i> (2014)	28 homens universitários (experientes em salto vertical)	5 SVCM e 5 saltos horizontais	-	T-EC, T-CON, V _{saída} , Tempo de salto, V _{vert}
Arakawa <i>et al.</i> (2013)	8 homens saudáveis	5 SVQT e 5 SVQT com restrição do tornozelo	P _{máx} , \bar{T} , FRS	Altura do CM _{saída} , ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, V _{ang}
Dowling e Vamos (1993)	97 adultos (46 homens e 51 mulheres)	5 SVCM com auxílio dos braços	Duração IMP-NEG, menor FRS, TDF, Duração IMP-POS, FRSmáx, T-FRSmáx-saída, Duração da fase de saída, P _{máx} (negativa e positiva), V _{neg}	-

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical (*Continuação*)

Feltner <i>et al.</i> (1999)	25 adultos (14 homens e 11 mulheres)	5 SVCM com auxílio dos braços e 5 SVCM sem auxílio	FRS, torque, Duração da fase de saída	Ângulos relativos do tronco, quadril, joelho e tornozelo, V_{ang} , V_{vert} , $V_{saída}$, Aceleração vertical
Jaric <i>et al.</i> (1989)	39 homens (experientes em handebol e voleibol)	SVCM (número de tentativas não especificado)	FRS, Duração de fases, T-VOO	Ângulos relativos do ombro, quadril, joelho e tornozelo
Ugrinowitsch <i>et al.</i> (2007)	27 homens atletas de diversas modalidades e fisicamente ativos	5 SVCM	FRSIMP-POS, TDF,	Deslocamento e velocidade do CM, $V_{saída}$, Duração de fases, Aceleração vertical,
Laffaye <i>et al.</i> (2013)	273 adultos (189 homens e 84 mulheres) atletas de diversos esportes	6 SVCM com auxílio dos braços	, T-EXC, TDF-EXC, $F_{máx}$	Duração do salto
Maulder <i>et al.</i> (2006)	10 homens (velocistas no atletismo)	3 tentativas para diferentes tipos de salto, incluindo SVQT e SVCM	Maior $P_{saída}$, média da $P_{saída}$, $P_{máx}$, P_m , $FRS_{máx}$, F_m	$V_{saída}$
Markovic <i>et al.</i> (2014)	60 homens (estudantes universitários)	3 SVCM e 3 SVQT	$P_{máx}$, P_m	-
Mandic <i>et al.</i> (2014)	11 homens (jogadores de basquete)	5 SVCM com auxílio dos braços e 5 SVCM sem auxílio	$FRS_{máx}$, $P_{máx}$	-
Lees <i>et al.</i> (2004)	20 homens atletas	3 SVCM para cada tipo de intensidade utilizada	$P_{máx}$, torque, τ	Deslocamento do CM, V_{ang}
Domire e Challis (2007)	10 homens saudáveis	3 SVQT em posição de Squat preferida e 3 SVQT em posição auto-selecionada	Momentos articulares (quadril, joelho e tornozelo), FRS	Tempo de salto, ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo
Lees <i>et al.</i> (2006)	20 homens atletas	3 SVCM para cada tipo de intensidade utilizada	$P_{máx}$, torque, τ , FRS	Deslocamento do CM
Papaiakovou (2013)	30 homens (estudantes universitários)	3 SVCM e 3 saltos em profundidade	IMP, FRS, TDF, $FRS_{máx}$	Deslocamento do CM, ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, V_{ang}
Kooper <i>et al.</i> (2012)	18 homens saudáveis	6 SVCM e 6 SQVT	-	Deslocamento do CM, ângulos relativos do tronco, quadril, joelho e tornozelo, V_{ang} , tempo de saída

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical (*Continuação*)

Struzik e Zawadzki (2013)	12 jogadores de basquete (7 homens e 5 mulheres)	6 SVCM com auxílio dos braços	FRS, <i>Stiffness</i> , T-VOO	Deslocamento do CM, ângulo relativo do joelho
Salles <i>et al.</i> (2011)	10 homens universitários	60 SVCM	FRS, P _{máx} , torque	Deslocamento do CM, ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, PV
Hara <i>et al.</i> (2006)	5 homens saudáveis	4 SVQT com auxílio dos braços e 4 SVQT sem auxílio	Torque, FRS, P _{máx} , τ , COP	V _{ang} , Deslocamento do CM, Aceleração angular, ângulos relativos do ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo
Mackenzie <i>et al.</i> (2014)	10 jogadoras de voleibol e 10 jogadores de futebol americano de nível universitário	5 SVCM	FRS, TDF, P _{máx} , FRS _{máx} , V _{vert}	Deslocamentos angulares do quadril, joelho e tornozelo (ângulo mensurado com goniômetro)
Lazaridis <i>et al.</i> (2013)	24 homens (12 pré-adolescentes e 12 adultos)	3 SVCM, 3 SVQT e 3 saltos em profundidade	FRS, T-FRS _{máx}	V _{ang} , duração de fase
Vanrenterghem <i>et al.</i> (2004)	10 jogadores de voleibol	3 SVCM máximos e 9 SVCM submáximos	FRS, P _{máx} , T-VOO, τ	Ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, Momento articular, Duração de fases
Lees <i>et al.</i> (2004)	20 adultos atletas	3 SVCM com auxílio dos braços e 3 SVCM sem auxílio	FRS, torque, P _{máx} , τ	Ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, V _{saída} , V _{vert} , deslocamento do CM, Altura CM _{saída} , duração do salto
Anderson e Pandy (1993)	5 homens atletas	5 SVCM e 5 SVQT	FRS, T _{co} , aceleração	Ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, deslocamento do CM, V _{vert}
Hara <i>et al.</i> (2008)	5 homens saudáveis	SVCM e SVQT com e sem auxílio dos braços (4 tentativas cada condição)	COP, FRS, deslocamento do CM, torque, P _{máx} , τ , velocidade CM _{saída}	Ângulos relativos do ombro, cotovelo, quadril, joelho e tornozelo, aceleração, V _{ang}
Bobbert <i>et al.</i> (2013)	11 homens fisicamente ativos	3 SVQT em 3 condições diferentes de inclinação do tronco	FRS, COP	Deslocamento do CM, duração de fase

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical (*Continuação*).

Moran e Wallace (2007)	17 jogadores de voleibol	12 SVCM, 12 SVQT e 12 saltos em profundidade para diferentes ângulos de flexão do joelho	FRS, P _{máx} , T, duração de fase	V _{ang} , Aceleração, ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, Momento articular, Deslocamento do CM, Altura CM _{saída}
Moir <i>et al.</i> (2009)	70 indivíduos (35 homens e 35 mulheres) fisicamente ativos	3 SVCM por sessão (4 sessões)	FRS, IMP-POS, IMP-NEG, <i>stiffness</i> , TDF, duração de fase	T-VOO, V _{vert} , deslocamento do CM
Feltner e MacRae (2011)	11 mulheres sem experiência em salto vertical	Fase I: 10 SVCM por 8 dias seguidos. Fase II: 10 SVCM por 5 dias seguidos	FRS, IMP	-
Blache e Monteil (2014)	8 homens fisicamente ativos	3 SVQT	FRS, duração de fase	V _{vert} , deslocamento do CM, amplitude de movimento do joelho e tornozelo, altura CM _{saída}
Loturco <i>et al.</i> (2015)	22 velocistas no atletismo (13 homens e 9 mulheres)	6 SVCM, 6 SVQT e 3 saltos horizontais	FRSmáx, P _m	-
McLellan <i>et al.</i> (2011)	23 homens fisicamente ativos	3 SVCM e 3 SVQT	FRSmáx, T-FRSmáx, TPF, P _{máx} , P _m	-
González-Badillo e Marques (2009)	48 homens atletas (velocistas e saltadores no atletismo)	3 SVCM	FRS, P _{máx} , IMP-NEG, IMP-POS, duração de fase, F-CON, F-EXC, V _{neg}	-
Floría e Harrison (2013)	36 meninas ginastas	3 SVCM	Deslocamento do CM, FRS, V _{vert} , TDF,	-
Yamauchi e Ishii (2007)	67 indivíduos não-treinados	3 SVCM	Deslocamento do CM	-

Tabela 1. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical (*Continuação*)

Mackala <i>et al.</i> (2013)	6 homens (velocistas no atletismo)	3 SVCM e 3 SVQT	FRSmáx, Momento, Pmáx	Deslocamento do CM, T-VOO, ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo
Feltner <i>et al.</i> (2004)	15 homens universitários, fisicamente ativos	5 SVCM com auxílio dos braços e 5 SVCM sem auxílio	FRS, IMP, torque	Deslocamento do CM, duração de fase, Aceleração

Legenda: Pmáx= Potência, Pm= Potência média, FRS= Força de reação do solo, FRSmáx= Força máxima, Fm= Força média, T-FRSmáx= Tempo para força máxima, TDF= Taxa de desenvolvimento de força, PV= Pico de velocidade, TPF= Taxa de produção de força, IMP= Impulso, IMP-NEG= Impulso negativo, IMP-POS= Impulso positivo, T-TPF= Tempo para taxa de produção de força, T-Pmáx= Tempo para potência, T= Trabalho, F-AT= Força na aterrissagem, Vsaída= Velocidade no instante de saída do solo, CM= Centro de massa, Tco= Tempo de contato no solo, T-EXC= Tempo da fase excêntrica, T-CON= Tempo da fase concêntrica, T-VOO= Tempo de voo, T-CON= Trabalho concêntrico, SP= Salto em profundidade, Vang= Velocidade angular, Vvert= Velocidade no vetor vertical, Altura CMsaída= Altura do centro de massa no instante de saída do solo, T-FRSmáx-saída= Tempo para atingir a força máxima até o instante de saída do solo, TDF-EXC: Taxa de desenvolvimento de força na fase excêntrica, Psaída= Potência no instante de saída do solo, COP= Centro de pressão, Velocidade CMsaída= Velocidade do centro de massa no instante de saída do solo, F-CON= Força concêntrica, F-EXC= Força excêntrica, Vneg= Velocidade negativa.

Tabela 2. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical com efeito da fadiga.

Autoria e ano de publicação	Amostra	Protocolo de fadiga	Variáveis Cinéticas do salto	Variáveis Cinemáticas do salto	Marcadores fisiológicos	Efeito da fadiga no salto
Bermudez e Fábrega (2014)	10 atletas homens (6 jogadores de futebol e 4 corredores de meia distância)	SVCM contínuo por 1 minuto	FRSmáx, IMP,	Duração de fase	-	Fadiga comprometeu a transmissão de força no sentido proximal distal
Woolstenhulme <i>et al.</i> (2004)	18 mulheres jogadores de basquete	Treinamento de força sistematizado, por 4 semanas	Pmáx	T-VOO	-	Não houve diferença nas variáveis de salto 6 horas após a sessão de treino
Smillios (1998)	12 homens universitários (experientes em treinamento com pesos)	<i>Leg-press</i> a 90%, 70% e 50% da RM até exaustão. 1 semana de intervalo entre cada condição	\bar{V}	-	-	Altura de salto e trabalho diminuíram imediatamente após protocolo de fadiga
Quintana <i>et al.</i> (2010)	9 jogadores da seleção espanhola júnior de basquete	Partida oficial no basquetebol		T-VOO	-	Diminuição na altura do salto após a partida em até 19,8%

Tabela 2. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical com efeito da fadiga (*Continuação*).

Dal Pupo <i>et al.</i> (2013)	20 homens atletas de nível universitário (16 jogadores de voleibol e 4 de basquetebol)	SVCM contínuo por 30 segundos	<i>Stiffness</i> , FRS, T_{co} , $P_{máx}$	Fase contínua relativa, ângulos relativos do quadril e joelho	Lactato sanguíneo	Altura de salto e potência diminuíram durante a fadiga. No entanto, coordenação intersegmentar não mudou
Rodacki <i>et al.</i> (2002)	11 homens (6 jogadores de voleibol, 3 jogadores de rugby e 2 de múltiplos esportes)	Fadiga dos músculos extensores e flexores do joelho em cadeira extensora e mesa flexora	FRS, Momento, $P_{máx}$, duração de fase, V_{vert} <i>Stiffness</i>	Ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo, deslocamento angular, V_{ang} , aceleração	-	Menor altura de salto após fadiga. No entanto, sem mudança na duração das fases de salto
Schmitz <i>et al.</i> (2014)	30 homens e 30 mulheres (fisicamente ativos)	90 minutos de exercício intermitente (<i>shuttle-run</i>)	FRS, $P_{máx}$, Momento	Ângulos relativos do quadril, joelho e tornozelo	Percepção de esforço	Performance no SVCM não mudou após fadiga. Menor contribuição cinética do joelho após fadiga
Rodacki <i>et al.</i> (2001)	12 homens (6 jogadores de voleibol, 4 jogadores de rugby e 2 de múltiplos esportes)	SVCM sucessivos até o indivíduo não atingir 70% da melhor altura	FRS, Momento, $P_{máx}$, T_{co} , <i>stiffness</i>	Ângulos relativos do quadril. Joelho e tornozelo, V_{ang} , duração de fase	-	Maior tempo de contato após fadiga. Sem mudança no padrão de coordenação
Skurvydas <i>et al.</i> (2000)	12 homens fisicamente ativos	Duas condições: 1- 100 saltos em profundidade (40cm) e 2- 100 SVCM contínuos	T-VOO	-	Lactato sanguíneo	Altura de salto diminuiu de forma similar nos dois protocolos de fadiga. Maior dano muscular após 100 saltos em profundidade

Tabela 2. Síntese das pesquisas relacionadas ao desempenho no salto vertical com efeito da fadiga (*Continuação*).

Houghton e Dawson (2012)	6 jogadores de cricket universitário	Sessão de rebatida no críquet com duração de 140 minutos	T-VOO, T _{co}	-	-	Altura de salto foi similar após fadiga. No entanto, altura diminuiu após 24 horas do protocolo
Nicol <i>et al.</i> (1996)	10 homens de diferentes programas de treinamento	Saltos pliométricos (<i>rebounds jumps</i>) até não atingir 70% da altura máxima	T-VOO, FRS, deslocamento do CM	-	Creatina Quinase, Lactato sanguíneo e mioglobina	Pequeno decréscimo na elevação do CM no SVCM e salto em profundidade até 2 dias após o protocolo de fadiga
Freitas <i>et al.</i> (2014)	16 jogadores de voleibol	Treinamento com diferentes cargas (maior carga, reduzida e normal)	-	T-VOO	Creatina Quinase, questionário de recuperação e estresse (<i>RESTQ</i>)	SVCM não foi diferente após os diferentes momentos de análise. SVCM não é uma variável sensível a fadiga
Gorostiaga <i>et al.</i> (2010)	12 homens atletas (velocistas no atletismo)	Diferentes tipos de treino para corredores de 400 metros rasos e 400 metros com barreiras	-	T-VOO	Lactato sanguíneo e concentração de amônia	Relação inversa entre SVCM e concentração de lactato. SVCM pode ser utilizado para avaliar efeito da fadiga e recuperação de energia

3.3 DISCUSSÃO

Nas seções a seguir, serão descritos quais parâmetros são os mais analisados e os fatores que podem influenciar o desempenho na atividade.

3.3.1 Análise Cinética do SVCM

As variáveis cinéticas são componentes da análise do salto vertical (DOWLING; VAMOS, 1993; BRACIC *et al.*, 2010). Por apresentar informações associadas às forças atuantes no movimento, tais variáveis podem fornecer diversas interpretações sobre o desempenho da tarefa. A força de reação do solo (FRS) é a variável mais apresentada pelos estudos que envolvem variáveis cinéticas, uma vez que outras variáveis são derivadas da FRS (YAMAUCHI; ISHII, 2007, LAFFAYE; WAGNER; TOMBLESON, 2013). No entanto, aspectos como a taxa de desenvolvimento de força, torque, impulso e potência também interferem no desempenho do salto (LEES; VANRENTERGHEM; DE CLERCQ, 2004; UGRINOWITSCH *et al.*, 2007).

3.3.1.1 Força máxima

Segundo Dal Pupo, Detanico e Santos (2012), a força máxima no desempenho do salto teve correlação com a potência no salto vertical com contra-movimento (SVCM). Em estudo que investigou os efeitos específicos do fortalecimento muscular no desempenho do salto em modelo biomecânico, Prokopow (2011) encontrou que o aumento da força dos extensores do joelho resultou em uma maior altura de salto. Além disto, o autor afirma que o aumento da FRS acompanha o aumento da força muscular, ou seja, quanto maior a capacidade de força a ser exercida pelos músculos, maior seria a FRS. Bracic *et al.* (2010) afirmaram que o déficit de força, principalmente interlateral nos membros inferiores,

pode prejudicar o desempenho em saltos e sprints, após verificar a força de cada perna no SVCM e saída em blocos de partida em corridas curtas. No entanto, a eficácia desta variável em explicar a altura do salto tem sido questionada.

De acordo com Bermudez e Fábrica (2014), a força máxima não pode ser considerada como preditor de desempenho no salto vertical quando este é realizado com fadiga após SVCM contínuo durante 1 minuto em 10 atletas homens. Apesar da FRS ser maior em homens do que em mulheres, quando normalizada pela massa corporal, tal variável não foi correlacionada com o desempenho do salto (YAMAUCHI; ISHII, 2007). Ainda, após analisar a contribuição de diferentes parâmetros cinéticos no SVCM em atletas de diversos esportes, Laffaye, Wagner e Tombleson (2013) verificaram que apenas 24% da variância dos dados eram explicadas por variáveis de força, enquanto 54% foi explicada por variáveis temporais. Loturco *et al.* (2015) encontraram que a força máxima no SVCM e salto vertical em posição *squat* (SVQT) foi pouco associada com o desempenho no sprint em atletas velocistas de alto rendimento no atletismo. Apesar de ser parâmetro de análise, o melhor desempenho nesta habilidade não depende exclusivamente da força realizada, uma vez que esta variável não está associada com o maior alcance do centro de massa (CM).

3.3.1.2 Taxa de Desenvolvimento de Força

Outra variável de utilizada para análise do salto vertical é a taxa de desenvolvimento de força (TDF). Esta variável é definida pela inclinação média da curva força-tempo. Segundo Dal Pupo, Detanico e Santos (2012), a TDF pode ser um índice para representar a força explosiva e é importante aspecto para produção de potência. De fato, neste estudo, a TDF apresentou correlação com a potência no SVCM. Além disto, de acordo com Mackenzie, Lavers e Wallace (2014), esta taxa pode ser um bom indicador de desempenho no salto vertical, após comparação cinemática e cinética do SVCM com outros exercícios, como o *Power Clean* e o

Jump Squat. Em contrapartida, outros estudos apontam que a TDF não é uma variável preditora de performance no salto vertical.

Em um estudo para verificar a reprodutibilidade entre diferentes sessões das variáveis cinéticas e cinemáticas do SVCM, foi encontrado que a TDF foi pouco reprodutível e apresentou os piores coeficientes de correlação intraclasse (ICC), a qual estima a proporção da variância total das medidas (MOIR; GARCIA; DWYER, 2009). Segundo Ugrinowitsch *et al.* (2007), a TDF não foi variável relevante para o alcance da maior altura de salto vertical após comparação da taxa de desenvolvimento de força e cinemática do CM no desempenho desta tarefa em atletas de potência, bodybuilders recreacionais e indivíduos fisicamente ativos.

Dowling e Vamos (1993) verificaram que a TDF não conseguiu explicar a altura de salto. Segundo os autores, um dos problemas na análise desta variável é a possibilidade de que indivíduos com baixa TDF alcancem picos de força maiores do que outros participantes; no entanto, com pior desempenho no salto. De fato, Corvino *et al.* (2009) afirmam que a TDF é dependente do tipo e velocidade de contração utilizada. Maiores valores são obtidos para esta variável quando não há movimento articular e a velocidade de contração muscular é baixa. Desta forma, pela inconsistência do comportamento da TDF na análise do salto vertical, sugere-se que tal variável não seja eficaz na predição da altura na tarefa.

3.3.1.3 Torque

Na análise do salto vertical, outras variáveis são utilizadas com para descrever mudanças de contribuição segmentar, ao invés da predição da altura de salto. Um exemplo deste tipo de variável é o torque. Definido como o produto da força pela distância entre o ponto de aplicação da força e o eixo de rotação, o torque é calculado pela dinâmica inversa na análise do salto vertical (FELTNER; BISHOP; PEREZ, 2004; HARA *et al.*, 2006). Feltner, Fraschetti e Crisp (1999) calcularam o

torque nas articulações do ombro, quadril, joelho e tornozelo após salto com auxílio dos braços para verificar a ocorrência de mudanças nas contribuições de cada articulação no movimento quando há o balanço dos braços. Além disto, o torque também pode analisar contribuições de músculos específicos, como por exemplo, a influência dos extensores do joelho na fase concêntrica do salto.

Segundo Lees, Vanrenterghem e De Clercq (2004), o torque também pode ser utilizado para analisar os movimentos de extensão e flexão articular, valores positivos para extensão e negativos para flexão, e as respectivas contribuições em saltos máximos e submáximos. Ainda, de acordo com os autores, o torque no quadril aumentou de acordo com o maior alcance do CM durante o salto, enquanto que o torque do joelho diminuiu. Hara *et al.* (2008) também verificaram aumento do torque no quadril quando os saltos foram realizados com contramovimento e com auxílio dos braços. Isto pode ser explicado pelo aumento do estado ativo dos músculos envolvidos na articulação durante estas condições de salto. Desta forma, sugere-se que o torque é uma variável importante na descrição da força exercida pelas articulações em diferentes estratégias de salto vertical.

3.3.1.4. Impulso

A descrição da força realizada durante o salto vertical ainda pode ser analisada por outra variável, denominada impulso. O impulso é representado pela função força-tempo e pode ser analisado na fase excêntrica (impulso negativo), quanto na fase concêntrica (impulso positivo) da atividade (UGRINOWITSCH *et al.*, 2007; LÓPEZ-GOMEZ; ELVIRA, 2012). Segundo Dowling e Vamos (1993), a razão entre o impulso negativo e impulso positivo possui correlação com a altura no salto vertical. Ainda, quanto menor a razão, maior será o salto. Desta forma, sugere-se que não apenas a força é importante para esta variável, mas tempo de aplicação desta e a duração de cada fase para o SVCM e da fase concêntrica para o SVQT.

Ugrinowitsch *et al.* (2007) encontraram que o maior impulso na fase concêntrica resultou em maior altura de salto, quando realizada comparação entre

atletas de potência, bodybuilders e indivíduos fisicamente ativos. Este estudo corrobora com González-Badillo e Marques (2010), os quais verificaram que o impulso durante a fase concêntrica está correlacionado com o desempenho no salto. De fato, Ferragut *et al.* (2003) afirmam que o impulso concêntrico pode explicar 77% da variação da altura de salto. Além disto, embora a força aplicada apresente variação, o tempo de aplicação de força na fase concêntrica pode ser pouco variável entre os sujeitos. Portanto, o impulso parece ser uma variável cinética importante para a análise do salto vertical.

3.3.1.5 Potência

Dowling e Vamos (1993) procuraram identificar os fatores cinéticos e temporais relacionados ao desempenho no SVCM em 97 adultos jovens. Foram apresentadas 18 variáveis, porém, apenas 6 tiveram correlação com a altura obtida no SV, a saber: força máxima, tempo entre máxima força e instante de saída do solo, potência na fase excêntrica e concêntrica, tempo entre máxima potência e instante de saída do solo e razão entre impulso negativo e positivo. Ainda, segundo os autores, altos picos de força são necessários, mas não são suficientes para a melhor performance, e que apenas o pico de potência pôde ser considerado preditor do desempenho. O pico de potência pode ser indicador de quão efetiva é a energia transferida entre os segmentos corporais na realização do movimento.

Em Dal Pupo, Detanico e Santos (2012) encontraram que o pico de velocidade e a força máxima foram os principais determinantes da altura e potência obtida, tanto no SVQT, como no SVCM em 24 atletas homens (12 corredores e 12 jogadores de voleibol). Além disto, tarefas que envolvem o ciclo alongamento-encurtamento possibilitam a ação de maior velocidade e variação de força em um menor tempo (DAL PUPO; DETANICO; SANTOS, 2012). Desta forma, sugere-se que a potência, por envolver tanto características de força, como de velocidade realizada durante o movimento, é uma das variáveis cinéticas que mais podem influenciar o desempenho no salto vertical.

Markovic *et al.* (2014) avaliaram a relação entre potência muscular e performance no salto vertical em 60 estudantes universitários. Segundo os autores, o pico de potência pode ser a melhor variável para se analisar potência muscular no salto e que tal variável apresenta maior relação com o desempenho do que os valores médios de potência. González-Badillo e Marques (2010) encontraram que o desempenho no SVCM está relacionada com o pico de potência durante a fase concêntrica do salto em 48 homens atletas (velocistas e saltadores no atletismo). No entanto, como a potência é produto da força realizada pela velocidade exercida no movimento, sugere-se que outros fatores são intervenientes no desempenho, como por exemplo as velocidades angulares das articulações, deslocamento do centro de massa e posicionamento dos pés. Tais variáveis são analisadas a partir da cinemática do movimento.

3.3.2 Análise Cinemática do SVCM

A análise cinemática é importante por apresentar informações a respeito da descrição do movimento na avaliação do salto vertical e a influência de diferentes fatores no desempenho da tarefa. As posições e os deslocamentos das articulações possibilitam a interpretação de diversas variáveis, tais como velocidade angular, velocidade no instante de saída do solo e fase relativa contínua (KOPPER; URECZKY; TIHANYI, 2012; GHELLER *et al.*, 2014). Desta forma, sugere-se que a cinemática é uma ferramenta importante para o entendimento dos fatores que influenciam o salto vertical. Nos tópicos a seguir, serão apresentadas as variáveis mais encontradas na análise cinemática desta habilidade motora.

3.3.2.1. Centro de Massa

O deslocamento do CM, uma das variáveis mais utilizadas, fornece informações sobre a trajetória do CM, altura de salto e identificação de fases (a partir de sua trajetória) (LEES; VANRENTERGHEM; DE CLERCQ, 2004; LAZARIDIS *et al.*, 2013). Além disto, a análise do deslocamento do CM permite relação com outros parâmetros. Lees, Vanrenterghem e De Clercq (2006) verificaram que a altura do CM foi maior quando uma maior inclinação do tronco foi realizada após saltos máximos e submáximos em 20 atletas homens. Por conseguinte, o deslocamento do CM foi maior após realização de SVQT e SVCM com maior amplitude de movimento da articulação do joelho em 18 homens saudáveis (KOPPER; URECZKY; TIHANYI, 2012). Desta forma, pelo maior alcance do CM representar a altura de salto realizada, e por esta variável ser sensível a outros fatores que podem influenciar o salto, como a diferença entre saltos máximos e submáximos, tal tipo de análise pode ser importante na interpretação da tarefa.

3.3.2.2. Posição/Deslocamento Angular

A descrição dos ângulos articulares é um conjunto de informações importantes para análise cinemática do salto que podem influenciar o movimento na tarefa. Na presente revisão, foram encontrados dados sobre ângulos das articulações do ombro, tronco, quadril, joelho e tornozelo (JARIC; RISTANOVIC; CORCOS, 1989; HARA *et al.*, 2006; BRACIC *et al.*, 2010). Tais medidas fornecem informações sobre os movimentos realizados nestas articulações em diferentes saltos (SVQT e SVCM máximos e submáximos), profundidade de agachamento, utilização de balanço dos braços e outras posições relativas articulares como maior flexão de joelho, tronco e dorsiflexão do tornozelo (VANRENTERGHEM *et al.*, 2004; PAPAIAKOVOU, 2013; BLACHE; MONTEIL, 2014).

3.3.2.3. Movimentos Articulares

Após investigar possíveis diferenças nos parâmetros cinemáticos entre indivíduos com boa e ruim dorsiflexão do tornozelo, Papaiakovou (2013) encontrou que a maior amplitude de movimento de joelho e tornozelo esteve ligada com a maior altura de salto. Ainda, segundo o autor, o grupo com maior amplitude de movimento atingiu menor valor do ângulo do tornozelo quando o CM atinge sua menor altura (fase de contramovimento). Kopper, Ureczky e Tihanyi (2012) verificaram que a maior flexão do tronco, acompanhada da maior amplitude de movimento do joelho (valores de flexão do joelho como base), levaram a um maior alcance do CM durante a realização do SVQT e SVCM. Uma explicação para tais achados, é que com o tronco ereto, os músculos envolvidos na articulação do quadril não estão em seu estado mais ativo (KOPPER; URECZKY; TIHANYI, 2012).

Salles, Baltzopoulos e Rittweger (2011) analisaram o desempenho do salto vertical sob diferentes magnitudes de contramovimento e esforço. Neste estudo, a maior altura de salto foi encontrada na condição com maior flexão do joelho. De fato, a maior flexão desta articulação é relacionada com a maior profundidade de agachamento, o que permite melhor aproveitamento do ciclo alongamento-encurtamento. Segundo Vanrenterghem *et al.* (2004), uma diferença perceptível entre saltos máximos e submáximos está relacionada com as articulações envolvidas na tarefa. A flexão do joelho foi maior nos saltos máximos por conta do maior contramovimento. Outra articulação que contribuiu para os achados foi o quadril. O aumento da amplitude do contramovimento em saltos máximos também é devido a maior flexão do quadril. No entanto, apenas o quadril apresentou pico do momento articular na condição máxima, sendo que joelho e tornozelo já atingem este pico em saltos submáximos.

3.3.2.4. Posicionamento dos Pés

Mackala *et al.* (2013) verificaram o efeito de duas estratégias de posição dos pés, em paralelo e afastados (*straddle*), sobre o desempenho no SVCM. Neste estudo, apesar da diferença na altura de salto, não foram encontradas mudanças nos ângulos articulares do quadril, do joelho e do tornozelo. Segundo Radenkovic e Stankovic (2012), as medidas de posição angular são importantes por permitir definições sobre a rotação do corpo. Além disto, Gheller *et al.* (2014) afirmam que mudanças nos ângulos articulares podem mudar o comprimento muscular e a produção de força. Desta forma, sugere-se que tais medidas sejam adotadas na avaliação do desempenho do salto vertical. Outras variáveis, provenientes dos ângulos articulares também podem apresentar informações relevantes para a técnica da tarefa, como por exemplo, a velocidade angular, a velocidade no instante de saída do solo e a fase contínua relativa.

3.3.2.5. Velocidade Angular

A velocidade angular é uma variável que pode ser mensurada pela derivada da posição angular da referente articulação pelo tempo (GHELLER *et al.*, 2014). Esta medida fornece informações sobre a trajetória da articulação e do CM do início do salto até o momento de saída do solo. Ademais, diversos fatores podem influenciar a velocidade com que as articulações agem no movimento. Papaiakovou (2013) verificou que as velocidades angulares do quadril, joelho e tornozelo foram superiores no grupo que apresentou maior valor de dorsiflexão do tornozelo, demonstrando influência da amplitude do movimento no desenvolvimento de velocidade. No entanto, segundo Kopper, Ureczky e Tihanyi (2012), a velocidade angular foi similar quando comparados diferentes tipos de salto (com larga amplitude e com curta amplitude). Além disto, segundo os autores, a velocidade angular apresentou padrão proximo-distal, com os picos sendo atingidos na seguinte ordem: quadril, joelho e tornozelo.

Hara *et al.* (2006) encontraram que a velocidade angular do quadril foi menor na segunda metade da fase de impulsão no SVQT por conta da ação precoce dos extensores do quadril no movimento. Além disto, a carga adicional imposta pelo balanço dos braços durante o salto, dificulta o desenvolvimento da velocidade. Assim, o pico de velocidade foi alcançado antes na condição com auxílio dos braços, enquanto que o torque aumentou até o instante de saída do solo, auxiliando no maior desenvolvimento de altura no salto. No entanto, a velocidade angular ainda fornece informações sobre outras variáveis intervenientes no desempenho do salto, como a diferença entre populações e profundidade de agachamento.

Lazaridis *et al.* (2013) verificaram que a FRS e a velocidade angular do joelho em homens foi maior do que em crianças. Segundo os autores, a técnica imatura e a maior ativação muscular dos músculos antagonistas são fatores que influenciaram tais diferenças. Ao analisar o desempenho do salto vertical em diferentes profundidades de agachamento em jogadores de basquete e voleibol, Gheller *et al.* (2014) verificaram que o pico de velocidade angular do quadril foi menor na condição de SVCM com ângulo de flexão do joelho em 90°. Segundo os autores, as maiores velocidades angulares foram relacionadas com uma maior profundidade de agachamento, por conta da maior trajetória para aplicação de força e aceleração. Portanto, sugere-se que a velocidade angular, apesar de possuir diversos fatores intervenientes, pode explicar diferentes níveis de desempenho no salto.

3.3.2.6. Velocidade instantânea de saída do solo

Outra variável que pode influenciar o desempenho durante o salto é a velocidade no instante de saída do solo ($V_{saída}$). Segundo Gutiérrez-Dávila *et al.* (2014), o salto vertical apresentou menor $V_{saída}$ do que o salto horizontal após análise cinemática e cinética em 28 homens universitários experientes em modalidades esportivas que envolvem o salto vertical como habilidade básica. Além de verificar diferenças entre tipos de saltos e populações, tal variável

também fornece informações sobre a influência do balanço dos braços no movimento.

Shetty e Etnyre (1989) encontraram maior $V_{saída}$ em saltos verticais com balanço dos braços quando comparados com saltos com restrição deste movimento em 18 homens universitários. Segundo os autores, o salto aumentou em 6% a velocidade. Feltner, Frascetti e Crisp (1999) também verificaram maior $V_{saída}$ na condição com balanço dos braços em 25 indivíduos (14 homens e 11 mulheres). Ainda, esta variável, acompanhada da altura do CM no instante de saída foram explicadas como fatores intervenientes no alcance da maior altura de salto. Por conseguinte, de acordo com Lees, Vanrenterghem e De Clercq (2004), uma série de eventos que começam no início do movimento, mas apenas se manifestam no fim do salto influenciam a maior $V_{saída}$. Na condição com balanço dos braços, o tronco é mais inclinado para frente e, conseqüentemente, estendido mais cedo e mais rápido do que sem auxílio dos braços, permitindo maior geração de potência e trabalho. Desta forma, sugere-se grande influência do movimento dos braços nesta variável.

3.3.2.7. Fase Relativa Contínua

A fase relativa contínua (FRC) analisa a coordenação intersegmentar e pode ser utilizada para descrever o movimento durante o salto. A FRC é normalmente determinada pela derivada no domínio de fase de posição-velocidade entre dois osciladores senóides e pode ser utilizada para analisar ações cíclicas e acíclicas (PETERS *et al.*, 2003; QUINZI *et al.*, 2013). Gheller *et al.* (2015) verificaram a coordenação intersegmentar em SVCM e SVQT com diferentes posições iniciais. Neste estudo, foi encontrado que a fase relativa contínua da ligação coxa-tronco foi maior na posição de agachamento com os joelhos flexionados em menos de 90°, quando comparados com diferentes posições (preferida e maior que 90°). No entanto, para a condição menor que 90°, a ligação perna-coxa foi apresentada fora-de-fase sendo sugerido que o controle motor prioriza a coordenação coxa-tronco na geração de momentos angulares importantes para o deslocamento do CM.

Tomioka, Owings e Grabiner (2001) verificaram que a força de extensão do joelho e a coordenação joelho-quadril são fatores que contribuem de forma independente para o alcance da maior altura de salto. Segundo os autores, independentemente da força muscular, o desempenho no salto pode ser menor caso haja alteração na coordenação joelho-quadril. A FRC também pode ser analisada em situações presentes no desempenho esportiva, como a fadiga. Dal pupo *et al.* (2013) verificaram a coordenação intersegmentar em 20 atletas durante o teste de salto vertical de 30 s. Foi encontrado que durante o teste a coordenação coxa-perna não foi alterada, enquanto que a coordenação tronco-coxa foi alterada na fase concêntrica. Assim, foi sugerida a existência de mecanismos compensatórios para repor a perda de capacidade dos músculos de gerar força, por causa da fadiga. Por conseguinte, acredita-se que apesar dos estudos acima descritos, ainda são poucos estudos que avaliam tal variável na tarefa do salto vertical.

3.3.3. Outros fatores intervenientes do desempenho do salto vertical

Com base nos estudos apresentados, foi realizada a figura que representa os fatores intervenientes no salto vertical (figura 3). Além das variáveis cinéticas e cinemáticas, também são sugeridos outros fatores, os quais podem influenciar as características do movimento, a saber: profundidade de agachamento, tipos de saltos, balanço dos braços, fadiga e treinamento (especificidade da modalidade esportiva). Nos itens a seguir, serão apresentados estudos que procuraram abordar tais influências sobre o desempenho desta tarefa.

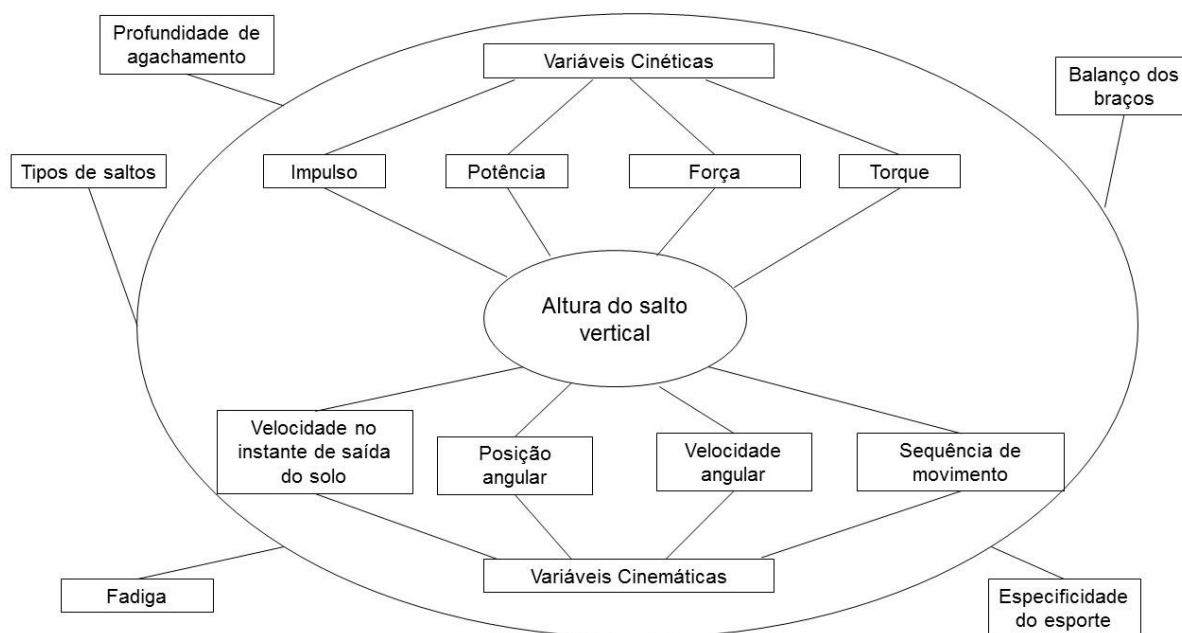


Figura 3. Fatores intervenientes no desempenho do salto vertical.

3.3.3.1. Influência dos braços no salto vertical

Um dos fatores que mais podem influenciar o desempenho no salto vertical é a utilização do balanço dos braços durante o salto. Tal participação acarreta em maior alcance do CM durante a tarefa e maior contribuição de outros segmentos para atingir a melhor performance. Feltner, Frascetti e Grabiner (1999) realizaram análise cinemática e cinética do corpo durante SVCM com e sem auxílio dos braços em 25 indivíduos (14 homens e 11 mulheres) experientes na tarefa. Foi encontrado que tal condição gerou maior velocidade vertical, maior altura do CM no instante de saída do solo e maiores torques no quadril e no joelho. Segundo os autores, o balanço dos braços coloca os músculos extensores do quadril em melhor condição fisiológica, a qual favorece a geração de maiores tensões musculares e torques.

Hara *et al.* (2006) verificaram o efeito do balanço dos braços nos membros inferiores no salto vertical em 5 homens saudáveis. Neste estudo, a condição de salto com balanço dos braços gerou maior trabalho nos membros inferiores quando

comparada com a condição sem balanço dos braços. No entanto, a velocidade angular do quadril foi reduzida na última metade da fase de impulso, o que foi explicado pela ativação precoce dos extensores desta articulação por conta da maior carga a ser suportada na utilização dos membros superiores. De fato, Lees, Vanrenterghem e De Clercq (2004) encontraram que a maior velocidade angular do quadril foi atingida nos instantes equivalentes a 50 e 75% do movimento. Domire e Challis (2010) também encontraram menor velocidade angular do quadril durante este tipo de salto. Apesar destes achados, ambos estudos apontam que além de diminuir a velocidade do quadril, a energia transferida pela utilização dos braços influencia na contribuição segmentar dos membros inferiores no movimento.

Após verificar maior altura de salto no SVCM com balanço dos braços, López-Gomez e Elvira (2012) afirmaram que a energia gerada na articulação do ombro auxilia na melhora do rendimento, através de um maior impulso mecânico na fase concêntrica. Segundo Lees, Vanrenterghem e De Clercq (2006), os braços são mais utilizados de acordo com o aumento da altura de salto. Quanto maior a altura, maior a amplitude de movimento dos braços durante o balanço. Esta maior amplitude permite maior energia potencial disponível para aumentar a energia cinética no menor ponto do contramovimento, a qual acarreta em maior transferência de energia para os outros segmentos corporais e melhor reaproveitamento da energia elástica para saltar. Desta forma, acredita-se que a transferência de energia exerce papel fundamental no entendimento de como o desempenho da tarefa pode ser influenciada quando membros superiores são utilizados. Porém, tal utilização também pode gerar diferentes interpretações a respeito do salto.

Mourão e Gonçalves (2008) realizaram comparação do SVQT com e sem auxílio dos braços. Foi encontrada aumento da altura de salto (8,9%), maior duração da fase concêntrica e velocidade do CM na condição com balanço. Segundo os autores, a maior força foi realizada na condição sem auxílio dos braços por causa da tentativa de manutenção de estabilidade para saltar. No entanto, neste estudo, apenas 1 sujeito foi avaliado, dificultando a melhor aplicação destes resultados. Ainda, Shetty e Etnyre (1989) sugerem que o salto vertical sem balanço dos braços, é a melhor maneira de se avaliar potência em indivíduos não-treinados porque a contribuição dos membros superiores pode variar de acordo com a prática. Assim,

acredita-se que a influência dos braços é positiva para o aumento do desempenho na habilidade, porém, deve-se considerar a amostra a ser utilizada.

3.3.3.2. Tipos de saltos

O SVCM e o SVQT são os saltos mais utilizados na análise do salto vertical. O SVCM consiste em uma fase excêntrica, seguida de concêntrica, enquanto que o SVQT possui apenas a fase concêntrica. Segundo González-Badillo e Marques (2010), quanto maior a velocidade na fase excêntrica, maior a capacidade de alcançar maior altura do CM durante o salto. Coh *et al.* (2011) ao procurarem estabelecer os principais parâmetros cinemáticos e dinâmicos no salto vertical em 4 atletas de atletismo, verificaram que a velocidade vertical foi 9,5% maior quando o salto possui duas fases de movimento (excêntrica e concêntrica). Como o SVQT não possui fase excêntrica, menores alturas são encontradas durante esta tarefa. Além disto, diversas outras estratégias influenciam os dois tipos de saltos, como por exemplo, a força e atividade muscular. Maulder, Bradshaw e Keogh (2006) identificaram as variáveis cinéticas do salto que possuem relação com o desempenho no *sprint* em atletas. Segundo os autores, as variáveis do SVCM (potência e força máxima) foram mais preditoras do desempenho no *sprint* do que as variáveis provenientes do SVQT.

Bobbert e Casius (2005), após verificarem diferenças entre o SVCM e SVQT a partir de simulações em modelos computacionais, afirmaram que tal diferença pode ser explicada pelo maior estado ativo dos músculos durante a fase de propulsão, o que permite que os extensores do quadril gerem maior força e trabalho durante a fase concêntrica. Dal Pupo, Detanico e Santos (2012), além de explicar que a existência do contramovimento favorece o estado pré-ativo de contração, sugerem que no SVQT, o recrutamento neural exerce maior influência no desempenho. Segundo Mackala *et al.* (2013), enquanto que no SVQT a força concêntrica trabalha apenas contra o peso corporal, no SVCM esta força trabalha

adicionalmente contra as forças inerciais, possui maior atividade muscular e maior reaproveitamento da energia elástica.

Para fornecer mais informações sobre a influência do tecido elástico no aumento do desempenho no salto vertical, Anderson e Pandy (1993) avaliaram 5 atletas homens e um modelo computacional. Foi encontrada maior altura de salto no SVCM. Segundo os autores, maior energia potencial gravitacional é transformada em energia elástica no SVCM. No entanto, mesmo produzindo um salto mais eficiente, não se pôde afirmar neste estudo que a reutilização de energia elástica implicou em diferenças entre SVCM e SVQT, por causa da maior participação de componentes contráteis na realização do movimento. Markovic *et al.* (2014) sugerem que o SVCM pode ser utilizado na avaliação de potência dos membros inferiores pois requer pouca familiarização, além de a posição inicial não precisar ser controlada. Desta forma, sugere-se que por conta da grande aplicação do contramovimento na realização desta habilidade em modalidades esportivas e pelas diferentes análises a serem realizadas, tanto em fase excêntrica, como concêntrica, o SVCM é mais indicado para avaliação da potência em membros inferiores.

3.3.3.3. Profundidade de agachamento

A profundidade adotada na fase de agachamento, a qual consiste na posição inicial no SVQT e menor posição do CM durante o SVCM, pode influenciar o desempenho em ambos tipos de saltos. Isto ocorre, principalmente pela mudança de posição articular, o que acarreta diferenças no processo de contração muscular. De acordo com Rassier, MacIntosh e Herzog (1999), apesar da relação entre o comprimento do músculo e momento articular não ser linear, mudanças no comprimento deste tecido, geram alterações na tensão exercida. Desta forma, dependendo do ângulo articular, nem sempre a força máxima exercida será equivalente ao máximo momento articular. Na presente revisão, foram encontrados

estudos que destacaram as mudanças cinemáticas e cinéticas ocorridas por cauda de diferentes posições de agachamento.

Gheller *et al.* (2014) verificaram que o desempenho no SVCM é alterado de acordo com a profundidade do agachamento. Foi encontrada maior altura de salto quando a flexão de joelhos foi menor do que 90°, ou seja, maior agachamento. Ainda, maiores velocidades e menor pico de força foram encontrados nas condições com maior agachamento, devido a maior trajetória a ser percorrida para saltar. Os resultados deste estudo, vão ao encontro à Mandic, Jakovlevic e Jaric (2014), os quais verificaram o efeito da profundidade do SVCM nos padrões cinéticos e cinemáticos de saltos verticais máximos em 11 jogadores de basquete. Foi relatado que o aumento na profundidade de agachamento está relacionado com a diminuição da FRS e da potência máxima, e que existe um agachamento com profundidade “ótima” para aumentar a altura de salto.

Salles, Baltzopoulos e Rittweger (2011) analisaram o efeito de diferentes magnitudes de contramovimento no desempenho do salto, a partir de alterações no ângulo de flexão do joelho em 4 condições: 0°, 50°, 70° e 90° em 10 homens universitários. Foi encontrado que a altura de salto aumentou quando foi realizado maior agachamento. Ainda, a profundidade foi inversamente correlacionada com a FRS. Bobbert *et al.* (2008), após analisar diferentes estratégias de salto em 8 homens fisicamente ativos e modelo computacional, não encontraram mudanças na coordenação intermuscular quando o SVQT foi realizado com diferentes posições iniciais. Em contrapartida, segundo Domire e Challis (2007), a ativação da unidade motora varia de acordo com a angulação da articulação, principalmente em músculos biarticulares. Ainda, é afirmado que saltos com maior profundidade de agachamento nem sempre são vantajosos na prática esportiva, devido ao maior tempo necessário para se realizar a tarefa. Desta forma, sugere-se haver diferenças no desempenho, de acordo com a posição escolhida. Assim, as análises deveriam ser conduzidas levando em consideração a amostra a ser estudada e o contexto em que a habilidade está inserida.

3.3.3.4. Especificidade do esporte no salto vertical

O salto vertical é uma habilidade presente em diversos esportes, tanto de natureza individual, como coletiva. Além disto, por apresentar correlação com a potência de membros inferiores e performance em habilidades esportivas específicas, esta tarefa é uma ação motora de interesse para técnicos e profissionais da área esportiva (MAULDER; BRADSHAW; KEOGH, 2006; LOTURCO *et al.*, 2015). Desta forma, pesquisas têm sido realizadas com o intuito de descrever variáveis que influenciem nesta tarefa e sua aplicação no âmbito esportivo. No entanto, ainda são poucos os estudos que comparam variáveis cinéticas e cinemáticas do salto entre participantes de diferentes esportes.

Dal pupo, Detanico e Santos (2012) analisaram diferenças de performance do SVCM e SVQT entre 12 voleibolistas e 12 corredores. Segundo os autores, o desempenho dos corredores foi melhor do que os voleibolistas em ambos os saltos. Os corredores apresentaram maior força máxima e pico de velocidade do que o outro grupo analisado. A composição da fibra muscular e característica específica do treinamento nestes esportes podem ter influenciado tais resultados, uma vez que, visando o desenvolvimento neuromuscular, os corredores utilizavam mais sprints curtos e saltos pliométricos, enquanto que os voleibolistas utilizavam apenas saltos. Ugrinowitsch *et al.* (2007) verificaram diferenças em parâmetros cinéticos do SVCM entre 10 atletas de potência (saltadores e velocistas no atletismo), 7 *bodybuilders* e 10 indivíduos fisicamente ativos. Os atletas demonstraram maior velocidade no take-off, maior duração da fase concêntrica, e conseqüentemente, maior altura de salto do que os outros grupos. Além disto, a taxa de desenvolvimento de força não foi diferente entre os grupos. Foi sugerido que a maior capacidade de acelerar o CM fez os atletas alcançarem maior altura durante a tarefa.

Laffaye, Wagner e Tombleson (2013) avaliaram a contribuição de variáveis cinéticas no desempenho do SVCM em atletas de diferentes esportes, tais como: voleibol, basquetebol, beisebol, futebol-americano, e outros não citados. Os jogadores de beisebol alcançaram maior altura de salto do que os participantes de

outros esportes. De fato, tais atletas apresentaram menor de tempo de fase excêntrica e maior força concêntrica, consistindo em um perfil de atividades que requerem potência muscular. Após realizarem análise de componentes principais com o objetivo de identificar diferenças no desempenho do SVQT em atletas de diferentes esportes (futebol, handebol, voleibol e atletismo), Kollias *et al.* (2001) não verificaram diferenças em variáveis temporais. No entanto, atletas de atletismo e de voleibol apresentaram maiores valores em componentes de força vertical. A realização de estudos que explorem as variáveis do salto vertical pode ser benéfica para a melhora no desempenho de atletas. Sugere-se realizar estudos que abordem variáveis coordenativas, como a fase relativa contínua, com o intuito de verificar diferenças intersegmentares na tarefa entre diferentes modalidades esportivas.

3.3.3.5. Influência da fadiga no salto vertical

Segundo Bigland-Ritchie e Woods (1984), a fadiga pode ser entendida como a incapacidade de um músculo ou grupo muscular de manter certo nível de força. No âmbito esportivo, o qual requer desempenho máximo, é comum realizar saltos verticais em condições de fadiga. Estudos que envolvem análises deste tipo de tarefa em condições de fadiga podem auxiliar na interpretação do desempenho de movimentos em situações esportivas específicas, como jogos ou competições.

Bermudez e Fabrica (2014) identificaram os parâmetros cinético-temporais e eletromiográficos que influenciam o desempenho do SVCM após fadiga em atletas homens. Para induzir a fadiga, os indivíduos tinham que realizar saltos verticais contínuos durante 1 minuto. Foi encontrada menor altura de salto, força, impulso e duração da fase ascendente na condição com fadiga. Houve aumento da ativação muscular do bíceps femoral, vasto lateral, tibial anterior, gastrocnêmio medial e sóleo. Ainda, segundo os autores, mudanças na ativação de músculos biarticulares podem afetar a transmissão de força no sentido proximo-distal. Neste estudo, foi

sugerido que as mudanças de ativação do bíceps femoral e reto femoral podem demonstrar menor controle da articulação do joelho durante a fadiga.

Smillios *et al.* (1998) verificaram o efeito de diferentes níveis de fadiga muscular no desempenho do SVQT em homens experientes em treinamento com pesos. A fadiga foi induzida a partir da realização do exercício *leg-press* a 90, 70 e 50% da carga máxima, até a exaustão. A altura de salto e o trabalho diminuem de acordo com a intensidade de exercício. Segundo os autores, o decréscimo da altura de salto não foi proporcional ao decréscimo de força. Tal fato pode ser explicado pela natureza da tarefa, a qual é dependente não apenas da força muscular, mas também da velocidade de contração. Por conseguinte, outros aspectos neuromusculares influenciam no desempenho, tal como o reflexo de estiramento.

Skurvydas, Jascaninas e Zachovajevs (2000) encontraram diminuição da altura de salto após duas condições de fadiga (100 saltos em profundidade e 100 saltos contínuos) em homens fisicamente ativos. Ainda, a altura de salto não foi restituída 24 horas após o protocolo de fadiga. Segundo os autores, uma das possíveis causas para a perda no desempenho, é a redução na sensibilidade do reflexo de estiramento, induzido pelo dano muscular após a atividade de fadiga. Tais resultados corroboram com Nicol *et al.* (1996), os quais analisaram as mudanças no reflexo de estiramento após realização de uma série de exercício do ciclo alongamento-encurtamento de alta intensidade em homens de diferentes programas de treinamento. Foi encontrada diminuição na amplitude do reflexo de estiramento do gastrocnêmio lateral, a qual foi explicada pelo aumento da concentração de CK nos marcadores fisiológicos sanguíneos de dano muscular e menor sensibilidade dos fusos musculares. No entanto, tais processos estão ligados com a forma com que o sistema neuromuscular se reorganiza em condições de fadiga.

Rodacki, Fowler e Bennett (2001) investigaram como o sistema neuromuscular reorganiza os movimentos multisegmentares, no SVCM, sob condição de fadiga em atletas de diferentes esportes. A fadiga foi induzida a partir de saltos contínuos máximos até a altura de salto corresponder a apenas 70% da máxima altura da condição sem fadiga. Foi encontrada menor altura de salto na condição de SVCM com fadiga, maior tempo de contato, menor flexão de joelhos,

menor pico de velocidade angular no fim da fase concêntrica e maior *stiffness* do joelho. No entanto, mesmo em fadiga, o padrão de ativação muscular continuou proximo-distal durante o salto, no qual, os autores sugeriram a existência de uma “unidade comum” que controla as ações musculares entre agonistas e antagonistas mantendo a coordenação intermuscular em situações de fadiga. Estes resultados, corroboram com Rodacki, Fowler e Bennett (2002), no qual o padrão de coordenação intermuscular não foi alterado após fadiga em músculos extensores e flexores do joelho. Por conseguinte, de acordo com os autores, o salto vertical parece possuir um padrão estereotipado, induzido pela ação de um programa motor de controle para realizar o salto em diferentes condições.

Dal Pupo *et al.* (2013) analisaram o desempenho do salto vertical após fadiga, induzida por saltos verticais contínuos em jogadores de basquetebol e voleibol. Foi encontrado que a fadiga não alterou a coordenação intersegmentar, porém, houve maior variabilidade da fase relativa contínua na fase concêntrica. Foi sugerido pelos autores que tal variabilidade se aplica a mecanismos compensatórios adotados para atenuar a perda da capacidade de gerar força. Em outro estudo, Bobbert, Casius e Kistemaker (2013) verificaram os efeitos da fadiga dos flexores plantares no desempenho do SVQT. Após fadiga, a força dos flexores plantares e a ativação do gastrocnêmio medial e sóleo diminuíram durante os saltos. Além disto, a perda de trabalho nos flexores plantares levou a perda de trabalho de outros músculos não fadigados, sendo sugerida a existência de incompatibilidade entre controle e propriedades neuromusculares. Desta forma, as mudanças relacionadas à fadiga, envolvem variáveis coordenativas cinéticas, cinemáticas e musculares (avaliadas por eletromiografia). No entanto, também foram encontrados estudos que contestaram as mudanças de performance na tarefa após indução de fadiga.

Freitas *et al.* (2014) verificaram a sensibilidade do SVCM e marcadores fisiológicos para avaliar a carga de treinamento em jogadores de voleibol. Após a realização de um mesociclo de treinamento, a altura de salto do SVCM não mudou. Apesar da potência muscular ser reduzida como consequência do dano muscular, isto não ocorreu neste estudo. Os autores afirmaram que a altura do salto vertical não é sensível aos efeitos da fadiga. Tais resultados vão ao encontro de Woolstenhulme, Bailey e Allsen (2004), que não encontraram diminuição na altura

de salto 6 horas após treinamento de força em jogadores de basquetebol. Schmitz *et al.* (2014) analisaram variáveis biomecânicas do salto vertical durante exercício intermitente (*shuttle-run*) em 60 indivíduos engajados em atividades esportivas. A altura de salto se manteve inalterada, enquanto outros parâmetros biomecânicos, como a utilização do joelho na fase excêntrica e concêntrica diminuiu. Apesar da manutenção da altura de salto em certas condições, outras variáveis biomecânicas podem explicar a influência da fadiga no salto.

Quintana *et al.* (2010) analisaram a capacidade de salto em jogadores de basquete, antes, durante e após jogos oficiais. Foi encontrado que a altura de salto diminuiu (19,8%) entre a maior medida encontrada (logo após o aquecimento) e a última medida, realizada 7 minutos após o término da partida. Foi sugerido pelos autores que a diminuição da temperatura muscular induziu a perda de performance. Houghton e Dawson (2012) avaliaram o efeito da fadiga no salto vertical após prolongada sessão de rebatida no cricket. Foi verificado que a altura do SVCM não diminuiu logo após a fadiga. Após 24 horas, tais valores diminuíram. Foi sugerido que o SVCM pode ser utilizado como ferramenta para avaliar a recuperação dos membros inferiores após atividade extenuante. Em Gorostiaga *et al.* (2010), após verificar o decréscimo da altura de salto acompanhado do aumento da concentração de lactato sanguíneo em velocistas no atletismo, também foi sugerido que o SVCM pode ser utilizado para avaliar a fadiga e recuperação muscular.

Por conseguinte, poucos estudos foram realizados com o intuito de verificar o efeito da fadiga e dano muscular no desempenho do salto vertical de acordo com as diversas variáveis cinéticas e cinemáticas que possam caracterizar a tarefa. Uma vez que ainda não há um consenso sobre o uso da altura de salto como variável sensível a fadiga (FREITAS *et al.*, 2014; GOROSTIAGA *et al.*, 2010), a utilização de um maior número de variáveis biomecânicas e fisiológicas pode auxiliar no entendimento a respeito da prática desta habilidade em diferentes condições neuromusculares. Além disto, por ser utilizado em diversos esportes (LAFFAYE; WAGNER; TOMBLESON, 2013), o salto vertical é uma habilidade de fácil familiarização e útil para se prever o desempenho esportiva (MAULDER; BRADSHAW; KEOGH, 2006).

3.3.4. Considerações finais da revisão de literatura

Por ser utilizado em diversas modalidades esportivas, o salto vertical é uma habilidade importante no desempenho. Por avaliar a potência de membros inferiores, esta tarefa pode fornecer informações sobre a eficácia de diversos programas de treinamento e outras intervenções aplicadas com o objetivo de potencializar o desempenho. Na presente revisão, foram apresentados fatores cinemáticos e cinéticos intervenientes no desempenho, além do efeito da fadiga no salto. Após análise dos resultados, sugere-se que as variáveis de potência são mais preditoras do desempenho, quando comparadas com variáveis de força. Para análise cinemática, os picos de velocidade angular podem diferenciar níveis de performance. Além disto, a realização de estudos futuros que abordem aspectos coordenativos, como a fase relativa contínua pode fornecer outros tipos de análises entre a participação dos diferentes segmentos corporais no salto. Para analisar o efeito da fadiga no salto vertical é necessário que um maior número de variáveis sejam analisadas, uma vez foram utilizados poucos parâmetros biomecânicos no estudos apresentados (tabela 2). Portanto, sugerimos a realização de futuros estudos com estatística preditiva e que outras variáveis biomecânicas sejam adotadas, como as provenientes de aspectos temporais e de força durante a fase excêntrica e concêntrica.

4 ESTUDO EXPERIMENTAL

4.1 MÉTODO

4.1.1. Participantes

Participaram do estudo, 15 atletas homens (Idade = $23,20 \pm 4,49$ anos, Estatura = $1,79 \pm 0,07$ m, Massa = $72,24 \pm 9,24$ Kg) das modalidades de atletismo e handebol (11 atletas de atletismo e 4 de handebol). Os atletas de atletismo possuíam experiência em provas das modalidades de velocidade (100m rasos, 200m rasos e 110 metros com barreiras) e saltos horizontais e verticais (salto em distância, salto triplo, salto em altura e salto com vara). Os sujeitos foram selecionados por conveniência. Para entrar nos critérios de inclusão, os atletas deveriam ter experiência de pelo menos três anos nestes esportes e experiência em treinamento com pesos, ter uma frequência 3 treinos por semana. Ainda, para participar do estudo, os atletas deveriam ter participado de pelo menos uma competição oficial (reconhecida pelas respectivas federações) durante o ano de 2015. Todos os sujeitos foram informados dos objetivos, possíveis desconfortos, riscos e benefícios do presente estudo antes de assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido de participação. Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Londrina (processo nº 42593614.0.0000.5231).

4.1.2 Local de realização do estudo

As coletas e análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa e Ensino em Biomecânica (LAPEB) e nas dependências do Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina (CEFE-UEL).

4.1.3. Instrumentos

Foi utilizada uma plataforma de força (*AMTI*, OR6-7, mini-amp MSA-6) de 50,8 x 46,4cm de largura e altura, frequência de amostragem de 250Hz para mensurar as variáveis cinéticas durante a realização do salto. Para análise cinemática do SVCM foram utilizadas 7 câmeras (*MX-T-Series*) do sistema Vicon (*Vicon Motion System*, Oxford, UK), adaptador analógico-digital (*Interface Unit*), modelo *Plug-in-Gait*. Os dados da plataforma de força e do sistema Vicon foram sincronizados e integrados pelo aparelho *MX Giganet* (*MX System*). Além disso, foram utilizados: uma barra de musculação, pesos livres (*Domyos*, Lille, França), balança digital para mensurar a massa corporal (*Wiso*, W-939) e um lactímetro portátil (*Accutrend*®).

4.1.4. Procedimentos experimentais

Foram recrutados atletas que atenderam aos critérios de inclusão. A participação no estudo foi voluntária. Para análise cinemática no sistema Vicon, foram colocadas marcadores retro refletivos, nos dois hemisférios corporais, de acordo com o modelo *Plug-In-Gait* (HUGHES; WATKINS, 2008), a saber: 1) Têmpora Esquerda, 2) Têmpora Direita, 3) Parte posterior da cabeça em linha horizontal com os marcadores da têmpora (2 marcadores), 4) Articulação Acromioclavicular, 5) Epicôndilo lateral da articulação do cotovelo, 6) Processo Estiloide do radio, 7) Processo Estiloide da Ulna, 8) Base do Segundo Metacarpo, 9) Processo espinhoso da sétima vértebra cervical (C7), 10) Processo Espinhoso da décima vértebra torácica (T10), 11) Clavícula, 12) Processo xifoide do esterno, 13) Parte medial da escápula direita, 14) Espinha Ilíaca Posterior Superior, 15) Espinha Ilíaca Anterior Superior, 16) Porção Medial da Coxa e 17) Epicôndilo Lateral do Fêmur, 18) Porção Medial da Perna, 19) Maléolo Lateral, 20) Base do Calcâneo e

21) Base do 2º Metatarso (figura 4). O modelo biomecânico adotado para descrição angular foi apresentado na figura 5.



Figura 4. Posicionamento dos marcadores para análise cinemática.

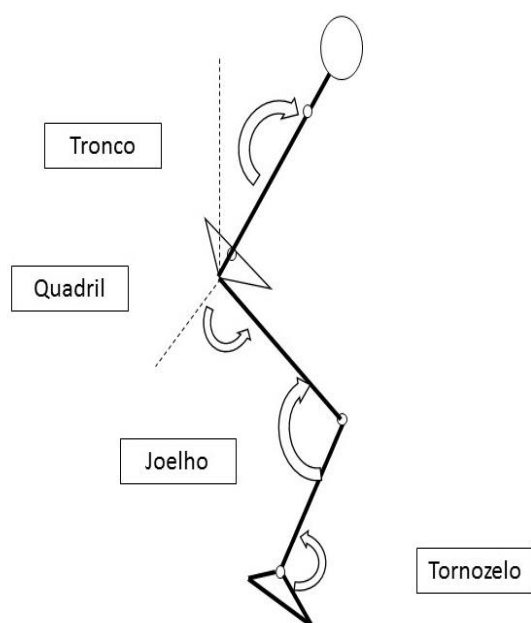


Figura 5. Modelo biomecânico adotado para descrição angular no presente estudo. As setas indicam os sentidos de extensão do movimento.

A plataforma de força mensurou as variáveis referentes à força de reação do solo (FRS) apenas no vetor vertical, uma vez que, apesar da participação de vetores horizontais e verticais para o deslocamento, no caso do salto vertical, 97,3% do trabalho realizado na atividade é proveniente do vetor vertical (HATZE, 1998). O salto vertical foi realizado com contra-movimento (SVCM) sem auxílio dos braços, os quais foram posicionados na linha do quadril. Os indivíduos inicialmente estiveram de pé sob a plataforma de força, com os pés em paralelo e iniciaram o salto após a instrução do avaliador. O SVCM consistiu na realização de uma flexão (fase excêntrica), seguida de uma extensão (fase concêntrica) das articulações do quadril, joelho e tornozelo. Segundo Less e Barton (1996), o movimento dos braços aumenta em 12,7% o momento vertical do corpo. Assim, como o enfoque do estudo esteve na análise biomecânica do salto em condições de fadiga e recuperação para membros inferiores na tarefa, o SVCM foi realizado sem auxílio dos braços, para impedir a influência nos resultados. Ainda, duas fases do SVCM foram verificadas para análise. O início da fase excêntrica foi identificado a partir da redução na força de reação do solo no vetor vertical em até 2 desvios-padrões em relação ao valor verificado como base, com o indivíduo sobre a plataforma de força antes da realização do salto. Já a fase concêntrica foi identificada após o centro de massa atingir a menor posição durante o contra-movimento, caracterizada pelo início da extensão do quadril e do joelho (LINTHORNE, 2001; ANDRADE *et al.*, 2012). A altura de salto foi mensurada a partir do deslocamento do centro de massa, calculado no modelo *Plug-In-Gait Full Body*, registrado pelo Sistema Vicon.

Foram realizadas 7 sessões com três condições experimentais. Foi adotado um intervalo mínimo de 3 semanas entre as condições experimentais, uma vez que há estudos que apontam a influência do efeito do exercício repetido em até 3 semanas após a primeira sessão (CLARKSON; HUBBAL, 2002). De acordo com Clarkson e Hubal (2002), após a realização de uma sessão de exercício indutor de fadiga e dano muscular (EIDM), existe uma adaptação, a qual permitirá que o dano muscular proveniente da segunda sessão seja menor do que na anterior. Por exemplo, a concentração de Creatina Quinase (CK) e a percepção de dor muscular tardia, seriam menores após a segunda sessão. Todos os indivíduos participaram de

todas as sessões, sendo que a primeira sessão foi destinada à familiarização dos sujeitos com os procedimentos do estudo. A familiarização consistiu na realização de 2 séries do EIDM.

O EIDM consistiu na realização do “exercício de afundo” com carga equivalente a 50% da massa corporal. Saindo da posição em pé, o indivíduo elevou unilateralmente a articulação do joelho e deslocou-se com esta mesma perna para frente, realizando um agachamento na posição ântero-posterior. Foi instruído para que o ângulo entre joelho e tornozelo durante o agachamento da perna da frente fosse de aproximadamente 90° e que o ângulo entre estas articulações na perna de trás fosse de aproximadamente 80° . Após isto, o indivíduo se deslocou para frente e repetiu o mesmo movimento com o membro contralateral na frente. A figura 6 apresenta os movimentos relacionados ao exercício de afundo.



Figura 6. Movimentos relacionados ao exercício de afundo.

Posteriormente, foram realizadas 6 sessões, divididas em três condições experimentais (CE), as quais foram randomizadas entre os indivíduos, por meio do endereço eletrônico (www.randomizer.org). Os indivíduos foram instruídos a não realizarem atividades físicas de alta intensidade e não ingerirem bebidas alcoólicas até 24 horas antes do teste, além de utilizarem o mesmo tipo de calçado durante as condições experimentais. Os indivíduos também foram instruídos a não fazer uso de medicamentos anti-inflamatórios ou suplementos alimentares que acelerem a

recuperação muscular. Na primeira condição experimental, denominada como Controle (Con) os indivíduos foram levados ao laboratório de Biomecânica. Após mensuração de características antropométricas (massa e altura), foi coletado o lactato sanguíneo em repouso. Após realização de aquecimento geral (movimentos dinâmicos a escolha do participante), colocação dos marcadores para análise cinemática e aquecimento específico (5 SVCM submáximos) sobre a plataforma de força, foram realizados 3 SVCM com 1 minuto de intervalo entre cada (Pré).

Posteriormente, os indivíduos realizaram o protocolo de fadiga e de dano muscular no exercício de afundo com 50% da massa corporal. Foram realizadas séries múltiplas de 16 passos, com 1 minuto de intervalo entre as séries, no qual foi permitido que o participante caminhasse e se hidratasse com água. Ao final de cada série, o indivíduo reportou a percepção de esforço por meio da Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) (BORG, 1982). O EIDM só foi encerrado quando o indivíduo reportou o valor “10- Máximo” da escala. O intervalo adotado foi o mesmo de outros estudos (MARGINSON et al., 2005; TWIST; ESTON, 2005).

Imediatamente após a realização do EIDM foi coletado o lactato sanguíneo novamente, e 10 minutos após, os indivíduos realizaram 3 saltos verticais na plataforma de força com 1 minuto de intervalo entre cada (Pós). Sessenta minutos após (Pós60) e 24 horas (Pós24h) após o EIDM, 3 SVCM foram realizados novamente. O intervalo adotado foi de um minuto. Antes da realização dos saltos, os indivíduos foram instruídos a realizar o agachamento durante fase excêntrica em aproximadamente 90° na articulação do joelho, saltar o mais alto possível e aterrissar na área da plataforma de força. Caso o indivíduo não aterrissasse na plataforma ou o marcador para análise cinemática caísse durante o movimento, o salto seria repetido.

As duas condições experimentais seguintes foram realizadas com o mesmo delineamento citado acima, no entanto, com a realização de recuperação ativa (RA) e imersão em água fria e gelo (IAF), respectivamente, entre as fases Pós e Pós60. Na recuperação ativa, os sujeitos realizaram 10 minutos de corrida em uma quadra, com intensidade leve, uma vez que há evidências de aumento da remoção do lactato após 10 minutos (SAHLIN *et al.*, 1976; OUERGUI *et al.*, 2014). A intensidade foi controlada por meio da Escala de Percepção Subjetiva ao Esforço (PSE), na qual

os indivíduos deveriam se manter no score “3- Moderado” da escala. Após os 10 minutos, foi adotado o mesmo procedimento de coleta utilizado na condição Controle. Por fim, a IAF consistiu na realização de imersão em água fria e gelo durante 10 minutos, com temperatura entre 10°C e 15°C, aferida por um termômetro (DOURIS *et al.*, 2003). Segundo White e Wells (2013), temperaturas abaixo dos 10°C podem acarretar em poucas alterações no fluxo sanguíneo e aumentar o edema. Após a IAF, também se adotou o mesmo procedimento de coleta utilizado na condição controle.

Nas fases Pré, Pós e Pós24h, os indivíduos relataram a dor muscular tardia, de acordo com o VAS (*Visual Analog Scale*). Ainda, foi relatada a PSE ao final de todas as condições experimentais. A PSE medida após o exercício é definida pelas respostas psicofísicas geradas no sistema nervoso central dependente dos impulsos neurais eferentes provenientes do córtex motor. Logo, quanto maior for a intensidade da sessão, maior será a demanda neuromuscular, gerando assim, maior percepção na escala. A utilização deste método no presente estudo teve como objetivo comparar as percepções subjetivas de esforço entre as condições experimentais. Na figura 7, foi apresentado o modelo da escala de Borg e a *Visual Analog Scale*. O desenho experimental do estudo foi apresentado na figura 8.

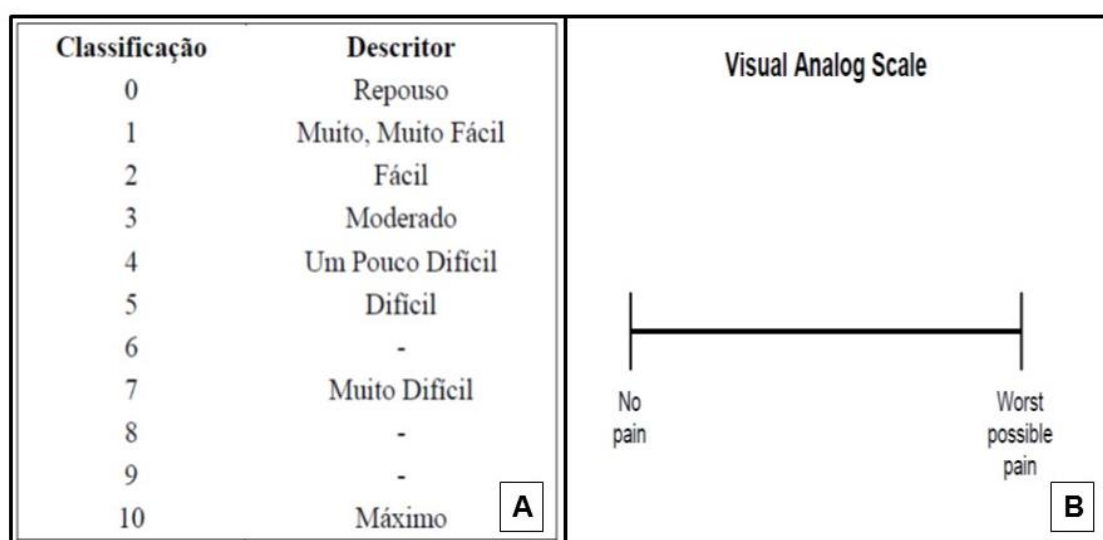


Figura 7. A- Escala de Borg; B- *Visual Analog Scale* (Escala de dor)

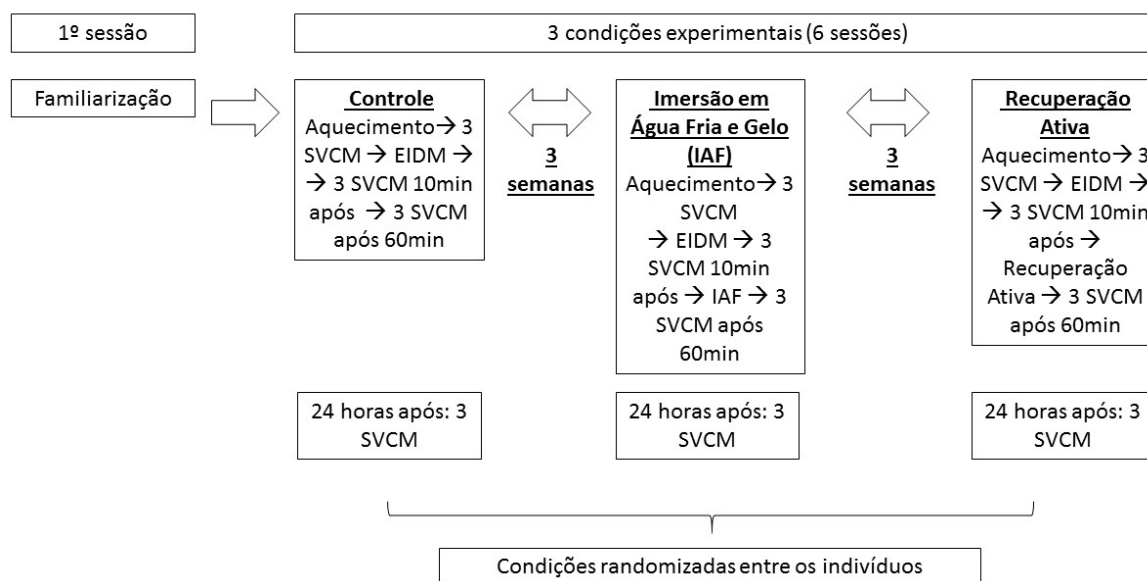


Figura 8. Delineamento experimental do estudo.

Coleta de Lactato Sanguíneo

As coletas de lactato sanguíneo ocorreram antes do início da sessão e logo após o EIDM. Foi realizada assepsia com álcool 70% na polpa digital do dedo médio da mão direita, seguida de punção a ser realizada com utilização de lancetas descartáveis, na qual a gota de sangue foi aplicada sobre área específica de uma tira reativa (BM-*Lactate*). A amostra foi analisada por meio de um lactímetro portátil (Accutrend®). Em todo o procedimento, o avaliador utilizou luvas.

4.1.5. Processamento de Sinais

Por meio de análise residual e espectral, foram definidas as frequências adotadas para filtragem dos dados (WINTER, 1990). Os sinais provenientes da plataforma de força (cinéticos) foram filtrados a 24Hz com filtro recursivo passa-baixa de 4ª ordem do tipo *Butterworth*. Os sinais provenientes do sistema *Vicon* (cinemáticos) foram processados no software *Vicon Nexus* (v.1.8.5, Vicon Motion

Systems, Reino Unido) para a exclusão de trajetórias indesejadas dentro do modelo biomecânico. Posteriormente, foi adotada uma frequência de corte de 4 Hz, filtro recursivo, passa-baixa de 4º ordem do tipo *Butterworth*. O cálculo das variáveis cinéticas e cinemáticas foi realizado por meio de uma rotina no software *MATLAB* (Mathworks, R2012a).

4.1.6 Variáveis do estudo

As variáveis independentes do estudo foram: a) o método de recuperação pós-exercício nas condições (Controle, Recuperação Ativa e Imersão em Água fria e Gelo) e b) as fases de teste de salto vertical (Pré, Pós, Pós60 e Pós24h). As variáveis dependentes provenientes da análise de fadiga e dano muscular foram: lactato sanguíneo e escala de percepção de dor (VAS).

As variáveis biomecânicas extraídas da plataforma de força foram: taxa de desenvolvimento de força (TDF), pico de força na fase concêntrica (PFC), tempo de realização do salto (TRS), impulso (IMP), tempo da fase excêntrica (TE), tempo da fase concêntrica (TC), pico de força na fase excêntrica (PFE), tempo para o pico de força na fase concêntrica (TPFC), pico de velocidade na fase concêntrica (PVC), pico de velocidade negativa (PVN), tempo para o pico de velocidade negativa (TPVN), pico de potência (PICO-POT) e potência média (MED-POT). A tabela 3 apresenta as definições das variáveis extraídas da plataforma de força a serem realizadas no presente estudo.

Tabela 3. Variáveis biomecânicas extraídas da plataforma de força a serem realizadas no estudo.

Variáveis cinéticas	Definição operacional
TDF → Taxa de desenvolvimento de força (N·s)	Razão entre o pico de força e tempo para atingir o pico de força
PFC → Pico de força na fase concêntrica (N)	Maior FRS na fase concêntrica do salto
IMP → Impulso (N·s)	Integral da curva força-tempo (LINTHORNE, 2001)
TE → Tempo da fase excêntrica (s)	Tempo decorrido entre início e fim da fase excêntrica do salto
TC → Tempo da fase concêntrica (s)	Tempo decorrido entre início e fim da fase concêntrica do salto
PFE → Pico de força na fase excêntrica (N)	Maior FRS na fase excêntrica do salto
TPFC → Tempo para o pico de força na fase concêntrica (s)	Tempo decorrido para atingir a maior FRS na fase concêntrica do salto
PVC → Pico de velocidade na fase concêntrica (m/s)	Maior velocidade na fase concêntrica do salto
PVN → Pico de velocidade negativa (m/s)	Maior velocidade na fase excêntrica do salto
TPVN → Tempo para o pico da velocidade negativa (s)	Tempo decorrido para o pico de velocidade na fase excêntrica do salto
PICO-POT	Pico de potência durante o salto (produto da força pela velocidade)
MED-POT	Média da potência durante o salto (produto da força pela velocidade)

A figura 9 apresenta a identificação dos momentos referentes às fases utilizadas durante o salto.

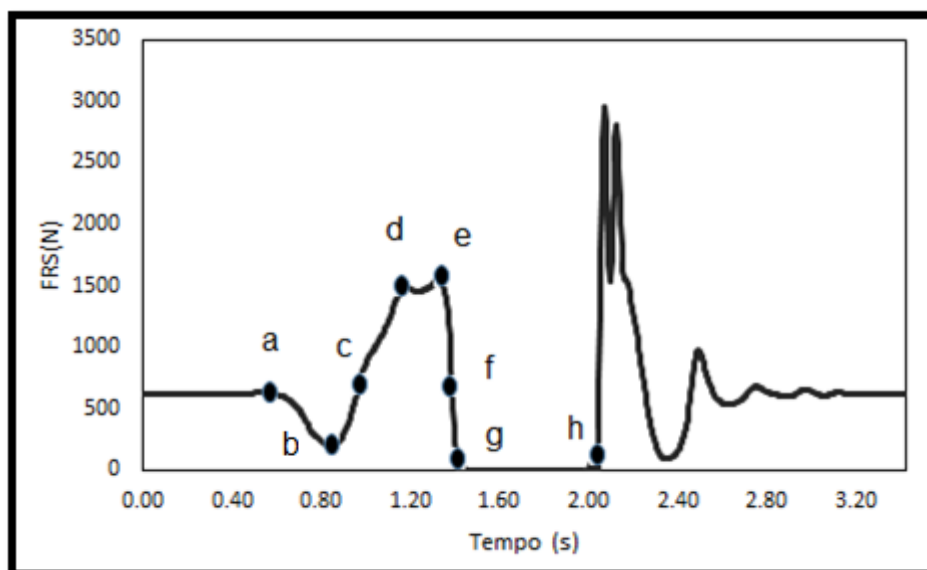


Figura 9. Dados cinéticos do salto vertical.

Legenda: a=início do salto, c-a=tempo para o pico de velocidade negativa, d-a=tempo da fase excêntrica, h-a=tempo para realizar o salto, b=velocidade negativa igual a zero, c=pico de velocidade negativa, d=pico de força na fase excêntrica, g-d=tempo da fase concêntrica, e=pico de força concêntrica, d-e=tempo para o pico de força na fase concêntrica, f=pico de velocidade na fase concêntrica, g=velocidade no início da fase de voo, h=aterrissagem.

As variáveis biomecânicas extraídas do sistema Vicon foram: amplitude do deslocamento angular (ADA), menor ângulo (Menor-Ang), menor velocidade angular (Menor- V_{ang}) e pico de velocidade angular (Pico- V_{ang}). Todas as variáveis cinemáticas foram analisadas apenas no hemisfério corporal direito dos participantes, para as seguintes articulações: tronco, quadril, joelho e tornozelo. Além disto, a altura de salto será a variável espacial analisada. A tabela 4 apresenta as definições das variáveis biomecânicas extraídas do sistema Vicon a serem realizadas no estudo.

Tabela 4. Variáveis biomecânicas extraídas do sistema Vicon a serem realizadas no estudo

Variáveis cinemáticas	Definição operacional
ADA → Amplitude do deslocamento angular das articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo (graus)	Diferença entre o maior e menor ângulo relativo formado por uma articulação durante o salto
Menor-Ang → Menor ângulo das articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo	Menor ângulo relativo encontrado para cada articulação na fase excêntrica do salto (correspondente ao agachamento)
Menor-V_{ang} → Menor velocidade angular das articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo (graus/s)	Velocidade atingida de cada articulação durante a fase excêntrica do salto (correspondente ao agachamento)
Pico-V_{ang} → Pico de velocidade angular das articulações do tronco, quadril, joelho e tornozelo (graus/s)	Maior velocidade atingida de cada articulação durante a fase concêntrica do salto
Altura de salto	Mensurada a partir do deslocamento do centro de massa

4.1.7. Análise Estatística

Foi utilizada a média das 3 tentativas realizadas em cada fase (Pré, Pós, Pós60 e Pós24h). O teste de *Shapiro-Wilk* foi aplicado para verificar a distribuição dos dados. Como tal pressuposto não foi atendido ($P < 0.01$), foi adotada a estatística não-paramétrica para análise dos dados. A análise descritiva foi realizada por meio de mediana e amplitude interquartil. Para análise inferencial foi aplicado o teste de *Kruskal-Wallis* para verificar o efeito das condições e *Friedman* para verificar o efeito das fases. As comparações posteriores foram realizadas por meio do post-hoc de

Dunn's. Para analisar a concentração de lactato sanguíneo, foi aplicado o teste de Wilcoxon. A significância foi estipulada em 5% ($P < 0,05$). As análises foram realizadas no software GraphPad Prism (v.6, GraphPad software, USA). O tamanho

do efeito foi calculado a partir dos coeficientes de X^2 , conforme: $d = \sqrt{X^2(1)/N}$.

4.2 RESULTADOS

Os resultados referentes às variáveis cinéticas analisadas foram apresentados na tabela abaixo.

Tabela 5. Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinéticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas.

Condição	Fase			
	Pré	Pós	Pós60	Pós24h
Altura de Salto (cm)				
Controle	38,08(6,08) ^{2,3,4}	29,42(5,29) ¹	30,34(9,66) ¹	31,08(8,33) ¹
IAF	37,27(5,11) ^{2,3,4}	29,37(4,36) ¹	26,38(7,46) ^{C,1}	31,51(6,52) ¹
RA	36,29(8,87) ^{2,3,4}	29,22(8,58) ¹	32,12(7,15) ^{B,1}	30,79(8,15) ¹
TDF (N·s)				
Controle	2781(1776)	2587(419)	2572(1172)	2404(1278)
IAF	2883(1850) ^{2,3,4}	2335(752) ¹	2456(786) ¹	2349(1274) ¹
RA	2684(1725)	2468(1571)	2383(816)	2512(866)
Pico de força concêntrica (N)				
Controle	1743(312) ³	1717(205) ³	1618(272) ^{1,2}	1645(242)
IAF	1712(364) ³	1610(298) ³	1534(124) ^{1,2,4}	1631(231) ³
RA	1687(330)	1652(228)	1633(163)	1645(325)
Tempo de realização do salto (s)				
Controle	0,826(0,139)	0,821(0,131)	0,862(0,208)	0,874(0,165)
IAF	0,791(0,199)	0,794(0,156)	0,824(0,127)	0,846(0,2)
RA	0,983(0,191)	0,913(0,168)	1,023(0,188)	0,876(0,167)

Tabela 5. Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinéticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas (*Continuação*).

<i>Impulso (N·s)</i>				
Controle	741,4(136,8)	721,5(117,5)	749,2(204,9)	797,9(138,2)
IAF	759,1(149,7)	697,8(80,4)	737,1(89,5)	785,9(162,4)
RA	872,4(156,2)	799,2(157,8)	872,9(146,2)	793,3(89,5)
<i>Tempo da fase excêntrica (s)</i>				
Controle	0,528(0,160)	0,520(0,140)	0,557(0,210)	0,567(0,140)
IAF	0,495(0,200)	0,508(0,140)	0,518(0,160)	0,536(0,210)
RA	0,685(0,230)	0,617(0,180)	0,720(0,210)	0,571(0,170)
<i>Tempo da fase concêntrica (s)</i>				
Controle	0,299(0,05)	0,300(0,04)	0,303(0,03)	0,308(0,05)
IAF	0,297(0,07)	0,287(0,04)	0,308(0,02)	0,310(0,04)
RA	0,299(0,06)	0,296(0,03)	0,300(0,03)	0,304(0,06)
<i>Pico de força na fase excêntrica (N)</i>				
Controle	1602(344) ^{2,3,4}	1348(322) ¹	1422(340) ¹	1370(337) ¹
IAF	1563(478) ^{2,3,4}	1280(412) ¹	1297(313) ¹	1294(497) ¹
RA	1516(520) ^{2,4}	1307(416) ¹	1349(204)	1306(358) ¹
<i>Tempo para o pico de força na fase concêntrica (s)</i>				
Controle	0,629(0,290)	0,689(0,130)	0,698(0,280)	0,720(0,210)
IAF	0,596(0,320) ^{2,4}	0,688(0,180) ¹	0,670(0,220)	0,705(0,250) ¹
RA	0,799(0,370)	0,788(0,290)	0,877(0,160)	0,730(0,140)
<i>Pico de velocidade na fase concêntrica (m/s)</i>				
Controle	3,03(0,38)	2,80(0,19)	2,95(0,48)	2,85(0,30)
IAF	3,28(0,62) ³	3,09(0,65)	2,75(0,60) ¹	3,18(0,75)
RA	3,09(0,38) ²	2,81(0,25) ¹	2,88(0,36)	2,88(0,170)

Tabela 5. Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinéticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas (*Continuação*).

Pico de velocidade negativa (m/s)				
Controle	-1,19(-0,41) ^{2,3,4}	-0,83(-0,23) ¹	-0,93(-0,42) ¹	-0,91(-0,40) ¹
IAF	-1,13(-0,72) ^{2,3,4}	-0,72(-0,53) ¹	-0,80(-0,43) ¹	-0,83(-0,49) ¹
RA	-1,06(-0,33) ²	-0,81(-0,31) ¹	-0,90(-0,17)	-0,86(-0,26)
Tempo para o pico de velocidade negativa (s)				
Controle	-0,244(-0,52)	-0,356(-0,59)	-0,183(-0,50)	-0,216(-0,44)
IAF	-0,128(-0,12)	-0,241(-0,23)	-0,180(-0,27)	-0,157(-0,20)
RA	-0,150(-0,32)	-0,121(-0,20)	-0,012(-0,21)	-0,238(-0,27)
Potência média (W)				
Controle	2224(308) ^{2,4}	2011(233) ¹	2130(449)	1881(366) ¹
IAF	2296(632) ^{2,3}	2175(760) ¹	1873(378) ¹	2299(816)
RA	2250(568) ^{2,4}	1933(556) ¹	1982(321)	1991(533) ¹
Pico de potência (W)				
Controle	4233(741) ^{3,4}	4033(373)	3952(536) ¹	3883(1095) ¹
IAF	4494(1176) ³	4196(1332)	3546(678) ^{1,4}	4349(889) ³
RA	4250(1249) ²	3818(710) ¹	3885(231)	3912(785)

Diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado com a condição: ^a controle, ^b IAF, ^c e RA. Diferença significativa ($P < 0,05$) quando comparado com a fase: ¹ Pré, ² Pós, ³ Pós60 e ⁴ Pós24h.

Não houve diferenças nas fases de pré-teste em todas as variáveis cinéticas entre as condições realizadas ($X^2_{4,15} < 0,71$; $P > 0,05$). Além disto, não foram verificadas diferenças entre as condições para as variáveis cinéticas ($H < 2,48$; $P > 0,05$). Para a variável Altura de salto, foi encontrado efeito de fase ($X^2_{4,15} < 32,04$; $d = 2,13$; $P < 0,0001$). Em todas as condições, todas as fases de pós-teste (Pós, Pós60 e Pós24h) apresentaram menores alturas de salto em relação a fase Pré ($P < 0,03$).

Na variável Taxa de Desenvolvimento de Força (TDF) a fase Pré apresentou maiores taxas do que todas as fases de Pós-teste durante a condição IAF ($P<0,03$). Além disto, a condição Pós60 apresentou menor Pico de força concêntrica em relação às fases Pré e Pós na condição Controle ($P<0,02$) e em relação a todas as outras fases durante a condição IAF ($P<0,04$) demonstrando que a aplicação de gelo pode influenciar na capacidade de gerar força.

Foram verificados efeitos de fase ($X^2_{4,15}<23,08$; $d=1,81$; $P<0,01$) para as variáveis pico de força na fase excêntrica e potência média. O pico de força na fase excêntrica foi maior na fase Pré em comparação a todas as fases de pós-teste nas condições Controle ($P<0,03$) e IAF ($P<0,01$). Para esta variável, na condição RA foi encontrado que a fase Pré apresentou maiores picos de força do que as fases Pós e Pós24h ($P<0,01$). A potência média foi maior na fase Pré em comparação com a fase Pós e Pós24h das condições Controle ($P=0,04$) e RA ($P<0,04$). Na condição IAF, a potência média encontrada na fase Pré foi maior do que nas fases Pós e Pós24h ($P<0,02$). A fase Pré em cada condição analisada apresentou maior pico de potência do que as fases Pós60 e Pós24h na condição Controle ($P<0,04$), Pós na condição RA ($P<0,001$) e Pós60 na condição IAF ($P<0,001$). Além disto, a fase Pós60 apresentou menor pico de potência do que a fase Pós24h na condição IAF ($P=0,01$), demonstrando que a realização de imersão em água fria e gelo pode influenciar a geração de potência caso a atividade ocorra em um pequeno intervalo de tempo.

No presente estudo, também houve efeito de fase nas variáveis temporais analisadas ($X^2_{4,15}<25,64$; $d<1,91$; $P<0,006$). O tempo para o pico de força na fase concêntrica foi menor na fase Pré em comparação com a fase Pós ($P=0,01$) e a fase Pós24h ($P=0,02$) na condição IAF. O pico de velocidade na fase concêntrica foi maior na fase Pré quando comparado à fase Pós60 ($P<0,001$) na condição IAF. Na condição RA, para esta variável, foi encontrado um maior valor para a fase Pré em comparação à fase Pós ($P<0,001$). O pico de velocidade negativa, identificado durante a fase excêntrica, foi maior na fase Pré em relação à todas as fases de pós-teste para as condições Controle ($P<0,004$) e IAF ($P<0,005$). Além disto, durante a condição RA, a fase Pré apresentou maior velocidade em comparação à verificada

durante a fase Pós ($P < 0,0001$). Na figura a seguir, foi apresentada uma taxa de variação da altura de salto entre as fases durante as condições realizadas.

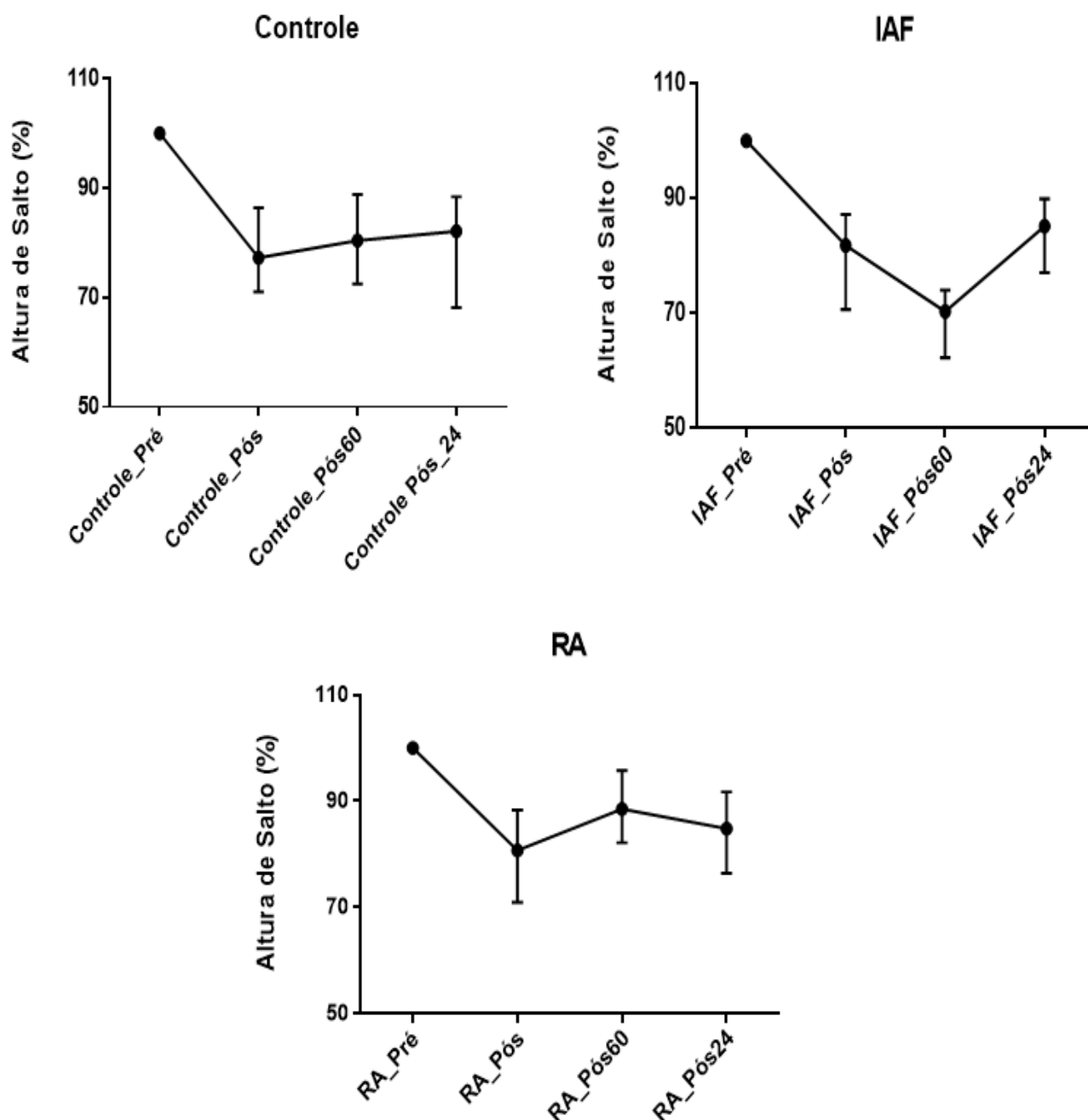


Figura 10. Taxa de variação (%) da altura de salto entre as fases durante as condições (Mediana e AIQ).

Tabela 6. Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinemáticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas.

Condição	Fase			
	Pré	Pós	Pós60	Pós24h
<i>Amplitude angular do tronco (graus)</i>				
Controle	33,00(11,70)	31,00(17,00)	38,10(15,70)	36,60(19,40)
IAF	30,90(18,90)	35,60(5,50)	32,90(3,80) ⁴	38,90(19,80) ³
RA	34,80(14,00)	33,10(18,50)	30,80(13,10) ⁴	35,50(15,90) ³
<i>Amplitude angular do quadril (graus)</i>				
Controle	97,00(24,50) ²	81,70(12,50) ¹	89,20(14,30)	89,10(8,80)
IAF	92,00(15,80) ^{2,4}	82,10(5,70) ¹	83,60(9,60)	85,40(10,30) ¹
RA	95,50(9,60) ^{2,3,4}	84,60(9,50) ¹	86,80(2,40) ¹	85,70(23,90) ¹
<i>Amplitude angular do joelho (graus)</i>				
Controle	99,50(9,30) ^{2,3}	88,50(9,00) ¹	93,50(16,70) ¹	96,30(19,50)
IAF	97,70(10,40) ^{2,3}	89,20(8,60)	88,30(7,60) ^{1,4}	94,90(15,60) ³
RA	98,50(16,00) ²	86,00(10,10) ^{1,4}	93,10(7,00)	93,90(9,60) ²
<i>Amplitude angular do tornozelo (graus)</i>				
Controle	70,70(10,30) ²	65,50(12,20) ^{1,4}	66,40(9,50)	68,50(6,70) ²
IAF	70,60(13,20) ²	66,10(7,70) ^{c,1}	67,50(6,80)	65,50(15,20)
RA	67,50(12,70) ²	60,60(3,80) ^{b,1,4}	64,40(9,60)	68,20(10,80) ²
<i>Menor ângulo do tronco (graus)</i>				
Controle	164,40(10,20)	164,50(8,50)	162,40(13,80)	165,00(11,00)
IAF	161,90(13,80)	157,30(5,90)	163,20(4,00)	159,90(6,90)
RA	158,50(6,20) ⁴	159,80(8,00)	162,60(7,90)	165,20(9,80) ¹
<i>Menor ângulo do quadril (graus)</i>				
Controle	186,80(8,20)	187,30(8,40)	184,20(10,00)	187,30(8,50)
IAF	186,80(7,60)	191,40(9,20)	188,70(9,60)	189,90(6,80)
RA	187,80(7,90)	189,40(3,00)	188,10(4,70)	188,20(6,30)

Tabela 6. Mediana e Amplitude Interquartil (AIQ) das variáveis cinemáticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas (*Continuação*).

Menor ângulo do joelho (graus)				
Controle	80,50(11,10) ^{2,3}	92,40(6,90) ^{1,4}	87,80(8,60) ¹	86,80(14,20) ²
IAF	82,10(11,20) ^{2,3}	89,40(6,40) ^{c,1}	91,70(8,80) ¹	85,00(13,70)
RA	83,30(13,10) ²	93,90(7,10) ^{b,1}	88,70(9,50)	86,00(12,60)
Menor ângulo do tornozelo (graus)				
Controle	83,60(12,60)	81,60(12,70)	84,20(3,20)	83,00(16,50)
IAF	83,10(5,20)	84,70(7,00) ^c	90,30(12,50)	86,00(12,30)
RA	84,20(20,90)	80,90(15,40) ^b	80,40(10,40)	83,70(13,60)
Pico de velocidade angular do tronco (graus/s)				
Controle	115,4(29,66)	96,23(21,76)	100,7(33,63)	108,7(30,44)
IAF	98,97(39,03)	101,2(10,80) ⁴	93,33(37,21) ⁴	123,5(31,90) ^{2,3}
RA	112,9(54,69)	87,80(36,86)	92,36(7,94)	115,2(61,61)
Pico de velocidade angular do quadril (graus/s)				
Controle	299,1(70,70) ^c	226,2(49,90)	256,7(55,50) ^c	253,7(60,80)
IAF	281,1(73,80)	266,7(74,20) ^c	229,3(50,80)	227,7(38,00)
RA	236,4(88,80) ^{a,2}	191,5(52,00) ^{b,1}	212,6(19,20) ^a	209,8(92,80)
Pico de velocidade angular do joelho (graus/s)				
Controle	580,3(45,30) ^{2,3,4}	544,5(54,70) ¹	557,3(42,30) ¹	564,0(49,80) ¹
IAF	586,9(47,7) ^{2,3}	552,1(24,5) ¹	512,0(54,4) ^{c,1,4}	569,5(71,5) ³
RA	572,1(76,90) ²	532,9(82,60) ¹	561,3(28,60) ^b	558,1(64,10)
Pico de velocidade angular do tornozelo (graus/s)				
Controle	471,3(31,40) ³	443,9(53,50)	438,2(36,70) ¹	458,1(42,40)
IAF	449,2(79,20)	440,9(50,40)	443,9(46,30) ^c	456,9(71,40)
RA	445,9(57,00) ²	416,0(39,20) ^{1,4}	431,8(43,5) ^b	459,0(55,00) ²
Menor velocidade angular do tronco (graus/s)				
Controle	-141,1(-54,20)	-118,6(-61,99)	-109,7(-33,34)	-116,6(-24,40)
IAF	-136,1(-36,90)	-128,8(-48,10)	-105,0(-29,57) ⁴	-142,6(-56,90) ³
RA	-144,2(-58,50) ³	-117,6(-55,15)	-115,1(-24,16) ¹	-134,0(-78,20)

Tabela 6. Mediana e Amplitude Interquartis (AIQ) das variáveis cinemáticas durante o SVCM nas condições e fases analisadas (*Continuação*).

Menor velocidade angular do quadril (graus/s)				
Controle	-476,9(-77,40) ^{2,3}	-406,7(-52,30) ¹	-414,8(-46,80) ¹	-435,0(-77,00)
IAF	-449,8(-66,80) ^{2,3,4}	-419,7(-46,90) ¹	-407,8(-77,10) ¹	-414,3(-82,40) ¹
RA	-461,1(-56,00) ^{2,4}	-412,7(-31,40) ¹	-425,8(69,10)	-413,3(-73,10) ¹
Menor velocidade angular do joelho (graus/s)				
Controle	-267,5(-56,40) ^{2,3}	-224,7(-70,10) ¹	-230,3(-93,50) ¹	-246,0(-68,70)
IAF	-255,8(-88,00) ³	-238,6(-102,7)	-214,8(-69,20) ¹	-238,8(-27,80)
RA	-242,5(-65,10) ²	-194,9(-62,90) ^{1,4}	-220,3(-46,70)	-226,1(-45,10) ²
Menor velocidade angular do tornozelo (graus/s)				
Controle	-82,69(-26,68)	-76,07(-30,05)	-80,46(-19,25)	-95,58(-31,46)
IAF	-87,20(-24,69) ³	-85,54(-32,13)	-72,66(-34,33) ¹	-83,13(-40,86)
RA	-74,17(-22,96)	-71,82(-16,55)	-77,97(-21,15)	-80,29(-19,91)

Diferença significativa (P<0.05) quando comparado com a condição: ^a controle, ^b IAF, ^c e RA. Diferença significativa (P<0.05) quando comparado com a fase: ¹ Pré, ² Pós, ³ Pós60 e ⁴ Pós24h.

Houve efeito de fase para as variáveis cinemáticas analisadas ($X^2_{4,15} < 27,68$; $d < 1,98$; $P < 0,03$). A amplitude angular do tronco foi maior na fase Pós24h em comparação com a fase Pós60 das condições IAF ($P = 0,04$) e RA ($P = 0,03$). A amplitude angular do quadril apresentou maiores valores na fase Pré em relação à fase Pós para a condição Controle ($P < 0,0001$). Para a mesma variável, a fase Pré demonstrou maior amplitude quando comparada às fases Pós e Pós24h na condição IAF ($P < 0,04$) e em comparação com todas as fases pós na condição RA ($P < 0,01$), sugerindo que a amplitude do quadril foi afetada pelo exercício indutor de fadiga. A amplitude angular do joelho foi maior na fase Pré quando comparada às fases Pós ($P = 0,0008$) e Pós60 ($P = 0,02$). Na condição IAF, para esta mesma variável, a fase Pré apresentou maior amplitude em comparação às fases Pós ($P = 0,002$) e Pós60 ($P < 0,0001$). Além disto a amplitude na fase Pós60 foi menor quando comparada à fase Pós24 ($P = 0,04$) demonstrando que a utilização da crioterapia recuperou a amplitude de movimento nessa articulação durante a condição realizada. Por fim, durante a condição RA, a amplitude angular do joelho foi maior na fase Pré quando comparada à fase Pós ($P < 0,0001$). No entanto, a fase Pós24h apresentou maiores

valores quando comparada à fase Pós ($P=0,0008$). Desta forma, a realização de recuperação ativa também auxiliou na recuperação da amplitude de movimento nessa articulação para a condição realizada.

A amplitude angular do tornozelo foi maior na fase Pré quando comparada à fase Pós ($P=0,0008$), a qual foi também menor quando comparada à fase Pós24h ($P=0,04$) durante a condição Controle. Na condição IAF foi verificada maior amplitude na fase Pré em relação à fase Pós ($P=0,04$). Além disto, na condição RA, a fase Pré apresentou maior amplitude em comparação à fase Pós ($P=0,004$), a qual foi menor quando comparada à fase Pós24h ($P=0,0005$) demonstrando que para esta condição, a realização de recuperação ativa auxiliou na recuperação da amplitude de movimento do tornozelo. A articulação do joelho apresentou menor angulação na fase Pré quando comparada às fases Pós ($P<0,0001$) e Pós60 ($P=0,01$) na condição Controle. Além disto, a fase Pós24h teve uma menor angulação em relação à fase Pós ($P=0,02$). Na condição IAF foi verificado que durante a fase Pré foi atingido um menor ângulo durante o agachamento quando comparado às fases Pós ($P=0,0002$) e Pós60 ($P<0,0001$), portanto, após 24 horas, a aplicação de gelo recuperou a profundidade de agachamento durante a fase excêntrica do salto. Por fim, durante a condição RA, a fase Pré demonstrou menor angulação durante o agachamento quando comparada à condição Pós ($P<0,0001$).

Houve efeito das fases ($X^2_{4,15}<24,20$; $d<1,85$; $P<0,03$) nas variáveis relacionadas às velocidades angulares (pico de velocidade angular e menor velocidade angular das articulações analisadas). O pico de velocidade do tronco foi maior ($P=0,01$) na fase Pós24h quando comparado à fase Pós para a condição RA. O pico de velocidade do joelho foi maior na fase Pré em relação as demais fases na condição Controle ($P<0,01$). Além disto, a fase Pós24h foi maior ($P=0,01$) quando comparada à fase Pós na mesma sessão realizada. O pico de velocidade angular do tornozelo foi maior na fase Pós24h em comparação à fase Pós na condição RA ($P=0,0008$), demonstrando eficácia da aplicação de gelo na velocidade angular do tornozelo. A menor velocidade angular do joelho foi menor ($P<0,001$) na fase Pós60 quando comparada à fase Pré, sugerindo que além de afetar variáveis cinéticas relacionadas a velocidade, tal método também pode influenciar variáveis

cinemáticas, como a velocidade do movimento da articulação nas fases do salto. Na figura abaixo, foi apresentada uma figura referente aos resultados da escala de percepção de dor (*Visual Analog Scale*) e Percepção Subjetiva de Esforço (PSE).

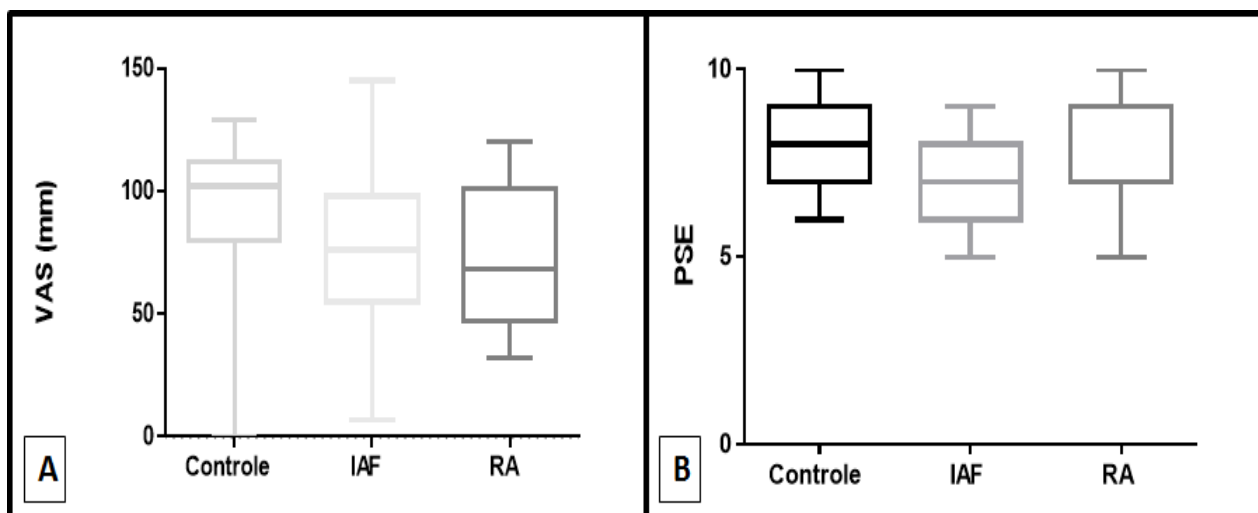


Figura 11. Painel A: Dados referentes a diferença na VAS entre os momentos Pós24h e Pré de cada condição realizada. **Painel B:** Dados referentes a PSE entre as condições analisadas. *Diferença significativa ($P < 0.05$).

Não houve efeito ($H(3) < 4,64; P > 0,05$) das condições para a escala de Percepção de Dor (VAS). Foi adotada a diferença entre as fases Pós24h e Pré (Pós24h-Pré) para verificar a ocorrência de dano muscular, uma vez que esta escala é um indicativo para tal fenômeno. Foi verificado efeito das fases ($X^2_{3,15} = 30,00; d < 2,07; P < 0,0001$) para a variável analisada. A percepção de dor na fase Pré (Md=10,20; AIQ=12,00mm) foi menor ($P < 0,007$) em comparação às fases Pós (Md=137,00; AIQ=31,00mm) e Pós24h (Md=109,00; AIQ= 45,00) durante a condição Controle. Na condição IAF, a fase Pré (Md=3,0; AIQ=20,00) foi menor ($P < 0,01$) em relação às fases Pós (Md=135,00; AIQ=17,00) e Pós24h (Md=89,00; AIQ=27,00). Além disto, a fase Pós24h apresentou menor valor na escala quando comparada à fase Pós ($P < 0,01$) demonstrando uma diminuição da dor percebida durante a condição realizada. Por fim, na condição RA, a fase Pré (Md=6,0; AIQ=27,00) apresentou menores valores ($P < 0,01$) quando comparada à fase Pós (Md=135,00; AIQ=16,00) e Pós24h (Md=86,90; AIQ=35,00).

Não houve efeito de condições ($H(3)=5,50$; $P=0,06$) para a Percepção Subjetiva de Esforço. O lactato sanguíneo, apresentou diferenças entre as fases Pré e Pós na condição Controle ($P<0,0001$), IAF ($P<0,0001$) e RA ($P<0,0001$), na qual a fase Pré foi menor quando comparada à fase Pós. Como a concentração de lactato é um indicador de fadiga muscular, sugerimos que o EIDM gerou fadiga nos participantes. A figura 12 apresentou os dados referentes a esta variável nas condições realizadas.

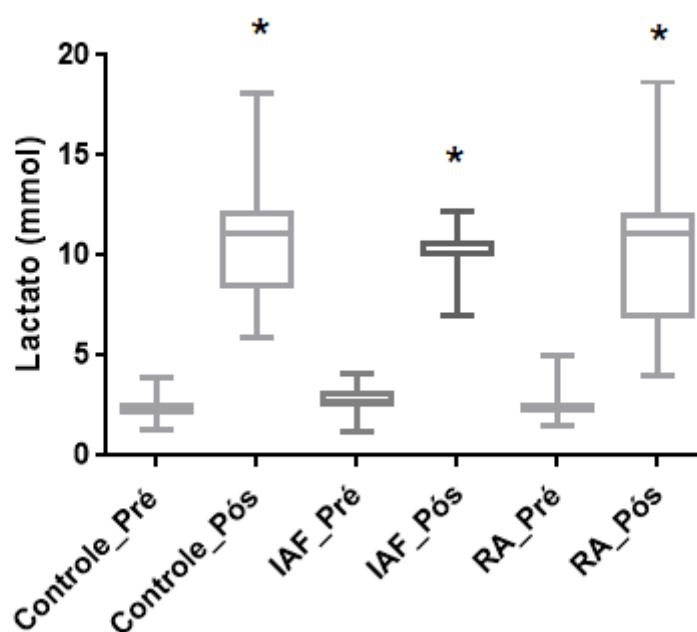


Figura 12. Dados referentes a concentração de lactato sanguíneo. *Diferença entre a fase Pré para a mesma condição.

4.3 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar o efeito da crioterapia e da recuperação ativa no desempenho cinético e cinemático do SVCM após protocolo de fadiga e dano muscular. Não foram encontradas diferenças entre as condições analisadas para as variáveis cinéticas adotadas no estudo. No entanto, foram

verificadas interações entre as fases, demonstrando efeito da realização do exercício de fadiga. A altura do salto vertical apresentou efeito entre as condições analisadas. Na fase Pós60, a RA apresentou maior altura quando comparada à condição IAF na mesma fase. Além disto, as fases que envolveram Pós-teste (Pós, Pós60 e Pós24h) apresentaram piores desempenhos para a elevação do centro de massa em comparação à fase Pré. Desta forma, sugere-se que a atividade adotada como protocolo de fadiga e dano muscular causou danos à performance dos participantes e que a IAF pode influenciar o desempenho na altura de salto quando ocorrer um intervalo curto entre a imersão e a atividade principal. Segundo Nicol (1996), em condições de fadiga, a sensibilidade do reflexo de estiramento é afetada e, assim, contribui para o decréscimo na altura de salto. Nesse estudo, foi verificado que a altura de salto diminuiu após exercício prolongado que envolveu o ciclo alongamento – encurtamento.

A tarefa escolhida para gerar fadiga e dano muscular no presente estudo foi o afundo. Este exercício foi escolhido por conta de sua grande carga excêntrica durante a fase de agachamento. Segundo Clarkson e Hubbal (2002), exercícios que possuem uma grande carga excêntrica facilitam a ocorrência dos processos inflamatórios dentro do músculo e, conseqüentemente, o dano muscular. Como indicador de dano, foi aplicada uma escala de percepção de dor (VAS). Segundo Mattacola *et al.* (1997), a VAS é uma medida subjetiva que pode ser aplicada para analisar a intensidade da dor muscular tardia, a qual é caracterizada por dor, perda de amplitude de movimento, de força e da presença de edema. No entanto, segundo os autores, é necessária uma familiarização dos sujeitos com a escala, antes de sua aplicação.

No presente estudo, os indivíduos foram familiarizados com a escala antes dos procedimentos experimentais. Foi encontrado que a VAS não diferiu entre as condições realizadas, mas apresentou menor valor na fase Pré em comparação aos outros momentos analisados em cada condição. Portanto, foi sugerido que o exercício adotado contribuiu para o possível aparecimento de dano muscular e, conseqüentemente, na queda de desempenho. Por outro lado, os protocolos adotados como métodos de recuperação pós-exercício parecem não ter sido apropriados para induzir a recuperação em outros parâmetros ligados à altura do

salto vertical quando comparada à condição Controle, como por exemplo, nas variáveis cinéticas analisadas.

O decréscimo nos valores de Taxa de Desenvolvimento de Força, Pico de Força Concêntrica, Pico de força Excêntrica e Tempo para o Pico de Força Concêntrica podem estar relacionados a aplicação dos protocolos relacionados à recuperação pós-exercício. De acordo com Kimura (1997), a diminuição da temperatura muscular induzida pela crioterapia pode inibir a interação das pontes cruzadas e prejudicar a geração de tensão pelo músculo. O autor também afirma que fibras do tipo II são mais suscetíveis à esta inibição. Em outro estudo, Mattacola (1993) verificou que após imersão em água fria e gelo por 20 minutos, a força, o pico de torque, a potência média e o trabalho nos flexores plantares do tornozelo diminuíram.

Segundo Cochrane (2004), o resfriamento dos tecidos por conta da aplicação de gelo diminui a velocidade dos impulsos nervosos, ocorrendo um decréscimo na taxa de disparo dos fusos musculares, além de respostas reflexas. Tal consequência da aplicação de gelo é ainda acentuada em tarefas que envolvem força explosiva e rápido recrutamento de unidades motoras, tal como o salto vertical (DOWLING; VAMOS, 1993). Em outro estudo, Vieira *et al.* (2013) foram ao encontro destes resultados ao verificar que a frequência mediana em análise eletromiográfica foi menor em músculos de membros inferiores após a aplicação de gelo.

No presente estudo, durante a condição IAF, todas as fases apresentaram maior pico de força quando comparada à fase Pós60. Desta forma, os resultados do presente estudo corroboram com os resultados relacionados à influência da crioterapia na geração de força. Após a aplicação de gelo, o desempenho no salto não foi maior quando comparado ao momento logo após o protocolo de dano muscular. Em contrapartida, a fase Pós24 apresentou maior pico de força do que a fase Pós (IAF). Portanto, foi sugerido que após uma queda na capacidade de produzir força devido aos efeitos da imersão em água fria e gelo, há uma recuperação desta capacidade 24 horas após o exercício.

De acordo com Dowling e Vamos (1993), altos picos de força durante o salto foram necessários, porém não suficientes para prever a performance, a qual foi predita pela potência. Segundo os autores, a potência indica o quão efetiva é a

energia transferida entre os segmentos corporais durante o movimento. No presente estudo, a potência média apresentou maiores valores na fase Pré quando comparadas às fases de pós-teste nas condições Controle e RA. Desta forma, a RA não influenciou na recuperação desta variável. No estudo de Spencer *et al.* (2006), a realização de recuperação ativa piorou o desempenho em *sprints* de 2 segundos no cicloergômetro. Além disto, segundo os autores, a RA diminuiu as concentrações de fosfocreatina (PCr), demonstrando que este tipo de recuperação pode influenciar na manutenção de substratos energéticos predominantes em atividades que requerem potência muscular. No entanto, durante a condição IAF, esta variável voltou aos valores do *baseline* após 24 horas (Pós24h). Desta forma, apesar do efeito prejudicial da crioterapia na produção de força e recrutamento de unidades motoras rápidas, nota-se que os indivíduos analisados utilizaram diferentes estratégias para a realização do salto quando a geração de tensão muscular é comprometida.

As variáveis temporais do salto vertical também sofreram influência da fadiga e dos métodos recuperativos. O pico de velocidade na fase concêntrica foi maior na fase Pré quando comparado à fase Pós na condição RA, demonstrando efeito da fadiga após o EIDM. Segundo Smillios (1998), a fadiga exerce maior influência em movimentos de alta velocidade, como o salto vertical, devido a maior suscetibilidade das fibras do tipo II à fadiga. Além disto, durante a condição IAF, a fase Pré teve maior valor quando comparada a fase Pós60. Isto pode ser explicado pelo efeito prejudicial do gelo no recrutamento de unidades motoras. Os resultados do presente estudo corroboram com os resultados de Vieira *et al.* (2013), os quais verificaram que atividades dinâmicas e que envolvem maiores velocidades, como em tarefas que apresentam contrações concêntricas são mais afetadas pelos efeitos inibitórios do gelo quando comparados com exercícios predominantemente isométricos.

Poucos estudos têm abordado sobre o efeito da fadiga em variáveis cinemáticas na realização do salto vertical. Rodacki, Fowler e Bennett (2001) verificaram que após fadiga induzida por saltos contínuos máximos, o ângulo de flexão dos joelhos e o pico de velocidade angular no fim da fase concêntrica diminuíram. Segundo os autores, mesmo em condições de fadiga, o padrão de ativação muscular se mantém proximo-distal, ou seja, ocorrem poucas diferenças na participação entre os segmentos corporais quando comparados à condições sem

existência de fadiga. No presente estudo, não foi verificado efeito de condição (IAF, RA e Controle), no entanto, foi verificado efeito de fase nas variáveis angulares.

A amplitude angular do quadril foi maior na fase Pré quando comparada às fases de pós-teste (Pós60 e Pós24h), em todas as condições analisadas (IAF, RA e Controle). Segundo Lees *et al.* (2004), a articulação do quadril possui uma relação linear com a altura de salto. De fato, no presente estudo, a altura verificada durante a fase Pré foi maior quando comparada as fases de pós-teste, acompanhando o comportamento da amplitude do quadril em condições de fadiga. Tais resultados vão ao encontro dos resultados de Vanrentherghem *et al.* (2004), os quais verificaram que a maior amplitude do quadril também acarreta em maior amplitude de contramovimento e, conseqüentemente, em maior altura de salto.

Os métodos de recuperação adotados (IAF e RA) influenciaram a recuperação da amplitude angular da articulação do joelho. Em ambas as condições, a fase Pós24h apresentou maiores valores quando comparadas com fases realizadas logo após o EIDM. De acordo com Gill, Beaven e Cook (2006), por causa da influência sobre a circulação sanguínea, a RA induz à mudanças no fluxo sanguíneo e conseqüentemente ao aumento de amplitude de movimento. Segundo Pastre *et al.* (2009), um dos efeitos da aplicação de gelo é a recuperação da amplitude de movimento de uma articulação ou segmento após fadiga. Além disto, a capacidade deste método de recuperação auxiliar na prevenção de traumas musculoesqueléticos e auxiliar na diminuição de processos inflamatórios e dor muscular tardia, pode ter auxiliado na recuperação da amplitude da articulação analisada. No entanto, a profundidade de agachamento foi influenciada pelo EIDM.

O menor ângulo da articulação do joelho na fase excêntrica do salto, correspondente à profundidade de agachamento durante o contramovimento, aumentou (menor agachamento) após a realização do exercício de afundo quando comparado aos valores notados na fase Pré. Os resultados foram ao encontro do estudo de Gheller *et al.* (2014), os quais verificaram que maiores flexões do joelho na fase de agachamento (<90°) resultaram em maiores alcances do centro de massa durante o salto. Segundo Salles, Baltzopoulos e Rittweger (2011), a profundidade do agachamento está relacionada com uma maior excitação neuromuscular e ativação de músculos biarticulares. No entanto, um dos efeitos da

fadiga e dano muscular em tarefas de potência, tal como no salto vertical, é a menor sensibilidade dos fusos musculares e a alteração de tensão exercida por músculos biarticulares, o que pode ter influenciado a capacidade dos indivíduos em realizar uma maior amplitude de contramovimento com o intuito de atingir maiores alturas durante o salto.

A articulação do tornozelo apresentou maior amplitude na fase Pré quando comparada às fases de pós-teste nas condições realizadas. No entanto, na fase Pós24h da condição RA, ocorreu uma recuperação da amplitude aos valores relacionados ao *baseline*. De fato, Papaiakovou (2013) após analisar parâmetros cinemáticos do salto vertical entre indivíduos com boa e ruim dorsiflexão do tornozelo, notou que maiores amplitudes dessa articulação estão relacionadas com maiores alturas alcançadas durante o salto. Pouco se sabe sobre o efeito da RA em variáveis cinemáticas em atividades de potência, uma vez que o principal efeito deste tipo de exercício é a remoção do lactato sanguíneo e aumento da acidose intracelular. Gill, Beaven e Cook (2006) verificaram que após pedalar por 7 minutos em um cicloergômetro, a concentração de CK (Creatina Quinase), indicador de dano muscular, diminuiu em jogadores de rugby de elite. Desta forma, sugere-se que por conta de seu possível efeito em processos inflamatórios, a RA contribuiu para a recuperação da amplitude de movimento do tornozelo.

O pico de velocidade angular e a menor velocidade angular (verificada durante a fase excêntrica) sofreram influência da fadiga após o EIDM. Foram encontradas diferenças entre as fases pós-teste, as quais foram menores, quando comparada aos valores obtidos na fase Pré nas variáveis relacionadas ao pico de velocidade das articulações do joelho e tornozelo e as menores velocidades angulares do tronco, quadril, joelho e tornozelo. Foi encontrada influência da imersão em água fria e gelo na fase Pós60 no pico de velocidade do joelho, menor velocidade do quadril e menor velocidade do joelho. Desta forma, sugere-se que assim como a aplicação de frio pode influenciar variáveis cinéticas, tal método também pode acarretar em mudanças cinemáticas relacionadas ao movimento realizado. Tais resultados vão ao encontro ao que foi verificado por Rodacki, Fowler e Bennett (2001), os quais afirmaram que o pico de velocidade angular é reduzido em condições de fadiga.

No presente estudo, foram levantadas duas hipóteses, a saber: (H₁) tanto a crioterapia como a recuperação ativa iriam melhorar os componentes cinemáticos e cinéticos do SVCM quando comparadas com a condição sem uso de métodos de recuperação (condição controle); e (H₂) a crioterapia seria mais eficaz como recuperação pós exercício quando comparada à recuperação ativa. No entanto, não foram encontradas diferenças para as variáveis analisadas entre as condições analisadas (Controle, IAF e RA). Desta forma, as duas hipóteses foram refutadas. A variabilidade de capacidades físicas entre os indivíduos também auxilia no entendimento dos resultados verificados no presente estudo. Segundo Rodano e Squadrone (2002), a maior fonte de variabilidade entre os dados no salto vertical pode ser atribuída à variância biológica entre os indivíduos.

A variância biológica entre os indivíduos associada às diferenças nas capacidades atléticas entre os participantes podem ter influenciado os resultados na comparação intra-grupo (dentro do próprio grupo). Segundo Kinugasa, Cerin e Hooper (2004), em pesquisas com atletas, um maior foco deve ser aplicado aos dados individuais para que a avaliação sobre o método de intervenção seja confiável. Além disto, de acordo com os autores, resultados apresentados por médias de grupo podem ser indicadores não-precisos do desempenho de certos indivíduos. Na presente dissertação, apesar de serem considerados atletas, os participantes tinham experiências distintas (de competições regionais até competições internacionais), o que contribui para a maior variabilidade dos dados. Além disto, foram encontradas grandes variações no número de séries realizadas durante o EIDM (Controle=21,67±11,08, Amplitude: 36,00; IAF=26,53±19,39, Amplitude: 55,00; RA=22,93±21,41, Amplitude: 86,00) Desta forma, sugere-se que estudos futuros abordem análises individuais para que a interpretação do efeito de um método de intervenção esteja relacionado com o desempenho singular do atleta. Um exemplo na interferência das análises realizadas em médias de grupos, no presente estudo, foi a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) dos participantes. Apesar de não serem verificadas diferenças entre as condições analisadas, os dados individuais apontaram uma tendência dos participantes relatarem menor PSE (60% dos indivíduos) após sessões que envolveram a Imersão em Água Fria e Gelo.

Outro fator que pode ter influenciado os resultados no presente estudo foi a

especificidade esportiva dos participantes. Fizeram parte do estudo 11 atletas de atletismo (com experiência em provas de potência) e 4 atletas de handebol. Apesar de ambas modalidades apresentarem a habilidade motora de salto, o nível do treinamento e o período competitivo relativo à cada atleta podem ter influenciado nos processos de recuperação. Desta forma, a participação de atletas de diferentes esportes e o número de atletas participantes ($n=15$), possivelmente, seriam as principais limitações do estudo. Kollias *et al.* (2001) verificaram que atletas de diferentes modalidades não possuíam diferenças temporais no salto vertical, no entanto, atletas de voleibol e de atletismo apresentaram maiores componentes de força vertical. Porém, a comparação entre modalidades não foi o enfoque da presente dissertação.

4.4 CONCLUSÃO

Não houve diferenças entre as condições com uso de métodos de recuperação pós-exercício (IAF e RA) e a condição Controle para as variáveis cinéticas e cinemáticas. Assim, foram refutadas as hipóteses que apontaram maior eficiência da aplicação de gelo na recuperação de variáveis cinéticas e cinemáticas em comparação à realização de recuperação ativa e à condição Controle. Foi sugerido que o protocolo adotado para induzir a fadiga e o dano muscular resultou no decréscimo de desempenho e que os métodos de recuperação (Imersão em água fria e gelo e Recuperação Ativa) não foram eficazes para induzir a recuperação em relação aos valores encontrados na condição Controle e antes da fadiga. No entanto, foi verificado efeito de fase, decorrente da manipulação da fadiga, na cinética e na cinemática do desempenho do SVCM. Ademais, apesar dos efeitos da fadiga na cinética e na cinemática do SVCM, a IAF recuperou a amplitude de movimento no joelho, a qual é determinante para a realização do salto, enquanto que a RA recuperou a amplitude angular no tornozelo. Portanto, é possível que, em situações em que a fadiga não provoque a exaustão, diferente do que ocorreu no presente estudo, os métodos de IAF e RA poderiam auxiliar de maneira mais efetiva na recuperação da técnica de movimento do salto vertical. Logo, foi sugerido que diferentes intensidades e exercícios que promovam a fadiga sejam testados no desempenho do SVCM. Além disto, foi sugerido que sejam analisados novos

métodos de recuperação no desempenho SVCM, mas com análises individualizadas para identificar a susceptibilidade de cada atleta em relação ao método de recuperação realizado.

5 REFERÊNCIAS

ANDERSON, F.C.; PANDY, M.G. Storage and utilization of elastic strain energy during jumping. **Journal of Biomechanics**, v.26, n.12, p.1413-1427, 1993.

ANDERSSON, H.T. et al. Neuromuscular fatigue and recovery in elite female soccer: effects of active recovery. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.40, n.2, p.372-380, 2008.

ANDRADE, R.M. et al. Contribuição dos parâmetros biomecânicos para o desempenho de saltos verticais de jogadoras de basquetebol. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v.26, n.2, p.181-192, 2012.

ARENAS, A.; RAMOS, C.; FERNÁNDEZ-ARGÜELLES, L. Utilización de la crioterapia en el ámbito desportivo. **Revista Digital Deportiva**, n.1, p.17-23, 2005.

ARMSTRONG, L.E. et al. Whole-body cooling of hyperthermic runners: comparison of two field therapies. **The American Journal of Emergency Medicine**, v.14, n.4, p.355-358, 1996.

BAILEY, D.M. et al. Influence of cold-water immersion on índices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.11, p.1163-1170, 2007.

BARNETT, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. Does it help? **Sports Medicine**, v.36, n.9, p.781-796, 2006.

BARONI, B.M. et al. Efeito da crioterapia de imersão sobre a remoção do lactato sanguíneo após exercício. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.12, n.3, p.179-185, 2010.

BERMUDEZ, G.; FÁBRICA, G. Determinant factors of efficiency when the counter movement jump is performed in acute fatigue. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.16, n.3, p.316-324, 2014.

BIGLAND-RITCHIE, B.; WOODS, J.J. Changes in muscle contractile properties and neural control during human muscular fatigue. **Muscle & Nerve**, v.7, p.91-99, 1984.

BLACHE, Y.; MONTEIL, K. Influence of lumbar spine extension on vertical jump height during maximal squat jumping. **Journal of Sports Sciences**, v.32. n.7, p.642-651.

BLEAKLEY, C.; COSTELLO, J.; GLASGOW, P. Should athletes return to sport after applying ice? A systematic review of the effect of local cooling on functional performance. **Sports Medicine**, v.42, n.1, p.69-87, 2012.

BOBBERT, M.F. et al. Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. **Journal of Applied Physiology**, v.105, p.1428-1440, 2008.

BOBBERT, M.F.; CASIUS, L.J. Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.37, n.3, p.440-446, 2005.

BOBBERT, M.F.; CASIUS, R.; KISTEMAKER, D.A. Humans make near-optimal adjustments of control to initial body configuration in vertical squat jumping. **Neuroscience**, v.237, p.232-242, 2013.

BOGDANIS, G.C. et al. Effects of active recovery on power output during repeated maximal sprint cycling. **European Journal of Applied Physiology**, v.74, p.461-469, 2006.

BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.5, p.377-381, 1982.

BRACIC, M. et al. An investigation of the influence of bilateral deficit on the countermovement jump performance in elite sprinters. **Kinesiology**, v.42, n.1, p.73-81, 2010.

CATLAW, K.; ARNOLD, B.L.; PERRIN, D.H. Effect of cold treatments on the concentric and eccentric force velocity relationship of the quadriceps. **Isokinetic and Exercise Science**, v.5, p.157-160, 1996.

CHOI, D. et al. Effect of passive and active recovery on the resynthesis of muscle glycogen. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.26, n.8, p.992-996, 1994.

CLARKSON, P.M.; HUBAL, M.J. Exercise-induced muscle damage in humans. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v.81, p.52-69, 2002.

COCHRANE, D.J. Alternating hot and cold water immersion for athlete recovery: a review. **Physical Therapy in Sport**, v.5, p.26-32, 2004.

COH, M. et al. Biodynamic characteristics of vertical and drop jumps. **Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis**, v.17, p.24-36, 2011.

CORVINO, R.B. et al. Taxa de desenvolvimento de força em diferentes velocidades de contrações musculares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n.6, p.428-431, 2009.

CROSS, K.M.; WILSON, R.W.; PERRIN, D.H. Functional performance following an ice immersion to the lower extremity. **Journal of Athletic Training**, v.31, n.2, p.113-116, 1996.

CROWLEY, G.C. et al. Effects of cooling the legs on performance in a standard Wingate anaerobic power test. **British Journal of Sports Medicine**, v.25, n.4, 1991.

DAL PUPO, J. et al. Stiffness, intralimb coordination, and joint modulation during a continuous vertical jump test. **Sports Biomechanics**, v.12, n.3, p.259-271, 2013.

DAL PUPO, J.; DETANICO, D.; SANTOS, S.G. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.14, n.1, p.41-51, 2012.

DOMINGUES, M.L.P. Cryotherapy and its correlates to functional performance. A brief preview. **Sports Science Review**, v.23, n.3-4, p.229-254, 2013.

DOMIRE, Z. J.; CHALLIS, J.H. An induced energy analysis to determine the mechanism for performance enhancement as a result of arm swing during jumping. **Sports Biomechanics**, v.9, n.1, p.38-46, 2010.

DOMIRE, Z.J.; CHALLIS, J.H. The influence of squat depth on maximal vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.2, p.193-200, 2007.

DOURIS, P. et al. Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.17, n.3, 2003.

DOWLING, J.J.; VAMOS, L. Identification of kinetic and temporal factors related to vertical jump performance. **Journal of Applied Biomechanics**, v.9, p.95-110, 1993.

DUPONT, G. et al. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.36, n.2, p.302-308, 2004.

ESTON, R.; PETERS, D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. **Journal of Sports Sciences**, v.17, p.231-238, 1999.

FELTNER, M.E.; FRASCHETTI, D.J.; CRISP, R.J. Upper extremity augmentation of lower extremity kinetics during countermovement vertical jumps. **Journal of Sports Sciences**, v.17, p.449-466, 1999.

FELTNER, M.E.; MacRAE, P.G. Time course of changes in novice jumpers countermovement vertical jump performance. **Perceptual and Motor Skills**, v.112, n.1, p.228-242, 2011.

FELTNER, M.E.; BISHOP, E.J.; PEREZ, C.M. Segmental and kinetic contributions in vertical jumps performed with and without an arm swing. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.75, n.3, p.216-230, 2004.

FERRAGUT, C. et al. Predicción de la altura de salto vertical. Importancia del impulso mecánico y de la masa muscular de las extremidades inferiores. **Revista Motricidad**, v.10, p.7-22, 2003.

FERRARI, H.G. et al. Efeito de diferentes métodos de recuperação sobre a remoção de lactato e desempenho anaeróbio de futebolistas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.19, n.6, p.423-426, 2013.

FLORÍA, P.; HARRISON, A.J. Ground reaction force differences in the countermovement jump in girls with different levels of performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.84, p.329-335, 2013.

FREITAS, V.H. et al. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.13, p.571-579, 2014.

GHELLER, R.G. et al. Effect of different knee starting angles on intersegmental coordination and performance in vertical jumps. **Human Movement Science**, v.42, p.71-80, 2015.

GHELLER, R.G. et al. Effect of squat depth on performance and biomechanical parameters of countermovement vertical jump. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.16, n.6, p.658-668, 2014.

GILL, N.D.; BEAVEN, C.M.; COOK, C. Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. **Br. J. Sports Med.**, v.40, p.260-263, 2006.

GLESSON, M. et al. Hematological and acute-phase responses associated with delayed-onset muscle soreness in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v.71, n.2, p.137-142, 1995.

GONZÁLEZ-BADILLO, J.J.; MARQUES, M.C. Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.12, p.3443-3447, 2010.

GOODALL, S.; HOWATSON, G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.7, p.235-241, 2008.

GOROSTIAGA, E.M. et al. Vertical jump performance and blood ammonia and lactate levels during typical training sessions in elite 400-m runners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.4, p.1138-1149, 2010.

GUTIÉRREZ-DÁVILA, M. et al. Contribución segmentaria en los saltos con contramovimiento en vertical y em horizontal. **RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte**, v.38, n.10, p.289-304, 2014.

HARA, M. et al. A comparison of the mechanical effect of arm swing and countermovement on the lower extremities in vertical jumping. **Human Movement Science**, n.27, p.636-648, 2008.

HARA, M. et al. The effect of arm swing on lower extremities in vertical jumping. **Journal of Biomechanics**, v.39, p.2503-2511, 2006

HART, J.M.; LEONARD, J.L.; INGERSOLL, C.D. Single-leg landing strategy after knee-joint cryotherapy. **Journal of Sports Rehabilitation**, v.14, p.313-320, 2005.

HATZE, H. Validity and reliability of methods for testing vertical jumping performance. **Journal of Applied Biomechanics**, v.14, p.127-140, 1998.

HERRERA, E. et al. Effect of walking and resting after three cryotherapy modalities on the recovery of sensory and motor nerve conduction velocity in healthy subjects. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.15, n.3, p.233-240, 2011.

HEYMAN, E. et al. Effects of four recovery methods on repeated maximal rock climbing performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.41, n.6, p.1303-1310, 2009.

HOUGHTON, L.; DAWSON, B. Short report: recovery of jump performance after a simulated cricket batting innings. **Journal of Sports Sciences**, v.30, n.10, p.1069-1072, 2012.

HUGHES, G.; WATKINS, J. Lower limb coordination and stiffness during landing from volleyball block jumps. **Research in Sports Medicine**, v.16, n.2, p.138-154, 2008.

ISABELL, W.K. et al. The effects of ice massage, ice massage with exercise, and exercise on the prevention and treatment of delayed onset muscle soreness. **Journal of Athletic Training**, v.27, n.3, p.208-217, 1992.

JARIC, S.; RISTANOVIC, D.; CORCOS, D.M. The relationship between muscle kinetic parameters and kinematic variables in a complex movement. **European Journal of Applied Physiology**, v.59, p.370-376, 1989.

KANLAYANAPHOTPOR, R.; JANWANTANAKUL, P. Comparison of skin surface temperature during the application of various cryotherapy modalities. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.86, n.7, p.1411-1415, 2005.

KIMURA, I.F.; GULICK, D.T.; THOMPSON, G.T. The effect of cryotherapy on eccentric plantar flexion peak torque and endurance. **Journal of Athletic Training**, v.32, n.2, p.124-126, 1997.

KINUGASA, T.; CERIN, E.; HOOPER, S. Single-subject research designs and data analyses for assessing elite athletes' conditioning. **Journal of Sports Medicine**, v.34, n.15, p.1035-1050, 2004.

KNIGHT, K.L. **Crioterapia no tratamento das lesões esportivas**. 1ª edição brasileira. São Paulo: Manole, p.1-43, 2000.

KOLLIAS, I. et al. Using principal components analysis to identify individual differences in vertical jump performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.72, n.1, p.63-67, 2001.

KOPPER, B.; URECZKY, D.; TIHANYI, J. Trunk position influences joint activation pattern and physical performance during vertical jumping. **Acta Physiologica Hungarica**, v.99, n.2, p.194-205, 2012.

LAFFAYE, G.; WAGNER, P.; TOMBLESON, T. Countermovement jump height: gender and sport-specific differences in the force-time variables. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.4, p.1096-1105, 2014

LAZARIDIS, S.N. et al. Biomechanical comparison in different jumping tasks between untrained boys and men. **Pediatric Exercise Science**, v.25, p.101-113, 2013.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J., DE CLERCQ, D. The maximal and submaximal vertical jump: implications for strength and conditioning. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.787-791, 2004.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J.; DE CLERCQ, D. The energetics and benefit of an arm swing in submaximal and maximal vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**, v.24, n.1, p.51-57, 2006.

LEES, A.; VANRENTERGHEM, J.; DE CLERCQ, D. Understanding how an arm swing enhances performance in the vertical jump. **Journal of Biomechanics**, v.37, p.1929-1940, 2004.

LESS, A.; BARTON, G. The interpretation of relative momentum data to assess the contribution of the free limbs to the generation of vertical velocity in sports activities. **Journal of Sports Sciences**, v.14. n.6, p.503-511, 1996.

LINTHORNE, N.P. Analysis of standing vertical jumps using a force platform. **American Journal of Physics**, v.69, n.11, p.1198-1204, 2001.

LOPES, F.A.S. et al. The effect of active recovery on power performance during the bench press exercise. **Journal of Human Kinetics**, v.40, p.161-69, 2014.

LÓPEZ-GÓMEZ, J.M.; ELVIRA, J.L.L. Relevancia de la técnica de inmovilización de brazos en las variables cinéticas en el test de salto con contramovimiento. **Cultura_Ciencia_Deporte**, v.7, p.173-178, 2012.

LOTURCO, I. et al. Relationship between sprint ability and loaded/unloaded jump tests in elite sprinters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.3, p.758-764, 2015.

MACKALA, K. et al. Biomechanical analysis of squat jump and countermovement jump from varying starting positions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.10, p.2560-2661, 2013.

MACKENZIE, S.J.; LAVERS, R.J.; WALLACE, B.B. A biomechanical comparison of the vertical jump, power clean, and jump squat. **Journal of Sports Sciences**, v.32, n.16, p.1576-1585, 2014.

MANDIC, R.; JAKOVLJEVIC, S.; JARIC, S. Effects of countermovement depth on kinematic and kinetic patterns of maximum vertical jumps. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.25, n.2, p.265-272, 2015.

MARGINSON, V. et al. Comparison of the symptoms of exercise induced muscle damage after an initial and repeated bout of plyometric exercise in men and boys. **Journal of Applied Physiology**, v.99, p.1174-1181, 2005.

MARKOVIC, S. et al. Body size and countermovement depth confound relationship between muscle power output and jumping performance. **Human Movement Science**, v.33, p.203-210, 2014.

MATTACOLA, C.G. et al. A comparison of visual analog and graphic rating scales for assessing pain following delayed onset muscle soreness. **Journal of Sport Rehabilitation**, v.6, p.38-46, 1997.

MATTACOLA, C.G.; PERRIN, D.H. Effects of cold water application on isokinetic strength of the plantar flexors. **Isokinetics and Exercise Science**, v.3, p.152-159, 1993.

MAULDER, P.S.; BRADSHAW, E.J.; KEOGH, J. Jump kinetic determinants of sprint acceleration performance from starting blocks in male sprinters. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.5, p.359-366, 2006.

MEEUSEN, R.; LIEVENS, P. The use of cryotherapy in sports injuries. **Sports Medicine**, v.3, p.398-414, 1986.

MIKA, A. et al. Comparison of recovery strategies on muscle performance after fatiguing exercise. **American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation**, v.86, n.6, p.474-481, 2007.

MOIR, G.L.; GARCIA, A.; DWYER, G.B. Intersession reliability of kinematic and kinetic variables during vertical jumps in men and women. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.4, p.317-330, 2009.

MORAN, K.A.; WALLACE, E.S. Eccentric loading and range of knee joint motion effects on performance enhancement in vertical jumping. **Human Movement Science**, v.26, p.824-840, 2007.

MOURÃO, P.; GONÇALVES, F. A utilização dos membros superiores nos saltos verticais – estudo comparativo entre um salto sem contramovimento sem a utilização dos membros superiores e um salto sem contramovimento com a utilização dos membros superiores. **Revista de Desporto e Saúde**, v.4, n.4, p.23-28, 2008.

MYRER, J.W.; MEASOM, G.J.; FELLINGHAM, G.W. Exercise after cryotherapy greatly enhances intramuscular rewarming. **Journal of Athletic Training**, v.35, n.4, p.412-416, 2000.

NICOL, C. et al. Reduced stretch-reflex sensitivity after exhausting stretch-shortening cycle exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.72, p.401-409, 1996.

OHYA, T.; ARAMAKI, Y.; KITAGAWA, K. Effect of duration of active or passive recovery on performance and muscle oxygenation during intermittent sprint cycling exercise. **Internation Journal of Sports Medicine**, v.34, n.7, p.616-622, 2013.

OUERGUI, I. et al. Effects of recovery type after a kickboxing match on blood lactate and performance in anaerobic tests. **Asian Journal of Sports Medicine**, v.5, n.2, p.99-107, 2014.

PAPAIKOVOU, G. Kinematic and kinetic differences in the execution of vertical jumps between people with good and poor ankle joint dorsiflexion. **Journal of Sports Sciences**, v.31, n.16, p.1789-1796, 2013.

PASTRE, C.M. et al. Métodos de Recuperação Pós-Exercício: uma Revisão Sistemática. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n.2, p.138-144, 2009.

PETERS, B.T. et al. Limitations in the use and interpretation of continuous relative phase. **Journal of Biomechanics**, v.36, p.271-274, 2003.

PINHO-JÚNIOR, E.A. et al. Influence of cryotherapy on muscle damage markers in jiu-jitsu fighters after competition: a cross-over study. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v.7, n.1, p.7-12, 2014.

POINTON, M. et al. Cold application for neuromuscular recovery following intense lower-body exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.111, p.2977-2986, 2011.

PRITCHARD, K.A.; SALIBA, S.A. Should athletes return to activity after cryotherapy? **Journal of Athletic Training**, v.49, n.1, p.95-96, 2014.

PROKOPOW, P. The effects of muscle strengthening on neuro-musculo-skeletal dynamics in a squat jump: a simulation study. **Human Movement**, v.12, n.4, p.307-314, 2011.

QUINTANA, J.S.R. et al. Análisis de la capacidad de salto antes, durante y después de la competición em jugadores internacionales junior de baloncesto. **RYCIDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte**, v.6, n.21, p.311-321, 2010.

QUINZI, F. et al. Intra-limb coordination in karate kicking: Effect of impacting or not impacting a target. **Human Movement Science**, v.33, p.108-119, 2013.

RADENKOVIC, O.; STANKOVIC, M. Kinematic parameters differences between the countermovement jump (CMJ) and squat jump (SJ). **Research in Kinesiology**, v.40, n.2, p.257-261, 2012.

RASSIER, D.E; MacINTOSH, B.R.; HERZOG, W. Length dependence of active force production in skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v.86, n.5, p.1445-1457, 1999.

RICHENDOLLAR, M.L.; DARBY, L.A.; BROWN, T.M. Ice bag application, active warm-up, and 3 measures of maximal functional performance. **Journal of Athletic Training**, v.41, n.4, p.364-370, 2006.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E.; BENNETT, S.J. Multi-segment coordination: fatigue effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.7, p.1157-1167, 2001.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E.; BENNETT, S.J. Vertical jump coordination: fatigue effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.34, n.1, p.105-116, 2002.

RODANO, R.; SQUADRONE, R. Stability of selected lower limb joint kinetic parameters during vertical jump. **Journal of Applied Biomechanics**, v.18, p.83-89, 2002.

RUIZ, D.H. et al. Cryotherapy and sequential exercise bouts following cryotherapy on concentric and eccentric strength in the quadriceps. **Journal of Athletic Training**, n.28, v.4, p.320-323, 1993.

SAHLIN, K. et al. Lactate content and ph in muscle samples obtained after dynamic exercise. **Pflügers Archiv**, v.367, n.2, p.143-149, 1976.

SAIRYO, K. et al. Effects of active recovery under a decreasing work load following intense muscular exercise on intramuscular energy metabolism. **International Journal of Sports Medicine**, v.24, n.3, p.179-182, 2003.

SALLES, A.; BALZOPoulos, V.; RITTWEGER, J. Differential effects of countermovement magnitude and volitional effort on vertical jumping. **European Journal of Applied Physiology**, v.111, p.441-448, 2011.

SANTOS, W.O.C. et al. Cryotherapy post-training reduces muscle damage markers in jiu-jitsu fighters. **Journal of Human Sport and Exercise**, v.7, n.3, p.629-638, 2012.

SCHMID, S.; MOFFAT, M.; GUTIERREZ, G.M. Effect of knee joint cooling on the electromyographic activity of lower extremity muscles during a plyometric exercise. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.20, p.1075-1081, 2010.

SCHMITZ, R.J. et al. Lower-extremity biomechanics and maintenance of vertical jump height during prolonged intermittent exercise. **Journal of Sport Rehabilitation**, v.23, p.319-329, 2014.

SELLWOOD, K.L. et al. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. **British Journal of Sports Medicine**, v.41, p.392-397, 2007.

SHARMA, G.; NOOHU, M.M. Effect of ice massage on lower extremity functional performance and weight discrimination ability in collegiate footballers. **Asian Journal of Sports Medicine**, v.5, n.3, p.1-5, 2014.

SHETTY, A.B.; ETNYRE, B.R. Contribution of arm movement to the force components of a maximum vertical jump. **Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy**, v.11, n.5, p.198-201, 1989.

SKURVYDAS, A.; JASCANINAS, J.; ZACHOVAJEVAS, P. Changes in height of jump, maximal voluntary contraction force and low-frequency fatigue after 100 intermittent or continuous jumps with maximal intensity. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.169, p.55-62, 2000.

SMILLIOS, I. Effects of varying levels of muscular fatigue on vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.12, n.3, p.204-208, 1998.

SMITH, L.L. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.23, n.5, p.542-551, 1991.

SPENCER, M.D. et al. Metabolism and performance in repeated cycle sprints: active versus passive recovery. **Med. Sci. Sports. Exercise**, v.38, n.8, p.1492-1499, 2006.

STRUZIK, A.; ZAWADZKI, J. Leg stiffness during phases of countermovement and take-off in vertical jump. **Acta of Bioengineering and Biomechanics**, v.15, n.2, p.113-118, 2013.

TOMIOKA, M.; OWINGS, T.M.; GRABINER, M.D. Lower extremity strength and coordination are independent contributors to maximum vertical jump height. **Journal of Applied Biomechanics**, v.17, p.181-187, 2001.

TOMLIN, D.L.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**, v.31, n.1, 2001.

TWIST, C.; ESTON, R. The effects of exercise-induced muscle damage on maximal intensity intermittent exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, v.94, p.652-658, 2005.

UGRINOWITSCH, C. et al. Influence of training background on jumping height. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.3, p.848-852, 2007.

VANDERTHOMMEN, M.; MAKROF, S.; DEMOULIN, C. Comparison of active and electrostimulated recovery strategies after fatiguing exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.9, p.164-169, 2010.

VANRENTERGHEM, J. et al. Performing the vertical jump: Movement adaptations for submaximal jumping. **Human Movement Science**, v.22, p.713-727, 2004.

VIEIRA, A. et al. Cold modalities with different thermodynamic properties have similar effects on muscular performance and activation. **International Journal of Sports Medicine**, v.34, n.10, p.873-880, 2013.

WARREN, C.D. et al. Effect of three different between-inning recovery methods on baseball pitching performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.3, p.683-688, 2011.

WHITE, G.E.; WELLS, G.D. Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. **Extreme Physiology & Medicine**, v.26, n.2, p.2-26, 2013.

WINTER, D.A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2ª edição. Toronto-Ontario: Wiley-Interscience, p.166-189, 1990.

WOOLSTENHULME, M.T.; BAILEY, B.K.; ALLSEN, P.E. Vertical jump, anaerobic power, and shooting accuracy are not altered 6 hours after strength training in collegiate women basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.3, p.422-425, 2004.

YAMAUCHI, J.; ISHII, N. Relations between force-velocity characteristics of the knee-hip extension movement and vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.3, p.703-709, 2007.

ANEXO I

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“EFEITO DA CRIOTERAPIA E DA RECUPERAÇÃO ATIVA NA CINEMÁTICA E CINÉTICA DO SALTO VERTICAL APÓS FADIGA E DANO MUSCULAR”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo(a) para participar da pesquisa **“EFEITO DA CRIOTERAPIA E DA RECUPERAÇÃO ATIVA NA CINEMÁTICA E CINÉTICA DO SALTO VERTICAL APÓS FADIGA E DANO MUSCULAR”**, a ser realizada no laboratório de biomecânica, da Universidade Estadual de Londrina. O objetivo da pesquisa será analisar o efeito da crioterapia e da recuperação ativa na cinemática e cinética do salto vertical com contra-movimento (SVCM) após fadiga. Sua participação é muito importante e ela se daria da seguinte forma: Serão realizadas 7 sessões com três condições experimentais (CE). Será adotado um intervalo mínimo de 3 semanas entre as condições experimentais. A primeira sessão será destinada a familiarização com os procedimentos do estudo. Posteriormente, serão realizadas três condições experimentais (Sem método de recuperação, imersão em água fria e gelo e recuperação ativa). Durante as condições experimentais, será coletado o lactato sanguíneo (a partir de lactímetro). Atletas com lesão musculoesquelética não poderão participar do estudo. Esclarecemos que sua participação é totalmente voluntária, podendo o(a) senhor(a): recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Esclarecemos, também, que suas informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Esclarecemos, ainda, que o(a) senhor(a) não pagará e nem será remunerado(a) por sua participação. Garantimos, no entanto, que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação na pesquisa.

Os benefícios esperados são: fornecimento de informações sobre o melhor método para recuperação muscular e sua influência em movimentos técnicos e explosivos, como o salto vertical. Com relação aos riscos presentes no estudo: 1- Atletas que possuírem lesões abertas, como cortes, nos membros inferiores, não poderão realizar a imersão por causa do efeito adverso do gelo na cicatrização e 2- Em caso de lesões, acidentes ou traumas durante a realização da pesquisa, todo o encaminhamento e tratamento será custeado e de responsabilidade pelo autor da pesquisa. Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de mais esclarecimentos pode nos contatar (**Túlio Bernardo Macedo Alfano Moura; Rua Delaine Negro, 90; (43) 9909-2113; tuliobernardo@gmail.com**), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455 ou por e-mail: cep268@uel.br.

Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas devidamente preenchida, assinada e entregue ao(à) senhor(a).

Londrina, ___ de _____ de 2015.

Pesquisador Responsável

RG:: _____

_____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar **voluntariamente** da pesquisa descrita acima.

Assinatura (ou impressão dactiloscópica): _____

Data: _____

Obs.: Caso o participante da pesquisa seja menor de idade, o texto deve estar voltado para os pais e deve ser incluído ainda, campo para assinatura do menor e do responsável.