

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

CAROLINE TOSINI FELICISSIMO

**RESPOSTAS
NEUROMUSCULARES DE
MÚSCULOS DOS MEMBROS
INFERIORES DURANTE SALTOS
VERTICAIS EM ATLETAS DE
VOLEIBOL**

Campinas
2010

CAROLINE TOSINI FELICISSIMO

**RESPOSTAS
NEUROMUSCULARES DE
MÚSCULOS DOS MEMBROS
INFERIORES DURANTE SALTOS
VERTICAIS EM ATLETAS DE
VOLEIBOL**

Trabalho de Conclusão de Curso
(Graduação) apresentado à Faculdade de
Educação Física da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do
título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Carlos de Moraes

Campinas
2010

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA
PELA BIBLIOTECA FEF – UNICAMP**

F334r

Felicissimo, Caroline Tosini.

Respostas neuromusculares de músculos dos membros inferiores durante saltos verticais em atletas de voleibol / Caroline Tosini Felicissimo.

-

Orientador: Antonio Carlos de Moraes.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Salto vertical. 2. Voleibol. 3. Eletromiografia. I. Moraes, Antonio Carlos de. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

asm/fef

Título em inglês: Neuromuscular responses of the lower limb muscles during vertical jumping in volleyball athletes.

Palavras-chaves em inglês (Keywords): Vertical jump. Volleyball. Electromyography.

Data da defesa: 15/06/2010.

CAROLINE TOSINI FELICISSIMO

**RESPOSTAS NEUROMUSCULARES DE
MÚSCULOS DOS MEMBROS INFERIORES
DURANTE SALTOS VERTICAIS EM
ATLETAS DE VOLEIBOL**

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendido por Caroline Tosini Felicissimo e aprovado pela Comissão julgadora em: 15/06/2010.

Campinas
2010

Dedicatória

Dedico este trabalho a Deus, minha família e amigas (os) que sempre estiveram comigo durante os anos de graduação, dando apoio e incentivando em todos os meus projetos!!!Muito Obrigada!!!

Agradecimentos

Tenho tanto e tantos a agradecer... Espero honrar todos aqueles que de alguma forma me apoiaram e me ajudaram durante todos esses anos de faculdade!!!

Eu não poderia começar essa “sessão” de agradecimentos senão pelo maior responsável por todas as minhas conquistas até então – DEUS! Aquele que me deu força suficiente e sabedoria pra lidar com um mundo novo que surgiu em 2006. Meu grande e único guia e em quem eu deposito toda minha confiança!!!

É adimensional a gratidão que tenho à minha família, meu pai (José Carlos Felicissimo), minha mãe (Maria de Lourdes Tosini Felicissimo), minha irmã (Cristiane Felicissimo Zanetti) e meu irmão (Alexandre Tosini Felicissimo) que sempre me apoiaram em tudo na minha vida. Aos meus pais, obrigada pelos esforços e sacrifícios (eu sei o quanto vocês abriram mão de muitas coisas por mim e pelos meus irmãos), pela confiança que sempre depositaram em mim, por permitirem que eu saísse da nossa cidadezinha do interior em busca dos meus sonhos. Digo que, se eu me esforço tanto pra fazer tudo da melhor maneira que eu conseguir é pra honrar tudo o que vocês fizeram e que continuam fazendo por mim até hoje. Ah, como eu AMO VOCÊS!!!

Agradeço às minhas melhores amigas/irmãs da faculdade, à nossa turma de 8 meninas, `o bando`, vulgo Kit Girls – Dé, Nayla, Nati`sss`, Lí, Fer, She-ra, Lu, Má – minha família em Campinas. Com vocês eu tive a oportunidade de experimentar momentos maravilhosos, mágicos, de muita alegria, diversão. Com vocês eu pude conhecer um pouco mais do mundo, vivenciar novas experiências, conhecer novos lugares. Em vocês eu tive suporte em muitos momentos em que precisei de apoio. Obrigada por serem o que são na minha vida! Tenho guardado na memória e no coração cada história vivida durante esses anos juntas. AMO VOCÊS de forma verdadeira e incondicional!!!

Aos meus grandes amigos da época de colégio, Marina, João e Rafa que caminharam comigo por muitos anos e acompanharam a luta, o sonho de entrar numa universidade como a UNICAMP. Má, você em especial, minha irmãzinha desde sempre, minha companheira pra tudo durante muitos anos, minha parceira de profissão.

Aos meus colegas de trabalho, Lucas Graziadei, Danielle Duarte, Péterson Bristotte, Beatriz Menezes, Thaiza Cugini e Natalie Coutinho, com os quais tive o grande privilégio de conviver diariamente na rotina prazerosa dos treinamentos e jogos de vôlei, e através dos quais tive a oportunidade de aprender muito. Cada um de vocês contribuiu de alguma forma para minha formação profissional até então, sou muito grata por isso.

Aos companheiros do LEE (Laboratório de Estudos Eletromiográficos) da UNICAMP, em especial ao Eduardo Bodnariuc Fontes, José Luiz Dantas, Melissa Moura, Cíntia Ramari e Bruno Smirmaul, que contribuíram muito para o desenvolvimento deste projeto, me ajudando a organizar melhor as inúmeras idéias e a chegar à delimitação do tema, na rotina de execução dos testes e posterior processamento e análise dos dados, na elaboração e revisão de textos. Obrigada pela disposição em me ajudar!!!

Ao Felipe Moura, integrante do LIB (Laboratório de Instrumentação para Biomecânica) que também muito contribuiu na desgastante, mas extremamente empolgante rotina dos dias de execução dos testes.

Aos membros da família Joy, pelo companheirismo, amizade, apoio, pelas orações.

Às meninas que conviveram comigo na mesma casa durante esses anos aqui em Campinas, em especial, Gabi, Marininha e Jamile, que estiveram comigo desde o começo e compartilharam essa prazerosa e algumas vezes desgastante rotina da Universidade. Foram muitas madrugadas juntas sem dormir por causa das inúmeras provas e trabalhos.

Aos professores da FEF, os quais contribuíram de forma significativa para minha formação acadêmica e profissional, transmitindo ensinamentos que vão além dos conteúdos da Educação Física.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Carlos de Moraes por ter aceitado o desafio de me orientar neste trabalho, pela liberdade que me foi dada para expor e trabalhar minhas idéias, norteando o desenvolvimento deste projeto com sua experiência.

Ao professor Miguel de Arruda que aceitou fazer parte da banca examinadora e, com seu conhecimento acerca dos conteúdos referentes a este projeto, ao expor sua opinião sobre a sua estruturação, contribuiu para sua melhora.

Enfim, a todos aqueles que passaram pelo meu caminho e que de alguma forma contribuíram para a minha formação e para a elaboração deste trabalho! Obrigada!

FELICISSIMO, Caroline Tosini. **Respostas neuromusculares de músculos dos membros inferiores durante saltos verticais em atletas de voleibol**. 2010. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

RESUMO

Sendo o voleibol caracterizado como um esporte de intensidade alternada, ou seja, têm-se períodos de atividade intensa alternando-se com períodos de relativo descanso, com predominância de ações explosivas e repetitivas, a análise do salto vertical, muito solicitado durante uma partida, juntamente com a eletromiografia, que possibilita a verificação do padrão da atividade muscular, surgem como importantes formas de avaliação do desempenho na modalidade. Com isso, o objetivo do estudo foi analisar o desempenho no salto vertical e as respostas eletromiográficas dos músculos Reto Femoral (RF), Gastrocnêmio Medial (GM) e Bíceps Femoral (BF) durante protocolo de resistência de saltos verticais - com característica intermitente - em jovens atletas de voleibol. Participaram do estudo 13 jogadoras de voleibol da categoria infanto-juvenil, faixa etária entre 15 e 17 anos. O protocolo consistiu de aquecimento prévio composto por 10 saltos verticais com altura variável, com um intervalo de descanso de dois minutos (min.), seguido pelo protocolo de potência máxima, no qual realizaram três tentativas máximas, com período de recuperação de dois min., sendo que o de maior valor serviu de normalização para as variáveis do estudo. O protocolo de resistência de saltos consistiu na realização de saltos verticais máximos (SV_{Max}), durante 20 min., composto por ciclos de 25 segundos (s) (bloco de três saltos SV_{Max} em aproximadamente 10 s – aproximadamente um salto a cada três s – com intervalo de 15 s de recuperação). Todos os saltos foram realizados sobre um tapete de contato utilizando a técnica do contramovimento, sem ajuda dos braços. Para o tratamento dos dados os saltos foram divididos em quatro períodos contendo 12 ciclos cada um. Para verificar a normalidade dos dados foi empregado o teste de *Shapiro Wilk* e, para averiguar as possíveis diferenças entre a ativação dos músculos foi utilizado ANOVA paramétrica e para os saltos ANOVA não-paramétrica. O nível de significância adotado foi de $P < 0,05$. Após os tratamentos, a média de altura dos saltos, expressa em percentual da máxima altura atingida no protocolo de potência, foi 93,4%, 92,8%, 91,2% e 91,0%, para 1º, 2º, 3º e 4º períodos respectivamente, demonstrando diferença significativa do 3º e 4º com relação ao 1º e 2º ($P < 0,05$). Quanto às variáveis neuromusculares, não houve diferença significativa entre os valores expressos em RMS e FM, ambos normalizados, para nenhum dos músculos estudados. Com isso, concluímos que os músculos RF, BF e GM mantiveram seu nível de atividade durante a realização dos protocolos de saltos, indicando ausência de fadiga periférica. Apesar disto, a queda significativa da altura do salto indica que pode haver outros fatores envolvidos no processo de fadiga deste tipo de tarefa além dos fatores neuromusculares. Futuros estudos que mantenham as características do protocolo e que os prolongue até a exaustão voluntária podem contribuir para esclarecer esta lacuna do conhecimento.

Palavras Chaves: Saltos Verticais; Voleibol; Eletromiografia.

FELICISSIMO, Caroline Tosini. **Neuromuscular responses of the lower limb muscles during vertical jumping in volleyball athletes.** 2010. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

ABSTRACT

Since volleyball is characterized as a sport of alternating intensity, where there are periods of intense activity alternating with periods of relative rest, with a predominance of explosive and repetitive actions, the analysis of the vertical jump, which is often necessary during a game, along with the electromyography, which allows for the study of the standard muscular activity, become important forms of evaluating sport performance. With this, the objective of this study was to analyze the performance of the vertical jump and the electromyographic responses of the muscles Rectus Femoris (RF), Medialis Gastrocnemius (GM) and Biceps Femoris (BF) during resistance protocol of vertical jumps – with an intermittent characteristic – in young volleyball athletes. Participated in this study 13 female volleyball players, ages 15-17. The protocol consisted of a previous warm-up of 10 vertical jumps of varying heights, with a rest interval of two minutes (min.), followed by a protocol of maximum strength, during which the athletes performed three maximum attempts, with a recovery period of two minutes, and the one with the highest value served as the normalization for the variables of the study. The protocol of resistance jumps was made upon of maximum vertical jumps (SV_{Max}), during 20 min., composed of cycles of 25 seconds (s) (blocks of three jumps SV_{Max} in approximately 10 s – approximately one jump for every three s – with intervals of 15 s for recovery). All jumps were performed on a mat of contact using a technique of countermovement, without the aid of the arms. For the organization of data, the jumps were divided into four periods containing 12 cycles each. The *Shapiro Wilk* test was used to ensure the normality of the data, and to investigate the possible differences between muscles activation was uses ANOVA parametric and to the jumps ANOVA non-parametric. The level of significance used was $P < 0,05$. After the treatments, the average hight of the jumps, expressed in the percentage of maximum height achieved in the maximum strength protocol, was 93,4%, 92,8%, 91,2% and 91,0%, to 1st, 2nd, 3rd e 4th periods respectively, demonstrating significant difference of the 3rd e 4th in relation to the 1st e 2nd ($P < 0,05$). With regard to the neuromuscular variables, there was no significant difference between the results expressed in RMS and FM, both normalized, in any of the muscles studied. With this, we conclude that the RF, BF and GM muscles maintained their level of activity during the protocols of the jumps, indicating the absence of peripheral fatigue. In spite of this, the significant drop in the height of the jump indicate that there may be other factors involved in the fatigue process in this type of activity, beyond the neuromuscular factors. Future studies that maintain the characteristics of the protocol and that prolong the activity until voluntary exhaustion may contribute to the clarification of this knowledge gap.

Keywords: Vertical Jumps; Volleyball; Electromyography

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Esquema representativo do Protocolo de Resistência de Saltos Verticais	40
Figura 2 -	Pontos de referência para posicionamentos dos eletrodos segundo padronização proposta por SENIAM (Hermens et al. 2000).....	41
Figura 3 -	Equipamentos usados para coleta do sinal EMG. A: eletromiógrafo com 16 canais, modelo MP150 (BIOPAC Systems Inc. USA) e B: eletrodos ativos bipolares modelo TSD150 (BIOPAC Systems Inc. USA).....	42
Figura 4 -	Exemplo de sinal EMG do músculo BF: (I) sinal bruto; (II) sinal filtrado; (III) sinal convertido em RMS.....	43
Figura 5 -	Desempenho normalizado da altura média de salto vertical de cada período durante o protocolo de resistência de saltos verticais. ^β diferença significativa em relação ao 1° e 2° períodos ($P < 0,05$).....	46
Figura 6 -	Valores em RMS normalizados dos músculos avaliados durante o protocolo de resistência de saltos verticais: A) Reto Femoral; B) Bíceps Femoral; C) Gastrocnêmio Medial.....	47
Figura 7 -	Valores em FM normalizados dos músculos avaliados durante o protocolo de resistência de saltos verticais: A) Reto Femoral; B) Bíceps Femoral; C) Gastrocnêmio Medial.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores do peso (kg), estatura (cm) e experiência na modalidade (anos)	38
Tabela 2 -	Maior altura alcançada pelas atletas durante Protocolo de Potência Máxima. Média das alturas saltadas (em cm) de cada atleta em cada período do	44
Tabela 3 -	Protocolo de Resistência de Saltos Verticais e média dos saltos em cada período.	45

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ACM	Associação Cristã de Moços
BF	Bíceps Femoral
CAE	Ciclo de Alongamento e Encurtamento
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CMJ	Countermovement jump
CMRR	Relação de Rejeição do Modo Comum
CM	Centímetros
DP	Desvio Padrão
EMG	Eletromiografia
EMGpro	Eletromiografia de Profundidade
EMGsup	Eletromiografia de Superfície
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FEF	Faculdade de Educação Física
FIVB	Fédération Internationale de Volleyball
FM	Frequência Mediana
FPV	Federação Paulista de Voleibol
GM	Gastrocnêmio Medial
Min.	Minutos
mV	Milivolts
P1	1º Período
P2	2º Período
P3	3º Período
P4	4º Período
RF	Reto Femoral
RFE	Resistência de Força Explosiva
RMS	Root-Mean-Square
S	Segundos
SENIAM	Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles

SJ	Squat Jump
SNC	Sistema Nervoso Central
SNEC	Serra Negra Esporte Clube
SV	Salto Vertical
SVM_{max}	Saltos Verticais Máximos
TSVC	Teste de Salto Vertical Contínuo
TSVI	Teste de Salto Vertical Intermitente
UM	Unidades Motoras
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
VI	Vasto Intermédio
VL	Vasto Lateral
VM	Vasto Medial

SUMÁRIO

1 Introdução	17
2 Revisão de Literatura	19
2.1 Voleibol	19
2.2 Caracterizando o Voleibol	20
2.2.1 Volume	21
2.2.2 Intensidade	23
2.2.3 Densidade	24
2.2.4 Demandas metabólicas	25
2.3 Salto Vertical	27
2.4 Eletromiografia	33
3 Métodos	38
3.1 Amostra	38
3.2 Delineamento experimental	39
3.2.1 Protocolo de Potência Máxima	39
3.2.2 Protocolo de Resistência de Saltos Verticais	39
3.2.3 Coleta e Tratamento dos sinais eletromiográficos	40
3.3 Tratamento estatístico	43
4. Resultados	44
5. Discussão	49
Referências	55
Anexos	62
Apêndices	65

1 Introdução

No âmbito das práticas esportivas o desenvolvimento de formas para se avaliar o desempenho de atletas em sua modalidade específica tem conquistado um espaço cada vez maior, proporcionando uma observação mais aprofundada de características peculiares e fundamentais presentes nas diversas modalidades esportivas existentes e que determinam uma boa performance do atleta e da equipe. Neste contexto, o trabalho conjunto de pesquisadores, técnicos e preparadores físicos possibilita a obtenção de uma idéia real daquilo que precisa ser aperfeiçoado para melhorar o rendimento e o que deve ser mantido.

Tratando especificamente do voleibol, em termos de demanda para a prática, essa é uma modalidade esportiva que cresce continuamente no Brasil, já sendo considerado o 2º esporte em preferência nacional (KAZNAR; GRAÇA FILHO, 2000; CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEBOL (CBV), 2010), posição essa alavancada em decorrência das relevantes conquistas, sobretudo de suas seleções que tem alcançado resultados de destaque em campeonatos internacionais de considerável prestígio.

No que se refere às características inerentes à sua prática, o voleibol é considerado um esporte de grande dinamismo, no qual se alternam ações ofensivas e defensivas, momentos de atividade muscular intensa com momentos de certo relaxamento, possuindo como elemento marcante a exigência de alta capacidade de saltar verticalmente dos atletas/esportistas que praticam a modalidade, dentro da qual se enquadra a capacidade de suportar grande número de saltos verticais sucessivos ao longo de uma partida e a habilidade de manter a altura máxima alcançada por maior tempo possível no decorrer da mesma. (BARBANTI, 1996; UGRINOWITSCH et al, 2000; HESPANHOL, SILVA NETO E ARRUDA, 2006).

Dessa maneira, sabendo do papel fundamental que o salto vertical exerce na execução de diversas ações de jogo, o conhecimento mais detalhado de variáveis que podem interferir no rendimento do atleta certamente contribuiria para elaboração de programas de treinamento específicos para o aprimoramento da capacidade de salto, o que refletiria de forma direta em melhores condições de atuação de atletas frente à execução dos fundamentos e às situações de uma partida.

Pensando no que foi supracitado, e frente aos diversificados fatores que influenciam a sua *performance*, o conhecimento do padrão de atividade muscular durante execução dessa ação, relativo ao recrutamento de unidades motoras, à velocidade de condução de estímulo pelas fibras musculares e alteração na sincronização e frequência de disparo de unidades motoras (embora essas duas últimas variáveis mencionadas não tenham sido analisadas no presente estudo), dados esses possíveis de serem obtidos através da utilização da eletromiografia como ferramenta de análise, pode fornecer informações valiosas e esclarecer de que forma o comportamento muscular pode interferir no desempenho do atleta.

Quando se fala em comparar o desempenho do salto vertical em jogadoras de voleibol utilizando a eletromiografia como ferramenta de análise, valendo-se de um protocolo que se aproxime mais das características do esporte, ou seja, voltado mais para o contexto intermitente do que para o contínuo, os estudos sobre essa temática mostram-se escassos, sendo o comportamento das variáveis neuromusculares, de certa forma, desconhecido durante execução de saltos verticais neste tipo de protocolo. Em virtude de tal situação o objetivo do estudo foi analisar o desempenho no salto vertical e as respostas eletromiográficas dos músculos Reto Femoral (RF), Gastrocnêmio Medial (GM) e Bíceps Femoral (BF) durante protocolo de potência máxima e de resistência de saltos verticais - com característica intermitente - em jovens atletas de voleibol.

2 Revisão de Literatura

2.1 VOLEIBOL

Esporte criado em 1895 no Estado de Massachusetts, Estados Unidos, pelo diretor de educação física da Associação Cristã de Moços (ACM), Willian George Morgan, com o intuito inicial de ser recreativo e ameno, diante da necessidade de motivação dos seus associados mais velhos, o voleibol acabou se desenvolvendo, ao longo dos anos e com a difusão para diferentes locais do mundo, em um esporte que hoje é extremamente competitivo, dinâmico e conhecido no mundo todo. (BIZZOCCHI, 2008)

No que tange ao cenário esportivo brasileiro, a modalidade vem ganhando cada vez mais espaço na preferência da população, sendo considerado o 2º esporte nacional (KAZNAR; GRAÇA FILHO, 2000; CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEBOL (CBV), 2010), o que só tem acontecido em virtude da boa estruturação, do profissionalismo empregado por aqueles que são os principais responsáveis pela organização desse esporte no Brasil e, sobretudo, pelos grandes e visíveis resultados mostrados nos últimos anos pelas seleções brasileiras, tanto feminina quanto masculina, seja nas categorias de base ou adulta, seja na quadra ou na areia.

Os imponentes resultados, os (as) grandes jogadores (as) desenvolvidos (as) no país, tornaram o voleibol brasileiro uma referência mundial (GRAÇA FILHO; KASZNAR, 2008), geraram aumento na demanda para prática, a ascensão e diversidade de equipes de alto nível e com grandes patrocinadores disputando os principais campeonatos no cenário nacional (KASZNAR; GRAÇA FILHO, 2000). Tais fatores acabaram por criar maior competitividade e geraram, de forma significativa, a necessidade de um aprimoramento no condicionamento físico e no desenvolvimento tático dos voleibolistas, além de maior conhecimento sobre a modalidade, sobretudo no que diz respeito aos aspectos fisiológicos, biomecânicos, bioquímicos que cercam o voleibol, para que se tenha informação suficiente para uma adequada organização e prescrição de treinamento, contribuindo, dessa maneira, para obtenção do máximo desempenho dos atletas.

Sendo assim, para esclarecer alguns aspectos referentes ao voleibol, os quais influenciam na sua prática e procurar compreender como esses podem contribuir para o aperfeiçoamento dos programas de treinamento, faz-se importante entender os elementos que cercam os seus aspectos fisiológicos, que nada mais são do que informações sobre intensidade, volume, densidade, respostas funcionais dos voleibolistas e demanda metabólica exigida durante uma partida, além das ações motoras específicas executadas durante a mesma, reservando especial atenção para aquela que gera maiores influências para o sucesso no jogo, o salto vertical.

2.2 CARACTERIZANDO O VOLEIBOL

A fisiologia do voleibol preocupa-se em verificar os componentes relativos às características do jogo como um todo e os principais responsáveis pelo seu bom desenvolvimento, os jogadores, os quais são alvos de estudiosos que buscam avaliar as variáveis envolvidas e fornecer informações a treinadores que se utilizam dessas pesquisas desenvolvidas e dos resultados obtidos, com o intuito de melhorar a planificação do treinamento.

As mudanças ocorridas ao longo dos anos, sobretudo com as alterações nas regras, sendo introduzido em 1996, o líbero (atleta que joga no fundo da quadra, tendo a função de recepção e defesa) e, em 1998, o novo sistema de pontuação (*rally point system* - pontos corridos), segundo informações da *Fédération Internationale de Volleyball* (FIVB), tornaram o jogo ainda mais dinâmico, exigindo, dessa forma, que os atletas apresentem melhor domínio no que diz respeito não apenas ao aspecto técnico e tático, mas de sobremaneira ao condicionamento físico.

O voleibol é um esporte no qual as habilidades motoras desenvolvidas se alternam entre ações ofensivas e defensivas. De acordo com caracterização proposta por Barbanti (1996), a modalidade se enquadra no contexto de um trabalho físico dinâmico, de intensidade alternada, em que existem períodos de atividade muscular significativa, interpolando com momentos de certo relaxamento, ou seja, a intensidade durante o jogo varia de submáxima, moderada e máxima. Bompa (2005) caracteriza o voleibol como um jogo rápido, com cortadas de alta potência, mergulhos e bloqueios, com períodos curtos de recuperação (9 segundos (s) entre

rallys) ou períodos mais longos durante as pausas, tendo como fatores limitantes do desempenho a potência do salto, força reativa, força-resistência e agilidade.

Arruda e Hespanhol (2008a), com base na avaliação de diversos estudos acerca dos aspectos envolvidos no voleibol, destacam a modalidade como sendo composta de ações de curta duração, com diferentes momentos de rede e fundo de quadra, com alternância de intensidades máximas, assim como intensidades altas, moderadas e submáximas, com períodos de pausa entre cada um dos trabalhos.

Os movimentos executados pelos jogadores durante uma partida são caracterizados como um conjunto de ações rápidas, de curta duração, onde o tempo de contato com a bola é muito pequeno. (BARBANTI, 1996)

Explanaada as características gerais da modalidade, faz-se necessário maior detalhamento acerca dos elementos referentes às cargas externas (volume, intensidade, densidade, demandas metabólicas) para que se tenha melhor entendimento de como esses fatores podem exercer influência na demanda funcional do atleta seja em situações de treino ou jogo.

2.2.1 Volume

Numa partida de voleibol existe a alternância com relação ao tempo de duração, que está diretamente relacionado com a quantidade de *sets* jogados, de *rallys* disputados, das ações efetuadas num determinado jogo. Diversos autores se preocuparam em qualificar e quantificar essas variáveis presentes e que se enquadram, segundo Arruda e Hespanhol (2008a), como volume na modalidade.

Vargas (1982) citado por Rocha (1999) realizou análise estatística dos jogos da final do Campeonato Espanhol de Voleibol Juvenil e obteve como resultado que a média de duração dos *rallys* foi de 10 s.

Com o objetivo de verificar o tempo médio de *rallys* com e sem a presença do líbero, Krabbe, Ribeiro e Tourinho Filho (1999) desenvolveram um estudo no qual, através da análise de vídeos de jogos da Seleção Brasileira Masculina de voleibol nas Olimpíadas de Atlanta (1996), Campeonato Mundial (1998) e Superliga Brasileira (1999) e verificaram a não ocorrência

de diferença estatisticamente significativa nos tempos de *rally*, os quais mantiveram em uma média de 6,36 s.

Lopes et al. (2003) ao analisar os tempos de jogos no campeonato Brasileiro infanto-juvenil masculino de 2002 verificaram que a maior incidência dos *rallys* ocorreu nos intervalos de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 15 s, com uma frequência desses intervalos de 97; 94,5 e 96 % para os jogos de 3, 4 e 5 *sets* respectivamente.

Segundo Hespanhol (2008), com base em uma revisão de literatura, com relação aos tempos de duração dos *rallys*, durante um período de tempo que vai de 1978 a 2003, encontrou-se maiores incidências do intervalo de tempo de 0 a 10 s, o que evidencia, portanto, o voleibol como esforço de curta duração.

Pensando no tempo de duração dos *sets*, de acordo com revisão realizada por MacLaren (1997), na qual o autor analisou estudos como os de Lecompte e Rivet (1979); Dyba (1982); Viitasalo et al (1987), encontrou que, durante uma partida, os valores médios para tempo de duração dos *sets* foram de 16,48; 18,33; 24 e 16 minutos (min.) , respectivamente, o que corrobora o estudo desenvolvido por Iglesias (1994), que encontrou o valor médio de 16 min. para essa variável.

Oliveira (1998) ao desenvolver uma pesquisa com a equipe juvenil do time Serra Negra Esporte Clube (SNEC) que disputou nada menos que 72 *sets* válidos pelo Campeonato Paulista de 1995 na categoria, verificou que o tempo de duração médio dos *sets* foi de 23,25; 22,08; 21,08; 22,09 e 16 minutos referente, respectivamente para 1º, 2º, 3º, 4º e 5º *set*. Para a equipe infanto-juvenil, que passou pelo mesmo processo de análise, em 121 *sets* disputados ao longo do mesmo campeonato, mas referente a esta categoria, o autor encontrou os seguintes valores: 20,05; 21,07; 20,08; 22,06 e 15 min. para 1º, 2º, 3º, 4º e 5º *set*, respectivamente.

Pra finalizar os elementos referentes ao volume, tem-se a verificação do tempo de duração de uma partida de voleibol. Essa talvez seja, dentre as duas variáveis supracitadas (duração de *rallys* e *sets*), a que mais sofre variação. Isso acontece pelo fato de o tempo total de jogo ser obtido através da soma da quantidade (3, 4 e 5 *sets*) e as durações dos *sets*. Segundo Lopes et al. (2003), em jogos disputados com 3, 4 e 5 *sets*, o tempo de duração das partidas foram, respectivamente, 71,6; 74,4 e 105,2 minutos.

De acordo com dados obtidos por Oliveira (1998) mediante avaliação das súmulas de 33 jogos oficiais da equipe infanto-juvenil da SNEC pelo Campeonato Paulista promovido pela Federação Paulista de Voleibol (FPV) no ano de 1995, a duração média total das partidas apresentou-se como sendo de 81,75 min., com amplitude de variação de 44 e 120 min. Ainda, seguindo o mesmo padrão de avaliação, mas com a equipe juvenil, ao analisar 19 jogos do time, independentes da fase do campeonato, encontrou-se como tempo total das partidas uma média de 90,43 min., com amplitude de variação de 50 e 141 minutos.

Ainda com relação ao fator tempo de duração das partidas, o autor analisou três jogos da fase final do interior, na qual jogaram as quatro melhores equipes do interior do Estado de São Paulo e evidenciou que a média foi de 107,55 min. Agora, a mesma análise feita nos jogos da fase final Estadual, onde disputaram as quatro melhores equipes do Estado de São Paulo, o valor encontrado foi de 85,1 minutos.

Terminada a análise dos aspectos indicativos do volume e para fundamentar as noções referentes à intensidade no voleibol, é importante quantificar o número de ações ocorridas, quais são e em quais intensidades elas costumam ser executadas.

2.2.2 Intensidade

Para fornecer informações acerca dessa variável que se caracteriza como um componente qualitativo do trabalho (Bompa, 2002), alguns estudos foram desenvolvidos, dentre estes é possível citar o de Iglesias (1994), o qual verificou que durante uma partida, os movimentos compreendidos como de intensidade máxima somam 323 ações, dentre as quais os saltos verticais foram os que predominaram, correspondendo a 60% (194 saltos). Nessa contagem, aparecia em segundo lugar os deslocamentos, com um total de 108 ações.

Em outro estudo acerca das características do número e da intensidade das ações, Hasegawa et al (2004) ao analisar atletas de voleibol de alto nível do sexo masculino, encontrou que essa modalidade exige, no decorrer de uma partida de 5 *sets*, aproximadamente 250 a 300 atividades de intensidade máxima, sendo que, mais de 50% corresponde a saltos

verticais, o que comprova o achado de Iglesias (1994), 30% corridas curtas e 12% a 16% de deslocamentos e mudanças de direção.

Segundo Arruda e Hespanhol (2008a), as intensidades podem ser verificadas da seguinte forma: intensidade máxima, compreendendo as ações de ataque, bloqueio, saque e levantamento, consideradas mais como ações ofensivas e para as intensidades moderada e baixa, recepção do saque, saque, defesa e cobertura, caracterizadas como ações defensivas. Em média essas ações acontecem de 1 a 5 vezes no mesmo *rally*.

2.2.3 Densidade

No que diz respeito à densidade no voleibol, os aspectos que remetem à essa variável são a relação entre o trabalho executado e o tempo de pausa entre uma ação e outra. Segundo Lopes et al. (2003), responsáveis pelo desenvolvimento de uma pesquisa após a mudança das regras do voleibol, sobretudo à que se refere ao fato de o sistema de pontuação ter passado a ser por “pontos corridos” e não mais por vantagem, encontraram que a maior incidência de pausa entre os intervalos dos *rallys* foi entre 10 e 15; 15 e 20; 20 e 25 s.

Bissochi (2005), ao comparar as mudanças ocorridas nas partidas do voleibol masculino entre as Olimpíadas de 1992 e 2004, encontrou que, com relação à duração dos *rallys*, estes não apresentaram diferença significativa, mantendo-se entre 3 a 6 s, entretanto, quanto às pausas entre os *rallys*, verificou-se um aumento considerável de 1992 para 2004, ou seja, de um intervalo de 10 a 14 s em 1992 para 15 a 20 s em 2004, permitindo aos atletas maior tempo para recuperação entre as ações.

Hasegawa et al. (2004) relata que o intervalo de recuperação entre as ações costuma ser muito curto, variando de 12 a 14 s, o que confirma os dados obtidos por Iglesias (1994), que encontrou uma média de 12,6 segundos.

De acordo com o que foi supracitado é possível, portanto, caracterizar o voleibol como um esporte de natureza intermitente, alternando momentos de rede e fundo de quadra, no qual se encontram ações de curta duração, com tempos de aproximadamente 0 a 10 s, com períodos de pausa que podem variar de 10 a 20 s. Dessa forma, pensando em demandas

metabólicas, durante uma partida de voleibol tem-se a utilização de várias fontes energéticas. (ARRUDA; HESPANHOL, 2008a)

Em virtude do conhecimento acima exposto, relacionado com a demonstração da necessidade de mais de uma fonte energética pra suprir a demanda metabólica de um jogador de voleibol durante suas ações em um jogo, mostra-se importante entender de forma um pouco mais aprofundada a influência dos elementos supracitados no metabolismo energético.

2.2.4 Demandas metabólicas

De acordo com revisão realizada por MacLaren (1997), na qual o autor analisou alguns estudiosos que se preocuparam em avaliar os níveis de concentração de lactato sanguíneo em jogadores de voleibol, foi possível encontrar os seguintes valores: 3,8 mmol/L para uma equipe juvenil (Dyba, 1982); 9,8mmol/L para jogadores universitários de elite (Conlee et al. 1982); 2,1-3,4 mmol/L para jogadoras de elite da liga alemã de voleibol (Kustlinger Ludwig e Stegemann,1987) e 2 a 3,05 mmol/L com voleibolistas do sexo masculino da seleção finlandesa e das equipes da liga da Finlândia investigados antes e depois de 1 a 4 minutos do final da partida (Viitasalo et al.,1987). Os resultados citados acima demonstram que a concentração de lactato sanguíneo se mantém em uma média de 4 mmol/l.

Outro estudo com foco na aferição do lactato, de acordo com citação de Hespanhol (2008), foi desenvolvido por Zuliani e Collarini, os quais avaliaram voleibolistas do sexo masculino antes do começo do jogo, depois do segundo e quarto *sets* e logo ao final da partida (cinco *sets*), obtiveram como resultado que os valores não se mostraram estatisticamente significantes para acúmulo de lactato sanguíneo, sendo que esses representaram um aumento de cerca de 1,5% dos índices de repouso.

A baixa concentração de lactato sanguíneo sugere que a modalidade envolve movimentos rápidos e explosivos e que essas ações não se repetiram o suficiente pra promover fadiga anaeróbia ou então o lactato produzido durante os períodos intensos pode ter sido metabolizado durante a fase menos intensa. (HERMANSEN; STENSVOLD, (1972) citado por MACLAREN (1997))

Diante do que foi exposto parece adequado inferir que os requerimentos energéticos mais utilizados nesse esporte são os oriundos do metabolismo anaeróbio, principalmente do sistema ATP-CP.

Oliveira (1998) ao analisar quatro partidas da fase final do Campeonato Paulista juvenil feminino de 1995 encontrou que 42,4 % dos *rallys* apresentaram tempo de duração inferior a 5s, 36,7 % entre 5 e 10s e 10,6% entre 10 e 15s. Deste modo, em 42,4% dos *rallys* o metabolismo energético predominante foi o ATP-CP.

Bompa (2005), quanto ao sistema de energia dominante caracteriza o voleibol como alático e aeróbio, sendo, em termos percentuais, representado como 40% alático, 10% láctico e 50% aeróbio.

Algumas evidências que apontam para esse componente aeróbio estão relacionadas ao fato de ocorrer maior depleção de glicogênio nas fibras de contração lenta comparada com as fibras de contração rápida, como mostram os estudos de Conlee et al. (1982) e Viitasalo et al. (1987) que examinaram o padrão de depleção de glicogênio do músculo vasto lateral depois de uma partida de voleibol. Além disso, o fato de o tempo de duração das partidas, levando em consideração os valores citados nessa revisão, acontecerem em uma média de 90 min. demonstra a necessidade do componente de resistência aeróbia.

Sendo assim, mostra-se importante os atletas de voleibol apresentarem disponibilidade do sistema ATP-CP na sua musculatura para que possam manter o trabalhos próximos ao máximo, pra potencializar a ressíntese de CP durante as fases de recuperação através da ajuda do sistema aeróbio. Em outras palavras, de acordo com Hespanhol (2008) os voleibolistas necessitam apresentar capacidade de executar esforços intensos de curta duração (desempenho anaeróbio), sustentado pela sua capacidade de recuperação após essas ações intensas (desempenho aeróbio).

Dentre essas ações intensas está o salto vertical, ato motor extremamente requisitado no voleibol, cuja importância tanto para o desempenho do jogador e desenvolvimento do jogo será explanada com maiores detalhes.

2.3 SALTO VERTICAL

O voleibol é uma modalidade esportiva que apresenta como característica marcante a necessidade de quase todos os atletas saltarem, exceto o líbero, que tem como função primordial a realização de defesas. Este fator pode ser verificado quando analisamos em quais ações de jogo a execução do salto vertical se faz importante, que são referentes, de acordo com Powers (1996), aos movimentos de ataque (cortada), saque em suspensão ou “viagem”, levantamento em suspensão, bloqueio e fintas.

Iglesias (1994) mediante avaliação da final da Liga Mundial masculina de 1992 entre Itália e Cuba constatou que 60% das ações de máxima intensidade eram saltos, encontrando uma média de 194 saltos por jogador durante a partida e sendo, o levantador, o que apresentou maior volume, 269 saltos, seguido dos atacantes, 128, os quais, embora tenham apresentado um volume menor de saltos, estes eram mais próximos da máxima intensidade se comparados com os do levantador.

Oliveira (1996) também contribuiu para o esclarecimento acerca do volume total de saltos durante as partidas de voleibol realizando um controle dessa ação motora em seis atletas na final do Campeonato Paulista Juvenil de 1995 (SNEC 3 x BAC 2), tendo encontrado os seguintes valores: levantadora realizou o maior número de saltos (180), o que se explica pela tentativa de acelerar o jogo através do “levantamento em suspensão”; centrais executaram entre 125 e 161 saltos (com média de 143) e as ponteiros ficaram entre 79 e 93 saltos (média de 87,3).

Em um estudo realizado por Esper (2003), no qual o autor acompanhou sete partidas da equipe do *Club de Gimnasia y Esgrima La Plata* que disputou a 1ª divisão da Liga Argentina em 2002, detectou que a cada *set*, em partidas do sexo feminino, foi realizada uma média de 78 saltos, sendo que, quando divididos por fundamentos, obteve-se que 39 saltos foram para bloqueio, 28 para ataque e 12 para outros tipos de ações. Ainda dentro deste mesmo estudo, verificou-se que a jogadora oposta foi a que mais saltou por *set* (17), seguida das centrais (14), pontas (13) e levantadora (7).

Berriel, Fontoura e Foppa (2004), com o objetivo de quantificar o número e tipos de saltos verticais efetuados durante a Superliga Nacional 2002/2003 analisaram 29 partidas, com um total de 116 *sets* disputados. Como resultado obteve-se que, ao total, foram

executados 13621 saltos, com média de 117 por *set* e 469 por partida. Desses valores, o salto com finalidade de bloqueio apresentou o maior percentual, 39,37% das ações de jogo. Destaque para os centrais que foram os que mais saltaram, 5221 vezes.

Santos, G.M. et al. (2008) ao analisar a partida final das Olimpíadas de Pequim de 2008 do voleibol de quadra masculino entre Brasil e EUA, encontrou que a Seleção Brasileira executou 132 saltos no 1º *set*, 124 no 2º, 126 no 3º e 148 no 4º, resultando em um total de 530 saltos ao final da partida, com média de 132 saltos por *set*. Dividindo essa quantidade por ações de jogo, obteve-se que 54 foram destinados a ataque, 71 a contra-ataque, 257 a bloqueio, 58 a saques, 46 a fintas e 44 a levantamentos. Para a equipe dos EUA constatou-se um total de 509 saltos durante o jogo, com média de 127 saltos por *set*, sendo realizados 127 saltos no 1º *set*, 121 no 2º, 113 no 3º e 148 no 4º. Divididos por fundamentos, foram: 75 para ataque, 64 para contra-ataque, 228 para bloqueio, 28 para saques, 35 para fintas e 79 para levantamentos.

Seguindo o mesmo padrão do estudo supracitado, Santos, V.M. et al. (2008) avaliou a quantidade de saltos verticais da Seleção Brasileira masculina de vôlei no jogo da semifinal das Olimpíadas de Pequim 2008, tendo como resultado que a equipe realizou, ao longo de toda a partida que durou quatro *sets*, 1072 SV, os quais se subdividiram da seguinte maneira pra cada *set*: 122, 141, 140 e 153 para 1º, 2º, 3º e 4º *set* respectivamente. Além disso, verificou-se também que os fundamentos bloqueio (204) e levantamento (101) foram os que mais exigiram essa ação, em contrapartida os contra-ataques foram os que apresentaram menores incidências (37 saltos).

Ainda dentro do panorama da análise quantitativa de saltos verticais no voleibol, Rocha (2000) relata a execução, em média, de 150, 213 e 228 saltos para jogos de 3, 4 e 5 *sets*, respectivamente, entre levantadoras, jogadoras de ponta e meio.

Diante do que foi exposto parece viável dizer que a avaliação do rendimento esportivo dos atletas de voleibol está diretamente relacionado com a *performance* alcançada no salto vertical (UGRINOWITSCH et al, 2000). Saltar verticalmente, como já foi demonstrado, é parte importante para a realização de diversos fundamentos da modalidade, tornando a ação inerente para o desempenho. Os números salientam a importância dos atletas dessa modalidade esportiva possuírem um excelente rendimento de salto e também resistência suficiente para conseguir manter a qualidade dos saltos durante uma partida ou ao longo de toda uma competição.

Barbanti (1996) classifica o salto como uma das atividades mais importantes do voleibol e indaga que, para dominar a técnica, a qualidade física mais relevante é a força de salto (força rápida específica de salto), a qual, segundo o autor, seria a capacidade de vencer momentaneamente a força da gravidade alcançando alturas elevadas, dependendo de qualidades como desenvolvimento da massa muscular, velocidade de contração do músculo e coordenação, além da necessidade de força explosiva (força rápida), que é a capacidade de realizar força no mais curto período de tempo, e que, segundo Weineck (1999) está diretamente associada à capacidade neuromuscular de recrutar o máximo de unidades motoras (UM) com velocidade e intensidade máxima.

Cronin, Hing e McNair (2004) relatam que a utilização do salto vertical como medida de desempenho é uma forma bastante usual para aferição de força e potência.

Segundo Hespanhol, Silva Neto e Arruda (2006), as demandas fisiológicas do voleibol caracterizadas por esforços repetidos, de curta duração, com alternância de intensidades e intervalo entre trabalhos, enquadrando-se, portanto, num contexto intermitente e, de acordo com o volume elevado das ações de saltar verticalmente, características essas que se enquadram no que já foi supracitado, revelam a importância da força explosiva, uma variável que se manifesta nas ações de máxima intensidade e, além disso, da relevância do desempenho da resistência de força explosiva (RFE), compreendida como a capacidade de manter em esforços máximos o desempenho da força explosiva durante uma partida, com a intenção de retardar o aparecimento da fadiga.

Perante essa colocação da natureza explosiva da ação de saltar e da importância da RFE, Hespanhol et al. (2007) desenvolveram uma pesquisa na qual avaliaram a resistência de força explosiva em voleibolistas do sexo masculino através de testes de SV com natureza contínua de 60 s (TSVC) e com natureza intermitente de quatro séries de 15 s (TSVI). Quanto aos testes aplicados e as variáveis analisadas (pico de potência, potência média e índice de fadiga), obtiveram que o TSVI permitiu maior quantidade trabalho, maior número de saltos e menor condição de fadiga em comparação com o TSVC, chegando à conclusão de que o TSVI parece ser mais indicado para estimativa da resistência de força explosiva em voleibolistas.

Com o intuito de promover uma análise mais aprofundada acerca de estudos com foco na avaliação dos diversificados testes de saltos verticais existentes, Arruda e Hespanhol (2008b) realizaram uma elaborada revisão de literatura e verificaram que a maioria das pesquisas

se apropriou de testes de natureza contínua para a verificação do desempenho da RFE, sendo assim, os testes até então desenvolvidos não conseguiram, de certa forma, avaliar as propriedades de alguns esportes, como o voleibol, em virtude da carência de testes apropriados para a avaliação de esforços intermitentes.

De acordo com Harley e Doust (1994), os testes de SV com natureza intermitente estão mais relacionados à natureza competitiva dessa modalidade esportiva do que os testes contínuos. Sendo assim, os autores elaboraram um protocolo de avaliação de SV com a intenção de aproximá-lo mais das características dos esportes intermitentes, o qual consistia na execução de três protocolos (10 séries de 10 saltos; 10 séries de 5 saltos e 5 séries de 10 saltos, todos com recuperação de 10s entre cada série) randomicamente organizados, com sete dias de recuperação entre um e outro. Durante a execução dos saltos os atletas tinham que manter as mãos no quadril e o joelho em 90° de flexão. Encontrou-se que a produção de potência foi significativamente reduzida entre a 1ª e última série do protocolo 10 x 10 e 5 x 10, não sendo significativa no 10 x 5, tendo os atletas apresentado dor tardia de 24 a 48 horas após o término das avaliações.

Seguindo a linha de avaliação de esforços intermitentes, Billaut, Giacomoni e Falgairette (2003) realizaram uma avaliação em estudantes de Educação Física, envolvendo tanto homens quanto mulheres, na qual os indivíduos tinham que executar esforços intermitentes (*sprints*) em 2 séries de 8 s com variados intervalos de recuperação (15, 30, 60 e 120 s), e mostraram que ocorreu diminuição do pico de potência com diferença estatisticamente significante apenas no teste intermitente com recuperação de 15 segundos.

A preocupação em avaliar a fidedignidade dos TSVI é mostrada por Hespanhol, Silva Neto e Arruda (2006) através de um estudo elaborado no qual os autores avaliaram a confiabilidade do teste de salto vertical com 4 séries de 15 segundos, com intervalo de 10s de descanso entre uma série e outra, e de sete dias entre teste e re-teste, utilizando atletas de handebol e basquetebol, esportes que também possuem essa característica de esforço para a execução do protocolo. Os atletas da amostra realizaram a técnica de salto vertical com contramovimento (*countermovement jump*, CMJ) sem auxílio dos membros superiores, procurando sempre realizar o esforço máximo. O resultado encontrado, diante das correlações entre teste e re-teste, demonstrou que o TSVI é uma medida confiável pra avaliar a diminuição do desempenho de força explosiva e a quantidade de trabalho realizada.

No trecho supracitado foi mencionado o CMJ sem contribuição dos membros superiores. Essa é uma das técnicas possíveis de serem utilizadas para a estimativa das manifestações de força explosiva e consiste na realização do SV a partir de uma posição ereta, com os joelhos em 180° de extensão, mantendo as mãos fixas próximas ao quadril, na região supra-iliaca. O tronco deve ser mantido ereto, sem adiantamento excessivo. O referido salto é executado no momento em que o atleta realiza o chamado ciclo de alongamento e encurtamento (CAE) (flexão e extensão do joelho), sendo que, a flexão do joelho acontece até um ângulo de 90° e, em seguida, tem-se a extensão do joelho, devendo permanecer assim durante toda a fase de vôo, buscando impulsionar o corpo para o alto e na vertical. (ARRUDA; HESPANHOL, 2008b)

Segundo Ugrinowitsch e Barbanti (1998), o estudo do SV tem sido amplamente alavancado pelo aprimoramento do conhecimento sobre o CAE, um mecanismo fisiológico que tem como função aumentar o rendimento motor em movimentos que utilizam ações musculares excêntricas, seguidas imediatamente por ações musculares concêntricas. O CAE atua aproveitando a capacidade elástica dos elementos elásticos em série. Só é possível utilizar o potencial elástico do músculo quando há um alongamento muscular com concomitante geração de força. Em outras palavras, o CAE baseia-se no acúmulo de energia potencial elástica durante as ações musculares excêntricas, a qual é liberada na fase concêntrica na forma de energia cinética. Com a passagem rápida de uma fase para outra, os músculos podem aproveitar essa energia aumentando a geração de força e com menor custo energético, entretanto, se a passagem for lenta, a energia potencial se dissipa na forma de calor, não se convertendo, assim, em energia cinética.

Sendo assim, na utilização da técnica do contramovimento, na qual se faz presente a fase excêntrica e concêntrica, o CAE poderá ser usado de forma mais eficiente se a passagem de uma fase à outra for executada rapidamente, produzindo maior geração de força, maior elevação do centro de gravidade e maior eficiência mecânica, que culmina com menor gasto energético. (Kong; Bosco, 1978; Guedes Neto et al., 2005)

Bosco e Komi (1979) em outro estudo no qual verificaram as diferenças entre o CMJ e *squat jump* (SJ) verificaram que o primeiro é mais eficiente que o segundo, pois permite maior elevação do centro de massa (CM), apresenta melhores condições de armazenamento de energia elástica e consegue, assim, utilizar de forma mais apropriada essa energia armazenada nos músculos extensores do joelho durante a fase de desaceleração.

Além disso, segundo dados obtidos por Bobbert et al. (1996) após realização de pesquisa que tinha por objetivo avaliar a contribuição do tempo disponível para o desenvolvimento de força e o armazenamento e reutilização de energia potencial elástica para a melhoria do desempenho comparando o CMJ com o SJ, verificou-se que no CMJ o grau de desenvolvimento de força, assim como o trabalho positivo gerado é muito maior, o que pode ser explicado pelo fato desse tipo de salto ter um padrão de ativação das unidades motoras considerado como balístico, sendo as UM maiores ativadas logo no início do movimento. Ainda, segundo esses autores, o grau de desenvolvimento de força tem sido apontado como o fator mais importante para aumentar a *performance* no SV, pois maximiza a velocidade vertical no momento da decolagem.

Partindo para uma perspectiva de análise mais voltada para a contribuição muscular verificou-se que o ato de saltar verticalmente envolve a ação de diversos músculos, sobretudo o quadríceps (ARAGON-VARGAS et al, 1997) constituído pelos músculos Vasto Lateral (VL), Vasto Medial (VM), Reto Femoral (RF) e Vasto Intermédio (VI), que apresentam determinadas singularidades quanto à arquitetura muscular, tipo de fibras e biomecânica (LIEBER, 1992), podendo estas diferenças acarretar em diferentes solicitações musculares.

Alguns pesquisadores se preocuparam em analisar a ação da musculatura envolvida diante de distintos protocolos, como demonstra o estudo realizado por Rodacki, Fowler e Bennett (2002), no qual os autores analisaram CMJ sob condição de fadiga e não fadiga, e encontraram que a *performance* nos saltos verticais é afetada pela fadiga dos músculos extensores do joelho, mas não pela dos flexores do joelho, que não provocaram alteração nos perfis cinéticos, cinemáticos e eletromiográficos. Ainda, diante dos resultados apresentados pelo mesmo estudo, apesar da mudança na força muscular efetiva e, portanto, na altura do salto, não houve mudanças nas características temporais do padrão de ativação muscular como foi indicado pela eletromiografia de superfície (EMGsup), o que sugere que uma mesma estratégia de movimento foi seguida antes e após fadiga.

De acordo com estudo de Robertson e Fleming (1987), os grupos musculares dos membros inferiores são os que mais atuam no SV, na medida em que, no momento da execução do salto a contribuição dos extensores do quadril, joelho e tornozelo se dá num percentual de 40, 24,2 e 35,8 %, respectivamente, valores esses que corroboram a pesquisa de

Hatze (1998), que encontrou para os mesmos grupos musculares, valores aproximados de 49, 28 e 23 %, respectivamente.

Diante dessa importância que o SV tem dentro do jogo de voleibol frente ao que foi citado nos parágrafos acima, dos diferentes fatores que influenciam a sua *performance*, a eletromiografia (EMG) surge como um mecanismo de avaliação viável para verificação do comportamento muscular durante execução dessa ação, pela possibilidade de fornecer informações importantes à respeito do padrão de atividade muscular e esclarecer como esse padrão pode interferir no desempenho do atleta no decorrer da execução de saltos verticais.

2.4 ELETROMIOGRAFIA

De acordo com constatação de Hermens et al. (2000) houve um aumento do conhecimento sobre a EMG nas últimas décadas, ou seja, uma maior compreensão dos processos fisiológicos que contribuem para a geração do sinal, melhora nas técnicas de processamento do sinal e um aumento do conhecimento de como ela pode ser aplicada em várias áreas, o que mostra o alto potencial dessa ferramenta quando se deseja avaliar a atividade do sistema neuromuscular.

Sendo assim, para um melhor entendimento sobre os conceitos relevantes à instrumentação desse método de análise e com intuito de tentar esclarecer as dúvidas sobre as questões colocadas acima, nos parágrafos abaixo segue uma breve revisão.

Antes de iniciar qualquer especificação acerca da EMG é interessante fundamentar fisiologicamente, explicitar o que ocorre no momento da contração muscular, os mecanismos envolvidos na geração do potencial de ação e, a partir de então, esmiuçar sobre tudo que concerne a esse método.

Quando a célula muscular se encontra em estado de repouso apresenta uma diferença com relação à distribuição dos íons no interior e exterior de sua membrana celular, denominada sarcolema, que nada mais é do que uma característica da membrana e dos processos de transporte ativo e difusão que ocorrem. Tal fato gera uma maior quantidade de cargas positivas no meio extracelular, dessa forma, cria-se uma diferença de potencial entre o meio

interno e externo, é o chamado potencial de repouso. A partir do momento em que se inicia o processo de excitação da célula muscular, cuja ocorrência depende do comando de motoneurônios (Enoka, 2000), tem-se a alteração do potencial de repouso. Essa modificação gera potências de ação que passam consecutivamente nos dois sentidos da membrana. Na propagação da despolarização ao longo do sarcolema, cria-se uma diferença de potencial entre as zonas ativas e inativas, que produz uma corrente elétrica que se difunde à distância e pode ser detectada através de eletrodos. (CORREIA; MIL-HOMENS, 2004)

A EMG, segundo Basmajian e De Luca (1985), se fundamenta no que foi dito acima, sendo responsável pelo estudo da função muscular por meio da análise do sinal elétrico gerado nas membranas excitáveis, ou seja, se caracteriza como a representação gráfica da atividade elétrica do músculo, sendo considerada de grande relevância para o estudo da fisiologia neuromuscular.

A forma utilizada para se medir a EMG é colocar um eletrodo próximo à membrana excitável e, assim, registrar os potenciais de ação que passam por ele. (ENOKA, 2000)

Existem duas maneiras distintas de captar o sinal eletromiográfico: a eletromiografia de profundidade (EMG_{pro}) e a EMG de superfície (EMG_{sup}). A primeira baseia-se na colocação de eletrodos no interior do músculo (intramuscular), em contato direto com as fibras musculares. Esse tipo de EMG não é muito utilizado em áreas como a cinesiologia e o controle motor por algumas razões, como: por representar um número reduzido de UM, não é útil para estudar o comportamento global dos músculos e as relações de atividades entre as diferentes formas de coordenação intermuscular; a execução de gestos motores com um elemento estranho (agulha) no interior do músculo pode acarretar em alteração das sensações musculares, tão importantes no controle nervoso da atividade muscular e, por fim, deslocamento mais acentuado dos eletrodos durante contrações musculares mais amplas e potentes.

A EMG_{sup} surge pra tentar resolver o problema supracitado, pois é uma técnica caracterizada pela colocação do eletrodo na superfície da pele, sendo, portanto, não invasiva, de maior conforto para o indivíduo, de fácil aplicabilidade e que fornece informações sobre a atividade muscular em diferentes situações e tarefas motoras, possibilitando uma análise global do comportamento muscular. (CRAM; KASMAN; HOLTZ, 1998; CORREIA; MIL-HOMENS, 2004) Como mencionado, a EMG_{sup} fornece informação global da ação do músculo, isso acontece porque, ao recolher os potenciais de ação de um conjunto heterogêneo de unidades

motoras, esse tipo de EMG é menos sensível que a EMGpro, logo, constitui-se em uma técnica que pouco ou nada oferece sobre o comportamento das UM de forma individual. De certa forma, a principal contribuição para o sinal obtido através da EMGsup se dá pelas fibras mais superficiais, ou seja, aquelas que estão mais próximas dos eletrodos. (CORREIA; MIL-HOMENS, 2004)

Com relação aos eletrodos utilizados, existem dois tipos diferentes: monopolar e bipolar. Na configuração do primeiro, apenas um eletrodo é colocado sobre a pele acima do músculo a ser investigado, sendo colocado um eletrodo de referência num local distante que não é afetado pela atividade elétrica gerada pelo músculo ativo. Seu principal problema é o fato de registrar toda a diferença de potencial elétrico entre o eletrodo de referência e o de detecção, assim como sinais indesejados oriundos de outros músculos. Com o eletrodo bipolar não há esse problema, pois ele apresenta uma maior resolução espacial e aumento da rejeição de ruído. (LUCA; KNAFLITZ, 1990 citados por CORREIA; MIL-HOMENS, 2004; ENOKA, 2000) Nesse tipo de eletrodo as diferenças de potencial são detectadas por duas superfícies em relação a um eletrodo de referência. Esses dois sinais captados são enviados para um amplificador onde a diferença entre os dois eletrodos é amplificada, sendo, portanto, eliminado o sinal comum entre eles.

Segundo revisão realizada por Hermens et al. (2000), na qual avaliaram sete periódicos de renome que continham a eletromiografia como uma das ferramentas de análise de seus estudos, das 126 publicações analisadas, 115 utilizaram eletrodo bipolar para a obtenção do sinal em seus protocolos específicos, o que representa, em termos percentuais, 91,2% das publicações, dado esse que pode ser considerável significativo e mostra que esse tipo de eletrodo é mais apropriado quando a intenção é analisar o padrão do comportamento muscular durante execução de gestos motores.

Ainda dentro dos aspectos relacionados às características dos eletrodos comumente usados, existem os chamados passivos e ativos. Os passivos são mais limitados, pois sua função é apenas detectar a atividade mioelétrica e enviá-la por cabo ou telemetria para um amplificador, já os ativos, que são os mais utilizados, são mais eficientes, pois apresentam no seu interior um pré-amplificador que subtrai e amplifica o sinal logo que sai da pele, sendo assim, as interferências que acabam por surgir se adicionam a um sinal já amplificado tornando-se muito menos significativas no sinal final. (CORREIA; MIL-HOMENS, 2004)

Uma questão importante é saber como acontece a digitalização do sinal. A captura do sinal obtido pelos eletrodos dá-se por meio de um eletromiógrafo, o qual posteriormente envia o sinal para um software instalado a um computador. O sinal que é captado no corpo humano é analógico (contínuo no tempo) que deve ser convertido em um sinal digital (somente pra certos intervalos de tempo), para então poder ser registrado pelo computador. (MARCHETTI; DUARTE, 2006)

Com relação ao processamento dos sinais EMG, eles podem ser analisados tanto pelo domínio do tempo, quanto no domínio da frequência, representando amplitude e frequência, respectivamente. A amplitude se refere ao número e tamanho do potencial de ação em um determinado tempo, podendo ser expressa em microvolts (μV) ou milivolts (mV). (BASMAJIAN; DE LUCA (1985). Como forma de quantificá-la, tem-se como variável o valor médio retificado, que corresponde ao valor médio da amplitude do sinal EMG retificado e o RMS (*root mean square*), mais comumente utilizado pra refletir amplitude, o qual constitui a raiz quadrada da potência média do sinal para um determinado período de tempo. (CORREIA; MILHOMENS, 2004). Durante contração voluntária, segundo Luca (1997), o RMS é o índice mais apropriado pelo fato de representar a potência do sinal EMG, tendo, assim, um significado físico mais claro.

O processamento do sinal no domínio da frequência fornece informações relativas aos disparos das UM. Dentre as variáveis passíveis de serem utilizadas como ferramenta de análise do espectro da frequência, que são frequência média, frequência mediana (FM) e moda do espectro, e que estão relacionadas, segundo De Luca (1997), com a velocidade de condução do estímulo pela fibra muscular e alteração na sincronização e frequência de disparo das UM, sugere-se que se use a FM, por sofrer menos interferência ao ruído e por ser mais sensível às alterações bioquímicas e fisiológicas.

Qualquer mudança na ativação muscular resultante da alteração do número de fibras musculares ativas ou da razão de excitação pode ser captada. Entretanto, não é possível distinguir entre esses dois fatores. (VOLLESTAD, 1997)

A incapacidade do indivíduo em manter o nível de força esperado, fenômeno conhecido como fadiga, é acompanhado por alteração na atividade elétrica do músculo, o que pode ser verificado através da utilização da EMG. (DIMITROVA, DIMITROV, 2003)

Para efeito de aplicação prática das informações supracitadas, diversos estudos utilizaram-se desse método de avaliação pra verificar situações como a relação entre EMG e força, tanto em contrações estáticas quanto dinâmicas, os fatores que a influenciam, pra analisar quais alterações a instauração de fadiga poderia trazer para o sinal eletromiográfico e, conseqüentemente, para o desempenho diante de determinada ação, entre muitas outras indagações possíveis de serem trabalhadas e que serão sinteticamente citadas abaixo.

Segundo Sacco et al. (1997), a redução na frequência de disparo dos motoneurônios, em conjunto com o aumento do tempo necessário para o relaxamento das fibras musculares é vista como fator fundamental para diminuição da produção de força.

Achados como o de Bigland-Ritchie et al. (1983) que encontram que durante contração isométrica a amplitude do sinal eletromiográfico cai progressivamente, sendo isso, provavelmente causado por uma queda gradual da razão de excitação das UM, mostram a relação entre determinada atividade muscular e sua influência na amplitude do sinal EMG.

Com o intuito de citar mais especificamente autores que se utilizaram da EMG como forma de análise da ativação neuromuscular durante saltos verticais, seguem-se alguns estudos como o de Wallmann, Mercer e Mewhorter (2005) que usaram a EMG de superfície para investigar os efeitos do estiramento estático na ativação muscular do músculo gastrocnêmio durante protocolo de saltos verticais máximos. Outros à análise da ativação muscular dos flexores e extensores do joelho, durante saltos verticais repetitivos (MCCAULLEY et al., 2007) e com contramovimento em condições de fadiga e não fadiga (RODACKI et al., 2002).

De acordo com pesquisa desenvolvida por Felicissimo et al (2008), a qual teve como foco verificar as respostas eletromiográficas de músculos do membro inferior (vasto lateral, vasto medial, reto femoral e sóleo) e íliocostal durante protocolo fatigante de resistência de saltos verticais, no qual as voluntárias realizaram 30 s de saltos verticais máximos usando a técnica do contramovimento, obteve-se que, embora os músculos investigados possuam características e funções distintas, com a instauração da fadiga o comportamento da ativação neuromuscular foi semelhante para todos os músculos.

3 Métodos

3.1 Amostra

Participaram do estudo 13 atletas de voleibol, do sexo feminino, da categoria infanto-juvenil, faixa etária entre 15 e 17 (média de 15,4 anos \pm 0,9 anos), massa corporal média de 71,2 kg \pm 13,9 kg, estatura média de 174,7 cm \pm 7,0 cm e experiência na prática da modalidade de 5,3 anos \pm 2,2 anos. As atletas foram selecionadas de uma equipe da cidade de Campinas-SP, disputaram os Jogos Abertos da Juventude representando a cidade e algumas atletas estiveram presentes na seleção de Campinas que representou a cidade nos Jogos Regionais do Estado de São Paulo em julho de 2009.

Todas as atletas e seus responsáveis, após estarem cientes dos procedimentos dos testes a serem realizados, dos métodos utilizados para execução destes e dos objetivos da pesquisa, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 1) antes da participação no estudo, o qual foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Ciências Médicas (FCM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), conforme protocolo número 854/2008. (ANEXO 1)

Tabela 1. Valores do peso (kg), estatura (cm), idade (anos) e experiência na modalidade (anos) (anos).

<i>Voluntárias</i>	<i>Peso</i>	<i>Estatura</i>	<i>Idade</i>	<i>Experiência na modalidade</i>
<i>Média</i>	71,2	177	15,4	5,3
<i>\pmDP</i>	13,9	7,1	0,9	2,2

3.2 Delineamento Experimental

3.2.1 Protocolo de Potência Máxima

Antes do início do teste as atletas foram familiarizadas com o movimento a ser executado ao realizarem um aquecimento prévio de 10 saltos verticais com altura variável, com um intervalo de descanso de dois minutos até a realização do teste em si. O protocolo consistiu na realização de três saltos verticais máximos (SV_{Max}), respeitando sempre o comando da avaliadora.

A técnica aplicada foi a do contramovimento, sem ajuda dos membros superiores, na qual a voluntária mantinha as mãos na cintura e tronco ereto, sem exagerada flexão, joelhos em extensão durante a fase aérea e agachamento de aproximadamente 90° de flexão durante a fase de contato. Os saltos foram realizados sobre um tapete de contato (Probotics Inc.), através do qual é possível extrair informações como tempo de vôo e a altura saltada.

Após realização deste protocolo as atletas descansaram dois minutos e iniciaram a execução do segundo protocolo, o de resistência de saltos verticais, conforme descrito abaixo. Os dados do protocolo de potência máxima foram utilizados como parâmetro para a normalização dos dados do protocolo de resistência de saltos verticais.

3.2.2 Protocolo de resistência de saltos verticais

Consistiu na realização de SV_{Max} , também com a utilização da técnica do contramovimento sem a ajuda dos membros superiores e sobre o tapete de contato, por um período total de 20 minutos. Ao longo desse tempo as atletas realizaram 48 ciclos, cada um com 25s, sendo que, dentro de cada ciclo, executaram 3 SV_{Max} em aproximadamente 10s (1 salto a cada 3s em média, sempre ao comando da avaliadora) com intervalo de 15 s de recuperação. As voluntárias realizaram ao final do protocolo um total de 144 saltos verticais. Segue abaixo um esquema demonstrativo do referido protocolo.

As voluntárias foram orientadas a não realizarem atividade física intensa 24 horas antes da realização dos testes.



Figura 1: Esquema representativo do Protocolo de Resistência de Saltos Verticais.

3.2.3 Coleta e tratamento dos sinais eletromiográficos

Os testes foram realizados no Laboratório de Estudos Eletromiográficos (LEE) da Faculdade de Educação Física (FEF) da Unicamp.

Os músculos selecionados para análise das respostas eletromiográficas foram o Reto Femoral, Bíceps Femoral e Gastrocnêmio Medial. A colocação e localização dos eletrodos a fim de obter os sinais eletromiográficos tiveram como parâmetro a padronização proposta por SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*) (HERMENS et al. 2000), na qual para o músculo Reto Femoral adotou-se o ponto mediano entre a espinha ilíaca ântero-superior e a parte superior da patela, para o músculo Bíceps Femoral, 2/3 da linha da espinha ilíaca ântero-superior à parte lateral da patela e para o músculo Gastrocnêmio Medial, o ponto mais proeminente do músculo. Previamente à colocação dos eletrodos realizou uma contração do músculo, tendo objetivo a identificação do ventre muscular.

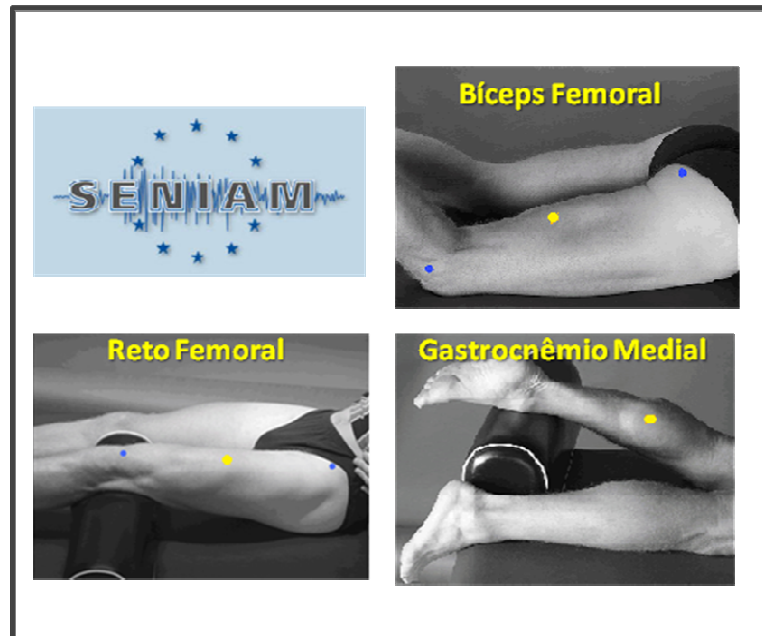


Figura 2: pontos de referência para o posicionamento dos eletrodos segundo padronização proposta por SENIAM (Hermes et al, 2000).

Para coleta dos sinais eletromiográficos foi utilizado um eletromiógrafo de 16 canais da marca Biopac (Biopac System, Inc., Santa Barbara, CA, USA), modelo MP150. Para captação e processamento dos sinais eletromiográficos utilizou-se o software Acqknowledge 3.9.1 (Biopac System, Inc., Santa Barbara, CA, USA), com a frequência de aquisição dos sinais EMG estabelecida em 2000 Hz e filtro passa-banda de 20 – 500 Hz. Para a captação dos sinais eletromiográficos usou-se eletrodos ativos da marca Biopac (Biopac System, Inc., Santa Barbara, CA, USA), modelo TSD150 com relação de rejeição do modo comum (CMRR) de >95 dB. Antes da colocação dos eletrodos foi feita tricotomia e assepsia da pele, com álcool e algodão nos locais determinados para a colocação dos eletrodos em cada músculo, visando diminuir a impedância da pele.

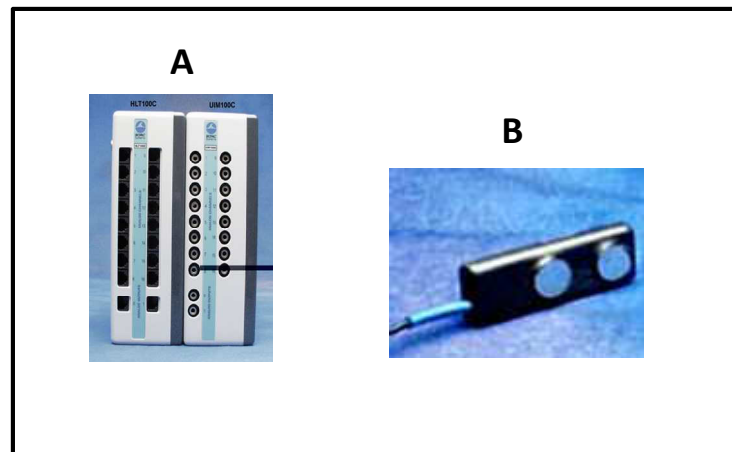


Figura 3: Materiais usados para coleta do sinal EMG. **A:** eletromiógrafo com 16 canais, modelo MP150 (BIOPAC Systems Inc. USA) e **B:** eletrodos ativos bipolares modelo TSD 150 (BIOPAC Systems Inc. USA).

Para o tratamento dos dados, no protocolo de potência máxima, o maior salto executado por cada atleta, dentre os três realizados, foi escolhido para normalização dos dados. Quanto ao protocolo de resistência de saltos verticais, a quantidade de saltos executados pelas voluntárias foi dividida em quatro períodos P1, P2, P3 e P4, sendo que o 1º período (P1) correspondeu às séries de 1 a 12, o 2º período (P2) de 13 a 24, o 3º período (P3) de 25 a 36 e o 4º período (P4) de 37 a 48, ou seja, em cada período as voluntárias saltaram 36 vezes (12 ciclos de 3 saltos em cada período). Os sinais eletromiográficos brutos foram filtrados e convertidos em RMS, de acordo com a Figura 4 e em frequência mediana.

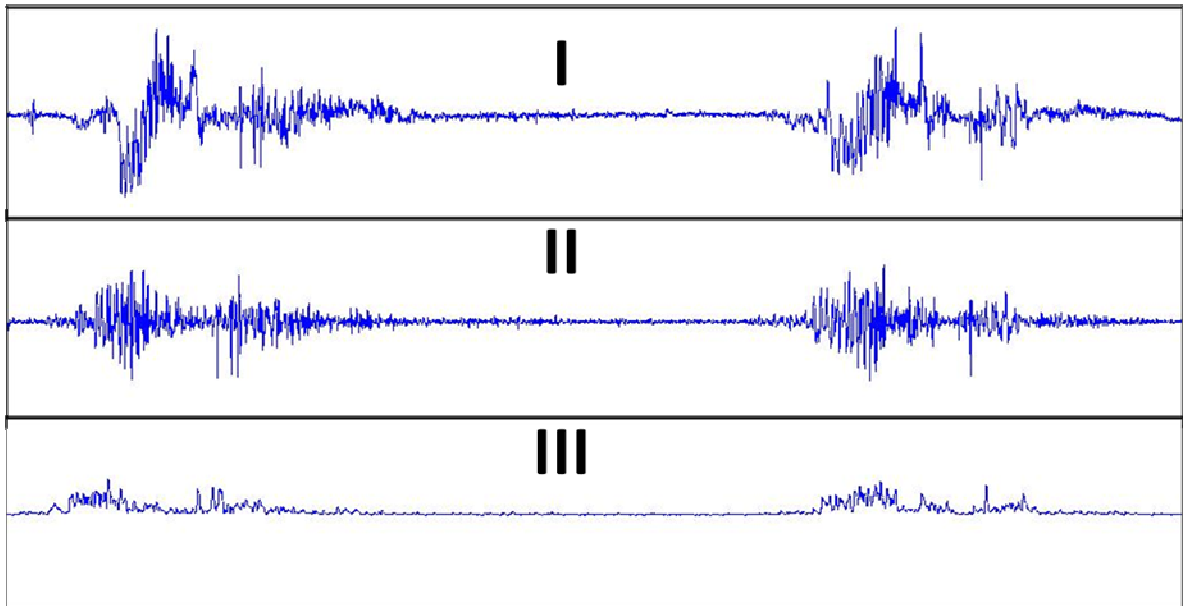


Figura 4: Exemplo de sinal EMG do músculo BF: (I) sinal bruto; (II) sinal filtrado; (III) sinal convertido em RMS.

3.3 Tratamento estatístico

Primeiramente os dados foram submetidos à estatística descritiva, seguido do teste de *Shapiro Wilk* para verificar a normalidade dos dados. Para os dados de RMS e FM, expressos em *média ± desvio padrão* (Média ± DP), utilizou-se o teste de ANOVA *two way* (*período vs músculos*), ambos usando como *post hoc* o teste de *Sheffé*, para detecção de possíveis diferenças. Para comparação das alturas saltadas por período, expressas em *mediana ± semi-amplitude interquartílica* (Mediana ± SAIQ), utilizou-se o teste de *Friedman ANOVA*, usando como *post hoc* o teste de *Wilcoxon*, para detecção de possíveis diferenças.

4 Resultados

A Tabela 2 apresenta os valores, em centímetros (cm), referentes ao maior salto de cada atleta durante o protocolo de potência máxima.

Tabela 2: Maior altura alcançada pelas atletas durante Protocolo de Potência Máxima.

Atletas	Altura saltada (cm)
1	35,3
2	39,3
3	34,2
4	38,3
5	29,9
6	38,8
7	42,9
8	40,3
9	35,8
10	35,0
11	38,3
12	29,7
13	36,3

Como forma de análise do rendimento demonstrado pelas voluntárias durante a execução do protocolo de resistência de saltos verticais, tem-se a apresentação, na Tabela 3, dos dados, em cm, referentes à média dos valores encontrados dentre os saltos executados por cada atleta em cada período, e a média da altura dos saltos de todas as atletas em cada período, como um meio de verificar a variação da altura atingida no salto ao longo do teste.

Tabela 3. Média das alturas saltadas (em cm) de cada atleta em cada período do Protocolo de Resistência de Saltos Verticais e média dos saltos em cada período.

Atleta	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4
1	32,7	31,1	29,9	30,4
2	35,6	36,2	36,4	35,8
3	33,9	33,4	32,1	30,8
4	35,8	35,6	35,2	34,9
5	31,0	29,9	29,9	30,0
6	35,9	36,4	34,8	34,2
7	40,1	38,5	37,5	35,8
8	38,2	38,1	36,4	36,8
9	33,1	31,9	30,6	30,7
10	32,6	33,6	33,9	34,1
11	36,1	35,1	34,9	34,6
12	27,0	26,6	26,0	27,1
13	34,8	34,4	33,3	33,8
Média	34,3	33,9	33,1	33

A Figura 5 representa o desempenho das atletas com relação à altura média saltada em cada período, considerando o valor percentual de acordo com a altura máxima atingida no protocolo de potência máxima. Os dados demonstram os seguintes valores: 93,43; 92,86; 91,24 e 91,02%, para 1º, 2º 3º e 4º períodos, respectivamente, demonstrando queda significativa do rendimento das atletas com relação à altura alcançada no 3º e 4º períodos em comparação ao 1º e 2º.

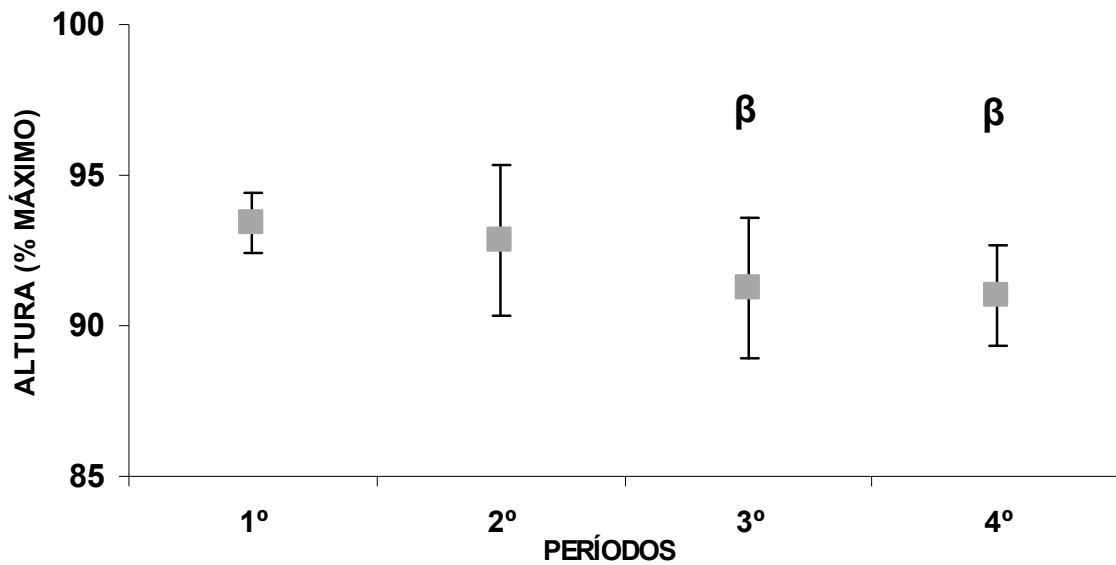


Figura 5: Desempenho normalizado da altura média de salto vertical de cada período durante o protocolo de resistência de saltos verticais. ^β diferença significativa em relação ao 1º e 2º períodos ($P < 0,05$).

Os dados referentes à amplitude do sinal eletromiográfico, expressos pela RMS normalizada em percentual do máximo valor de RMS encontrado no protocolo de potência máxima, não demonstraram diferenças significativas entre os períodos e entre músculos durante o protocolo de resistência de saltos verticais, conforme mostra a Figura 6.

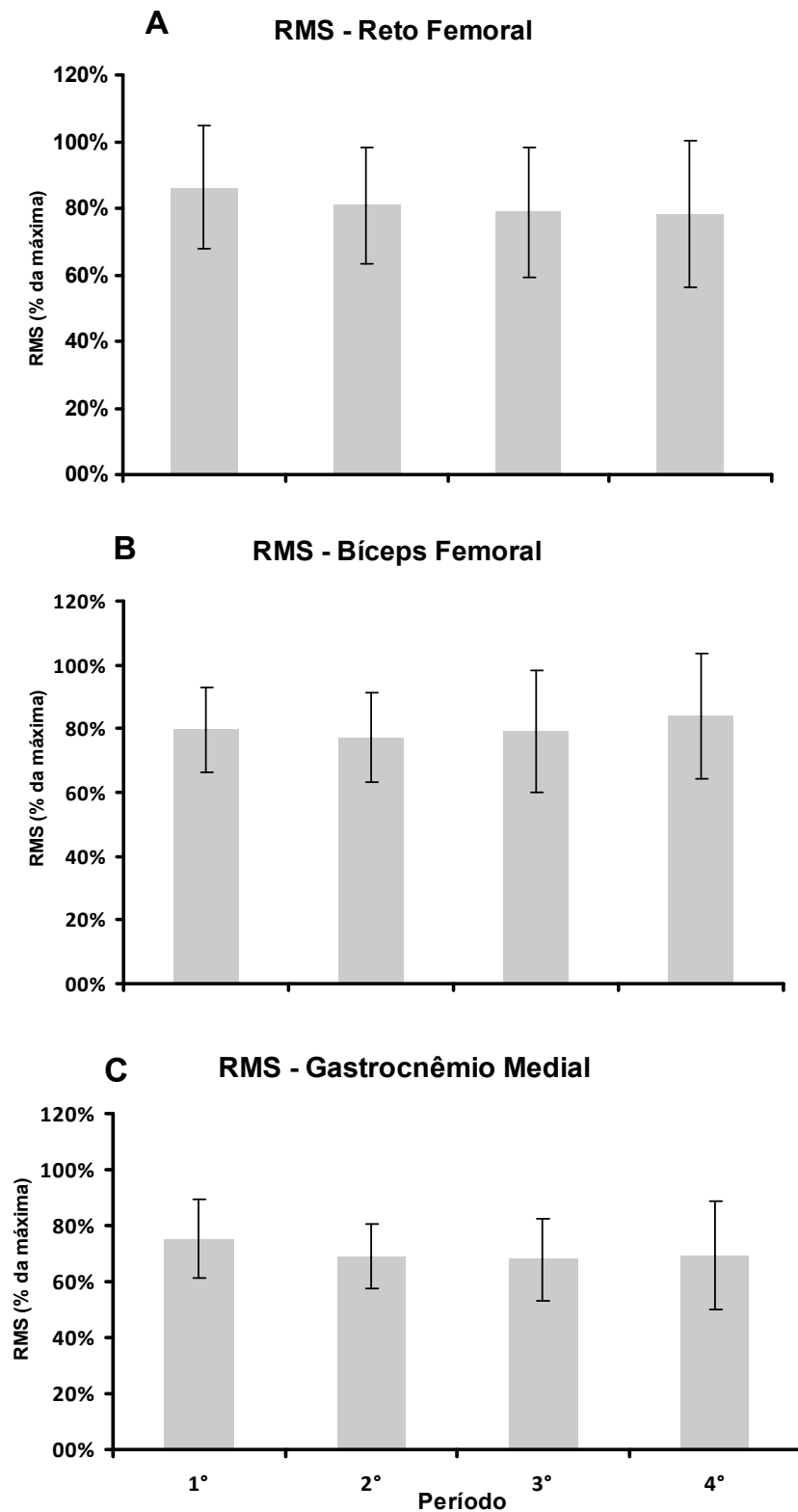


Figura 6 : Valores em RMS normalizados dos músculos avaliados durante o protocolo de resistência de saltos verticais: **A)** Reto Femoral; **B)** Bíceps Femoral; **C)** Gastrocnêmio Medial.

Este mesmo comportamento foi demonstrado para a FM, normalizada da mesma forma que o RMS, conforme Figura 7, o que dá indicativo de que não havia fadiga periférica nos músculos estudados ao final do protocolo de resistência.

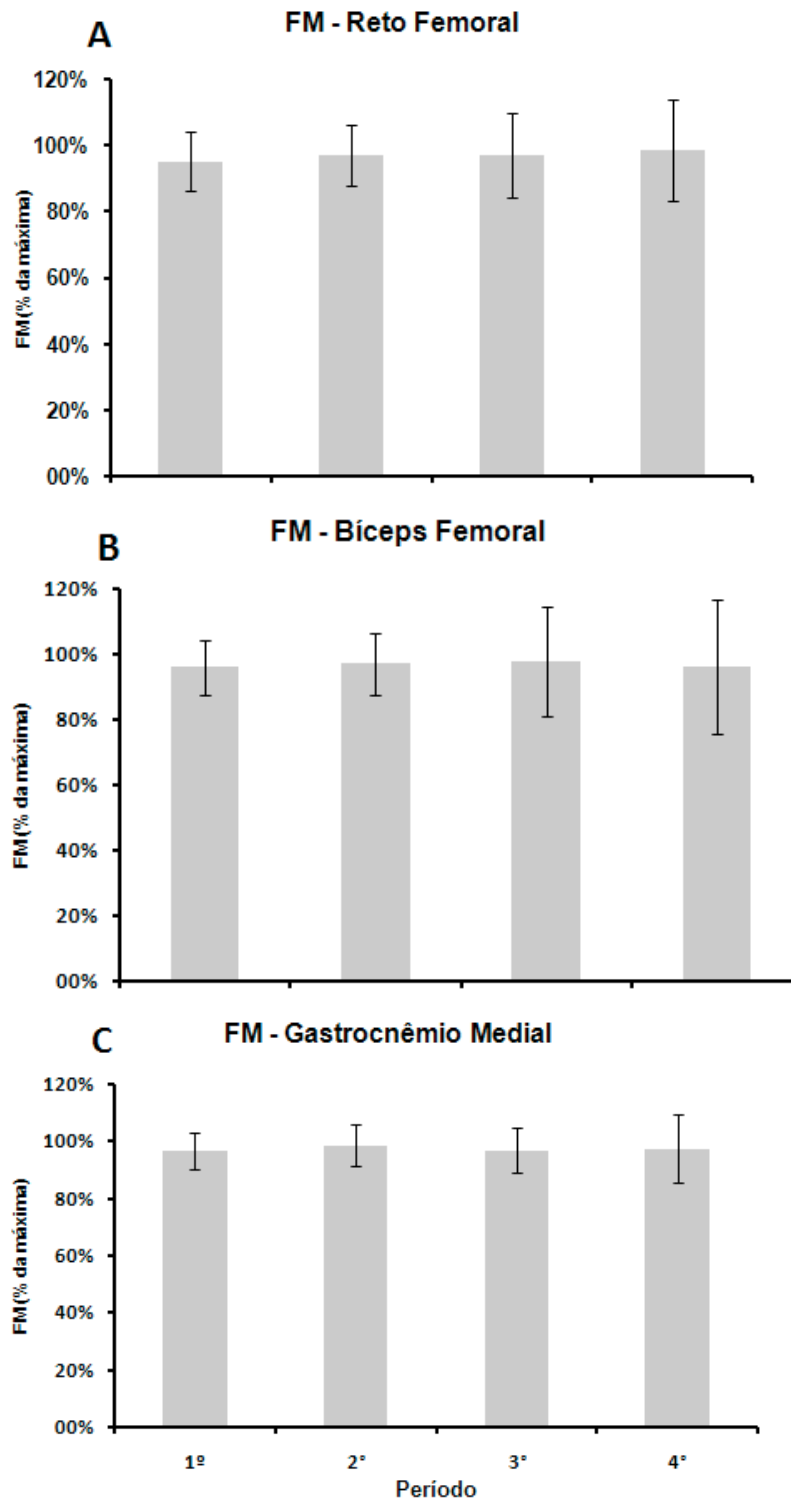


Figura 7 - Valores em FM normalizados dos músculos avaliados durante o protocolo de resistência de saltos verticais: **A)** Reto Femoral; **B)** Bíceps Femoral; **C)** Gastrocnêmio Medial.

5 Discussão

A hipótese inicial do estudo em questão era que o protocolo utilizado causasse certo nível de fadiga nas voluntárias, alterando o comportamento das variáveis EMG dos músculos avaliados e, conseqüentemente, provocando queda no desempenho representada pela diminuição da altura saltada. Entretanto, era esperado que as atletas não chegassem a um estado de exaustão, mesmo diante da grande quantidade de saltos totais realizados, pelo fato da característica do protocolo ser bem próxima do que elas executam em uma partida de voleibol.

Conforme supracitado, houve variação da altura saltada pelas atletas ao longo do protocolo de resistência de saltos verticais, manifestada por uma queda constante, como mostra a Tabela 3 e, de acordo com a Figura 5, a diminuição mais significativa da altura saltada, aconteceu no 3º e 4º período, em relação ao 1º e 2º período. Esse resultado corrobora o que realmente acontece na situação real de jogo com muitos atletas de equipes de voleibol durante uma partida, sobretudo as mais longas, que perduram por 5 *sets*, nas quais a solicitação de realização de saltos verticais é muito grande e, dificilmente a atleta consegue manter a altura do salto no máximo ou próximo deste até o final do jogo (FIGUEIRA JÚNIOR et al., 1996 citado por MARQUES JUNIOR, 2005).

Segundo Arruda e Hespanhol (2008a), quando se fala em desempenho no salto vertical, diversos fatores podem ser considerados determinantes, como o físico, o antropométrico, o técnico, o tático, o ambiental e o perceptivo. Em geral, todos esses elementos agem entre si para que se consiga o máximo de eficiência na ação. Porém, na concepção dos autores, a capacidade do atleta em saltar verticalmente de forma eficiente está diretamente relacionada com fatores determinantes para as diversas manifestações de força, sendo esses fatores as contribuições do componente contrátil, do sistema de recrutamento e sincronização dos componentes elásticos e do componente elástico reflexo. Esta afirmação é fortalecida e corrobora os estudos realizados por Maclaren (1997), que destaca a natureza do voleibol, caracterizada pelas atividades de saltos repetitivos por um tempo prolongado, intercalado com fases de recuperação e que necessitam do componente força explosiva e resistência dos membros inferiores e por Newton, Kraemer e Häkkinen (1999), que relatam que as alterações mais significativas nos resultados do desempenho do salto vertical estão relacionadas com mudanças na função neuromuscular, como a força

máxima, capacidade do ciclo de alongamento e encurtamento e força explosiva. Horita et al. (2002) acreditam que o menor efeito da fadiga no teste intermitente possa ser explicado por algumas alterações menores nos componentes contráteis e elásticos que potencializam o desempenho. Portanto, a maioria dos autores e estudos consideram somente as perspectivas neuromusculares e bioenergéticas ao avaliar a causa e o processo de instalação de fadiga na ação do salto vertical.

A maioria dos estudos presentes na literatura trata da análise do salto vertical num contexto contínuo (BOSCO et al., 1986; HORITA et al., 1996; STROJNIK & KOMI, 2000; RODACKI, FOWLER e BENNET, 2001; MCCAULLEY, G.O. et al., 2007), em virtude disso, existe certa dificuldade de verificação de qual é o comportamento das atletas em termos de rendimento e instauração de fadiga em uma condição mais próxima do real como em um protocolo com característica intermitente. Curiosamente, ao procurar reproduzir o protocolo de forma específica à situação de jogo, não foi observada diferença significativa nos valores expressos em RMS - relacionado à quantidade de unidades motoras recrutadas para executar determinada ação motora - de acordo com o demonstrado na Figura 6 e da mesma forma, os dados expressos em FM, explanados na Figura 7, os quais fornecem informações relacionadas à velocidade de condução do estímulo por parte da fibra muscular e alterações na sincronização e na frequência de disparo das unidades motoras (LUCA, 1997), embora tenha ocorrido queda significativa na altura saltada no 3º e 4º período.

Esperava-se que houvesse alteração nos valores de RMS e FM ao longo do teste. Na literatura encontram-se estudos que se contrapõem com relação ao comportamento do RMS, ou seja, existem aqueles que apontam para o aumento, outros para a diminuição e, ainda os que mostram a manutenção do padrão de amplitude do sinal. Moritani e Devries (1978) acreditavam que em condições de fadiga haveria um aumento nos valores de RMS, este relacionado ao recrutamento adicional de unidades motoras para compensar o déficit de contratibilidade resultado pelas unidades motoras fadigadas, que seriam expressos por uma queda da FM. Wretling, Henriksson-Larssen e Gerdle (1997) verificaram aumento dos potenciais de ação dos músculos Vasto Medial, Vasto Lateral e Reto Femoral, do início do exercício e a manutenção do padrão de ativação até o final do experimento. Silva e Gonçalves (2003) relataram aumento na amplitude do sinal eletromiográfico em avaliação dos músculos extensores do joelho. Já Ebenbichler et al. (1998), ao elaborar um estudo utilizando um protocolo de

contrações isométricas com cargas de 30, 50 e 70% até exaustão observou que, nas intensidade de 30 e 50% ocorreu pequeno aumento da amplitude dos sinais eletromiográficos, enquanto que, com 70% houve aumento apenas dos músculos VL e VM e redução no RF. Kouzaki, Shinohara e Fukunaga, (1999) também observaram queda nos sinais eletromiográficos dos três músculos supracitados, sendo a do RF mais acentuada.

Em virtude do que foi relatado acima, a alteração não significativa estatisticamente nos valores de RMS e FM nos permite inferir que não houve condição de fadiga periférica nos músculos estudados, apesar da queda do desempenho. Tal fato leva em consideração os dados apresentados em estudos prévios, os quais relatam aumento, diminuição e/ou manutenção dos valores expressos em RMS. Quanto à FM os dados estão de acordo com os apresentados na literatura.

Em um estudo desenvolvido por Baron et al. (2008), os autores verificaram que o trabalho excêntrico pode gerar um mecanismo de proteção contra um recrutamento muscular excessivo que pode limitar o *output* do sistema nervoso central (SNC) para os músculos, protegendo-o ao limitar a quantidade de fibras recrutadas, e conseqüentemente o rendimento em *sprints* na descida. Neste estudo, o trabalho excêntrico, muito mais presente na condição de descida, estimulou certos receptores tendíneos e articulares, além dos musculares, que servem de *feedback* para o SNC, limitando o ritmo dos *sprints* para aquém do ritmo das outras condições de plano e subida. Outros estudos (MARCORA et al, 2008; MARCORA, 2009) demonstraram que o fator limitante para o rendimento e protelação da fadiga no indivíduo treinado depende dos fatores motivacionais para realizar a tarefa e da avaliação da quantidade de *output* pelo SNC para o músculo, que é controlada pelas vias superiores, independentemente do *feedback* periférico. Tanto a longa duração do protocolo (20 min.), que pode ter levado a uma queda da motivação, como o trabalho excêntrico presente nos saltos deste estudo, podem dar um indicativo na direção de que talvez a fadiga durante as partidas não tenha como fator limitante somente os fatores neuromusculares e bioenergéticos, e esta afirmação corrobora alguns dos modelos teóricos de fadiga da área (ST CLAIR GIBSON et al., 2004; NOAKES et al., 2005; MARCORA et al, 2008). Estes modelos contemplam as idéias citadas neste parágrafo, e fortalecem os dados presentes neste estudo.

Outra possível relação que poderia ser realizada como forma de compreensão dos resultados obtidos se trata da idéia de coativação. Segundo Psek e Cafarelli (1993), os quais

verificaram o comportamento da coativação muscular - a qual consiste na atividade do músculo antagonista durante contração voluntária - dos flexores do joelho durante fadiga dos extensores do joelho, relatam que um aumento da força dos isquiotibiais causado pela coativação diminui a força produzida pelo quadríceps, conseqüentemente, é necessário recrutamento adicional pra neutralizar a coativação e pra manter a produção de força constante. Essas colocações são confirmadas por Weir et al. (1998) que verificaram os efeitos da fadiga nos isquiotibiais durante extensão isocinética do joelho e, de acordo com os resultados encontrados, relatam que a coativação aumenta com a fadiga durante contração dinâmica e que a coativação dos isquiotibiais pode contribuir para a fadiga e diminuir a força o quadríceps durante máxima extensão do joelho.

Uma provável explicação para a relação entre coativação e fadiga é a que sugere que o aumento da coativação pode encurtar o tempo em que o atleta consegue manter a intensidade da atividade, e, assim, contribuir para o processo de fadiga. Em todo caso, esse tempo poderia ser estendido se a coativação fosse reduzida ou eliminada.

No caso do atual estudo, a não ocorrência de diferença da atividade EMG entre bíceps femoral e reto femoral durante execução do protocolo de resistência de saltos verticais, pode ser um demonstrativo de que não ocorreu aumento da coativação, não alterando a ação do reto femoral e permitindo, assim, que as voluntárias mantivessem a atividade pelo tempo determinado sem presença aparente de fadiga muscular.

Ainda, segundo Psek e Cafarelli (1993), a forte correlação da atividade EMG entre o VL e BF durante fadiga é consistente com a noção de um mediador central “*common drive*” para o par agonista-antagonista. Essa hipótese sugere que o SNC pode controlar cada motoneurônio dos músculos através de uma única entrada quando ambos os músculos estão participando de uma tarefa específica.

Partindo para uma análise de alguns estudos que fazem referência a testes com contexto intermitente e reportando a questão bioenergética, Gaitanos et al.,(1993) mostraram que o trabalho muscular foi sustentado por maior disponibilidade de CP nos músculos, assim, com relação à contribuição metabólica, as diferenças existentes entre os testes contínuos e intermitentes ocorreram devido às diferentes dinâmicas de utilização e fornecimento de energia para a quantidade de trabalho. Nessa perspectiva, o experimento de Gaitanos et al. (1993) demonstrou que o componente bioenergético também não é o fator mais determinante que

ocasiona a queda de rendimento em protocolos com a característica intermitente, como o deste estudo.

Segundo estudo realizado por Hespanhol et al. (2007), que tinha por objetivo analisar a diferença entre salto vertical com natureza contínua e intermitente, encontrou-se que o teste intermitente (esforço de 60s dividido em 4 séries de 15s) apresentou maiores quantidades de trabalho e menor índice de fadiga do que o contínuo. Além disso, de acordo com Pereira (2005), o teste intermitente, mais próximo da característica da modalidade em questão, evita parcialmente o processo de exaustão, causando menores prejuízos aos componentes da produção de força e utilização de metabolismo compatível aos movimentos, sem a necessidade aparente de ajustes neuromusculares e compensação mecânica, enquanto se realizam exercícios de saltos verticais com elevada intensidade. Essas informações estão de acordo com o que foi encontrado neste estudo pelo fato de não ter ocorrido alteração nas variáveis EMG.

Os autores Hespanhol et al. (2007) ainda sugerem a aplicação do teste de natureza intermitente para a avaliação do desempenho de resistência de força explosiva em voleibolistas, pois estão mais próximos da especificidade da modalidade, apresentam resultados diferentes dos encontrados em testes contínuos, podendo estes subestimar o desempenho do atleta na execução da ação. Essa colocação também está de acordo com o objetivo do protocolo desenvolvido neste estudo, ou seja, de proporcionar mecanismos de análise de desempenho que se aproximem ao máximo das exigências do esporte em questão. Entretanto, seria talvez interessante, em futuros estudos, prolongar a duração do protocolo até a exaustão voluntária, para verificar se o comportamento das variáveis permanece o mesmo ou se ocorrem alterações, permitindo assim verificar com mais veracidade as causas da exaustão.

Em síntese, nota-se que não houve alteração estatisticamente significativa da solicitação neuromuscular dos músculos RF, BF e GM durante o protocolo de resistência de saltos verticais utilizado neste estudo, e embora tenha ocorrido queda no desempenho do salto vertical ao final do protocolo de resistência, este não gerou fadiga periférica. Este contexto nos dá indicativos, sustentados pelos dados deste estudo e por pesquisas de alguns teóricos sobre fadiga (ST CLAIR GIBSON et al., 2003; ST CLAIR GIBSON. et al., 2004; NOAKES et al., 2005; HARGREAVES, 2008; MARCORA et al, 2008), de que o processo de instalação da fadiga pode depender de variáveis ao nível do SNC que também influem no desempenho alcançado no

salto vertical e que os pesquisadores da modalidade devem se atentar mais a esta vertente em futuros estudos com saltos verticais.

Referências

- ARAGÓN-VARGAS, Luis F.; GROSS, M. Melissa. Kinesiological Factors in Vertical Jump Performance: differences among individuals. **Journal of Applied Biomechanics**, [S.I.],v.13, n.1, p. 24-44. fev. 1997.
- ARRUDA, M. de; HESPANHOL, J.E. **Fisiologia do voleibol**. 1 ed. São Paulo: Phorte, 2008a.
- ARRUDA, M.; HESPANHOL, J.E. **Saltos Verticais**. 1. ed. São Paulo:Phorte,2008b.
- BARBANTI, V. J. **Treinamento Físico: bases científicas**. São Paulo: CLR Baleiro, 1996.
- BARON, B. et al. The eccentric muscle loading influences the pacing strategies during repeated downhill sprint intervals. **European Journal of Applied Physiology**, v.105, n.5, p. 749-57, 2008.
- BASMAJIAN, J.V.; DE LUCA, C.J. **Muscles alive - their functions revealed by electromyography**. 5 ed. Baltimore: Willians & Wilkins, 1985.
- BERRIEL, G. P.; FONTOURA, A.; FOPPA, G. Avaliação quantitativa de saltos verticais em atletas de voleibol masculino na Superliga 2002/2003. **Revista Digital**, Buenos Aires, n.73, Jun. 2004. Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd73/volei.htm>. Acesso em 15 abr. 2010.
- BIGLAND-RITCHIE, B. et al. Changes in motoneurone firing rates during sustained maximal contractions. **The Journal of Physiology**. [S.I.], v.340, p. 335-346. jul. 1983.
- BILLAUT, F.; GIACOMONI, M.; FALGAIRETTE, G. Maximal intermittent cycling exercise: effects of recovery duration and gender. **Journal Of Applied Physiology**, [S.I.], p. 1632-1637. 4 jun. 2003.
- BISSOCHI, M.O. Mudanças temporais de esforço e pausa e número de ocorrências de fundamentos em partidas de voleibol entre as olimpíadas de 1992 e 2004. **Revista de Educação Física Motriz**, [S1]; v.11, n.1, S22, 2005.
- BIZZOCHI, C. **O voleibol de alto nível: da iniciação à competição**. 3.ed. Barueri, São Paulo: Manole, 2008.
- BOBBERT, M.F. GERRITSEN, K.G.M.;LITJENS, M.C.A.;VAN SOEST, A.J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.28, n.11, p.1402-12,1996.
- BOMPA, T. O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento**. São Paulo: Phorte, 2002.

BOMPA, T. O. Treinamento modelo: planejamento e programa. In: BOMPA, Tudor O. **Treinando Atletas de Desporto Coletivo**. 1 ed. São Paulo: Phorte, 2005. Cap. 5, p. 153.

BOSCO, C.; KOMI, P. V. Mechanical Characteristics and Fiber Composition of Human Leg Extensor Muscles. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, [s. L.], p. 275-284. 29 jan. 1979.

BOSCO, C. et al. The effect of fatigue on store and re-use of elastic energy in slow and fast types of human skeletal muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, [S.I], v. 128, n. 1, p.109-117, maio 1986.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE VOLEIBOL. **Ranking oficial de atletas**. Disponível em: <<http://www.cbv.com.br/cbv2008/competicoes/ranking.asp>>. Acesso em: 11 abr. 2010.

CONLEE,R.K. et al. Physiological effects of power volleyball. **The Physician and Sports Medicine**,[S1];v.10,p.93-7,1982.

CORREIA, P. P.; MIL-HOMENS, P. **A Electromiografia no estudo do movimento humano**. [S.I]: FMH, 2004.

CRAM, J.R.; KASMAN, G.S.; HOLTZ, J. **Introduction to surface electromyography**. Gaithersburg: Aspen, 1998.

CRONIN, J.B., HING, R.D.; McNAIR, P.J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.3, 590-3, 2004.

DE LUCA, C. J. De. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v.13, n.2, p. 135-163, 1997.

DIMITROVA, N.A.; DIMITROV, G.V. Interpretation of EMG changes with fatigue: facts, pitfalls, and fallacies. **Journal of Electromyography And Kinesiology**, v.13, p. 13-36,. 2003.

DYBA, W. Physiological and activity characteristics of volleyball. **Volleyball Technical Journal**, v.6, n.3, p. 33-51, 1982.

EBENBICHLER, G. et al. EMG fatigue patterns accompanying isometric fatiguing knee-extensions are different in mono- and bi-articular muscles. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, v.109, n.3, p.256-62, 1998.

ENOKA, Roger M.. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2000.

ESPER, A. Cantidad y tipos de saltos que realizan las jugadoras de voleibol en un partido. Buenos Aires: **Revista Digital**. <http://www.efdeportes.com>, nº 58, 2003.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE VOLLEYBALL. **The Game**. Disponível em: http://www.fivb.ch/TheGame/TheGame_Volleyball.htm. Acesso em: 10 abr. 2010.

FELICISSIMO, C. T. et al. Respostas eletromiográficas de músculos do membro inferior e iliocostal durante protocolo de resistência de saltos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METABOLISMO, NUTRIÇÃO E EXERCÍCIO, 2., 2008, Londrina. **Anais...** . Londrina: UEL, 2008. p. 212.

FIGUEIRA JUNIOR, A.J. et al. Fadiga muscular em atletas da seleção brasileira de voleibol feminino após 12 semanas de treinamento. **Âmbito de Medicina Desportiva**, v.3, n.26, p.4, 1996.

GAITANOS, G.C. et al. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal Of Applied Physiology**, [S.I.], v. 75, n. 2, p.712-719, 1993.

GRAÇA FILHO, A.S.; KASZNAR, I.K. **A emigração de atletas de alto rendimento: o Voleibol brasileiro no contexto mundial**. Disponível em: <http://www.cbv.com.br/cbv2008/institucional/artigos/emigracao_de_atletas2.asp>. Acesso em: 25 abr. 2010.

GUEDES NETO, C. L. et al. A atuação do ciclo de alongamento-encurtamento durante ações musculares pliométricas. **Journal of Exercise and Sport Sciences**, [S.I.], v. 1, n. 1, p.13-24, jul. 2005.

HARGREAVES, M. Fatigue mechanisms determining exercise performance: integrative physiology is systems biology. **Journal of Applied Physiology**., v. 104, p. 1541–1542, 2008.

HARLEY, R.A.; DOUST, J.H. The development of a field test assessing power endurance of the leg extensor muscles during sets of repeated jump. **Journal of Sports Science**, v.12, n.2, p.139, 1994.

HASEGAWA, H. et al. Programas de treinamento periodizados para atletas. In: KRAEMER, W.J.; Hakkinen, K. **Treinamento de força para o esporte**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

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

HERMANSEN, L.; STENSVOLD, I. Production and removal of lactate during exercise in man. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.86, 196-201, 1972.

HERMENS, H.J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v.10, n.5, p.361-74, 2000.

HESPANHOL, J.E.; SILVA NETO, L. G. da; ARRUDA, M. de. Confiabilidade do teste de salto vertical com 4 séries de 15 segundos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, [S. l.], v. 12, n. 2, p.95-98, Mar/Abr. 2006.

HESPANHOL, J.E. et al. Avaliação da resistência de força explosiva em voleibolistas através de testes de saltos verticais. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.13, n.3, p. 181-184, 2007.

HESPANHOL, J.E. **Mudanças no desempenho da força explosiva durante um ciclo anual em voleibolistas na puberdade**. 2008. 285 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008

HORITA, T. et al. Stretch shortening cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex, and muscle mechanical performance in the drop jump. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology and Occupation Physiology**, [S.I], v. 73, p.393-403, out. 1996.

HORITA, T. et al. Exhausting stretch-shortening cycle (SSC) exercise cause greater impairment in SSC performance than in pure concentric performance. **European Journal Of Applied Physiology**, [S.I], v. 88, p.527-534, nov. 2002.

IGLESIAS, F. Analisis del esfuerzo en el voleibol. **Stadium**, Buenos Aires, p. 17-23. fev. 1994.

KASZNAR, I.K. ; GRAÇA FILHO, A.S. **O esporte como indústria: solução para criação de riqueza e emprego**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2000.

KOMI, P.V.; BOSCO,C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.10, n.4, p.261-5, 1978.

KOUZAKI, M.; SHINOHARA, M.; FUKUNAGA, T. Non-uniform mechanical activity of quadriceps muscle during fatigue by repeated maximal voluntary contraction in humans. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology and Occupation Physiology**, v.80, n.1, p.9-15, 1999.

KRABBE, S.; RIBEIRO, L. S. P.; TOURINHO FILHO, H. Tempo médio de "rally" em três diferentes adaptações nas regras do voleibol. In: XXII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, 1999, São Paulo. **Anais... .** [S.I.]: Celafiscs, 1999. p. 95.

KUNSTLINGER,U.; LUDWIGH,G; STEGEMANN J. Metabolic changes during volleyball matches. **International Journal of Sports Medicine**,[S1];v.8,n.5, p.315-22,1987.

LECOMPTE, J.C.; RIVET, D. Tabulated data on the duration of exchanges and stops in a volleyball game. **Volleyball Technical Journal**, v.4, n.3, p. 87-91, 1979.

LIEBER, R. L. **Skeletal muscle structure and function: implications for rehabilitation and sports medicine**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992

LOPES, M.R. et al. Análise dos tempos de jogos no voleibol masculino – campeonato Brasileiro infanto-juvenil do ano de 2002. In: XXVI SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE, **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. [S.I]; v.26, p.19, 2003.

LUCA, C.D; KNAFLITZ, M. **Surface Electromyography: what's new?** Monograph of the Neuromuscular research center. Boston, Boston University, 1990.

MCCAULLEY, G.O. et al. Mechanical efficiency during repetitive vertical jumping. **European Journal of Applied Physiology**, v.101, n.1, 2007.

MacLAREN, D. Court games: volleyball and basketball. In: REILLY, T. **Physiology of Sports**. London: E & FN Spon, 1997, p.427-85.

MARCHETTI, P.H.; DUARTE, M. **Instrumentação em eletromiografia**. Laboratório de Biofísica. Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: <http://lob.incubadora.fapesp.br/portal/p/EMG.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2010.

MARCORA, S.M.; BOSIO, A; DE MORREE H.M. Locomotor muscle fatigue increases cardiorespiratory responses and reduces performance during intense cycling exercise independently from metabolic stress. **The American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, 294. p. 874–883, 2008.

MARCORA, S.M. Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. **Journal of Applied Physiology**, v.106, p. 2060–2062, 2009.

MORITANI, T.; DEVRIES, H.A. Reexamination of the relationship between the surface integrated electromyogram (IEMG) and force of isometric contraction. **American Journal Physical Medicine**, v.57, n.6, p.263-77, 1978.

NEWTON, R.U.; KRAEMER, W.J. e HÄKKINEN, K. Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [S.1]; v.31, n.2, p.323-30, 1999.

NOAKES, T.D.; ST CLAIR GIBSON, A.; LAMBERT, E.V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 2, p. 120-125, Feb. 2005.

OLIVEIRA, P.R. Particularidades das ações motoras e características metabólicas dos esforços específicos do voleibol juvenil e infanto-juvenil feminino. **Revista das Faculdades Claretianas – UNICLAR**, [S.I], v.6, p.45-56, 1997.

OLIVEIRA, P.R. **O efeito posterior duradouro no treinamento (EPDT) das cargas concentradas de força**: investigação à partir de ensaio com equipe infanto-juvenil e juvenil de voleibol. Campinas, 1998. 186p. (Tese Doutorado) - Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas.

PEREIRA G.; KOKUBUN, E. A influência do impulso concêntrico na exaustão de saltos verticais. **Revista de Educação Física Motriz**, v.11, 2005.

POWERS, M. E.. Vertical jump training for volleyball. **National Strength e Conditioning Association**, [s.i], p. 18-23. fev. 1996.

ROCHA, M. A. **QUANTIFICAÇÃO DO NÚMERO DAS AÇÕES DE SALTOS DO ATAQUE, BLOQUEIO E LEVANTAMENTO NO VOLEIBOL FEMININO**. 1999. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RODAKCI, 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, Jan. 2002.

ROBERTSON, D.G.E.; FLEMING, D. Kinetics of standing broad and vertical jumping. **Canadian Journal Sports Science**. v.12, n.1, p.19-23, Mar.1987.

SACCO P. et al. Depression of human electromyographic activity by fatigue of a synergistic muscle. **Muscle Nerve** 1997; v. 20, n. 6, p. 710-717, 1997.

SANTOS, G.M. et al. Análise da quantificação de saltos verticais na partida final do voleibol feminino entre Brasil e EUA nos jogos olímpicos de 2008. In: VI CONGRESSO CIENTÍFICO NORTE-NORDESTE - CONAFF, Nov.2008, Fortaleza. **Livro de Memórias**. Disponível em: http://www.sanny.com.br/pdf_eventos_conaff6/resumo09.pdf. Acesso em 14 abr. 2010.

SANTOS, V.M. et al. Quantificação dos saltos verticais da Seleção Brasileira masculina de voleibol de quadra na semifinal das Olimpíadas de Pequim 2008. In: VI CONGRESSO CIENTÍFICO NORTE-NORDESTE - CONAFF, Nov.2008, Fortaleza. **Livro de Memórias**. Disponível em: http://www.sanny.com.br/pdf_eventos_conaff6/resumo13.pdf. Acesso em 14 abr. 2010.

SILVA, S.R.D.; GONÇALVES, M. Comparação de protocolos para verificação da fadiga muscular pela eletromiografia de superfície. **Motriz**, v.9, n.1, p.41-46, 2003.

ST CLAIR GIBSON, A. et al. The Conscious Perception of the Sensation of Fatigue. **Sports Medicine**, v. 33, n. 3, p. 167-176, 2003.

ST CLAIR GIBSON, A.; NOAKES, T.D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine** , v. 38, n. 6, p. 797-806, 2004.

STROJNIK, V.; KOMI, P. V. Fatigue after submaximal intensive stretch-shortening cycle exercise. **Medicine And Science In Sports And Exercise**, [S.I], v. 32, n. 7, p.1314-1319, jul. 2000.

UGRINOWITSCH, C. & BARBANTI, V.J. O ciclo de alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. **Revista Paulista de Educação Física**, v.12, n.1, p. 85-94, 1998.

UGRINOWITSCH, C. et al. Capacidade dos testes isocinéticos em predizer a “performance” no salto vertical em jogadores de voleibol. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 14, n. 2, p.172-183, dez. 2000.

VARGAS, E.R. **La preparación física en voleibol**. Madrid, 1982.

VIITASALO, J.T et al. Endurance requirements in volleyball. **Canadian Journal of Applied Sports Science**, v.12, 195-201, 1987.

VOLLESTAD, N. K. Measurement of human muscle fatigue. **Journal of Neuroscience Methods**, v.74, n.2, p.219-227, 1997.

ZULIANI,U.; COLLARINI,L. Variazioni metaboliche e ormonali nella pallavollo. **Medicina dello Sport**, [S.I], v.45, p.105-108, 1992.

WALLMANN, H.W., MERCER, J.A. & MCWHORTER, J.W. Surface electromyographic assesment of the effect of static stretching of the gastrocnemius on vertical jumping performance. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.3, p. 684-688, 2005.

WEINECK, J. **Treinamento ideal**: instruções técnicas sobre o desempenho fisiológico, incluindo considerações específicas de treinamento infantil e juvenil. São Paulo: Manole, 1999. 740 p.

WRETLING, M.L.; HENRIKSSON-LARSEN, K.; GERDLE, B. Inter-relationship between muscle morphology, mechanical output and electromyographic activity during fatiguing dynamic knee-extensions in untrained females. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology and Occupation Physiology**, v.76, n.6, p.483-90, 1997.

ANEXOS

ANEXO 1: Termo de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisaleticalindex.html

CEP, 21/10/08.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 854/2008 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0679.0.146.000-08

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "RESPOSTAS ELETROMIOGRÁFICAS DE MÚSCULOS FLEXORES E EXTENSORES DO JOELHO E DO ILIOCOSTAL LOMBAR DURANTE AVALIAÇÃO DE SALTOS VERTICAIS EM ATLETAS DE VOLEIBOL".

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Antônio Carlos de Moraes
INSTITUIÇÃO: Departamento de Ciência do EsportelFEFIUNICAMP
APRESENTAÇÃO AO CEP: 13110/2008

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 21/10/09 (O formulário encontra-se no *site* acima)

11 - OBJETIVOS

Analisar o desempenho e as respostas eletromiográficas dos músculos Vasto Lateral (VL), Reto Femoral (RF), Gastrocnêmio (GM), Bíceps Femoral (BF) e Ilíocostal Lombar (IL) durante protocolo de potência máxima e de resistência de saltos verticais em jovens atletas de voleibol e realizar uma comparação entre as diferentes posições táticas (atacante, líbero, levantador).

111 - SUMÁRIO

A amostra será composta por 20 jogadoras de voleibol da categoria infanto-juvenil, na faixa etária de 16-17 anos, que disputam a Liga Regional de Voleibol de Campinas e que treinam 2 a 3 vezes por semana. As atletas farão diversos saltos padronizados, com o objetivo de avaliar o movimento: a resistência, a potência máxima, a força explosiva. A descrição do método é bastante detalhada e clara, parecendo adequada aos objetivos da pesquisa. Também é adequado o local onde os dados serão coletados - Laboratório de Estudos Eletromiográficos da Faculdade de Educação Física da Unicamp.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O protocolo está bem descrito, é objetivo, apresenta orçamento descrito e adequado, porém o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido precisa de uma pequena correção.

Recomendação: Rever o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, porque não está claro que o pesquisador poderá publicar os resultados da pesquisa com preservação da identidade do voluntário e também acrescentar ao mesmo, a necessidade de tricotomia no local onde os eletrodos serão colocados.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado a dispensa do Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEPIFCMIUNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.t) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VI - DATA DA REUNIÃO

Homologado na X Reunião Ordinária do *CEPIFCM*, em 21 de outubro de 2008.



Prof. Dra. Car en Silvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCMIUNICAMP

APÊNDICES

APÊNDICE 1: Modelo do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da pesquisa: **RESPOSTAS ELETROMIOGRÁFICAS DE MÚSCULOS FLEXORES E EXTENSORES DO JOELHO E DO ILIOCOSTAL LOMBAR DURANTE AVALIAÇÃO DE SALTOS VERTICAIS EM ATLETAS DE VOLEIBOL**

Pesquisador responsável: **Prof. Dr. Antônio Carlos de Moraes**

Aluna pesquisadora: **Caroline Tosini Felicissimo**

Depto. Ciência do Desporto – FEF – Unicamp

Identificação do participante

Nome: _____
 Data de nascimento: ____ / ____ / ____ Fone: (____) ____ - ____
 Endereço: _____
 Cidade: _____ UF: _____ CEP: _____ - _____

Eu, _____ R.G. _____
 responsável pela menor _____ R.G. _____,
 autorizo a sua participação no projeto de pesquisa referente a este Termo de Consentimento.

Eu _____, R.G. _____, entendo que fui convidada a participar de projeto de pesquisa envolvendo atletas, praticantes da modalidade voleibol, o qual será realizado no Laboratório de Estudos Eletromiográficos na Faculdade de Educação Física da Unicamp. Ao aceitar a participação nesse estudo estou ciente que os pesquisadores farão coletas dos meus sinais eletromiográficos (semelhante ao eletrocardiograma) – eletrodos serão colocados e fixados com fita adesiva sobre a superfície dos músculos a serem analisados - durante os testes de saltos verticais a serem realizados sobre uma plataforma de contato, seguindo o seguinte protocolo: saltos de potência máxima, no qual realizarão três tentativas máximas sem ajuda dos membros superiores, com recuperação de dois minutos até o início do teste de resistência de saltos, que consistirá na realização de saltos verticais máximos, por um período de aproximadamente 20 minutos, sendo estes divididos em ciclos de 25 segundos, dentro dos quais realizarão três saltos verticais máximos por um tempo próximo a 10 segundos, com descanso de 15 segundos até o início do ciclo seguinte. O processo não requer qualquer procedimento invasivo. Entendo que os testes não apresentam riscos e que poderei desistir a qualquer momento em qualquer dos testes sem que haja qualquer tipo de represália por isso.

Estou ciente de que todas as informações fornecidas aos pesquisadores e as que foram coletadas durante todo o processo de realização dos testes não serão divulgadas, exceto para o próprio voluntário caso requisite. A identidade das voluntárias será mantida em sigilo, sendo os dados expostos de forma anônima.

Estou informada de que não haverá qualquer tipo de pagamento pela participação na pesquisa, assim como qualquer forma de reembolso em dinheiro, já que não terei despesas com a participação no projeto de pesquisa.

Também estou ciente de que tenho o direito de saber informações referentes aos resultados obtidos e a conclusão a que se chegou ao final da pesquisa.

Tenho plena consciência de que minha participação nesse projeto pesquisa é voluntária e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem comprometer quaisquer atendimentos ou informações necessárias.

Li e entendi as informações acima citadas e detalhadamente explanadas, estando ciente dos riscos e benefícios a que estarei exposto no decorrer da participação dos testes e que os responsáveis pela pesquisa estarão disponíveis para esclarecimento de quaisquer dúvidas que possam aparecer.

Campinas, _____ de _____ de 2008.

Voluntária

Responsável

Caroline Tosini Felicissimo (aluna – pesquisadora)

Prof. Dr.º. Antônio Carlos de Moraes (Orientador)

Contatos:

Aluna – pesquisadora: Caroline Tosini Felicissimo

Celular: (19) 9280-2388

E-mail: ca_tosini@yahoo.com.br

Pesquisador responsável (Orientador): Prof. Dr. Antônio Carlos de Moraes

Fone: (19) 3521-6648

E-mail: acmoraes@fef.unicamp.br

Laboratório de Estudos Eletromiográficos (LEE)

Fone: (19) 3521-6648

E-mail: lee.fef.unicamp@gmail.com

Comitê de Ética em Pesquisa – CEP

Fone: (19) 3521-8936

E-mail: cep@fcm.unicamp.br