

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO
MOVIMENTO HUMANO**

**Classificação Dos Exercícios Do *JUMP FIT*® A Partir de Parâmetros
Relativos Ao Impacto**

PAULO EDUARDO SCHIEHLL

Porto Alegre, Abril de 2007

PAULO EDUARDO SCHIEHLL

**Classificação Dos Exercícios Do *JUMP FIT*® A Partir de Parâmetros
Relativos Ao Impacto**

*Dissertação de Mestrado
apresentada ao programa de
Pós-Graduação em Ciências do
Movimento Humano da Escola
de Educação Física da
Universidade Federal do Rio
Grande do Sul como requisito
parcial para obtenção do título de
mestre.*

Orientador:

Prof. Dr. Jefferson Fagundes Loss

Porto Alegre, Abril de 2007

AGRADECIMENTOS

- Ao meu orientador Professor Doutor Jefferson Fagundes Loss, pela oportunidade, paciência, sabedoria, didática e não somente ao aceitar o desafio de um estudo, mas também pelos conselhos que iam além da relação professor aluno, conhecimento que o permitiu saber os momentos certos de cobrar-me resultados;
- Ao Rafael Ferrer que mesmo com pouco tempo a dedicar-se sempre foi presente e atuante e que me exigiu explicações sobre tudo que estava por acontecer;
- Ao Zingano que foi incansável na coleta e análise de dados desta dissertação;
- À Gabriela Fisher que mesmo não participando desde o início da dissertação foi fundamental na etapa de processamento de dados entre outras;
- Mônica Mello pela ajuda extraordinária nas análises de dados da dissertação e discussão dos artigos;
- Aos colegas e amigos do Grupo de Pesquisa em Biomecânica, que sempre foram críticos e decisivos ao longo destes anos de convívio;
- As pessoas que me ajudaram em algum momento, desde meu estudo piloto até a escrita final do trabalho: professores, treinadores e direção da Fit•Pro em especial a professora e diretora Cida Conti;
- A Claudinha Candotti pelos ensinamentos no período de graduação na UNISINOS.

- Aos amigos do LAPEX Flávio Castro, Fernandão, Rafael, Carpes, Siomara e Cintia que sempre se propuseram a contribuir e criticar este estudo;
- Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano da UFRGS, do Laboratório de Pesquisa do Exercício da UFRGS;
- Aos amigos do voleibol Sam, Yi, Fabio, Marcelo e Grace que sempre me apoiaram;
- A minha mãe Ignês que me mostra constantemente o que significa ser forte e que sempre me motivou a realizar meus objetivos;
- Ao meu pai Arnaldo que sempre acreditou em mim e neste momento gostaria que estivesse presente;
- À minha irmã e segunda mãe Marinez, que sempre soube dar conselhos e dicas nas horas precisas, me acolheu em sua casa, e me deu todo seu carinho;
- Aos meus irmãos Luis e John que sempre estiveram ao meu lado;
- A Fabrízia Toniolo que mais que tudo, por todo apoio, compreensão e carinho que teve ao longo deste processo.
- A todos aqueles, que de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho, pois sem estas pessoas, este trabalho não seria possível.

APRESENTAÇÃO

Este estudo tem como principal temática analisar as cargas mecânicas geradas durante a execução dos exercícios no minitrampolim *JUMP FIT®*. O trabalho está dividido em seis capítulos:

1 - Introdução, em que as justificativas e objetivos do estudo estão apresentados e discutidos;

2 - Revisão de Literatura, em que os conceitos de Impacto, caracterização da modalidade *JUMP FIT®*, estudos sobre a modalidade *JUMP FIT®* no Brasil e no mundo, medições de forças verticais analisados através da Plataforma de Força relacionada com a ginástica e saltos estão apresentados e discutidos;

3 - Material e Métodos, em que está descrito a amostra, instrumentos e procedimentos de coleta, bem como procedimentos de análises dos dados e projeto piloto.

4 - Resultados e Discussão, em que os exercícios sobre o minitrampolim *JUMP FIT®* são avaliados, classificados a partir de parâmetros relativos ao impacto e confrontados com a literatura;

5 - Conclusões, em que é feito o fechamento do trabalho e sintetizados os principais achados do mesmo;

6 - Considerações finais;

Referencias Bibliográficas, em que constam todas as publicações citadas nesta dissertação;

A dissertação ainda apresenta três Anexos: o primeiro, contendo o Termo de Consentimento Informado aos professores e a Declaração de Consentimento; o segundo, Tabela 21- Características gerais da amostra do estudo e o terceiro, apresenta em gráficos, os resultados dos exercícios executados no *JUMP FIT®*.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
ABSTRACT	14
1 INTRODUÇÃO	16
<i>1.1 Objetivo Geral.....</i>	<i>18</i>
<i>1.2 Objetivos Específicos.....</i>	<i>18</i>
<i>1.3 Problema</i>	<i>19</i>
<i>1.4 Justificativa.....</i>	<i>19</i>
2 LITERATURA	20
2.1 CARACTERIZAÇÃO DA MODALIDADE <i>JUMP FIT®</i>	21
2.2 IMPACTO.....	28
2.2.3 JUMP FIT®.....	35
2.3 SIMETRIA NA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL.....	37
3 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	40
3.2 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS	40
<i>Variáveis Dependentes:</i>	<i>40</i>
<i>Variáveis Independentes:</i>	<i>41</i>
3.3 SUJEITOS DE INVESTIGAÇÃO.....	41
3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA	41
3.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	40
3.6 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS	42
3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....	46
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4.1 SIMETRIA NA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL.....	56
4.2 COMPARAÇÃO ENTRE OS EXERCÍCIOS.....	59
4.3 PICO DE FORÇA	63
4.4 TAXA DE APLICAÇÃO DE FORÇA	63
ANEXO 1.....	74
ANEXO 2.....	76

ANEXO 3..... 77

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1 - Posicionamento dos praticantes em uma aula de <i>JUMP FIT®</i>	17
Figura 2: componentes do equipamento minitrampolim <i>JUMP FIT®</i>	21
Figura 3: plataforma de força uniaxial (Fz).	29
Figura 4: plataforma de força biaxial.	29
Figura 5: plataforma de força triaxial (Fz, Fx e Fy).	30
Figura 6: <i>JUMP FIT®</i> instrumentado com 6 células de carga. No detalhe a célula de carga.	43
Figura 7: Curva de força em função do tempo durante a execução do exercício Básico. Em destaque três ciclos exemplificando um único pico de força em cada ciclo.	44
Figura 8: Curva de força em função do tempo durante a execução do exercício Elevação de joelhos. Em destaque três ciclos exemplificando dois picos de força em cada ciclo.	45
Figura 9: Curva de força em função do tempo durante a execução do exercício Canguru duplo. Em destaque dois ciclos exemplificando quatro picos de força em cada ciclo.	46
Figura A-01(a): Taxa de aplicação de força no exercício Précorrida. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	77
Figura A-02(a): Taxa de aplicação de força no exercício Corrida simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	78
Figura A-03(a): Taxa de aplicação de força no exercício Sprint. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	79
Figura A-03(b): Pico de força no exercício Sprint. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	79
Figura A-04(a): Taxa de aplicação de força no exercício Elevação de joelhos simples. Comparação entre o lado direito esquerdo.	80
Figura A-04(b): Pico de força no exercício Elevação de joelhos simples. Comparação entre o lado direito esquerdo.	80
Figura A-05(a): Taxa de aplicação de força no exercício Hop simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	81

Figura A-05(b): Pico de força no exercício Hop simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.....	81
Figura A-06(a): Taxa de aplicação de força no exercício Femoral simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	82
Figura A-06(b): Pico de força no exercício Femoral simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.....	82
Figura A-07(a): Taxa de aplicação de força no exercício Polisapato simples. Comparação entre a perna que está a frente no exercício.	83
Figura A-07(b): Pico de força no exercício Polisapato simples. Comparação entre a perna que está a frente no exercício.....	83
Figura A-08(a): Taxa de aplicação de força no exercício Polichinelo simples. Comparação entre a fase aberto e fechado.	84
Figura A-08(b): Pico de força no exercício Polichinelo simples. Comparação entre a fase aberto e fechado.	84
Figura A-09(a): Taxa de aplicação de força no exercício Galope duplo. Comparação do salto entre o lado direito e esquerdo.....	85
Figura A-09(b): Taxa de aplicação de força no exercício Galope duplo. Comparação do saltito entre o lado direito e esquerdo.....	85
Figura A-09(c): Pico de força no exercício Galope duplo. Comparação do salto entre o lado direito e esquerdo.....	85
Figura A-09(d): Pico de força no exercício Galope duplo. Comparação do saltito entre o lado direito e esquerdo.	85
Figura A-09(e): Taxa de aplicação de força no exercício Galope duplo. Comparação entre as intensidades.....	86
Figura A-09(f): Pico de força no exercício Galope duplo. Comparação entre as intensidades.	86
Figura A-10(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	87
Figura A-10(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	87
Figura A-10(c): Pico de força no salto do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	87
Figura A-10(d): Pico de força no saltito do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.	87

Figura A-10(e): Taxa de aplicação de força no exercício Canguru duplo. Comparação entre as intensidades.....	88
Figura A-10(f): Pico de força no exercício Canguru duplo. Comparação entre as intensidades.....	88
Figura A-11(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.....	89
Figura A-11(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.....	89
Figura A-11(c): Pico de força no saltod do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.....	89
Figura A-11(d): Pico de força no saltito do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.....	89
Figura A-11(e): Taxa de aplicação de força no exercício Tcha-tcha. Comparação entre as intensidades.....	90
Figura A-11(f): Pico de força no exercício Tcha-tcha. Comparação entre as intensidades.....	90
Figura A-12(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Twist duplo. Comparação entre o lado direito esquerdo.....	91
Figura A-12(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Twist duplo. Comparação entre o lado direito esquerdo.....	91
Figura A-12(c): Pico de força no salto do exercício Twist duplo. Comparação entre o lado direito esquerdo.....	91
Figura A-12(d): Pico de força no saltito do exercício Twist duplo. Comparação entre o lado direito esquerdo.....	91
Figura A-12(e): Taxa de aplicação de força no exercício Twist duplo. Comparação entre as intensidades.....	92
Figura A-12(f): Pico de força no exercício Twist duplo. Comparação entre as intensidades.....	92
Figura A-13(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.....	93
Figura A-13(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.....	93
Figura A-13(c): Pico de força no salto do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.....	93

Figura A-13(d): Pico de força no saltito do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.	93
Figura A-13(e): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Polisapato duplo. Comparação entre as intensidades.	94
Figura A-13(f): Pico de força no saltito do exercício Polisapato duplo. Comparação entre as intensidades.	94
Figura A-14(a): Taxa de aplicação de força do salto no exercício Tap. Comparação entre o lado direito esquerdo.	95
Figura A-14(b): Taxa de aplicação de força do saltito no exercício Tap. Comparação entre o lado direito esquerdo.	95
Figura A-14(c): Pico de força do salto no exercício Tap. Comparação entre o lado direito esquerdo.	95
Figura A-14(d): Pico de força do saltito no exercício Tap. Comparação entre o lado direito esquerdo.	95
Figura A-14(e): Taxa de aplicação de força no exercício Tap. Comparação entre intensidades.	96
Figura A-14(f): Pico de força no exercício Tap. Comparação entre intensidades.	96
Figura A-15(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado.	97
Figura A-15(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado.	97
Figura A-15(c): Pico de força no salto do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado.	97
Figura A-15(d): Pico de força no saltito do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado.	97
Figura A-15(e): Taxa de aplicação de força no exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as diferentes intensidades.	98
Figura A-15(f): Pico de força no exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as diferentes intensidades.	98

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 02 – Definição dos exercícios da Família I	25
Quadro 02 (continuação) – Definição dos exercícios da Família I.....	26
Quadro 03 – Definição dos exercícios da Família II	27
Tabela 01- Índices do Exercício Básico.....	48
Tabela 02- Índices do Exercício Précorrida.	49
Tabela 03- Índices do Exercício Corrida simples.	49
Tabela 04- Índices do Exercício <i>Sprint</i>	50
Tabela 05- Índices do Exercício Elevação de joelhos simples.....	50
Tabela 06- Índices do Exercício <i>Hop</i> simples.....	51
Tabela 07- Índices do Exercício Femoral simples.	51
Tabela 08- Índices do Exercício Polisapato simples.....	52
Tabela 09- Índices do Exercício Polichinelo simples.....	52
Tabela 10- Índices do Exercício Galope duplo.	53
Tabela 11- Índices do Exercício Canguru duplo.....	53
Tabela 12 - Índices do Exercício <i>Tcha-tcha</i>	54
Tabela 13 - Índices do Exercício <i>Twist</i> duplo.	54
Tabela 14 - Índices do Exercício Polisapato duplo.	55
Tabela 15 - Índices do Exercício <i>Tap</i>	55
Tabela 16 - Índices do Exercício Polichinelo duplo.	56
Tabela 17: simetria dos valores médios de taxa de aplicação de força e pico de força dos exercícios do <i>JUMP FIT®</i> com dois picos de força por ciclo.	56
Tabela 18: simetria dos valores médios da taxa de aplicação da força e pico de força dos exercícios do <i>JUMP FIT®</i> com quatro picos de força por ciclo.	57
Tabela 19: Pico de força dos exercícios do <i>JUMP FIT®</i>	59
Tabela 20: Taxa de aplicação de força dos exercícios do <i>JUMP FIT®</i>	61
Tabela 21- Características gerais da amostra do estudo.	76

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Programa de Pós-Graduação em Ciência do Movimento Humano Universidade
Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Educação Física

**Classificação Dos Exercícios Do *JUMP FIT*® A Partir de Parâmetros
Relativos Ao Impacto**

Autor: Paulo Eduardo Schiehl
Orientador: Jefferson Fagundes Loss

As lesões decorrentes da prática da ginástica desde o início dos anos 70 tem aumentado a atenção dos pesquisadores. Tem sido documentado por diversos autores que 43 % dos praticantes e 76 % dos instrutores de aeróbica de alto impacto sofrem lesão, sendo que o impacto da aterrissagem é um dos momentos de maior risco nos membros inferiores em muitas destas modalidades terrestres. Diante disso, percebe-se a necessidade de estudos específicos que analisem adequadamente o comportamento do impacto durante aulas de ginástica inclusive na modalidade de ginástica *JUMP FIT*®. Objetivo deste estudo foi classificar os exercícios do *JUMP FIT*® a partir de parâmetros relativos ao impacto. Participaram sessenta professores de ambos os sexos, com mínimo de 6 meses de experiência na modalidade *JUMP FIT*®. Para a aquisição dos dados da força de reação do solo o minitrampolim foi instrumentado com 6 células de carga marca HBM, modelo PW 10 D1. O presente estudo mostrou que existe simetria na FRS entre os lados direito e esquerdo, com maiores valores para o lado esquerdo, apenas nos exercícios *femoral* simples e elevação de joelhos. Os mecanismos que levam a estas assimetrias ou mesmo suas conseqüências sobre o sistema músculo-esquelético permanecem desconhecidas. Apartir dos resultados obtidos, sugere-se uma classificação associada ao pico de força e outra associada à taxa de aplicação de força.

Descritores: Pico de força. Taxa de aplicação de força. *JUMP FIT*

ABSTRACT

Master's Degree Dissertation
Graduate Program – Science of Human Movement
Federal University of Rio Grande do Sul
School of Physical Education

Classificação Dos Exercícios Do *JUMP FIT*® A Partir de Parâmetros Relativos Ao Impacto

Author: **Paulo Eduardo Schiehl**
Adviser: **Jefferson Fagundes Loss**

The injuries due to the practice of the gymnastics since the beginning of 70's have increased the attention of researchers. It has been documented for diverse authors that 43% of who practices and 76% of the aerobics' instructors of high impact suffer injury, and the impact of the landing is one of the moments of major risk in the lower limbs in many of these terrestrial modalities. Because of this, it is perceived the necessity of specific studies that adequately analyze the behavior of the impact during lessons of gymnastics also in the modality of gymnastics *JUMP FIT*®. The aim of this study was to classify the exercises of *JUMP FIT*® from parameters related to the impact. Participated of this study sixty professors of both sex, with minimum of 6 months of experience in modality *JUMP FIT*®. For the acquisition of the data of the reaction force of the ground the mini springboard was instrumented with 6 mark's cells HBM, model PW10 D1. The present study showed that exist symmetry in the FRS between the left and the right sides, with bigger values for the left side, only in the exercises simple femoral and elevation of knees. The mechanisms that take to these asymmetrical or even the consequences on the system skeletal-muscle remain unknown. From the obtained results we suggest a classification related to force peak and another to force load rate.

Keywords: Force peak. Force Loading rate. *JUMP FIT*.

1 INTRODUÇÃO

As pessoas têm procurado cada vez mais as academias de ginástica, devido a diversas razões, tais como: atividades que aprimorem o condicionamento físico, melhoria de qualidade de vida, estética, diversão, recuperação pós-lesão, entre outras. A consequência disto é o aumento crescente no mundo do número de academias, e juntamente com isso a demanda por novas modalidades de ginástica (NETO & NOVAES, 1996). O *JUMP FIT®* é uma destas modalidades que surgiu como uma opção de atividade física cardiorrespiratória e com o objetivo de reduzir o impacto em relação a atividades terrestres (FURTADO *et al.*, 2004; SCHIEHLL & LOSS, 2003; SMITH & BISHOP, 1988). Trata-se de um minitrampolim elástico feito de menor tamanho que o trampolim acrobático, e é utilizado individualmente. As aterrissagens são somente com o contato dos pés, diferente do trampolim acrobático ou as camas elásticas, que são usadas para fins acrobáticos, na qual o contato poderá ser feito com diferentes partes do corpo. A Figura 1 ilustra o posicionamento dos praticantes no minitrampolim durante em uma aula de *JUMP FIT®*.



Figura 1 - Posicionamento dos praticantes em uma aula de *JUMP FIT®*.

As lesões decorrentes da prática da ginástica desde o início dos anos 70 tem aumentado a atenção dos pesquisadores (ÖZGÜVEN & BERME, 1988; ELLIOTT et al., 1991; SERRÃO, 2002). Tem sido documentado por diversos autores que 43 % dos praticantes e 76 % dos instrutores de aeróbica de alto impacto sofrem lesão (HAMILL & KNUTZEN, 1999; RICHIE *et al.*, 1985; MOTOH *et al.* 1988), sendo que o impacto da aterrissagem é um dos momentos de maior risco nos membros inferiores em muitas destas modalidades terrestres. Uma possível causa para a ocorrência dessas lesões pode ser devido principalmente ao seu uso excessivo (“overuse”) e aos altos valores de força de impacto dos mesmos originários do contato inicial (15 à 30 ms) do pé com o solo (FRANCIS, FRANCIS & WELSHONS-SMITH, 1985; MILLER, 1990; DUFEK & BATES, 1991).

A avaliação do impacto no exercício é fundamental para a compreensão de algumas particularidades deste com a articulação e o sistema músculo-esquelético (ZATSIORSKY, 2002). O impacto pode ser definido como “forças que resultam da colisão de dois objetos, e são aquelas cujo valor máximo é alcançado antes de 50 milissegundos após o primeiro contato entre os objetos” (NIGG & HERZOG, 1994). A cartilagem articular, especialmente os meniscos

estão entre as estruturas responsáveis pela absorção do impacto e possuem como característica mecânica a viscoelasticidade. A viscoelasticidade é uma propriedade dos materiais onde a deformação é dependente não só da magnitude da força aplicada como também do tempo de aplicação desta força. Assim, a força e o tempo para alcançar os valores máximos de força aplicado nas estruturas responsáveis pela absorção das cargas mecânicas são dados importantes, sendo que altos valores de força podem ocasionar riscos de lesões no sistema músculo-esquelético (SCHMIDTBLEICHER, 1992).

Sabe-se também que impacto de baixa intensidade e alta frequência está associado com o aumento da taxa mineral óssea e, portanto, é indicado no tratamento e prevenção da osteoporose e osteopenia (RUBIN *et al.*, 2001). Logo, o impacto pode ser encarado como um fator importante, uma vez que em níveis moderados pode contribuir para a saúde do sistema músculo-esquelético como um todo.

Diante disso, percebe-se a necessidade de estudos específicos que analisem adequadamente o comportamento do impacto durante aulas de ginástica, pois a literatura revela a falta de pesquisas nessa temática (CAMPOS & MENZEL, 2000), inclusive na modalidade de ginástica *JUMP FIT®*. Desde o surgimento do *JUMP FIT®*, em 2001, até os dias de hoje no Brasil, foram localizados apenas 2 estudos sobre impacto no *JUMP FIT®* que quantificaram suas cargas mecânicas.

1.1 Objetivo Geral

Classificar os exercícios do *JUMP FIT®* a partir de parâmetros relativos ao impacto.

1.2 Objetivos Específicos

Avaliar a taxa de aplicação de força dos diferentes exercícios executados sobre o minitrampolim *JUMP FIT®*.

Avaliar o pico de força dos diferentes exercícios executados sobre o minitrampolim *JUMP FIT®*.

Avaliar a simetria dos exercícios executados sobre o minitrampolim *JUMP FIT®*.

1.3 Problema

Como se classificam os exercícios executados no minitrampolim *JUMP FIT®* com relação aos parâmetros relativos ao impacto?

1.4 Justificativa

Atualmente, no Brasil e no mundo, existem aproximadamente 600 academias credenciadas, licenciadas e ativas, ou seja, tem o programa, podem oferecer a aula de *JUMP FIT®* em suas academias e estão com o contrato ativo sem débitos. Neste mesmo período, 400 academias estão descredenciadas e/ou inativas, 1.500 professores credenciados e licenciados, 1.000 professores descredenciadas e/ou inativos, e 100.000 alunos estão praticando as aulas nas academias licenciadas ativas no Brasil e no mundo (FIT.PRO, 2006).

Levando em consideração esses dados, este estudo trás informações sobre os aspectos biomecânicos dos exercícios no *JUMP FIT®* que podem contribuir na elaboração de treinamentos. Assim, os professores responsáveis pela determinação da intensidade das coreografias do *JUMP FIT®* terão condições para elaborarem coreografias utilizando como base informações objetivas sobre a mecânica de cada exercício. Praticantes da modalidade e pessoas que fazem uso deste equipamento poderão usufruir de treinamentos mais seguros e eficientes levando em conta as cargas das forças nos diferentes exercícios do *JUMP FIT®*, e/ou, levando a minimização dos efeitos biomecânicos sobre o sistema músculo-esquelético, aprimorando a qualidade no desenvolvimento físico do indivíduo. Em outras palavras, o resultados desse estudo podem permitir um melhor rendimento fisiológico sem, contudo, causar lesões quando são exigidos maiores esforços do organismo (FURTADO *et al.*, 2004; SCHIEHLL & LOSS, 2003; EDIN *et al.*, 1990; KATCH *et al.*, 1981).

2 LITERATURA

O ancestral do minitrampolim *JUMP FIT®* é o conhecido trampolim acrobático cujo primeiro registro técnico foi feito em 1911. Por muitos anos, o trampolim representou apenas uma modalidade competitiva, porém mais tarde passou a ser utilizado como instrumento de recreação infantil. Em 1938, foi criado um protótipo de menor tamanho, denominado minitrampolim, com o propósito de popularizar a atividade. Através dos anos, o implemento foi sendo adaptado e aprimorado, até que em 1975 uma companhia americana passou a fabricar os primeiros trampolins circulares, similares ao minitrampolim *JUMP FIT®*, os quais passaram a serem utilizados para treinamento físico. Nos EUA, esta atividade é chamada “*rebound exercise*”.

Em 2001 surgiu o *JUMP FIT®*, criado pela professora Cida Conti, e vem crescendo desde então. Em 2004 o produto foi adquirido por academias na Argentina e Portugal, em 2005 na Alemanha, em 2006 a Espanha também adquiriu a franquia da modalidade (Fit•Pro®, 2006). Esta modalidade de ginástica consiste em um programa de atividade física cardiorespiratória, baseado na utilização de um minitrampolim elástico (FURTADO *et al.*, 2004). As aulas são pré-coreografadas por professores de educação física da equipe Fit•Pro® empresa responsável por licenciar e comercializar o programa. O programa só poderá ser encontrado nas academias licenciadas, ou seja, as academias assinam um contrato de locação do programa. As aulas somente poderão ser ministradas por professores licenciados e devidamente treinados. Há quatro encontros trimestrais obrigatórios no ano, onde todos professores e responsáveis por sua academia recebem material didático atualizado, com um cd, vídeo da aula e planilha com informações das pré-coreografias.

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA MODALIDADE *JUMP FIT*®

Esta secção apresenta os componentes do aparelho minitrampolim *JUMP FIT*®, a recomendações de uso e caracterização da aula de *JUMP FIT*®.

2.1.1 Componentes

O aparelho minitrampolim *JUMP FIT*® é constituído de diversos componentes, que podem ser visualizados na Figura 2, e estão listados abaixo:

- 01 capa protetora;
- 06 sapatas cilíndricas com coxim amortecedor;
- 06 coachim da sapata;
- 01 aro do *Jump*;
- 01 tela elástica;
- 12 molas;
- 06 parafusos de fixação das sapatas;

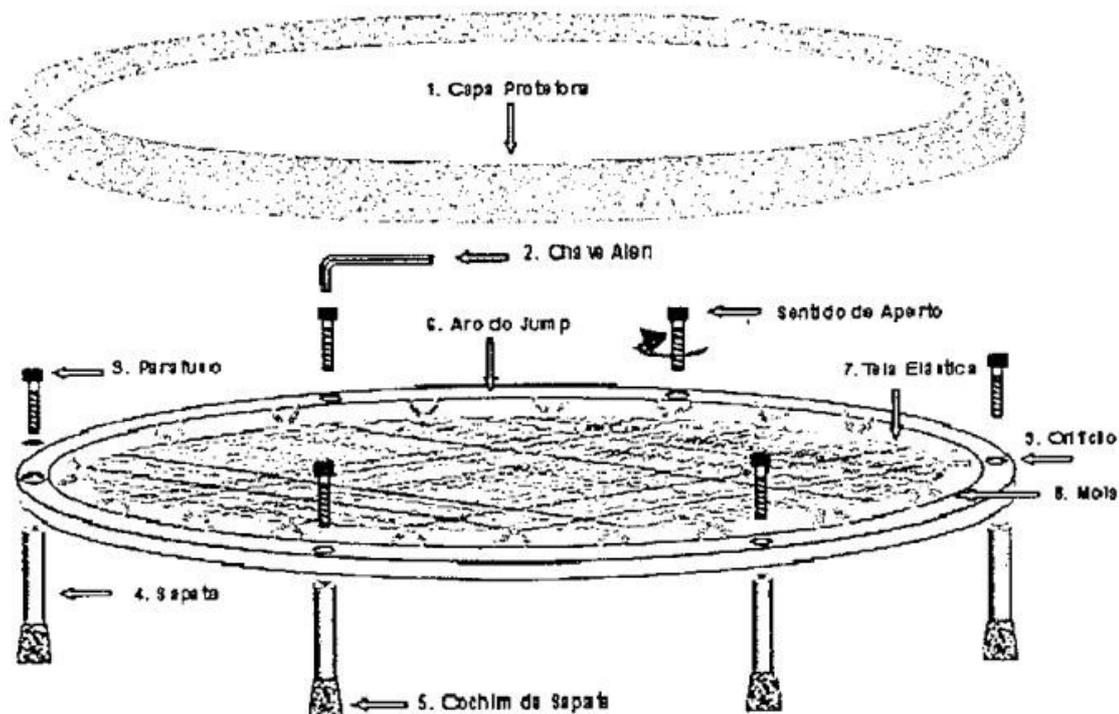


Figura 2: componentes do equipamento minitrampolim *JUMP FIT*®

Quando montado, o minitrampolim possui as seguintes dimensões:

- Diâmetro: 1000mm
- Diâmetro da tela elástica: área útil de uso 800mm
- Altura do solo: 180mm

2.1.2 Recomendações de Uso

Para prática dos exercícios do *JUMP FIT®*, o indivíduo deve usar calçados de solado de borracha, isentas de arestas cortantes ou corpo estranho tais como pedras, madeiras ou objetos incrustados no solado. Além disso, pessoas com labirintite não tratada, instabilidade articular no joelho e tornozelo e gestantes, não devem praticar esta modalidade.

2.1.3 Caracterização da aula de JUMP FIT®

No *JUMP FIT®*, as músicas utilizadas variam entre 132 e 145 bpm. A velocidade também representa um importante parâmetro de controle de intensidade geral. Por isso, nas coreografias iniciais das aulas de *JUMP FIT®*, as músicas se encontram em torno de 136 bpm, e do meio para o fim as coreografias ficam mais intensas chegando a 145 bpm.

A modalidade *JUMP FIT®* já está com 24 aulas, e cada música de um cd de uma aula corresponde a uma intensidade, e estas são ministradas pelos professores igualmente em todos os países que possuem esta modalidade, pois não permitem adaptações na estrutura das coreografias, que apenas devem ser memorizadas pelo professor. Na modalidade *JUMP FIT®* são executados sobre o minitrampolim movimentos de correr e saltar, sempre empurrando a tela elástica, organizados em diferentes coreografias de aproximadamente 5 minutos cada, sincronizados com uma música específica durante uma hora, incluindo aquecimento, esfriamento e abdominais. As coreografias são combinações de movimentos na qual são divididos em duas categorias: Família I e Família II. A critério a Família I são aqueles executados com transferência constante de peso de um pé para outro, onde um pé sempre estará no ar. São eles: Pré-corrída, *Corrida*, *Hop*, *Sprint*, *Elevação de joelhos*, *Femoral*, *Tcha-tcha*, *Tap* e *Galope*. Já a Família II são aqueles movimentos executados com apoio simultâneo de

ambos os pés sobre a tela elástica. São eles: *Básico, Polichinelo, Polisapato, Canguru e Twist*.

As aulas de JUMP FIT® são estruturadas da seguinte forma: pré-coreografia, faixas musicais, exercícios compulsórios. O conceito de pré-coreografia é bastante novo em nosso mercado, e é estruturada de acordo com alguns importantes preceitos técnicos e organizacionais. A pré-coreografia é composta pelo aquecimento, tal como: coreografia da faixa musical 1, que se inicia no chão fora do trampolim; seguido de um pré-training, coreografia da faixa musical 2, com movimentos executados sobre o minitrampolim *JUMP FIT®*, com o objetivo de adaptação a superfície e aquecimento. A parte da aula denominada CARDIO-TRAINING é composta pelas coreografias das faixas musicais 3, 4, 5, 6, 7 e 8, e tem o objetivo de condicionamento do sistema cardiorespiratório, utilizando os compulsórios que serão explicados a seguir. A coreografia da faixa musical 9 é o ABDOMINAL sobre o minitrampolim *JUMP FIT®*. A aula finaliza com o esfriamento, coreografia da faixa 10, que tem o objetivo de resgatar as condições metabólicas em nível de pré-esforço, que serão executados sobre o chão.

Uma aula de *JUMP FIT®* dura em média de 45 a 60 minutos, composta de dez coreografias cuja duração média é de cinco minutos cada. O Quadro 1 demonstra cada faixa musical que associa-se a diferentes fases da aula.

Quadro 01 – duração media de cada coreografia

FAIXA	COREOGRAFIA	DURAÇÃO MÉDIA
1	Aquecimento	5 a 7 minutos
2	Pré training	5 minutos
3	Cardio-Training 1	5 minutos
4	Cardio-Training 2	5 minutos
5	Cardio-Training 3	5 minutos
6	Cardio-Training 4	5 minutos
7	Cardio-Training 5	5 minutos
8	Cardio-Training 6	5 minutos
9	Abdominais	5 minutos
10	Esfriamento	5 minutos

Os exercícios compulsórios são coreografias baseadas na execução de alguns padrões de movimentos, divididos em duas categorias; Família I e Família II, e estes poderão ser executados de diferentes formas de acordo com a estrutura de cada música. Podem ser:

- Simples: quando alguns compulsórios forem executados em maior velocidade, ocupando volume de apenas um batimento musical.
- Duplo: quando alguns dos compulsórios forem executados em velocidade um pouco menor em relação ao exemplo acima, ocupando o volume de dois batimentos musicais.

A Família I são aqueles executados com transferência constante de peso de um pé para outro. São eles:

1. *Tap*
2. Pré- corrida
3. Corrida
4. *Hop*
5. *Galope*
6. *Sprint*
7. Elevação de Joelhos
8. *Femoral*
9. *Tcha-Tcha*

A Família II são aqueles movimentos executados com apoio simultâneo de ambos os pés sobre a tela elástica. São eles:

1. *Básico*
2. Polichinelo
3. *Polisapato*
4. *Canguru*
5. *Twist*

A descrição de cada exercício é apontado nos Quadros 2 e 3.

Quadro 02 – Definição dos exercícios da Família I

1. Tap: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio.

Movimento: enquanto um membro inferior realiza flexão de tornozelo para que o pé possa tocar a lona dianteira do minitrampolim, o outro membro inferior permanece na posição inicial.

2. Pré-corrída: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio.

Movimento: a parte anterior dos pés está sempre em contato com a lona. Enquanto o tornozelo de um membro inferior realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona. O outro membro inferior realiza flexão de quadril de 15 graus, seguido de flexão de joelho de 45 graus, e de flexão plantar.

3. Corrida: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio.

Movimento: trata-se da realização de uma corrida estacionária sobre o minitrampolim. na fase aérea, são realizados movimentos alternados de membros inferiores de flexão de quadril de 15 graus, seguido de flexão de joelho de 45 graus, e de flexão plantar. Na fase de contato, há uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

4. Hop: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio.

Movimento: trata-se da realização de uma corrida estacionária sobre o minitrampolim. Na fase aérea, são realizados movimentos alternados de membros inferiores de flexão de quadril de 90 graus, seguido de flexão de joelho de 90 graus, e de flexão plantar. Na fase de contato, há uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

5. Galope: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio.

Movimento: trata-se da realização de saltos executados de um lado para outro do mini trampolim. Enquanto um membro inferior realiza hiper-extensão de quadril, seguido de flexão de joelho de 90 graus, e de flexão plantar na fase aérea. O outro membro realiza uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

Quadro 02 (continuação) – Definição dos exercícios da Família I

6. *Sprint*: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio, com pequena flexão de tronco.

Movimento: trata-se da realização de uma corrida estacionária sobre o minitrampolim. na fase aérea, são realizados movimentos alternados de membros inferiores de flexão de quadril de 15 graus, seguido de flexão de joelho de 45 graus, e de flexão plantar em alta velocidade. Na fase de contato, há uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza uma dorso flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

7. *Elevação de Joelhos*: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio.

Movimento: são realizados movimentos alternados de membros inferiores de flexão de quadril, seguido de flexão de joelho de 90 graus, e de flexão plantar na fase aérea. Sendo que a trajetória de elevação de joelhos é para a diagonal. Na fase de contato, há uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

8. *Femoral*: são realizados movimentos alternados de membros inferiores de flexão hiper-extensão de quadril, seguido de flexão de joelho de 90 graus, e de flexão plantar na fase aérea. Na fase de contato, há uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

9. *Tcha-Tcha*: na fase aérea, são realizados saltos de um lado para outro do minitrampolim. São alternados três vezes os movimentos de membros inferiores de flexão de quadril de 15 graus, seguido de flexão de joelho de 45 graus, e de flexão plantar em alta velocidade. Na fase de contato, há uma diminuição da flexão de quadril e joelhos, enquanto o tornozelo realiza um dorso-flexão para que toda superfície dos pés possa manter contato com a lona.

Quadro 03 – Definição dos exercícios da Família II

1. Básico: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio, com pequena flexão de tronco.

Movimento: trata-se da realização de saltos executados de na mesma posição em cima do mini trampolim, mantendo o quadril e joelhos flexionados aproximadamente 15 graus, enquanto o tornozelo permanece em dorso flexão em ambas as fases.

2. Polichinelo: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio, com pequena flexão de tronco.

Movimento: são realizados movimentos simultâneos de abdução e adução dos membros inferiores. Em ambas as fases, o quadril e o joelho permanecem em flexão de aproximadamente 15 graus, sendo que o tornozelo em dorso flexão.

3. Polisapato: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio, com pequena flexão de tronco.

Movimento: são realizados movimentos alternados de flexão e hiper-extensão de quadril. Em ambas as fases, o quadril e o joelho permanecem em flexão de aproximadamente 15 graus, sendo que o tornozelo em dorso flexão.

4. Canguru: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento pequeno.

Movimento: trata-se da realização de saltos executados de um lado para outro do mini trampolim. Mantendo o quadril e joelhos flexionados aproximadamente 15 graus, enquanto o tornozelo permanece em dorso flexão em ambas as fases.

5. Twist: posição ortostática com os pés paralelos em afastamento médio, com pequena flexão de tronco.

Movimento: trata-se da realização de saltos executados de um lado para outro do minitrampolim, com rotação do quadril, enquanto o tronco rota para o outro lado. Mantendo o quadril e joelhos flexionados aproximadamente 15 graus, enquanto o tornozelo permanece em dorso flexão em ambas as fases.

2.2 IMPACTO

O impacto tem sido estudado em diversas áreas de conhecimento (Educação Física, Fisioterapia, Medicina Esportiva, etc.), especialmente através da biomecânica, uma vez que nesse campo de estudo a preocupação é com as forças envolvidas com diversos movimentos, bem como seus efeitos (AMADIO & BAUMANN, 2000; AMADIO, 1996; AMADIO & DUARTE, 1996). Nesse contexto, o impacto tem sido amplamente definido como uma força que ocorre quando dois corpos colidem um com o outro durante um curto período de tempo (NIGG & LIU, 1999; NIGG & HERZOG, 1984; ZATSIORSKY, 2002).

O conceito descrito acima é consensual entre os autores que têm realizado estudos sobre impacto, entretanto cada um deles apresenta algumas especificidades em relação ao tempo em que a força máxima é atingida. De acordo com Zatsiorsky (2002), o impacto pode ser definido como “forças que resultam da colisão de dois objetos num curto período de tempo”. Nigg (1986) especifica que esse valor máximo é alcançado antes de 50 milissegundos após o primeiro contato entre os objetos. Para Nigg & Herzog, (1984), forças que atingem seu pico antes de 50 a 75 ms podem causar efeitos negativos como microtraumas nos músculos, ligamentos e ossos. Já, para Miller (1990), os altos valores de força de impacto são originários do contato inicial entre 15 a 30 ms do pé com o solo. Ainda, segundo Dufek e Bates (1991), impacto são valores de força alcançados entre 20 e 40 ms, e esses tempos são inferiores aos tempos das contrações reflexivas involuntárias que se realizam entre 50 e 60 ms.

O estudo do impacto traz importantes conhecimentos sobre a forma e as características da sobrecarga mecânica sobre o aparelho locomotor humano e seu comportamento para movimentos selecionados. Esse fenômeno pode ser investigado através de quatro componentes, tais como impulso, taxa de aplicação de força, magnitude dessa força e o tempo necessário para essa força atingir o seu valor máximo (AMADIO, 1996; WIECZOREK *et al.*; 1997; RIBEIRO, 2003; ROUSANGLU & BOUDOLOS, 2006). A descrição quantitativa desses componentes pode ser realizada com o uso da técnica da dinamometria.

A dinamometria é um método de medição em biomecânica onde são mensuradas as forças envolvidas no movimento. Ela engloba todos os tipos de medida de força e ainda, a distribuição de pressão, tornando possível a interpretação de comportamentos dinâmicos do movimento humano (Amadio & Duarte, 1996). No movimento humano terrestre, a força exercida sobre o chão durante a movimentação do corpo é chamada de força de reação do solo (FRS) (LINTHORNE, 2001). A medição da FRS pode ser realizada através de plataformas de força uniaxial, biaxial ou triaxial, que fornecem um sinal elétrico proporcional à força aplicada (LINTHORNE, 2001). Uma plataforma de força uniaxial tem a finalidade de medir as forças apenas em um eixo de coordenada, normalmente F_z (força vertical). A Figura 3 representa uma plataforma de força uniaxial.



Figura 3: plataforma de força uniaxial (F_z).

A plataforma de força biaxial tem a finalidade de medir as forças em duas direções perpendiculares. A figura 4 representa uma plataforma de força biaxial, utilizada no ciclismo para medir força vertical e antero-posterior durante a pedalada.



Figura 4: plataforma de força biaxial.

A plataforma de força triaxial tem a finalidade de captar e registrar as forças nos três eixos de coordenadas e o momento em torno destes eixos (ZATSIORSKY, 2002). A Figura 5 ilustra as forças F_z (força vertical), F_x (médio-lateral) e F_y (Antero- posterior) atuando no pé.

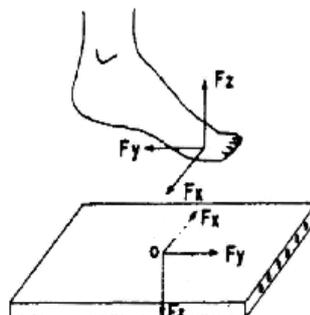


Figura 5: plataforma de força triaxial (F_z , F_x e F_y).

A escolha do tipo de plataforma a ser utilizada depende do objetivo do estudo, mas é preciso conhecer a participação de cada força no gesto escolhido. Por exemplo, na marcha humana, a componente da força médio-lateral representa as forças atuantes e relacionadas ao movimento de pronação e supinação do pé, apresentando os menores valores de força quando comparadas aos outros componentes. Diferentemente, o salto vertical produz um gradiente de crescimento de força vertical bastante predominante, o que justifica a sua análise com o uso de uma plataforma de força uniaxial (AMADIO, 1996).

2.2.1 Ginástica aeróbica e *step*

Ao longo dos últimos anos vários estudos tem sido realizados com o objetivo de avaliar os fatores que interferem no movimento humano e gestos esportivos, tal como FRS. Na década de 70, a ginástica aeróbica tornou-se a nova mania de fazer exercício de milhares de pessoas. Porém, alguns problemas evidenciaram-se durante o período de massificação desta atividade tais como: jovens e adultos na mesma aula, treinados e iniciantes fazendo o mesmo tipo de exercício, exercícios agressivos, música alta, professores sem formação ministrando aulas, excesso de saltos, alto impacto nas articulações e conseqüentemente o surgimento de lesões (guiselini, 2001). Esta polêmica criada em torno dos aspectos negativos da ginástica aeróbica deu lugar ao

surgimento de pesquisas no campo da fisiologia, biomecânica e aprendizagem motora.

Na ginástica aeróbica o conceito de impacto pode ser de dois tipos: 1) baixo impacto e 2) alto impacto (Williford *et al.*,1989; Carroll *et al.*,1991; Darby *et al.*,1995; Grant *et al.*, 1998). Segundo Guiselini (2001), exercícios de baixo impacto não significa necessariamente baixa intensidade, sendo que esse tipo de exercício é utilizado com o objetivo de elevar a frequência cardíaca à zona alvo, com o menor impacto possível sobre as articulações, reduzindo assim o risco de lesões. Seu conteúdo consiste de exercícios de balanceamentos, elevação de joelho, marchas, entre outros, nos quais um dos pés sempre está em contato com o solo (MICHAUD *et al.*,1993; MONTEIRO,1996

Por outro lado, exercícios de alto impacto são caracterizados pela ocorrência de um período em que ambos os pés estejam fora do solo ao mesmo tempo (DURWARD *et al.*, 2001; MICHAUD *et al.*,1993; MONTEIRO,1996). Neste método de trabalho existe uma fase de suspensão em que o aluno perde momentaneamente o contato com o solo, aumentando a sobrecarga nas articulações dos membros inferiores no momento da queda, e o mesmo é constituído de exercícios como os saltitamentos, chutes altos, polichinelos, entre outros (SANTOS, 1994). Exercícios com intensidade alta e repetições vigorosas resulta num impacto forte que também podem ser caracterizados como exercício de alto impacto, embora, pelo menos, um dos pés possa manter o contato com o solo (SÁ, 1999).

Um estudo realizado pela *Avia Athletic Footwear* (1993) mostrou que o potencial de lesão na ginástica aeróbica era de 40% a 50% nos praticantes e 75% nos instrutores. O objetivo desta pesquisa foi iniciar um projeto de biomecânica do exercício da ginástica aeróbica quantificando forças experimentadas pelos membros inferiores, e com essas informações desenvolver calçados específicos para a prática da atividade. Foi encontrado neste estudo valor de FRS, medidos na plataforma, de 4,8 vezes o peso corporal (PC) para o salto, 3,5 x PC nos movimentos de alto impacto, 1,5 x PC na caminhada e 1,2 x PC nos movimentos de baixo impacto.

Em outro estudo, da mesma modalidade de ginástica aeróbica, Ribeiro (2003) analisou características da força de reação do solo durante a execução da marcha em diferentes cadências. Os resultados do estudo demonstraram

que com o aumento da cadência não houve um aumento significativo no primeiro pico de força vertical. A força vertical ficou entre 1,09 x PC e 1,12 x PC. O segundo pico de força vertical tendeu a diminuir com o aumento da cadência. O tempo de apoio diminuiu com o aumento da cadência. Os valores do tempo de apoio encontrados neste estudo variaram entre 72 ms para a cadência de 130 batimentos por minuto (bpm), 66 ms para a cadência de 140 bpm e 58 ms para a cadência de 160 bpm.

Na modalidade de ginástica *Step*, Zebas e Klausner (1996) compararam a FRS vertical de três movimentos, nas cadências de 120, 128 e 135 bpm, e concluíram que a FRS para estes movimentos nestas cadências são semelhantes ao andar rápido ou ao trote lento. Dyson & Farrington, (1995a) avaliaram no 5^o, 20^o e 40^o minutos de uma aula de *Step*, o componente vertical da FRS dos movimentos: básico, *V Step*, elevação de joelho e repetidor. A plataforma de *Step* utilizada foi de 20,3 cm para todos os movimentos. O movimento básico do *Step* teve uma média de pico da força vertical significativamente maior no 5^o e 40^o, em relação aos outros movimentos. Nos outros movimentos não houve diferença significativa da FRS com o aumento da duração do exercício. A maior média de pico da força vertical em todos os movimentos avaliados foi de 1,9 x PC. Os autores comentaram que a intensidade das forças horizontais é maior na fase de descida da plataforma de força, conseqüência do aumento da altura do *Step* estando relacionado com o maior torque resistente associado à descida do *Step* nesta altura maior.

No trabalho de Wieczorek, et al., (1997), realizado também na modalidade de *Step*, em 10 indivíduos com experiência na técnica de movimento de *Step*, foi utilizado variáveis derivadas para comparar o padrão do movimento básico de *Step* com os padrões da marcha humana e outros estudos de FRS em *Step*, sobre outras condições experimentais. Em seu trabalho, foram utilizadas duas plataformas de força baseadas em células de carga, que são capazes de registrar o curso temporal dos componentes vertical, médio-lateral, e antero-posterior da FRS durante a fase de apoio do movimento. Foram usadas plataformas de 20 e 30 cm, e a cadência de 120 e 132 bpms. Os parâmetros dinâmicos avaliados foram: pico da força vertical máxima, os valores absolutos das forças ântero-posteriores e médio-laterais, o impulso do impacto passivo. Os parâmetros temporais avaliados foram: tempo de apoio e tempo de

balanço. Os autores concluíram que os picos máximos mais acentuados correspondem à fase de descida do *Step*. A análise quantitativa dos dados permitiu observar que o valor mais alto para o pico vertical máximo encontrado em todas as situações medidas, foi de 1,67 x PC, exatamente na situação fase de descida na cadencia lenta e altura de 30cm. Os valores máximos encontrados na literatura, para a média do pico da força vertical máxima, são de $1,67 \pm 0,32$ x PC, semelhante aos outros estudos feitos por Johnson et al. (1992), aproximando-se também dos valores encontrados por Dyson e Farrington (1995b), que foram de $1,759 \pm 0,105$ x PC. Comparando-se todos os dados, conclui-se que o movimento básico de *Step*, para as alturas e cadências testadas, os níveis de FRS ficaram próximos aos relatados para o andar, que é aproximadamente 1,5 x PC (NIGG & HERZOG, 1994). Assim, verificam -se que o *Step* não possui altos níveis de sobrecarga sobre os membros inferiores, quando comparados com os da corrida que chegam a ultrapassar duas vezes e meia o peso corporal (AVIA, 1992).

2.2.2 Gestos Esportivos

O movimento saltar é uma habilidade presente em várias modalidades esportivas, tais como no vôlei, basquete e em específico no atletismo. Decorrente da magnitude da força e do pequeno tempo de contato durante um salto, os valores da Taxa de Aplicação de Força são elevados. A força vertical máxima no salto ocorre na fase passiva do movimento, portanto as forças geradas são quase que exclusivamente transferidas para a estrutura ósteo-articular do aparelho locomotor (AMADIO, 1996).

Na análise de valores de força vertical da modalidade salto, especificamente da segunda fase do salto triplo no atletismo, foi revelado que os atletas produzem picos de força que podem ultrapassar 16 x PC (AMADIO, 1996). Já, Zatsiorsky (2002) cita valores de picos de magnitudes para mesma modalidade de 7 a 12 x PC.

Um estudo realizado por Caulfield & Garret (2004) identificou mudanças na FRS durante a aterrissagem de saltos em sujeitos com instabilidade funcional na articulação do tornozelo. Este estudo comparou a FRS durante a aterrissagem do salto m sujeitos com instabilidade articular no tornozelo e sujeitos saudáveis. Há uma significativa na alteração nos padrões da FRS nos

movimentos de tornozelo e joelho em sujeitos com instabilidade funcional comparado com os sujeitos saudáveis. Foram analisadas as mudanças no tempo e na magnitude das forças sustentadas pela instabilidade articular do tornozelo durante a aterrissagem do salto. Quatorze sujeitos com dez anos de instabilidade articular no tornozelo diagnosticada versus controle realizaram cinco saltos com somente uma perna sobre a plataforma de força. O tempo e magnitude das forças durante os primeiros 150 ms ao longo do impacto foram analisados e comparados entre os grupos. Nos sujeitos com a instabilidade articular o primeiro pico de força vertical ocorreu entre 35 e 40 ms. Já no grupo controle o pico de força vertical ocorreu entre 40 e 50 ms. Foi concluído que as alterações nos padrões de força observados nos sujeitos com instabilidade articular funcional são provavelmente decorrentes do resultado das lesões repetidas devido ao incremento significativo no *stress* sobre as estruturas articulares do tornozelo durante aterrissagem do salto. Estes resultados identificaram lesões naturais potencializadas pelas mudanças da força aplicada na articulação do tornozelo durante a aterrissagem do salto. O tempo destas mudanças sugere que elas são causadas pelo déficit de controle motor.

Rousanglou & Boudolos (2006) realizaram uma análise dinâmica dos parâmetros temporais das curvas de força-tempo do salto ritmado com as duas pernas juntas no mesmo lugar. Onze participantes, 5 homens e 6 mulheres, professores de Educação Física e estudantes de Ciências do Esporte todos com experiência em exercícios com música realizaram 10 saltos consecutivos ritmados em três freqüências de saltos sobre uma plataforma de força. Na cadencia preferida de saltos, os valores médios de pico de força foram de 3,8 x PC, já nos saltos com velocidade de 98 bpms foi de 3,2 x PC e nos saltos com velocidade 155 bpms foi de 4,0 x PC. Os valores de taxa de aplicação de força aconteceram nos primeiros 50 milissegundos das aterrissagens nas três freqüências de saltos, e tiveram valores médios de 30,1 x PC/s na cadencia preferida, 19,5 x PC/s nos saltos em velocidade mais baixa e nos saltos com velocidade mais rápida alcançou 41,3 x PC/s.

Ricard & Veatch (1994) pesquisaram as variáveis do pico de força vertical de reação do solo, tempo do primeiro pico de força e impulso da corrida nas velocidades de 2,4 m/s, 2,8 m/s, 3,2 m/s, 3,6 m/s e 4,0 m/s e compararam com o movimento de elevação de joelho com propulsão e sem propulsão da

ginástica aeróbica. Foram encontrados valores de pico de força na corrida de 1,3 x PC a 2,01 x PC com um tempo inferior a 50 milissegundos (ms). Já os movimentos de elevação de joelho apresentaram, em relação as diferentes alturas 0 cm, 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm picos de forças maiores de 1,28 x PC a 2,62 x PC, porém o tempo do primeiro pico ficou entre 276,02 ms na primeira altura e 106,34 ms na altura de 8 cm.

2.2.3 JUMP FIT®

Nos Estados Unidos o exercício no minitrampolim é denominado como *rebound exercise*. Em 1981 o minitrampolim ganhou atenção nacional como exercício aeróbio, e foi amplamente comercializado por seu baixo custo, quando comparado com outros equipamentos de ginástica (EDIN *et al.*, 1990; SMITH & BISHOP, 1988). As pesquisas com a ginástica de mini-trampolim no Brasil ainda são poucas, especificamente na área da biomecânica.

Um estudo recente quantificou o impacto do programa de ginástica *JUMP FIT®* e analisou a absorção de impacto comparativamente ao piso duro. Através desse estudo concluiu-se que a atividade envolve níveis de impactos moderados obtendo-se uma redução de 34% a 56% nos níveis de força para os exercícios realizados sobre o mini-trampolim e uma redução da taxa de aplicação de força em torno de 80% (SCHIEHLL & LOSS, 2003).

Em outro estudo realizado pelos mesmos autores, feito com seis professores de Educação Física, com mínimo de 6 meses de experiência na modalidade *JUMP FIT®*, os quais foram orientados a executar os movimentos da mesma forma como realizam a atividade em sala de aula. Os resultados mostraram que o pico de força e taxa de aplicação de força são diferentes entre os exercícios do *JUMP FIT®*. Os exercícios da família I apresentam pico de força e taxa de aplicação de força menores do que os da família II. Os picos de força vertical, com exceção dos exercícios pré-corrída e *step-touch*, podem ser considerados de baixo impacto. Além disso, as taxas de aplicação de força encontradas nos exercícios desta modalidade são baixas, indicando um baixo potencial de risco de lesões advindas das forças de impacto em todos os exercícios de *JUMP FIT®* analisados no presente estudo (SCHIEHLL *et al.*; 2005).

Um estudo de caso procurou identificar a relação entre a velocidade de execução de um exercício e a sua carga correspondente no *JUMP FIT®* essas mesmas variáveis com a plataforma de força. Um indivíduo do sexo feminino foi submetido a um protocolo que consistia em saltar em quatro cadências diferentes, durante 5 minutos em cada uma delas. Parâmetros biomecânicos (impulso) e fisiológicos (consumo de oxigênio) foram avaliados e os resultados obtidos evidenciaram que o aumento da cadência do exercício implica em incrementos na carga, quando analisado do ponto de vista biomecânico (incremento do impulso com o aumento da cadência). Por outro lado não houve alterações do ponto de vista fisiológico (consumo de oxigênio similar nas cadências analisadas) (ALDABE *et al.*;2003).

Além do consumo de oxigênio, outras variáveis funcionais como frequência cardíaca (FC), produção de dióxido de carbono (VCO_2), quociente respiratório (QR), equivalente metabólico (MET) e dispêndio energético foram determinadas com o *JUMP FIT®* através da mensuração por espirometria da rotina de uma aula de *JUMP FIT®*. Os teste foram realizados em quatro visitas, por 10 mulheres praticantes de *JUMP FIT®*. A avaliação espirométrica das diversas etapas da aula revelou os seguintes resultados médios: FC 160,3 bpm ($\pm 8,9$), VO_2 de $1,59 L \cdot min^{-1}$ ($\pm 0,45$), QR 0,87 ($\pm 0,10$) e dispêndio energético total 386,4 kcal ($\pm 13,8$) a intensidade média da aula de *JUMP FIT®* correspondeu a 75% ($\pm 7,7$) $VO_{2\ 2\ pico}$. Concluiu-se que a aula de *JUMP FIT®* proporciona aumento da resistência cardiorrespiratória, contribuindo de forma efetiva para a manutenção e melhora da aptidão física e saúde na qualidade de vida (FURTADO *et al*, 2004).

Rohlmann *et al.* (2004) implantaram em um indivíduo que apresentava uma fratura por compressão na vértebra torácica 12 (T12), seis sensores de carga fixados na coluna espinhal. Foi analisado um salto leve e um salto forte sobre o minitrampolim, os valores de pressão intradiscal máxima no salto leve atingiram 240%, enquanto no salto forte os valores foram de 380%, em relação a posição em pé parado que corresponde a 100% (0,50 MPa). O valor mínimo durante este exercício dinâmico foi sempre acima de 70%.

Um estudo com 60 mulheres obesas, comparou os efeitos do treinamento da corrida na esteira rolante, bicicleta ergométrica e minitrampolim

durante um período de dez semanas, com sessões de 4 dias por semana com duração de trinta minutos. A média de frequência cardíaca durante o treinamento foi de 150 bpm e os indivíduos que realizaram a atividade sobre o minitrampolim tiveram um aumento de 11,5 % no consumo de oxigênio, o percentual de gordura baixou 12,8 %. Quando comparados entre si, o minitrampolim, a esteira rolante e a bicicleta ergométrica, as variáveis estudadas ($VO_{2máx}$ % gordura) não apresentaram diferença significativa (White, 1980).

Gerberich *et al.* (1984) investigaram os efeitos agudos do *rebound exercise* em 17 mulheres sedentárias. Os sujeitos trotaram e saltaram no minitrampolim em dois tempos de 18 minutos. O protocolo consistiu de seis estágios com aumento graduado da cadência a cada três minutos, controlada pelo uso do metrônomo. A média de valores do VO_2 e frequência cardíaca diminuiu de 2,5 l/min e 166 bpm para 1,9 l/min e 158 bpm, quando aumentou progressivamente de 90 bpm para 140 bpm no salto. Enquanto a média de valores do VO_2 e frequência cardíaca para a corrida aumentou de 2,2 l/min e 160 bpm para 2,7 l/min e 180 bpm, quando aumentou progressivamente de 105 bpm para 205 bpm passos/min. Os valores de VO_2 atingiram 76% do $VO_{2máx}$ no protocolo de salto, enquanto na corrida atingiu 82% do $VO_{2máx}$. Com estes dados, conclui-se que as respostas fisiológicas são diferentes nos saltos e na corrida.

2.3 SIMETRIA NA FORÇA DE REAÇÃO VERTICAL

Um aspecto que tem chamado atenção é que variáveis fisiológicas têm sido mais utilizadas do que as variáveis mecânicas como critério para definir a intensidade do exercício de cada fase da aula. Não obstante, entende-se que informações a respeito da força de reação do solo (FRS) são importantes, uma vez que a análise de parâmetros como o pico de força e taxa de aplicação de força podem afetar estruturas do sistema músculo-esquelético (ZATSIORSKI, 2002; SCHMIDTBLEICHER, 1992; RUBIN *et al.*, 2001).

Questões interessantes, embora pouco estudadas, são os benefícios da prática do *JUMP FIT®* relacionados à redução de impacto em relação a atividades terrestres, inclusive com respeito a simetria da FRS dos membros

inferiores nos exercícios realizados sobre o minitrampolim *JUMP FIT®* (SCHIEHL & LOSS, 2003; SMITH *et al.*, 1995).

Supõe-se que a magnitude da força dos movimentos de salto e corrida sobre o minitrampolim seja transmitida de forma similar entre os membros inferiores. Entretanto, foi relatado que taxas de assimetria são consideradas naturais em atividades como o correr e o pedalar (SMACK *et al.*, 1999; GREGOR, 2000).

Um estudo verificou que assimetrias entre os membros inferiores de corredores são comuns, e são caracterizadas por diferentes valores de força de reação do solo para cada apoio do pé (CAVANAGH *et al.*, 1985).

Segundo Zifchock *et al.* (2006) altos níveis de assimetria são tipicamente associados com patologias. Por exemplo, discrepâncias no comprimento da perna, lesões, e compensação na musculatura devido a lesões têm sido associado com assimetria na marcha (WILLIAMS *et al.*, 1987; PERTTUNEN *et al.*, 2004; ZIFCHOCK *et al.*, 2006).

Assimetria na marcha é freqüentemente descrita pela cinética ou cinemática entre parâmetros dos lados esquerdo/direito. E isto foi muito usado para avaliar o index de simetria (IS) proposto por Robinson *et al.* (1997), onde IS é o indicador do percentual da diferença entre quantidade de simetria mensurada nos lados esquerdo/direito. O valor zero indica perfeita simetria, enquanto acréscimo de valores indica maiores níveis de simetria. No entanto, os valores IS podem variar em elite de corredoras mulheres (WILLIAMS *et al.*, 1987).

Saltos verticais podem ser uma valiosa ferramenta para avaliar baixas funções nas extremidades relatadas em estudos de coordenação humana e no papel que certos músculos agem em atividades atléticas (THOMAS *et al.*, 2005). Os saltos com uma perna podem mostrar um decréscimo bilateral do corpo, quando comparadas atividades de ambos os lados (HOFFMAN *et al.*, 1979). Por exemplo, o salto vertical com uma perna tem sido utilizado para examinar a propriedade bilateral do músculo, ligamento e encurtamento de tendão exposto durante a performance dinâmica do movimento articular das extremidades baixas quando requerido esforço máximo (ERNST *et al.*, 2000).

Assim, a tendência natural das pessoas é desenvolver uma dominância e uma não dominância de lados do corpo, possuindo uma perna que mostra uma

preferência para certa tarefa em relação à outra (SING, 1970; McCURDY & LANGFORD, 2005). As assimetrias podem ser mais complicadas devido aos gêneros das diferenças musculoesqueléticas entre os lados (ATWATER, 1988).

Portanto, taxas de assimetria de força de reação de solo que não sejam fisiológicas podem gerar alterações estruturais e musculares que, por sua vez, podem levar as pessoas a quadros de dor e disfunção muscular, podendo afastá-los do programa de exercícios e comprometer sua qualidade de vida (PERTTUNEN *et al.*, 2004).

2.4 Crítica a literatura

Em face dos estudos reportados, foi constatado que apesar das pesquisas sobre a FRS no salto e nas modalidades de ginástica (excluindo-se o *JUMP FIT®*), terem utilizado o mesmo instrumento de coleta (plataforma de força), cada uma delas apresentou objetivos, metodologia e escolha de gestos diferentes, o que dificulta a comparação entre os mesmos. Entretanto, pode-se observar que o pico de força vertical analisado para modalidades como ginástica aeróbica, Step e corrida foi em média 1,3 x PC até 2,6 x PC, enquanto que para o salto ritmado, e para o salto triplo no atletismo, foram obtidos valores de 5 x PC até 16 x PC. A partir disso, foi visto que há, na literatura, um acervo de estudos de caráter científico com abordagens fisiológicas e mecânicas apresentando forte tendência à contextualização do impacto nas modalidades citadas nos parágrafos anteriores. Não obstante, também ficou claro que ao nos reportamos aos estudos focados no *JUMP FIT®*, percebeu-se uma carência dos mesmos em relação à investigação científica fisiológica, mas sobretudo em cargas mecânicas no *rebound exercise* ou minitrampolim *JUMP FIT®*. Em linhas gerais, excetuando os trabalhos realizados por pelo presente autor, existem apenas estudos relacionando a composição corporal com o consumo de O₂ durante a corrida e saltos no trampolim, e comparações com outras atividades aeróbicas quanto ao consumo de O₂, frequência cardíaca e gasto energético (SMITH & BISHOP, 1988; KATCH *et al.*, 1981; BHATTACHARYA *et al.*, 1980; DIRACOGU *et al.*, 2005; EDIN *et al.*, 1990; SMITH *et al.*, 1995; BARAK *et al.*; 2005; SHIELDS *et al.*; 2005; SOVELIUS *et al.*; 2006). Dadas as conveniências deste exercício, está em evidência a falta de estudos na área da biomecânica sobre os benefícios envolvendo minitrampolim ou *rebound exercise*.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

3.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é do tipo *ex post facto*, e caracteriza por um modelo de estudo comparativo, de corte transversal.

3.2 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

Variáveis Dependentes:

- Força de reação vertical: oriunda do contato entre o executante e a tela elástica do minitrampolim *JUMP FIT®*. Esta força é considerada integralmente transmitida da tela elástica para os seis pontos de apoio do minitrampolim *JUMP FIT®*. Seu valor será dado pelo somatório dos valores de cada um dos seis sensores colocados entre o minitrampolim *JUMP FIT®* e o solo.

- Pico de força: É o valor máximo atingido pela força de reação vertical dentro de um ciclo de execução.

- Variação do nível de força: diferença de magnitude entre o valor do Pico de força e o valor mínimo da força imediatamente anterior.
- Tempo para atingir o pico de força: intervalo de tempo entre o valor mínimo e o valor máximo consecutivo da força em um mesmo ciclo.
- Taxa de aplicação da força: razão entre a variação do nível de força e o tempo para atingir o pico de força.

Variáveis Independentes:

- Tipo de exercício: movimentos executados sobre o minitrampolim *JUMP FIT®*. Dependendo da característica do exercício podem utilizar 1, 2 ou 4 tempos para completar um ciclo completo
- Lateralidade: subdivisão do ciclo do exercício em relação à posição espacial: direito/esquerdo, frente/atrás ou aberto/fechado
- Fase: subdivisão do ciclo do exercício em relação a intensidade de execução.

Variáveis de controle:

- Ritmo: velocidade de execução dos exercícios, executados em 140 bpm.

3.3 SUJEITOS DE INVESTIGAÇÃO

A amostra deste estudo foi do tipo intencional, extraída da população de professores credenciados e licenciados da modalidade *JUMP FIT®* no estado do Rio Grande do Sul. Para o cálculo do tamanho amostral foi utilizado o software Winpipe, com nível de significância 0,05 e poder de previsão de 80%. Tendo em vista a comparação das diversas variáveis envolvidas, taxa de aplicação de força, pico de força, o número estimado de indivíduos varia dependendo da situação. Optou-se por uma amostra de 60 indivíduos levando em consideração que este número é suficiente para a maioria das comparações que seriam realizadas.

3.4 INSTRUMENTOS DE COLETA

- minitrampolim da marca *JUMP FIT®*

- 6 células de carga da marca HBM, modelo pw 10 d1
- microcomputador
- condicionador de sinais e um conversor analógico-digital de 16 bits (Computer-boards)
- Cd *JUMP FIT*® da aula número 6
- Laptop da marca COMPAQ Presario 1200

3.5 PROCEDIMENTOS DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada durante o encontro trimestral dos professores de *JUMP FIT*®. Esta coleta ocorreu dentro do ginásio do Clube do Professor Gaúcho, no horário das 07:00 às 18:00 horas, na cidade de Porto Alegre, e no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola de Educação Física, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, na cidade de Porto Alegre.

No dia da coleta de dados, primeiramente foi realizada uma entrevista para verificar o tempo referente em que os mesmos praticam a modalidade, a ausência de lesão, perna dominante, telefone para contato e um termo de consentimento para realização do estudo.

Para a aquisição dos dados da força de reação do solo o minitrampolim foi instrumentado com 6 células de carga de 250 kg, posicionadas sob os pés de apoio (Figura 6). As células de carga da marca HBM, modelo pw 10 d1, foram ligadas a um microcomputador Pentium III, 900 Mhz, através de um condicionador de sinais e um conversor analógico-digital de 16 bits (Computer-boards), com uma taxa de amostragem de 500 Hz. O equipamento foi calibrado antes das execuções dos exercícios. Os valores de pico de força e taxa de aplicação de força obtidos dos exercícios no *JUMP FIT*® foram coletados e analisados no softwar SAD32. Foi utilizado uma rotina no softwar Matlab, com frequência de corte do filtro passa baixa 55Hz, filtro butterworth ordem 9 para transformação da unidade volts para peso corporal e filtragem de ruídos do sinal de força.

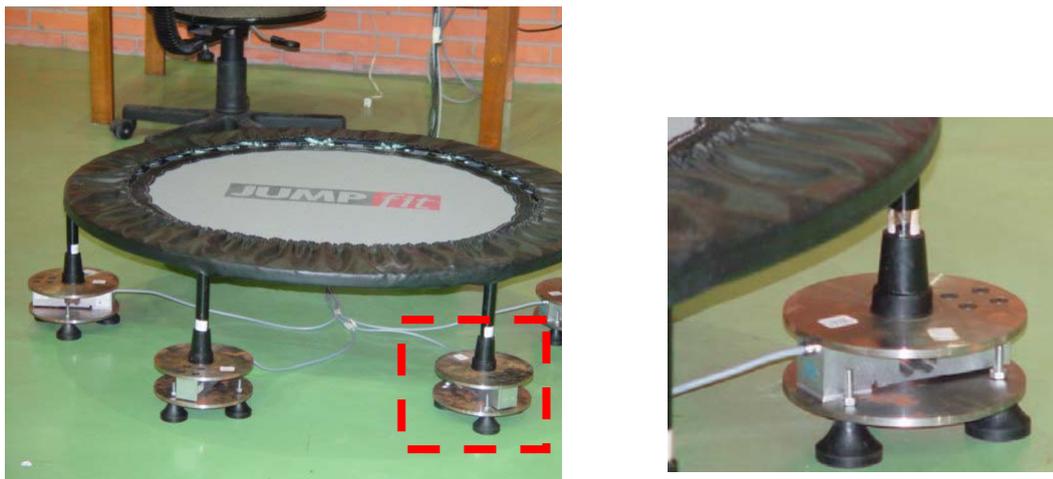


Figura 6: *JUMP FIT®* instrumentado com 6 células de carga. No detalhe a célula de carga.

Os professores de *JUMP FIT®* foram orientados a executar os movimentos da mesma forma como realizam a atividade em sala de aula, ritmados pelo cd da aula numero 6 faixa numero 2 (140 bpm). Os valores correspondentes aos movimentos das Famílias I e II (*tap*, pré-corrida, corrida simples, *hop* simples, *sprint*, *femoral* simples, elevação de joelhos simples, *tcha-tcha*, galope duplo, básico, *canguru* duplo, *polisapato* simples e duplo, polichinelo simples e duplo e *twist* duplo) foram executados durante o tempo necessário para que o indivíduo alcançasse um ciclo estável de repetições. Durante este ciclo estável foram selecionados 30 segundos de execução e os valores correspondentes a 20 picos consecutivos de força foram anotados, normalizados pelo peso corporal do indivíduo.

Cada exercício foi caracterizado por dois valores: pico de força e taxa de aplicação de força, extraídos das execuções dos 60 indivíduos analisados. Para permitir o agrupamento dos dados, os valores de força coletados foram normalizados pelo peso corporal de cada indivíduo. Desta forma, o pico de força foi expresso em valores percentuais do peso corporal, enquanto a taxa de aplicação de força foi expressa em valores percentuais do peso corporal por segundo.

Os valores representativos de cada indivíduo foram estimados através da mediana extraída de 20 picos consecutivos do mesmo exercício. Dependendo

das características do exercício podem haver 1, 2 ou 4 picos de força em um mesmo ciclo do exercício.

Ciclos com um pico de força: compõem aqueles exercícios executados com a simultaneidade dos membros inferiores. Nestes casos a mediana de cada indivíduo foi composta por uma amostra de vinte execuções. Exercícios: Básico

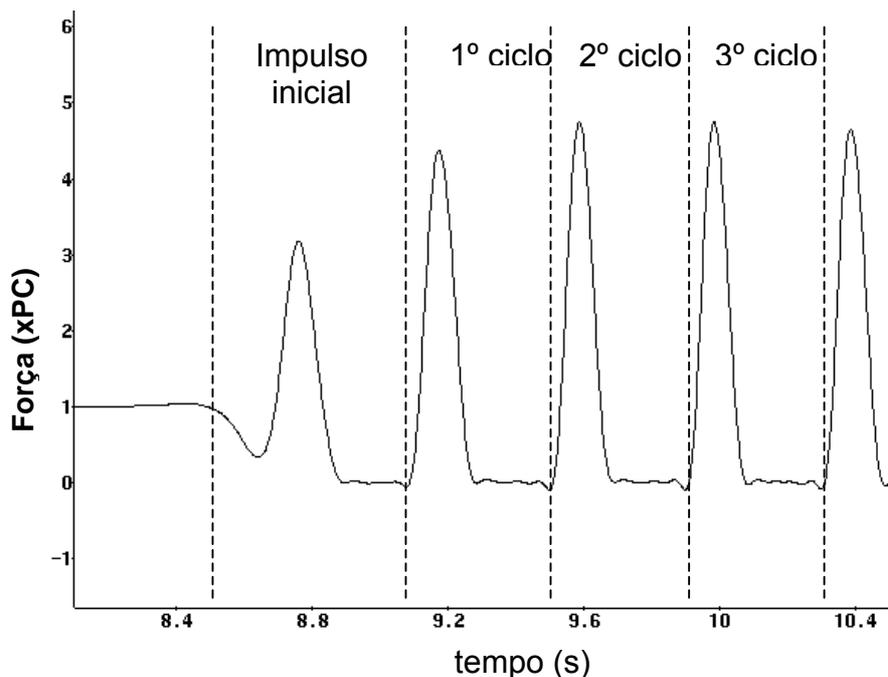


Figura 7: Curva de força relativa a vezes peso corporal em função do tempo durante a execução do exercício Básico. Em destaque três ciclos exemplificando um único pico de força em cada ciclo.

Ciclos com dois picos de força: compõem aqueles exercícios executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo. Nestes casos a mediana de cada indivíduo foi composta por uma amostra de dez execuções: 10 picos à direita e 10 picos à esquerda, comparadas entre si estatisticamente. Não havendo diferença, os picos eram agrupados, e uma única mediana representava 20 picos de força consecutivos (10 ciclos) para cada indivíduo. Havendo diferença, mais dez ciclos eram computados, de modo que cada mediana fosse representativa de 20 picos de força. Exercícios: pré-corrída, corrida simples, hop simples, sprint, elevação de joelho simples, femoral simples, polichinelo simples, polisapato simples.

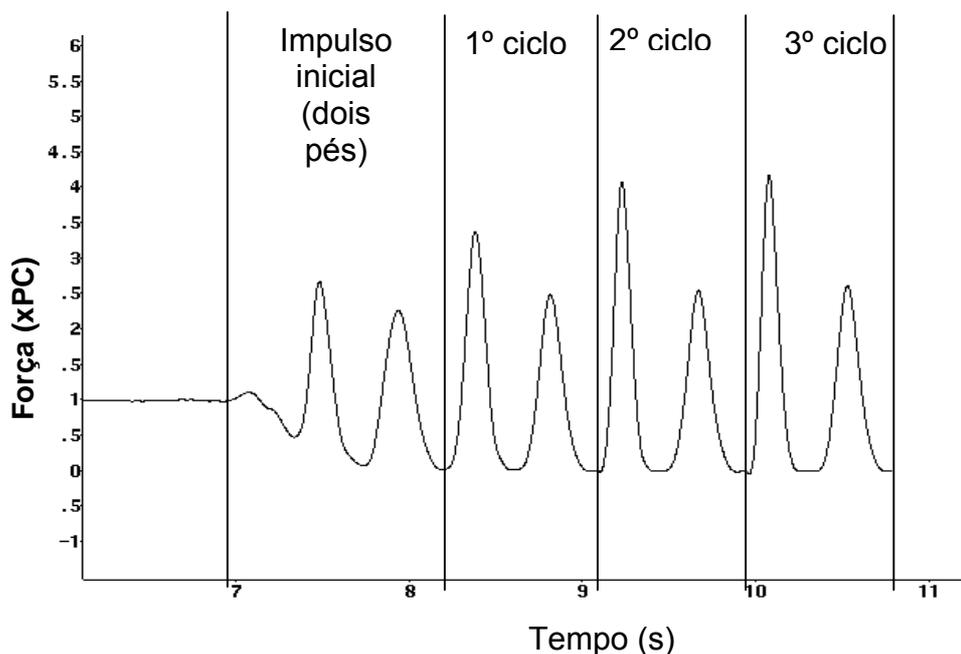


Figura 8: Curva de força relativa a vezes peso corporal em função do tempo durante a execução do exercício Elevação de joelhos. Em destaque três ciclos exemplificando dois picos de força em cada ciclo.

Ciclos com quatro picos de força: compõem aqueles exercícios executados com a simultaneidade dos membros inferiores, porém com dois saltos menores (saltitos) e dois saltos maiores, executados à direita e à esquerda, em cada ciclo. Nestes casos a mediana de cada indivíduo foi composta por uma amostra de 5 execuções: 5 saltitos à direita, 5 saltos à direita, 5 saltitos à esquerda, e 5 saltos à esquerda. De maneira similar aos exercícios com dois picos de força por ciclo, foram comparadas, a lateralidade, bem como a fase do exercício. Quando não houve diferenças os picos foram agrupados, ou, caso tenham sido encontradas diferenças, mais ciclos serão analisados, de modo a cada mediana representar 20 picos de força consecutivos. Exercícios: canguru, tcha-tcha, polichinelo duplo, polisapato duplo, twist duplo, tap, galope duplo

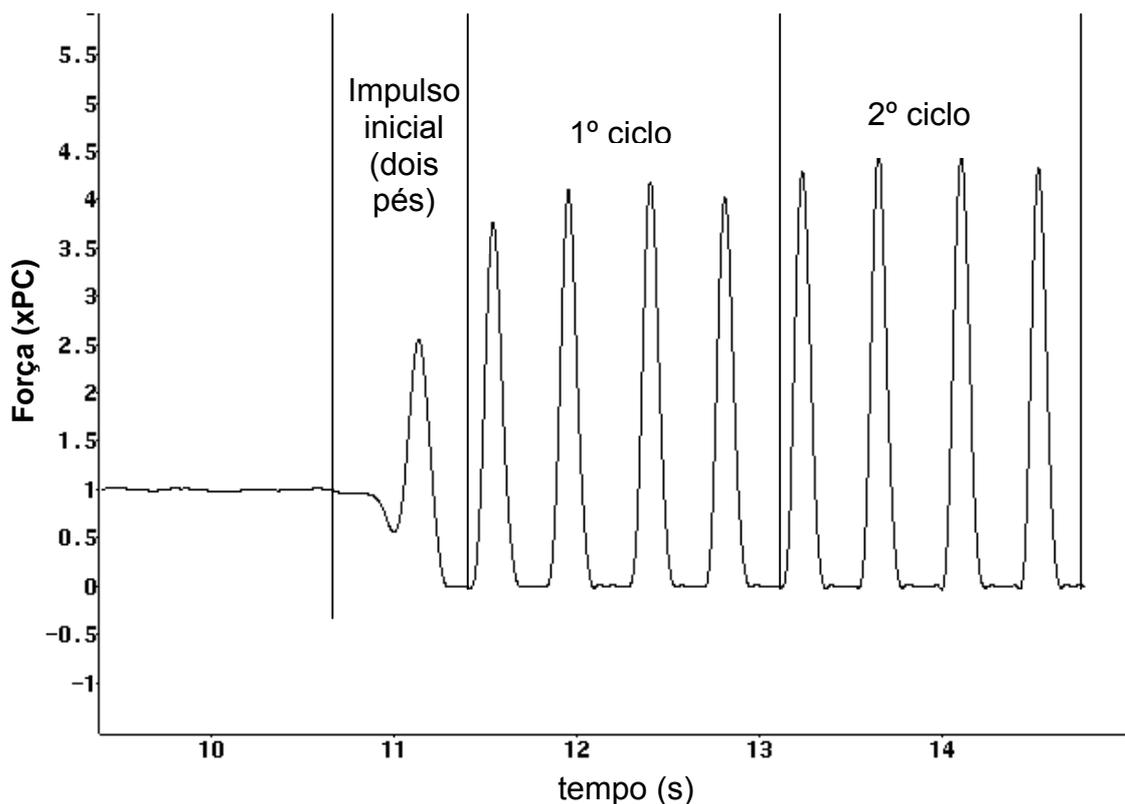


Figura 9: Curva de força relativa a vezes peso corporal em função do tempo durante a execução do exercício Canguru duplo. Em destaque dois ciclos exemplificando quatro picos de força em cada ciclo.

3.7 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os Testes de Shapiro-Wilk e Levene foram utilizados para confirmar a normalidade e homogeneidade dos dados.

Cada exercício foi caracterizado por um valor correspondente ao seu pico de força médio e respectivo desvio padrão, e sua taxa de aplicação de força média e respectivo desvio padrão. Os valores médios foram calculados a partir dos valores extraídos de cada um dos 60 indivíduos analisados. O valor atribuído a cada indivíduo foi calculado a partir da mediana de 20 valores extraídos dos vários ciclos executados individualmente. Neste sentido, cada valor médio que representa um determinado exercício, foi obtido a partir de 1200 amostras (60 indivíduos x 20 repetições).

Nos exercícios que possuíam mais de um pico de força por ciclo de execução, foi utilizado o teste t de *Student* para amostra pareadas, procurando identificar eventuais diferenças significativas na fase (entre salto e saltito) e/ou na lateralidade (lado direito e esquerdo e fase aberto e fechado). Quando não apresentassem diferenças significativas os valores eram agrupados para

compor o valor que representaria o exercício. Caso apresentassem diferenças significativas, os maiores valores eram considerados para caracterizar o exercício. Em qualquer dos casos os valores de pico de força e de taxa de aplicação de força, representativos do exercício, eram compostos por 1200 amostras.

Para classificar os 16 exercícios analisados foram comparadas as médias dos valores do pico de força e de taxa de aplicação de força entre os diferentes exercícios através da análise de variância de um fator (ANOVA). Quando houve diferenças, um teste *post hoc* de Bonferroni foi utilizado para verificar entre quais exercícios ocorriam as diferenças. O nível de significância adotado, em todos os testes, foi $p < 0,05$.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados e discutidos os resultados das variáveis taxa de aplicação de força e pico máximo de força através de análises descritivas e comparativas. Os resultados são apresentados separadamente para cada exercício analisado. Os resultados parciais, resultantes das comparações entre as diversas fases de um mesmo exercício, podem ser verificados no Anexo 3. Serão aqui apresentados apenas os valores médios finais, e respectivos desvios padrão, que representam cada exercício.

BÁSICO

O Básico caracteriza-se por possuir um pico de força por ciclo, desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos para caracterizar este exercício. A Tabela 01 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 01- Índices do Exercício Básico.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	50,5	4,5
DP	10,9	0,5

PRÉCORRIDA

A Précorrida caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, lados direito e esquerdo, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 75). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos, 10 a direita e 10 a esquerda para caracterizar este exercício. A Tabela 02 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 02- Índices do Exercício Précorrida.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	16,5	2,3
DP	3,9	0,4

CORRIDA

A Corrida simples caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, lados direito e esquerdo, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 76). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos, 10 a direita e 10 a esquerda para caracterizar este exercício. A Tabela 03 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 03- Índices do Exercício Corrida simples.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	17,9	2,4
DP	4,1	0,4

SPRINT

O *Sprint* caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, lados direito e esquerdo, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 77). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos, 10 a direita e 10 a esquerda para caracterizar este exercício. A Tabela 04 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 04- Índices do Exercício *Sprint*.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	23,6	2,0
DP	5,9	0,3

ELEVAÇÃO DE JOELHOS

O Elevação de joelhos simples caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, lados direito e esquerdo executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em todos os índices (Anexo 3 – pág. 78). A Tabela 05 apresenta os índices do lado esquerdo, arbitrados para caracterizarem este exercício.

Tabela 05- Índices do Exercício Elevação de joelhos simples.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	34,0	3,5
DP	8,0	0,6

HOP SIMPLES

O *Hop* simples caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, lados direito e esquerdo, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 79). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos, 10 a direita e 10 a esquerda para caracterizar este exercício. A Tabela 06 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 06- Índices do Exercício *Hop* simples.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	23,4	2,9
DP	4,6	0,4

FEMORAL SIMPLES

O Femoral simples caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, lados direito e esquerdo, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em todos os índices (Anexo 3 – pág. 80). A Tabela 07 apresenta os índices do lado esquerdo, arbitrados para caracterizarem este exercício.

Tabela 07- Índices do Exercício Femoral simples.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	51,6	4,4
DP	14,7	0,7

POLISAPATO SIMPLES

O Polisapato simples caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, perna posicionada a frente e atrás do corpo executados com a simultaneidade dos membros inferiores. Não foi encontrada diferença significativa quando comparado à posição da perna a frente do corpo em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 81). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos, 10 perna esquerda posiciona a frente do corpo e 10 perna direita posicionada a frente do corpo para caracterizar este exercício. A Tabela 08 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 08- Índices do Exercício Polisapato simples.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	49,8	4,5
DP	9,3	0,5

POLICHINELO SIMPLES

O Polichinelo simples caracteriza-se por possuir dois picos por ciclo, aberto e fechado, executados com a simultaneidade dos membros inferiores. Foi encontrada diferença significativa quando comparados as fases aberto e fechado em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 82). A Tabela 09 apresenta os índices referentes a fase aberta, arbitrados para caracterizarem este exercício.

Tabela 09- Índices do Exercício Polichinelo simples.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	50,1	4,4
DP	9,7	0,5

GALOPE DUPLO

O Galope duplo caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 83). Também não foram encontradas diferenças quando comparadas as intensidades dos saltos (saltos e saltitos). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos representando saltos e saltitos, 10 à direita e 10 à esquerda para caracterizar este exercício. A Tabela 10 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 10- Índices do Exercício Galope duplo.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	27,8	3,3
DP	6,0	0,4

CANGURU DUPLO

O Canguru duplo caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, executados a direita e a esquerda em cada ciclo com a simultaneidade dos membros inferiores. Foi encontrada diferença significativa quando comparada intensidade do salto (salto x saltito) no índice taxa de aplicação de força (Anexo 3 – pág. 85). O saltito foi arbitrado para representar a taxa de aplicação de força. A Tabela 11 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 11- Índices do Exercício Canguru duplo.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	46,4	4,3
DP	8,9	0,5

TCHA-TCHA

O *Tcha-tcha* caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, executados com a alternância entre o membro inferior direito e esquerdo em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparados os lados direito e esquerdo, tampouco quando comparadas as intensidades, nos índices taxa de aplicação de força e pico de força (Anexo 3 – pág. 87). A Tabela 12 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 12 - Índices do Exercício *Tcha-tcha*.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	20,4	2,6
DP	5,1	0,5

TWIST DUPLO

O *Twist* duplo caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, executados a direita e a esquerda em cada ciclo com a simultaneidade dos membros inferiores. Foi encontrada diferença significativa quando comparadas as intensidades (salto x saltito) do exercício (Anexo 3 – pág. 89). A Tabela 13 apresenta os índices referentes ao saltito, arbitrados para caracterizarem este exercício.

Tabela 13 - Índices do Exercício *Twist* duplo.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	47,5	4,4
DP	7,7	0,5

POLISAPATO DUPLO

O *Polisapato* duplo caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, executados com a perna posicionada a frente e atrás do corpo em cada ciclo com a simultaneidade dos membros inferiores. Foi encontrada diferença significativa quando comparado a intensidade salto (salto x saltito) (Anexo 3 – pág. 91). A Tabela 14 apresenta os índices referentes ao saltito, arbitrados para caracterizarem este exercício.

Tabela 14 - Índices do Exercício Polisapato duplo.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	49,9	4,4
DP	8,9	0,5

TAP

O *Tap* caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, executados com um dos calcanhares toca a parte dianteira da tela elástica enquanto o outro permanece na posição inicial em cada ciclo. Não foi encontrada diferença significativa quando comparado os lados direito e esquerdo nos índices (Anexo 3 – pág. 93). Desta forma, foram utilizados 20 picos consecutivos, 10 a direita e 10 a esquerda para caracterizar este exercício. A Tabela 15 apresenta os índices referentes a este exercício.

Tabela 15 - Índices do Exercício Tap.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	10.1	1.2
DP	5.4	0.6

POLICHINELO DUPLO

O Polichinelo duplo caracteriza-se por possuir quatro picos por ciclo, dois saltos menores (saltito) e dois saltos maiores, nas fases aberto e fechado, executados com a simultaneidade dos membros inferiores. Foi encontrada diferença significativa quando comparados às fases aberto e fechado em qualquer dos índices (Anexo 3 – pág. 95). A Tabela 16 apresenta os índices referentes saltito aberto, arbitrados para caracterizar este exercício.

Tabela 16 - Índices do Exercício Polichinelo duplo.

	Taxa de aplicação de força (xPC/s)	Pico de força (xPC)
Média	51,5	4,5
DP	10	0,5

4.1 Simetria na força de reação vertical

A Tabela 17 apresenta simetria da FRS dos valores médios da taxa de aplicação da força e pico de força e respectivos desvios padrão, para cada um dos exercícios do *JUMP FIT®* com dois picos de força por ciclo.

Tabela 17: simetria dos valores médios e respectivos desvios padrão de taxa de aplicação de força e pico de força dos exercícios do *JUMP FIT®* com dois picos de força por ciclo.

Exercício	Taxa de aplicação de força (xPC/s)		Pico de força (xPC)	
	esquerdo	direito	esquerdo	direito
Tap	10,1(5,6)	10,0(5,2)	1,3(0,6)	1,2 (0,6)
Pré-corrida	16,5(4,1)	16,4(3,9)	2,3(0,4)	2,3(0,4)
Corrida simples	17,9(4,2)	17,9(4,2)	2,4 (0,4)	2,5(0,4)
<i>Sprint</i>	23,7(6,6)	23,5(6,3)	2,1(0,3)	2,0(0,3)
Hop simples	23,3(4,6)	23,5(4,4)	2,8(0,4)	2,9(0,4)
Femoral simples	*51,6(14,7)	28,1(5,6)	*4,4(0,7)	3,2(0,4)
Elevação de joelhos	*34,0(8,0)	23,3(4,8)	*3,5(0,6)	2,8(0,4)
Tcha-tcha	20,1(4,9)	20,6(5,3)	2,6(0,4)	2,6(0,5)

* diferenças significativas ($p < 0.05$).

A Tabela 18 apresenta simetria da FRS dos valores médios da taxa de aplicação da força e pico de força e respectivos desvios padrão, para cada um dos exercícios do *JUMP FIT®* com quatro picos de força por ciclo.

Tabela 18: simetria dos valores médios e respectivos desvios padrão da taxa de aplicação da força e pico de força dos exercícios do *JUMP FIT*® com quatro picos de força por ciclo.

Exercício	Taxa de aplicação de força(xPC/s)		Pico de força(xPC/s)	
	esquerdo	direito	esquerdo	direito
Polisapato simples	49,8(8,9)	49,7(9,1)	4,5(0,5)	4,4(0,5)
Polisapato duplo (salto)	47,6(8,6)	48,0(8,6)	4,4(0,5)	4,4(0,5)
Polisapato duplo (saltito)	49,8(8,7)	50,2(9,1)	4,4(0,5)	4,5(0,5)
Twist duplo (salto)	44,1(7,5)	44,1(7,5)	4,2(0,5)	4,2(0,5)
Twist duplo (saltito)	47,4(8,2)	47,6(8,5)	4,4(0,5)	4,4(0,5)
Galope duplo (salto)	27,6(6,1)	28,1(6,5)	3,3(0,5)	3,3(0,4)
Galope duplo (saltito)	27,5(5,9)	27,7(5,8)	3,2(0,4)	3,3(0,4)
Canguru duplo (salto)	43,8(8,4)	44,6(9,2)	4,3(0,5)	4,3(0,5)
Canguru duplo (saltito)	46,4(9,2)	46,4(9,3)	4,3(0,5)	4,3(0,5)

* diferenças significativas ($p < 0,05$).

Entre os dezesseis exercícios investigados, treze apresentam características de execução que permitem comparação entre os lados direito e esquerdo. Os treze exercícios analisados foram divididos em dois grupos: exercícios com dois picos de força por ciclo (Tabela 17) e exercícios com quatro picos de força por ciclo (Tabela 18).

Conforme apresentado na Tabela 17, a comparação entre o pico de força vertical e a taxa de aplicação de força entre os lados esquerdo e direito dos exercícios com dois picos de força por ciclo mostrou diferenças significativas para os exercícios de elevação de joelho e *femoral* simples. Karaharju-Huisman *et al.*(2001) afirmam que a dominância nos membros pode afetar a simetria. Embora não tenha sido avaliada a dominância nesse estudo, duas observações merecem destaque, a primeira delas é que 91,6% da amostra reportou ser destro e, a outra é que amostra foi orientada a iniciar os movimentos com a perna esquerda conforme determinação metodológica do programa *JUMP FIT*®. Uma vez que os valores das variáveis analisadas para

elevação de joelhos e *femoral* simples foram significativamente maiores para o lado esquerdo, pode-se inferir que o fato dos professores utilizarem a perna esquerda para impulsão do exercício apresentou algum efeito sobre a simetria da FRS, excluindo a influência de uma possível dominância na mesma nesses exercícios. Conclusões semelhantes foram encontradas por Stephens *et al.* (2005) que não encontraram diferença significativa na simetria da FRS em homens entre saltos com perna dominante e não dominante, mesmo quando os mesmos expressavam maior capacidade de saltar com a perna dominante. Um estudo desenvolvido por Carpes *et al.* (2005), que analisou a simetria na produção de torque durante o ciclismo encontrou valores significativos de assimetria por alguns períodos durante a pedalada, mostrando grande relação com a dominância de membros.

Quando analisados os exercícios com quatro picos por ciclo, da Família II (Tabela 18), nenhum dos exercícios apresentou diferenças significativas em relação aos lados direito e esquerdo, em nenhuma das intensidades (salto e saltito). Dentre os treze exercícios analisados, onze deles não apresentaram diferenças significativas com respeito ao pico de força vertical e a taxa de aplicação de força entre os lados direito e esquerdo, podendo-se afirmar que a maioria dos exercícios investigados é simétrica em relação a FRS. Cabe lembrar que tais exercícios possuem classificação mista, ou seja, oito são pertencentes à Família I (Tabela 17) e outros cinco à Família II (Tabela 18) possuindo características de execução diferenciada entre eles: no primeiro há transferência constante de um pé para o outro e no segundo ocorre apoio dos pés simultaneamente sobre a tela elástica. Essa observação parece indicar, num primeiro momento, que pertencer a Família I ou Família II influenciou na simetria da FRS.

A literatura aponta que pequenas taxas de assimetria podem ter relevância clínica e biológica significativa no que se refere à causa de lesões ou redução de performance (PERTTUNEN *et al.*, 2004). Importante comentar, que não se sabe qual a magnitude necessária para aumentar o risco de lesão e diminuição de performance. Chama-se a atenção pela necessidade de mais estudos para entender o motivo destas assimetrias, e suas conseqüências sobre o sistema músculo-esquelético.

4.2 Comparação entre os exercícios

Quando comparados entres si, os exercícios apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de pico de força. A Tabela 19 apresenta os valores médios do pico de força e respectivos desvios padrão, para cada um dos exercícios do *JUMP FIT®* analisados.

Tabela 19: Pico de força e respectivos desvios padrão dos exercícios do *JUMP FIT®*. Letras diferentes representam diferenças estatisticamente significativas entre os exercícios ($p < 0,05$).

Exercícios	Pico de força (xPC)
<i>Tap</i>	1,3 (0,6) a
<i>Sprint</i>	2,0 (0,3) a
Pré-corrida	2,3 (0,4) ab
Corrida simples	2,4 (0,4) b
<i>Tcha-tcha</i>	2,6 (0,5) bc
<i>Hop</i> simples	2,9 (0,4) c
Galope duplo	3,3 (0,4) d
Elevação de joelhos simples	3,5 (0,6) d
Canguru duplo	4,3 (0,7) e
Polichinelo duplo	4,3 (0,5) e
<i>Twist</i> duplo	4,4 (0,5) e
Femoral simples	4,4 (0,5) e
Polichinelo simples	4,4 (0,5) e
Polisapato duplo	4,4 (0,5) e
Polisapato simples	4,5 (0,5) e
Básico	4,5 (0,5) e

O impacto da FRS da Ginástica Aeróbica, através de plataforma de força são representados por valores de pico de força de 1,2 x PC nos movimentos classificados como baixo impacto (AVIA, 1992). Tais movimentos englobam exercícios onde um dos pés mantém contato com o solo, como elevação de joelho e marcha (MICHAUD *et al.*, 1993). Valores de pico de força de FRS para a marcha são costumeiramente encontrados entre 1,09 x PC e 1,12 x PC (RIBEIRO E MOTA, 2003).

Observando-se os resultados do presente estudo (Tabela 19) nota-se que os valores de pico de força encontrados em todos os exercícios foram superiores aos valores de FRS reportados na literatura e associados as atividades admitidas como de baixo impacto. Isso pode ser explicado pela diferente estratégia de aterrissagem entre a tela elástica do *JUMP FIT®* e o piso duro. Como a técnica de aterrissagem consiste em saltar e empurrar a tela elástica com toda superfície plantar (CONTI, 2002), isso poderia influenciar em altos valores de pico de força vertical, embora tenha sido reportado que a absorção de impacto no *JUMP FIT®* é de até 56% em relação ao piso duro (SCHIEHLL & LOSS, 2003).

A FRS para movimentos do *Step training* são semelhantes ao andar rápido ou ao trote lento apresentando valores inferiores a 2 x PC (ZEBAS & KLAUSNER, 1996; WIECZOREK *et al.*, 1997; DYSON & FARRINGTON, 1995). No presente estudo, o *TAP*, o *SPRINT* e a pré-corrída apresentaram picos de força próximos deste valor, sendo os menores valores encontrados entre os exercícios do *JUMP FIT®*.

Movimentos classificados pela literatura como de alto impacto, e que possuem uma fase de vôo, mostraram valores de pico de força de 3.5 x PC (pequenos saltos, chutes altos e polichinelos) e 4,8 x PC (saltos) (AVIA, 1992; SANTOS, 1994). Nesta faixa de valores encontram-se praticamente metade dos exercícios analisados.

A Tabela 20 apresenta os valores médios da taxa de aplicação da força e respectivos desvios padrão, para cada um dos exercícios do *JUMP FIT®* analisados. A taxa de aplicação tem sido considerada como melhor indicador de absorção de carga mecânica do que o pico de força de impacto (DIXON *et al.*, 2000; DE WIT B *et al.*, 1995). Tem sido documentado que em relação ao piso duro, a taxa de aplicação de força em exercícios realizados sobre o minitrampolim apresenta-se 80% menor (SCHIEHLL *et al.*, 2005). Ao comparar a taxa de aplicação de força encontrada nos exercícios investigados com dados da literatura, como por exemplo na corrida de 5 m/s, onde valores de 113 x PC/s foram obtidos (MILLER, 1990), e na velocidade de 8 m/s achou-se valores de até 60 xPC/s (KELLER *et al.*, 1996), constatou-se que os exercícios analisados neste estudo são sempre inferiores. Ao analisar os dados da Tabela 20, o que se observa é que os valores mais baixos de taxa de aplicação de

força são obtidos exclusivamente pelos exercícios da Família I. Pode-se inferir que realizar exercícios com transferência entre um pé e outro ou com simultaneidade de ambos influencia na magnitude da taxa de aplicação de força em magnitudes extremas. Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo recente realizado com seis professores do programa de ginástica *JUMP FIT®*, onde exercícios da Família I apresentam tanto pico de força como valores de taxa de aplicação de força menores do que os da Família II (SCHIEHLL *et al.*, 2005).

Tabela 20: Taxa de aplicação de força e respectivos desvios padrão dos exercícios do *JUMP FIT®*. Letras diferentes representam diferença estatisticamente significativas entre os exercícios ($P < 0,05$).

Exercícios	Taxa de aplicação de força (xPC/s)
<i>Tap</i>	10,1 (5,4) a
Pré-corrída	16,5 (3,9) a
Corrida simples	17,9 (4,1) a
<i>Tcha-tcha</i>	20,3 (5,1) ab
<i>Hop</i> simples	23,4 (4,6) bc
<i>Sprint</i>	23,6 (5,9) bc
Galope duplo	27,8 (6,0) c
Elevação de joelhos	34,0 (8,0) d
Canguru duplo	46,4 (8,9) e
<i>Twist</i> duplo	47,5 (7,7) e
Polisapato simples	49,8 (9,3) e
Polisapato duplo	49,9 (8,9) e
Polichinelo simples	50,1 (9,7) e
Básico	50,5 (10,9) e
Polichinelo duplo	51,5 (10) e
Femoral simples	51,6 (14,7) e

Em posições intermediárias da Tabela 20 encontram-se tanto exercícios de uma como de outra Família, demonstrando que modular intensidades de cada fase da aula com base apenas no critério de pertencer a Família I ou II é insuficiente. Tanto a magnitude das forças envolvidas quanto a taxa de aplicação destas forças são importantes quando avaliados os riscos de lesão sobre as estruturas no corpo, porém atuam de forma diferenciada. Se a força é

aplicada com altas taxas é mais provável que estruturas como os ligamentos e tendões sejam afetados, enquanto ossos possuem maior tendência a serem lesados quando a taxa de aplicação de força é baixa. Ensaios mecânicos realizados *in situ* para avaliar a capacidade máxima das estruturas, demonstram que forças aplicadas “rapidamente” tendem a romper ligamentos e tendões, enquanto forças que são acrescidas gradualmente levam a avulsão óssea (WHITING & ZERNICKE, 2001). Embora os esforços associados aos exercícios analisados estejam muito aquém dos valores necessários para ruptura destes tecidos, microlesões podem ocorrer em atividades cíclicas, mesmo em situações envolvendo baixas cargas (NORDIN, 1989). A magnitude das forças de impacto por sua vez, é o fator fundamental para caracterizar lesões nas cartilagens articulares, principalmente quando combinada com reduzidas áreas de contato entre os ossos adjacentes (NIGG & HERZOG, 1999).

Apesar das médias de alguns exercícios serem diferentes estatisticamente entre si, estas diferenças não necessariamente representam alguma significância biológica ou relevância clínica. Quando comparados, por exemplo, o pico de força do exercício sprint com corrida simples, e deste último com o *hop* simples, observam-se diferenças de 0,3 e 0,5 x PC, respectivamente. São diferenças estatísticas, mas não há dados na literatura indicando que diferenças desta ordem representem adaptações importantes nas estruturas músculo-esqueléticas. Sendo assim, sugere-se a classificação dos exercícios em três grupos: Grupo I – baixo impacto, Grupo II – impacto moderado, e Grupo III – alto impacto. Esta divisão, embora baseada na nomenclatura existente na literatura, leva em consideração os diferentes valores encontrados nos exercícios analisados, não necessariamente a similaridade com valores obtidos em outras modalidades.

Tendo em vista a diferente atuação das variáveis pico de força e taxa de aplicação de força sobre as estruturas músculo-esqueléticas e as diferenças estatísticas detectadas, sugere-se uma classificação associada ao pico de força e outra associada à taxa de aplicação de força.

4.3 Pico de força

Grupo 1, constituído pelos exercícios *tap*, *sprint*, pré-corrida, corrida simples, *tcha-tcha* e *hop* simples, os quais obtiveram valores de pico de força inferior a 3 x PC. Com exceção dos exercícios *tap* e *tcha-tcha*, os exercícios possuem o mesmo padrão de movimento, os quais são executados com transferência de peso de uma perna para outra, com uma pequena mudança de amplitude de movimento, acredita-se que devido a este fato estão classificados no mesmo grupo.

Grupo 2, composto pelos exercícios galope duplo e elevação de joelhos, com valores de pico de força entre 3 a 4 x PC. Estes dois exercícios tem a mesma característica em relação a posição espacial (lateralidade), os saltos são executados para esquerda/direita, e por isso estão posicionados no mesmo grupo.

Grupo 3, englobando os exercícios *femoral* simples, canguru duplo, *twist* duplo, polisapato simples, polichinelo simples, polisapato duplo, polichinelo duplo e básico, que alcançaram valores pico de força acima de 4 x PC. Este último grupo é composto de todos os exercícios da Família II e apenas um da Família I, que é o exercício *femoral* simples. Este grupo é caracterizado pelo apoio simultâneo dos pés, pela lateralidade, bem como a fase e intensidade. Devido ao apoio simultâneo dos pés e pela técnica de execução, a magnitude do pico de força é maior do que nos outros grupos, isto também pode ser explicado pela maior frequência de saltos no ciclo (dois saltos menores (saltitos) e dois saltos maiores).

4.4 Taxa de aplicação de força

Grupo 1, composto pelos exercícios *tap*, pré-corrida e corrida simples, que obtiveram valores inferiores a 20 x PC/s. Este grupo é caracterizado por uma pequena amplitude de movimentos.

Grupo 2, incluindo os exercícios *tcha-tcha*, *hop* simples, *sprint*, galope duplo e elevação de joelhos, que obtiveram valores entre 20 e 40 xPC/s. Este segundo grupo é diferente do anterior devido a maior amplitude de movimentos dos exercícios, e todos os exercícios são da Família I como no primeiro grupo.

Grupo 3, composto pelos exercícios canguru duplo, *twist* duplo, polisapato duplo, polisapato simples, polichinelo simples, Polichinelo duplo, Básico e *femoral* simples, com valores acima de 40 x PC/s. Já neste grupo, com exceção do *femoral* simples, os exercícios são pertencentes da Família II, e caracterizado pelo apoio simultâneo dos pés e pela técnica de execução, e por isso a magnitude do pico de força é maior do que nos outros grupos, isto também pode ser explicado pela maior frequência de saltos no ciclo (dois saltos menores (saltitos) e dois saltos maiores).

5 CONCLUSÃO

O presente estudo mostrou que existe simetria na FRS entre os lados direito e esquerdo, com maiores valores para o lado esquerdo, apenas nos exercícios *femoral* simples e elevação de joelhos. Os mecanismos que levam a estas assimetrias ou mesmo suas conseqüências sobre o sistema músculo-esquelético permanecem desconhecidas.

Com base nos resultados obtidos, sugere-se uma classificação dos exercícios segundo a máxima força alcançada e outra de acordo com a taxa de aplicação de força:

Classificação	Força máxima	Taxa de aplicação de força
Baixo impacto	<i>Tap</i>	<i>Tap</i>
	<i>Sprint</i>	Pré-corrída
< 3x PC	Pré-corrída	Corrída simples
	Corrída simples	
< 20x PC/s	<i>Tcha-tcha</i>	
	<i>Hop</i> simples	
Impacto moderado	Galope duplo	<i>Tcha-tcha</i>
	Elevação de joelhos	<i>Hop</i> simples
3-4x PC		<i>Sprint</i>
		Galope duplo
20-40x PC/s		Elevação de joelhos
Alto Impacto	<i>Femoral</i> simples	<i>Femoral</i> simples
	Canguru duplo	Canguru duplo
> 4x PC	<i>Twist</i> duplo	<i>Twist</i> duplo
	Polisapato simples	Polisapato simples
> 40x PC/s	Polichinelo simples	Polichinelo simples
	Polisapato duplo	Polisapato duplo
	Polichinelo duplo	Polichinelo duplo
	Básico	Básico

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que os resultados obtidos nesse estudo possam contribuir na escolha de metodológica mais apropriada de execução das aulas de *JUMP FIT®*. Assim, os resultados fornecidos por esse estudo possibilitam uma prescrição de exercícios mais acertada, uma vez que descrevem o comportamento de cada exercício com base em dois componentes do impacto da FRS. Porém, associar conhecimentos a cerca dos efeitos de cada um desses componentes nas estruturas músculo-esqueléticas com o objetivos pretendidos em cada fase da aula, parece ser o ponto chave para o sucesso de qualquer programa de exercícios. Para isso, é necessário o desenvolvimento de mais estudos que utilizem esse tipo de classificação do impacto para a modulação da intensidade das aulas e que avaliem seus efeitos no corpo humano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDABE, D.; RIBEIRO, J.; SOARES, D.; OLIVEIRA, A. R.; LOSS, J. F. Aspectos Biomecânicos e Fisiológicos do *JUMP FIT®*. *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica, Ouro Preto, Minas Gerais*, p. 311-314, 2003.

AMADIO, A.C. Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento Humano. *São Paulo: ed. Universidade de São Paulo*, 1996.

AMADIO, A.C. & BAUMANN, W. Aspects of the Methodology to Determine the Internal Forces of the Locomotor System. *Revista Brasileira de biomecânica*, São Paulo, V.1, N1 p. 7-14, 2000.

AMADIO, A.C. & DUARTE, M. Fundamentos Biomecânicos para Análise do Movimento. *São Paulo: ed. Laboratório de Biomecânica/EEFUSP*, 1996.

ATWATER, A.E. Biomechanics and the Female Athlete. In: Sports Science Perspectives for women, eds. Putlf, J.L.; Brown, C.H. and Voy, R.O. *Human Kinetics: Champaign, IL.*, p. 1- 12, 1988.

AVIA Athletic Footwear. Ginástica Aeróbica: Cinemática e Lesão. *Sprint* - ano IX, n. 61, p. 25-27, 1992.

BHATTACHARYA, A.; MCCUTCHEON, E. P.; SHVARTZ, E.; GREENLEAF, J. E.

Body Acceleration Distribution and O₂ Uptake in Humans During Running and Jumping, *J Appl Physiol*, 49(5), P. 881-887, 1980.

BARAK, A; WEXLER, I.D; EFRATI, O; BENTUR, L; AUGARTEN, A; MUSSAFFI, H; AVITAL, A; RIVLIN, J; AVIRAM, M; YAHAV, Y; KEREM, E. Trampoline use as Physiotherapy for Cystic Fibrosis Patients. *Pediatric Pulmonology*. Vol 39, N1, p. 70-3, 2005.

CAMPOS, C.E. & MENZEL, H.J. Análise de Variáveis Dinâmicas de Saltos na Ginástica Aeróbica. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica v.II*, 23-27, 2000.

Carpes FP, Dagnese F, Rossato M, Niederauer V, Portela LOC, Mota CB. Análise da Simetria na Produção de Torque em 40 km de Ciclismo Simulado. *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica; 2005*.

CARROLL, M. W.; OTTO, R. M.; & SMITH, F. H. The Metabolic Cost Of Two Ranges oh Arm Position Heigth with and Without Hand Weight During Low Impact Aerobic Dance. *Research Quarterly For Exercise And Sport*. Vol 62, N 4, p. 420-423, 1991.

CAULFIELD, B.; GARRET, M. Changes In Ground Reaction Force During Jump Landing in Subjects with Functional Instability of the Ankle Joint. *Clinical Biomechanics*, 19 p. 617-621, 2004.

CAVANAGH PR, ANDREW GC, KRAM, R, RODGERS MM, SANDERSON DJ, HANNIG EM. An Approach to Biomechanical Profiling of Elite Distance Runners. *Internacional Journal Sports Biomechanics* 1985, 1:36-62.

CONTI, C. Planilha De Informações JUMP FIT® (Material Fornecido Para Os Professores Credenciados E Licenciados Junto À JUMP FIT®), São Paulo, Brasil, 2002.

DARBY, L. A.; BROWDER, K.D.; REEVES, B. D. The Effects Of Cadence, Impact, and Step on Physiological Responses to Aerobic Dance Exercise. *Ressearch Quarterly Exercise And Sport*. Vol 66, N 3, p. 231-238, 1995.

De Wit B, De Clercq, Lenoir M. The Effect of Varying Midsole Hardness on Impact Forces and Foot Motion During Foot Contact in Running. *Journal of Appied Biomechanics* 1995, 11: 395-405.

DIRACOGLU, D; AYDIN, R; BASKENT, A; CELIK, A. Effects of Kinesthesia and Balance Exercise in Knee Osteoarthritis. *Journal Clinical Rheumatology*. 11 (6):303-10,2005.

DIXON, S.J., COLLOP, A.C., BATT, M.E. Surface Effects on Ground Reaction Forces and Lower Extremity Kinematics in Running. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32 (11): 1919-1926, 2000.

DUFEK, J. B. And BATES, B. T. The Elvaluation and Prediction of Impact Forces During Landings. *Medicine And Scince In Sports And Exercise*. Vol.22.No.3, P. 370-377, 1990.

DURWARD, B. R.; BAER, G. D. & ROWE, P. J. Movimento Funcional Humano: Mensuração E Análise. *São Paulo: Ed. Manole*, 2001.

DYSON, R.J: FARRINGTON, T.A. Ground Reaction Forces During Step Aerobics. *Journal of Humanan Movents Studies*. V 29, p. 89-98, 1995a.

DYSON, R.J: FARRINGTON, T.A. "Step Aerobics Vertical Ground Reaction Force and Exercise Duration". *Journal of Humanan Movents Studies*. V 29, p.79-87, 1995b.

EDIN, J. B.; GERBERICH, S. G.; LEON, A. S.; MACNALLY, C.; SERFASS, R.; SHAW, G.; MOY, J.; CASAL, D. Analisis of the Training Effects of Minitrampolim Rebounding on Phisical Fitness, Body Composition, and Blood Lipids. *Journal Cardiopulmonary Rehabil*, 10: p. 401 - 408, 1990.

ELLIOTT, B. C.; MORTON, A. R.; JOHNSTON, R. "Biomechanical And Physiological Responses to Modes of Locomotion used in Aerobic Dance", *The Australian Journal of Science and Medicine in Sport*. Dec: p. 89-94, 1991.

ERNST, G.T; SALIBA, E.; DIDUCH, D.R; HURWITZ, S.R. and BALL, D.W. Lower-extremity Compensations following anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Physical Therapy*, 80: p.251-260,1970.

FANTINI, C.; MENZEL, H. "Análise De Impactos Em Aterrisagens Após Saltos Máximos em Diferentes Grupos de Atletas e Não-Atletas", *Anais do IX Congresso Brasileiro de Biomecânica*, Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, 2001, p. 89-93,2001.

Fit.Pro® Programs. *Planilha De Controle JUMP FIT®*, Academias, Professores Credenciados Licenciados. São Paulo, 2006.

FRANCIS, L. L.; FRANCIS P.R. & WELSHONS-SMITH, K. Aerobic Dance Injuries: A Survey of Instructors. *Physician and Sportsmedicine*, 14 (5), p. 105 - 11,1985.

FURTADO, E.; SIMÃO, R.; LEMOS, A. "Análise Do Consumo De Oxigênio, Frequência Cardíaca e Dispendio Energético, durante as Aulas do JUMP FIT®", *Revista Brasileira De Medicina Do Esporte*, Niterói, Rio De Janeiro:10(5) set./out. 2004.

GERBERICH, S.G.; LEON, A. S.; BARTLET, J.; SERFASS, R. & MCNALLY, C. Analysis of the Acute Effects of Rebounding Exercise, *Medicine Science and Sports*, 16: (2), 175, 1984.

GRANT. S.; DAVIDSON, W.; AITCHISON, T.; WILSON, J. A Comparison Oh Physiological Responses and Rating of Perceived Exertion Between High Impact and Low Impact Aerobic Dance Sessions. *Europen Journal Applied Physiology*. Vol 78, p. 324- 332, 1998.

GREGOR RJ. Biomechanics of cycling. In: Gerret WE, Kirkendal DT. *Exercise and Sport Science*. Philadelphia, WILLIAMS & WILKINS: Lippincott, 2000.

GUISELINI, M. Total Fitness: Força, Resistência e Flexibilidade. São Paulo: Phorte Editora, 2001.

HAMIL, J. & KNUTZEN, K. Bases Biomecânicas do Movimento Humano. São Paulo: Ed. Manole, 1999.

HOFFMAN, D.T; STAUFER, R.W. and JACKSON, A.S. Sex Difference in Strength. *Women in Sports*, 7(4) p. 265-267, 1979.

KARSAHARJU-HUISMAN T, TAYLOR S, BEGG R, CAI J, BEST R. Gait Symmetry Quantification During Treadmill Walking. *Setventh Australian and New Zeland Intelligent Information Systems Conference* 2001:18-21.

KATCH, V. L.; VILLANANCCI, J. F.; SADY, S. P. Energia Cost Of Rebound – Running. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, vol 52 No. 2, p. 269 - 272, 1981.

KELLER, T.S.; WEISBERGER, A.M.; RAY, J.L.; HASAN, S.S.; SHIAMI, R.G.; SPENGLER, DM. Relationship between Vertical Ground Reaction Forces and Speed during Walking, slow Jogging, and Running. *Clinical Biomechanics*, 11(5) p. 253 - 259,1996.

LINTHORNE, N. P. Analysis Of Standing Vertical Jumps Using A Force Platform. *American Association of Physics Teachers*.69 (11) p. 1198-1204, 2001.

McCURDY, K. and LANGFORD, G. Comparison of Unilateral Squat Strength Between the Dominant and non-Dominant Leg in Men and Women. *Journal of Sports Science and Medicine*. Vol 4,153-159,2005.

MICHAUD, T. J.; RODRIGUES-ZAYAS, J.; ARMSTRONG, C.; HARTNIG, M. “Ground Reaction Forces in High Impact and Low Impact Aerobic Dance”, *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. 33(4): p. 359-66, 1993.

MILLER, D.I. “Ground Reaction Forces in Distance Running”, in CAVANAGH, P. (Ed): Biomechanics of Distance Running , Illinois : *Human Kinetics*, p. 211-13, 1990.

MONTEIRO, A. Ginástica Aeróbica Estrutura e Metodologia. Londrina: Ed. CID, 1996.

MORAES, J. C. T. B. Instrumentação para Análise da Biodinâmica do Movimento Humano. In: A Biodinâmica do Movimento Humano e Suas Relações Interdisciplinares. São Paulo: *Estação Liberdade*, p. 15-44, 2000.

MOTOH, S.; SAWAY, S.; TACANASHI, Y.; SKURKO, L. Aerobic Dance Injuries Among Instructors and Students. *Physical Sports Medicine*, 16(12): p 80-88, 1988.

NETO, E. S. & NOVAES, J. Ginástica de Academia Teoria e Prática. Rio de Janeiro: *Sprint*, 1996.

NIGG, B.M.; HERZOG, W. Biomechanics of the Musculo-Skeletal System. *John Wiley & Sons Ltd, England*, 1984.

NIGG, B.M.; HERZOG, W. *Biomechanics of the Musculo-skeletal System*. 2° Ed. Jonh Wiley & Sons: England, 1999.

NIGG, B.M.; LIU, W. The Effect of Muscle Stiffness and Damping on Simulated Impact Forces Peaks During Running. *Journal of Biomechanics*. 32(4): p. 849-856, 1999.

NIGG, B.M. Biomechanics of Running Shoes. *Human Kinetics, Champaign, Ill*, 1986.

NORDIN M, FRANKEL VH. *Basic Biomechanical of the Musculoskeletal System*. 2° Ed. Lea & Febiger Philadelphia: London, 1989.

ÖZGÜVEN, H. N.; BERME, N. “An Experimental and Analytical Study of Impact Forces During Human Jumping”, *Journal of Biomechanics*. 21(12): p. 1061-66, 1988.

PERTTUNEN JR, ANTTILA E, SÖDERGARD J MERIKANTO J, KOMI PV. Gait Asymmetry in Patients with Limb Length Discrepancy. *Scandinavian Journal of Medicine & Science* 2004, 14: 49-56.

Ribeiro JK, Mota CB, Comportamento da Força de Reação do Solo durante a Realização da Marcha na Ginástica de Academia. *Revista Brasileira de Biomecânica Brazilian Journal of Biomechanics* 2004, 49-55

RICHIE, D. H.; KELSO, S. F.; & BELLUCCI, P. A. Aerobic Dance Injuries: A Retrospective Study of Instructors and Participants. *Physican and Sportsmedicine*, 13 (2), p. 130 – 140, 1985.

ROBBINS, G.; POWERS, D.; BURGESS, S. A Wellness Way of Life. 4. ed., *EUA: McGrawwill*, p. 78-82, 1999.

ROBINSON, R.O.,HERZOG, W., NIGG, B.M. Use of Force Platform Variables to Quantify the Effects of Chiropractic Manipulação on Gaitsymetry. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*. 10 (4), 172-176, 1987.

ROHLMANN, A.; CLAES, L.E.; BERGMANN. G.; GRAICHEN. F.; NEEF. P. And WILKE, H. J. Comparison of Intradiscal Pressures and Spinal Fixator Loads for Different Body Positions and Exercise. *Ergonomics*, vol. 44, No. 8, p. 781-794, 2001.

ROUSANOGLOU, E. N. & BOUDOLOS, K. D. Rhythmic Performance During a Whole Body Movement: Dinamic Analisis of Force-Time Curves. *Human Movement Science* 25, p. 393-408 2006.

RUBIN, C.; TURNER, A.S.; BAIN, S.; MALLINCKRODT, C.; McLEOD, K. Low Mechanical Signals Strengthen Long Bones. *Nature*, vol. 412 (9): p. 603-604, 2001.

SÁ, A. J. P. R. Proposta de uma Seqüência de Utilização dos Passos de Transição para Manutenção do Trabalho Aeróbico Individual Durante as Aulas De Ginástica Aeróbica. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano) - *Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria*, 1999.

SANTOS, M. A. A. Manual de Ginástica de Academia. Rio de Janeiro: *Sprint*, 1994.

SCHIEHLL, P. E.; LOSS, J. F. Impacto no *JUMP FIT®*, In: *Anais do X Congresso Brasileiro de Biomecânica*, Ouro Preto, Minas Gerais, p. 307-310, 2003.

SCHIEHLL, P. E.; FERRER, R. M.; TARTARUGA, L.A. P.; LOSS, J. F. Forças de Reação VERTICAL nos Exercícios de *JUMP FIT®*. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Biomecânica*, João Pessoa, Paraíba, 2005, CD-ROM.

SCHIELDS, B.J; FERNANDEZ, S.A; SMITH, G.A. Comparação of Minitrampoline-and Full-Size Trampoline-Related Injuries in the United States. *Pediatrics*, vol 116, N1, p. 96-113, 2005.

SCHMIDTBLEICHER, D. Training for Power Events. In: KOMI, P.V. *Strength and Power in Sport*. London: Blackwell Scientific Publication, p. 381-396, 1992.

SERRÃO, J. C. Biomecânica: Compromisso com o Rendimento e com a Saúde. In: *Esporte E Atividade Física, Interação entre Rendimento e Qualidade de Vida*. Barueri: Manole, p. 259-279, 2002.

SINGH, I. Functional Symmetri in Lower Limbs. *Acta Anatomy*, 131-138, 1970.

SMACK W, NEPTUNE RR, HULL ML. The Influence of Pedaling rate on Bilateral Asymmetry In Cycling. *Journal of Biomechanics* 1999, 32: 899-906.

SMITH, J. F. & BISHOP, P. A. Rebounding Exercise are the Tranining Effects Sufficient for Cardiorespiratory Fitness? *Sports Medicine*, 5: 6-10, 1988.

SMITH, J. F; BISHOP, P. A; ELLIS, L; CORNELLY, M.D; MNSFIELD, E.R. Exercise Intensity Increased by Addition of Handheld Weights to Rebounding Exercise. *Journal Of Cardiopulmonary Rehabilitation*, Vol 15, n 1, p 34-8, 1995.

SOBELIUS, R; OSKA, J; RINTALA, H; HUHTALA, H; YLÍNEN, J; SÍITONEN, S. Trampoline Exercise vs. Strength Training to Reduce Neck Strain in Fighter Pilots. *Aviation, Space Evironmental Medicine*. Vol 77, n 1, p. 20-5, 2006.

Stephens TM, Lawson BR, Reiser RF. Bilateral asymmetries in max effort single-leg vetical jumps. *Health & Exercise Science* 2005, 8-10.

WHITE, J. R. Changes Following ten Weeks of Exercise using a Minitrampoline in Overweight Women. *Medicine Science and Sports*, 12: 103, 1980.

WHITING WC, ZERNICKE RF. *Biomecânica da lesão musculoesquelética*. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2001.

WIECZOREK, S.A., DUARTE, M., AMADIO, A.C. “Estudo da Força de Reação do Solo no Movimento Básico do Step”. *Revista Paulista de Educação Física*. 11(2): 103-15, 1997.

WILLIAMS, K.R., CAVANAGH, P.R., ZIFF, J.L. Biomechanical Studies of Elite Female Distance Runners. *International Journal of Sports Medicine*. 8(2):107-118, 1987.

WILIFORD, H. N.; BLESSING, D. L.; OLSON, M. S.; SMITH, F. H. Is Low Impact Aerobic Dance an Effective Cardiovascular Workout? *The physician and sports medicine*, vol 17, n 3 p. 95-109, 1989.

WILKE, H. J. Comparison of Intradiscal Pressures and Spinal Fixator Loads for Different Body Positions and Exercises. *Ergonomics*, 2001, vol.44, NO.8, p. 781-794.

ZATSIORSKI, V. M., Kinetics of Human Motion. *Champaign: Human Kinetics*, 2002.

ZEBAS, C.J. & KLAUSNER, J.M. Impact Forces of three Steps Aerobics Lunge Variations at three Cadences. Lisboa. *International Symposium on Biomechanics in Sports*, p.168, 1996.

ZIFCHOCK, R.A.; DAVIS, I.; HAMILL, J. Kinetic Assimetry in Female Runners with and without Retrospective Tibial Stress Fractures. *Journal of Biomechanics* 2006, 39 : 2792 - 2797.

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O presente trabalho tem como título “Estudo das cargas atuantes do *JUMP FIT®*”.

Com o objetivo de analisar a força vertical gerada durante a execução dos exercícios no *JUMP FIT®* e no solo.

Para a realização do trabalho, os indivíduos serão orientados a executar os movimentos da mesma forma como realizam a atividade em sala de aula, ritmados pelo cd da aula numero 6 . Os valores correspondentes aos movimentos das famílias I e II (pré-corrída, corrída, hop, tap, galope, canguru, polisapato, polichinelo, básico, squat, sprint, cowboy, cowboy alto, femoral, twist, tcha-tcha e step touch) serão executados durante 30 segundos.

Em todos os procedimentos o pesquisador, estará presente ao lado do avaliado a fim de evitar qualquer intercorrência, oferecer qualquer assistência que seja necessária, bem como para esclarecer qualquer dúvida a cerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa.

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo a minha participação neste projeto de pesquisa, pois fui informado, de forma clara e detalhada, livre de qualquer forma de constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa, dos riscos, desconfortos e benefícios e dos procedimentos que serei submetido.

Fui, igualmente, informado:

- da garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento ou qualquer dúvida a cerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa;
- da liberdade de retirar meu consentimento, a qualquer momento, e deixar de participar do estudo;
- da garantia de que não serei identificado quando da divulgação dos resultados e que as informações obtidas serão vinculadas a presente pesquisa;

- do compromisso de receber informação atualizada, obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar minha vontade em continuar participando do projeto;
- de que se existirem gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa;
- de que não receberei dinheiro algum pela minha participação neste estudo.

Nome e assinatura do Voluntário

Nome e assinatura do Responsável pela obtenção do presente consentimento

Porto Alegre, _____ de _____ de _____.

ANEXO 3

PRÉ-CORRIDA

As Figuras A-01 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Précorrida, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (10 valores para cada lado).

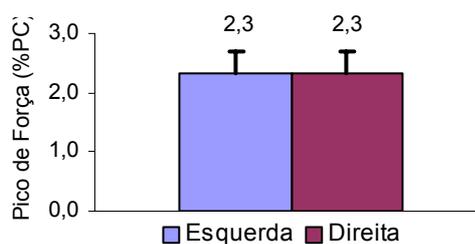
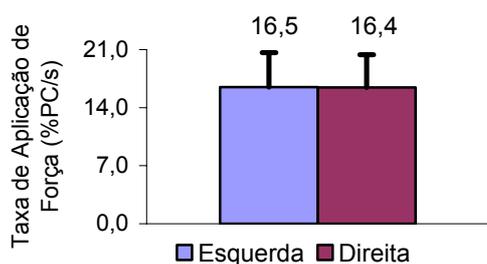


Figura A-01(a): Taxa de aplicação de força no exercício Précorrida. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-01(b): Pico de força no exercício Précorrida. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

CORRIDA SIMPLES

As Figuras A-02 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Corrida simples, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (10 valores para cada lado).

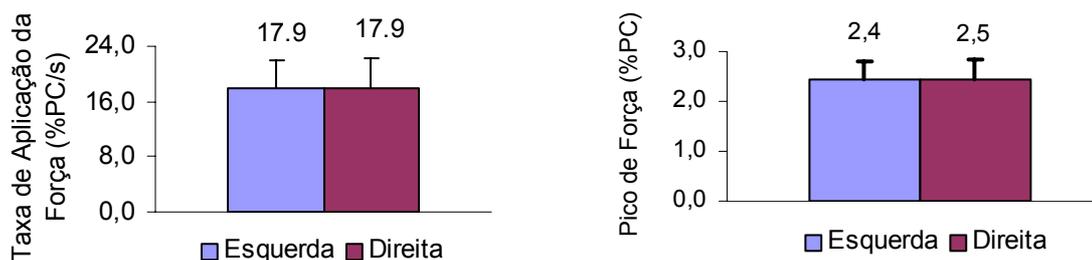


Figura A-02(a): Taxa de aplicação de força no exercício Corrida simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-02(b): Pico de força no exercício Corrida simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

SPRINT

As Figuras A-03 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício *Sprint*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (10 valores para cada lado).

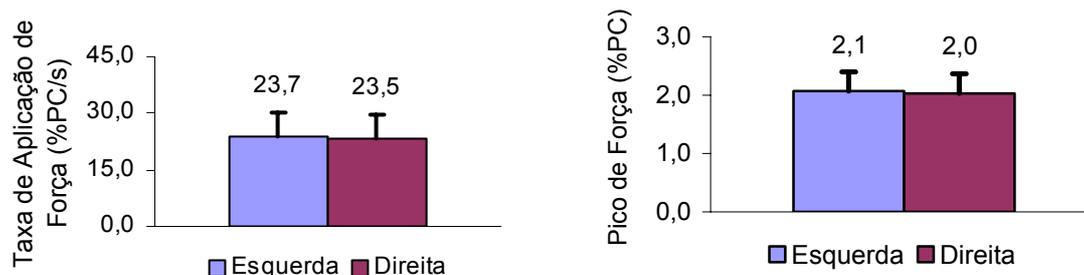


Figura A-03(a): Taxa de aplicação de força no exercício Sprint. Comparação entre o lado direito e esquerdo. **Figura A-03(b):** Pico de força no exercício Sprint. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

ELEVAÇÃO DE JOELHOS SIMPLES

As Figuras A-04 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Elevação de joelho simples, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 20 ciclos consecutivos (20 valores para cada lado).

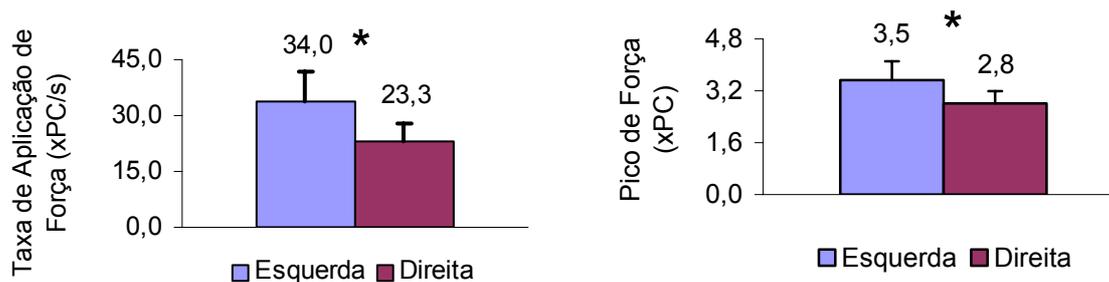


Figura A-04(a): Taxa de aplicação de força no exercício Elevação de joelhos simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo. * diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$.

Figura A-04(b): Pico de força no exercício Elevação de joelhos simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo. * diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$.

Como houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, foi utilizado o maior valor (lado esquerdo) para representar o exercício com um todo.

HOP SIMPLES

As Figuras A-05 (a) e (b) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício *Hop* simples, nas diferentes intensidades de salto, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (10 valores para cada lado).

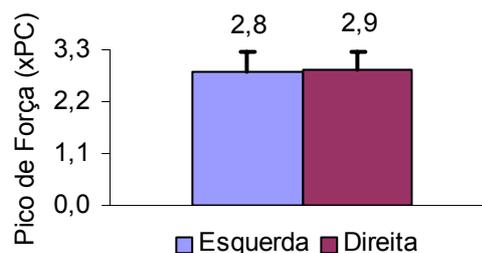
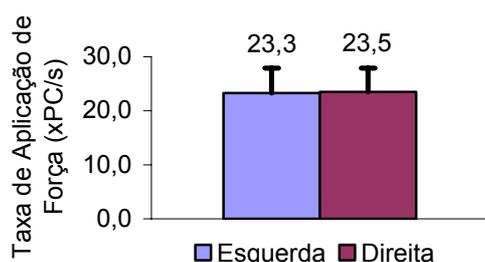


Figura A-05(a): Taxa de aplicação de força no exercício Hop simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-05(b): Pico de força no exercício Hop simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

FEMORAL SIMPLES

As Figuras A-06 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício *Femoral* simples, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 20 ciclos consecutivos (20 valores para cada lado).

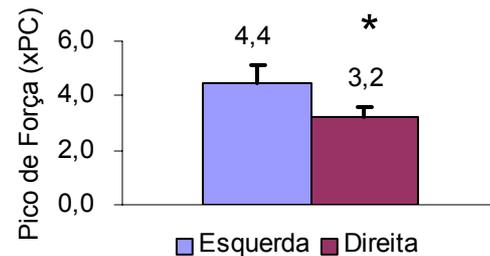
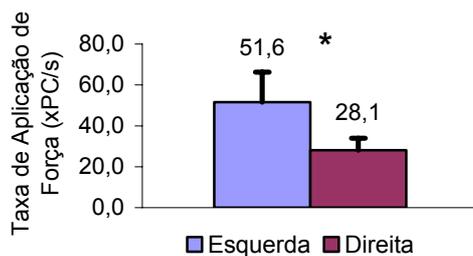


Figura A-06(a): Taxa de aplicação de força no exercício Femoral simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

* diferença significativa, $p < 0,05$.

Figura A-06(b): Pico de força no exercício Femoral simples. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

* diferença significativa, $p < 0,05$.

Como houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, foi utilizado o maior valor (lado esquerdo) para representar o exercício com um todo.

POLISAPATO SIMPLES

As Figuras A-07 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Polisapato simples, na fase perna frente e atrás, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (10 valores para cada lado).

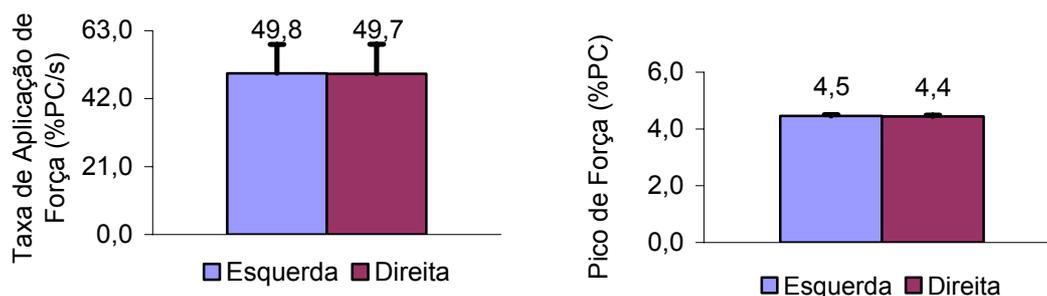


Figura A-07(a): Taxa de aplicação de força no exercício Polisapato simples. Comparação entre a perna que está a frente no exercício.

Figura A-07(b): Pico de força no exercício Polisapato simples. Comparação entre a perna que está a frente no exercício.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos da perna direita à frente e da perna esquerda à frente foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

POLICHINELO SIMPLES

As Figuras A-08 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Polichinelo simples, na fase aberto fechado, de 60 sujeitos, durante 20 ciclos consecutivos (20 valores para cada fase).

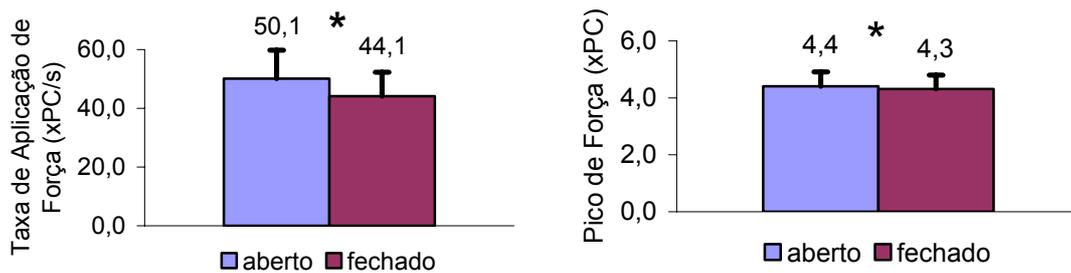


Figura A-08(a): Taxa de aplicação de força no exercício Polichinelo simples. Comparação entre a fase aberto e fechado.

* diferença significativa, $p < 0,05$.

Figura A-08(b): Pico de força no exercício Polichinelo simples. Comparação entre a fase aberto e fechado.

* diferença significativa, $p < 0,05$.

Como houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, foi utilizado o maior valor (aberto) para representar o exercício com um todo.

GALOPE DUPLO

As Figuras A-09 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e saltito do exercício *Galope duplo*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 picos de força).

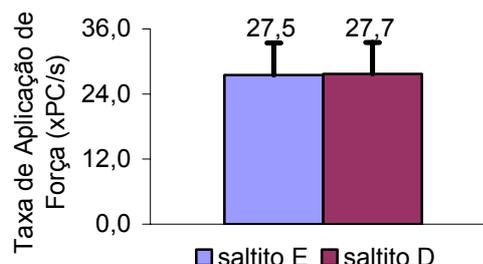
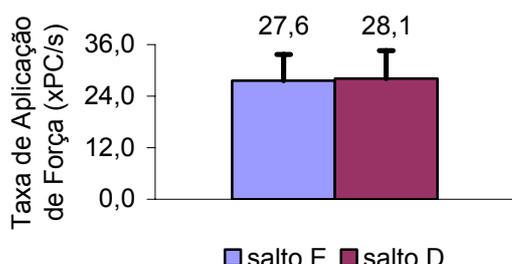


Figura A-09(a): Taxa de aplicação de força no exercício *Galope duplo*. Comparação do salto entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-09(b): Taxa de aplicação de força no exercício *Galope duplo*. Comparação do saltito entre o lado direito e esquerdo.

As Figuras A-09 (c) e (d) apresentam o pico de força (xPC) do salto e saltito do exercício *Galope duplo*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos.

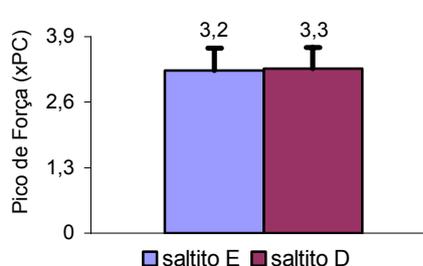
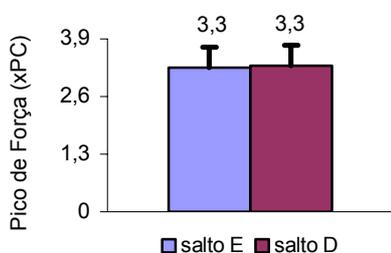


Figura A-09(c): Pico de força no exercício *Galope duplo*. Comparação do salto entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-09(d): Pico de força no exercício *Galope duplo*. Comparação do saltito entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, para comparação entre as intensidades (salto e saltito).

As Figuras A-09 (e) e (f) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício *Galope*, nos saltos e saltitos, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (10 valores para cada salto).

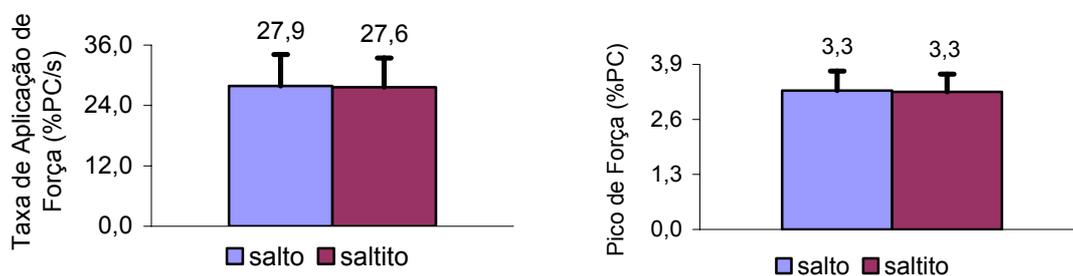


Figura A-09(e): Taxa de aplicação de força no exercício Galope duplo. Comparação entre as intensidades. **Figura A-09(f):** Pico de força no exercício Galope duplo. Comparação entre as intensidades.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do salto e do saltito foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

CANGURU DUPLO

As Figuras A-10 (a) e (b) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e do saltito do exercício *Canguru* duplo, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 picos de força).

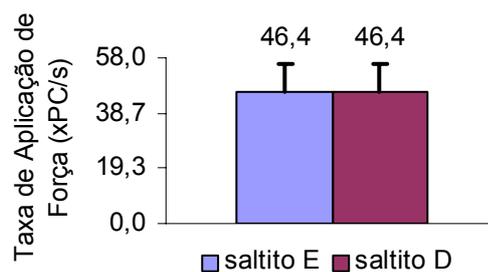
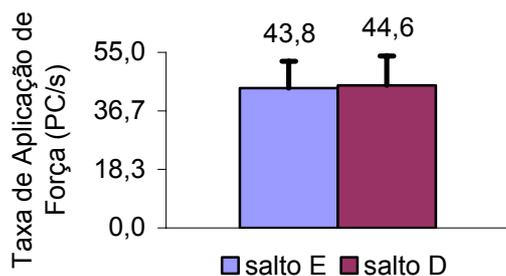


Figura A-10(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-10(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

As Figuras A-10 (c) e (d) representam o pico de força (xPC) do salto e do saltito do exercício *Canguru* duplo, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos

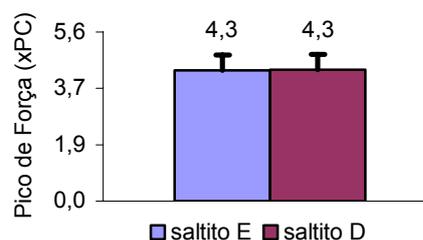
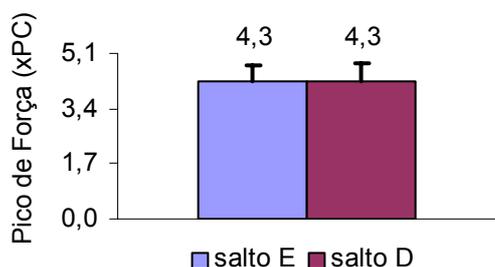


Figura A-10(c): Pico de força no salto do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-10(d): Pico de força no saltito do exercício Canguru duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo

foram agrupados em um único valor, para comparação entre as intensidades (salto e saltito).

As Figuras A-10 (e) e (f) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Canguru duplo, nos saltos e saltitos, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (20 valores para cada salto).

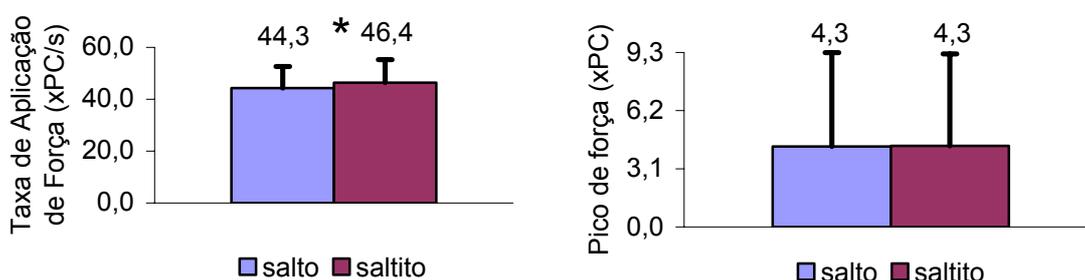


Figura A-10(e): Taxa de aplicação de força no exercício Canguru duplo. Comparação entre as intensidades. * diferença significativa, $p < 0,05$.

Figura A-10(f): Pico de força no exercício Canguru duplo. Comparação entre as intensidades.

Como houve diferença estatisticamente significativa, na variável taxa e aplicação de força, o maior valor (saltito) foi utilizado para representar o exercício com um todo.

TCHA-TCHA

As Figuras A-11 (a) e (b) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e do saltito, do exercício *Tcha-tcha*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 picos de força).

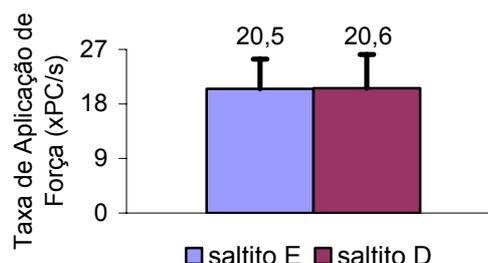
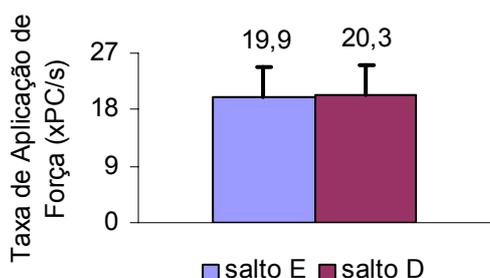


Figura A-11(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-11(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

As Figuras A-11 (c) e (d) apresentam respectivamente o pico de força (xPC) do salto e do saltito, do exercício *Tcha-tcha*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 picos de força).

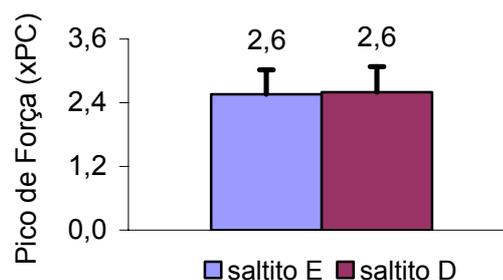
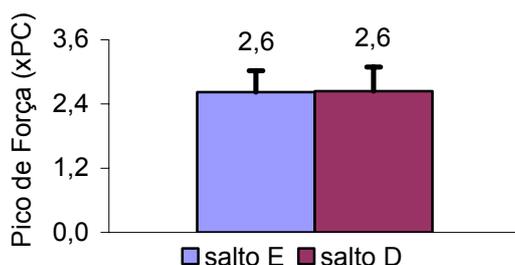


Figura A-11(c): Pico de força no salto do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Figura A-11(d): Pico de força no saltito do exercício Tcha-tcha. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, em nenhuma das variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, para comparação entre as intensidades (salto e saltito).

As Figuras A-11 (e) e (f) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício *Tcha-tcha*, nos saltos e saltitos, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (10 valores para cada salto).

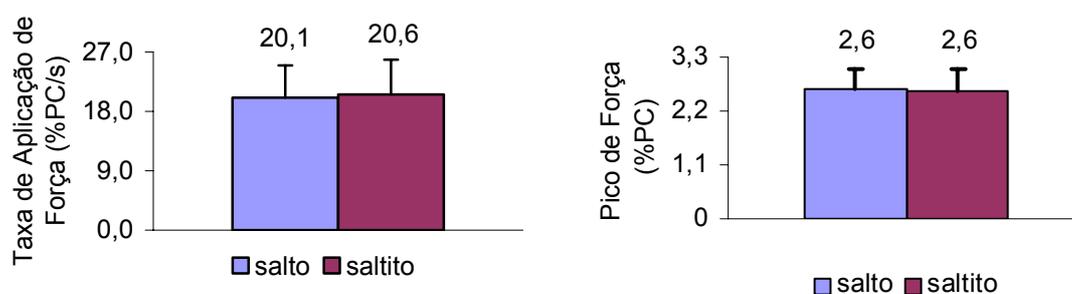


Figura A-11(e): Taxa de aplicação de força no exercício *Tcha-tcha*. Comparação entre as intensidades. **Figura A-11(f):** Pico de força no exercício *Tcha-tcha*. Comparação entre as intensidades.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, taxa de aplicação de força e pico de força, os valores representativos nas diferentes intensidades de salto (salto/saltito) foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

TWIST DUPLO

As Figuras A-12 (a) e (b) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e do saltito do exercício *Twist* duplo, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 pico de força).

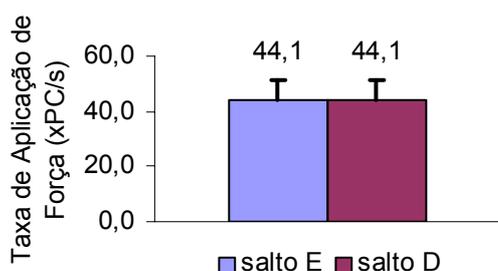


Figura A-12(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício *Twist* duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

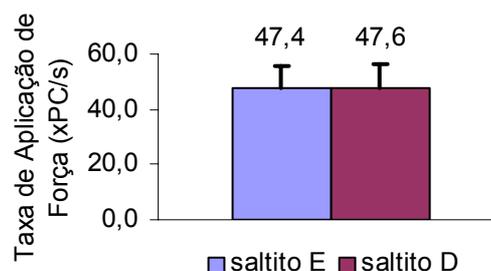


Figura A-12(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício *Twist* duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

As Figuras A-12 (c) e (d) representam respectivamente o pico de força (xPC) do salto e do saltito do exercício *Twist* duplo, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 pico de força).

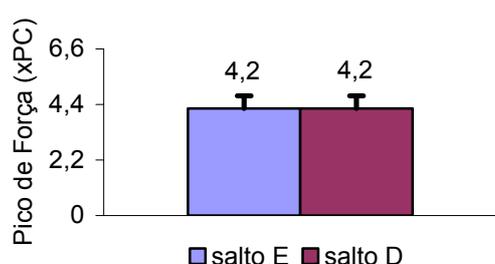


Figura A-12(c): Pico de força no salto do exercício *Twist* duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

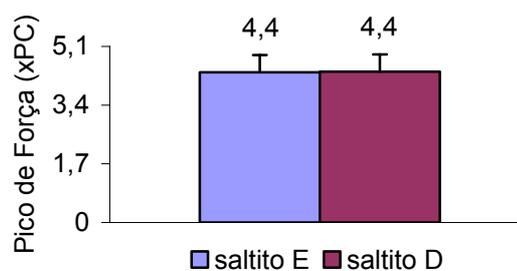


Figura A-12(d): Pico de força no saltito do exercício *Twist* duplo. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, para comparação entre as intensidades (salto e saltito).

As Figuras A-12 (e) e (f) apresentam respectivamente a Taxa de aplicação de força (%PC/s) e o Pico de força (%Pc) do exercício *Twist* duplo executados nas diferentes intensidades de salto, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (20 vinte valores em cada intensidade).

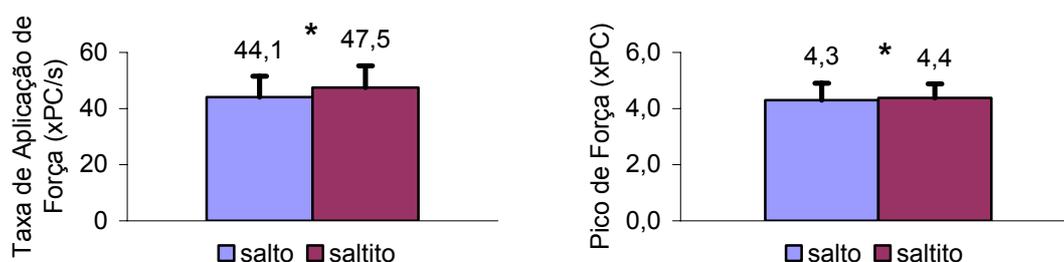


Figura A-12(e): Taxa de aplicação de força no exercício *Twist* duplo. Comparação entre as intensidades. * diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$.

Figura A-12(f): Pico de força no exercício *Twist* duplo. Comparação entre as intensidades. * diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$.

Como houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, foi utilizado o maior valor (saltito) para representar o exercício com um todo.

POLISAPATO DUPLO

As Figuras A-13 (a) e (b) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e do saltito do exercício Polisapato duplo, nas posições direita à frente e esquerda à frente, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (40 picos de força).

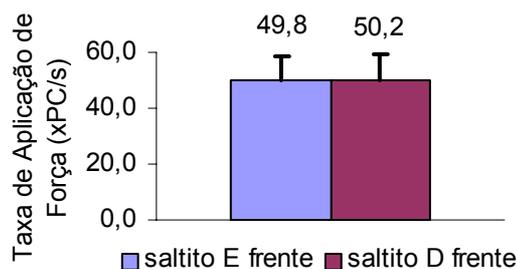
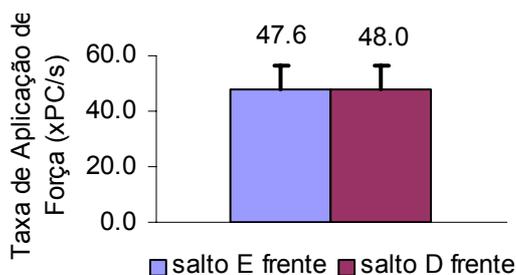


Figura A-13(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.

Figura A-13(b): Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.

As Figuras A-13 (c) e (d) representam respectivamente o pico de força (xPC) do salto e do saltito do exercício Polisapato duplo, nas posições direita à frente e esquerda à frente, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (40 picos de força).

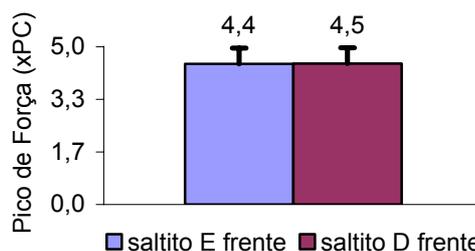
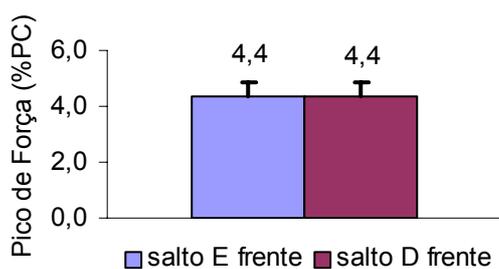


Figura A-13(c): Pico de força no salto do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.

Figura A-13(d): Pico de força no saltito do exercício Polisapato duplo. Comparação da posição da perna que está à frente no salto.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, para comparação entre as intensidades.

As Figuras A-13 (e) e (f) apresentam respectivamente a Taxa de aplicação de força (%PC/s) e o Pico de força (%Pc) do exercício Polisapato duplo executados nas diferentes intensidades de salto, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (20 valores para cada intensidade).

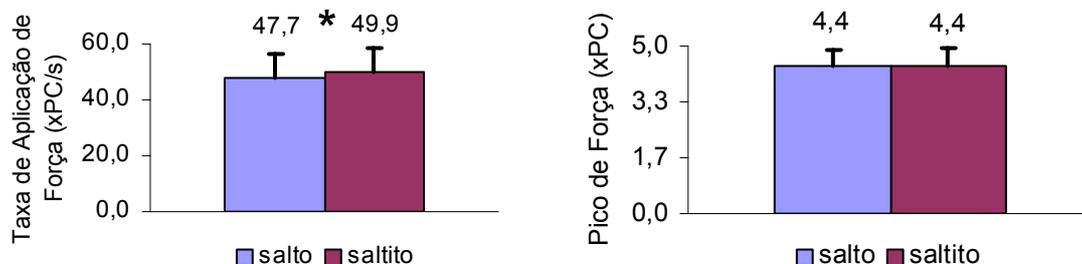


Figura A-13(e): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Polisapato duplo. Comparação entre as intensidades.

Figura A-13(f): Pico de força no saltito do exercício Polisapato duplo. Comparação entre as intensidades.

* diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$

Como houve diferença estatisticamente significativa, na variável taxa de aplicação da força, foi utilizado o maior valor (saltito) para representar o exercício com um todo.

TAP

As Figuras A-14 (a) e (b) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e do saltito do exercício *Tap*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 picos de força).

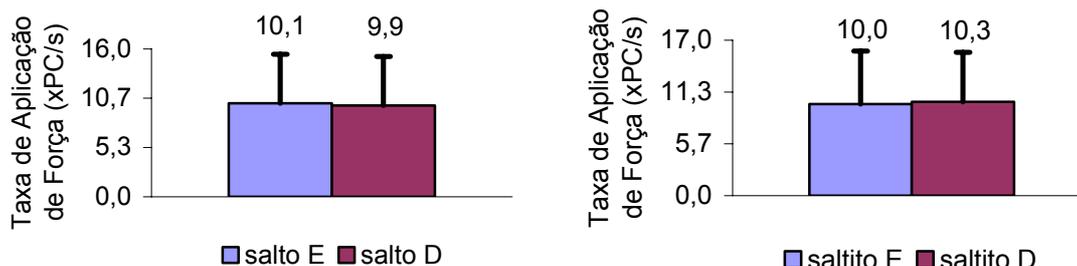


Figura A-14(a): Taxa de aplicação de força do salto no exercício *Tap*. Comparação entre o lado direito e esquerdo. **Figura A-14(b):** Taxa de aplicação de força do saltito no exercício *Tap*. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

As Figuras A-14 (c) e (d) representam respectivamente o pico de força (xPC) do salto e do saltito do exercício *Tap*, nos lados direito e esquerdo, de 60 sujeitos, durante 5 ciclos consecutivos (20 picos de força).

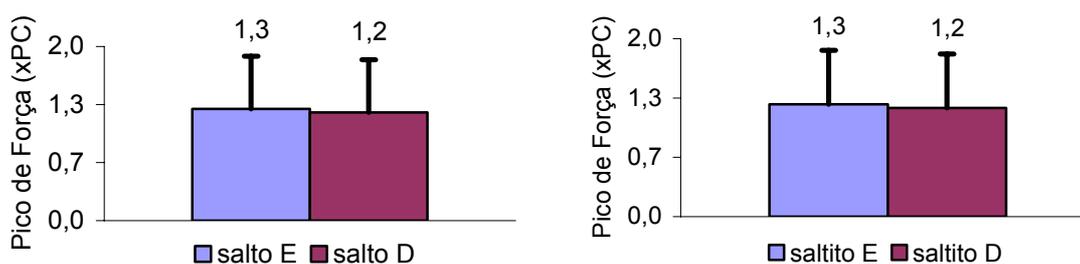


Figura A-14(c): Pico de força do salto no exercício *Tap*. Comparação entre o lado direito e esquerdo. **Figura A-14(d):** Pico de força do saltito no exercício *Tap*. Comparação entre o lado direito e esquerdo.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, os valores representativos do lado direito e esquerdo foram agrupados em um único valor, para comparação entre as intensidades.

As Figuras A-14 (e) e (f) apresentam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPc) do exercício *Tap*, nas diferentes intensidades de salto, de 60 sujeitos, durante 10 ciclos consecutivos (20 picos de força).

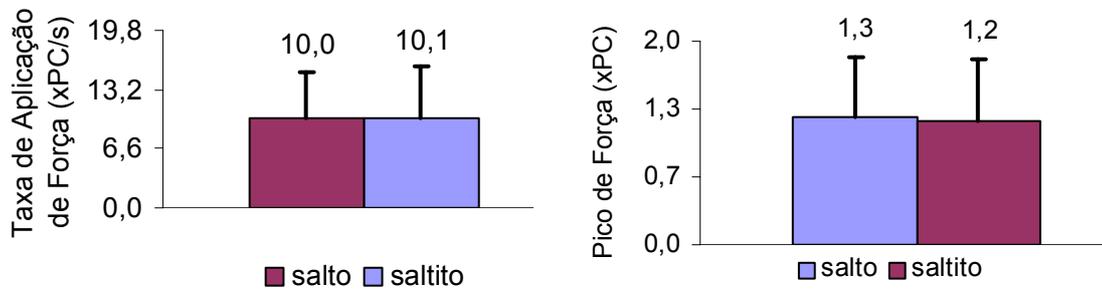


Figura A-14(e): Taxa de aplicação de força no exercício *Tap*. Comparação entre intensidades. **Figura A-14(f):** Pico de força no exercício *Tap*. Comparação entre intensidades.

Como não houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas os valores representativos das diferentes intensidades foram agrupados em um único valor, representativo do exercício com um todo.

POLICHINELO DUPLO

As Figuras A-15 (a) e (b) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) do salto e do saltito do exercício Polichinelo duplo, nas posições aberto e fechado, de 60 sujeitos, durante 20 ciclos consecutivos (80 pico de força).

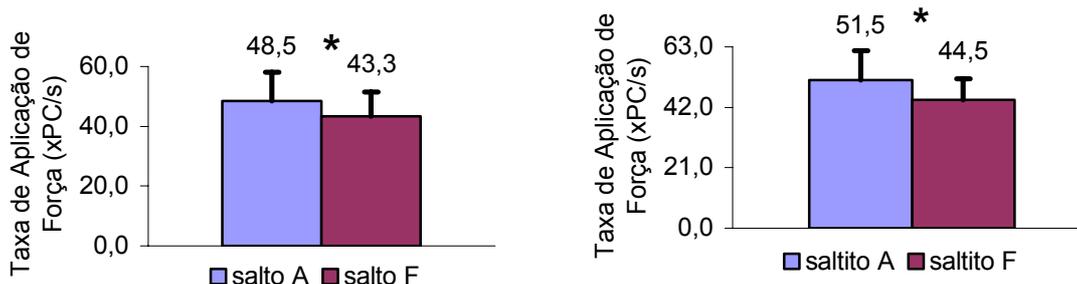


Figura A-15(a): Taxa de aplicação de força no salto do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado. **Figura A-15(b):** Taxa de aplicação de força no saltito do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado.

As Figuras A-15 (c) e (d) representam respectivamente o pico de força (xPC) do salto e do saltito do exercício Polichinelo duplo, nas posições aberto e fechado, de 60 sujeitos, durante 20 ciclos consecutivos (80 pico de força).

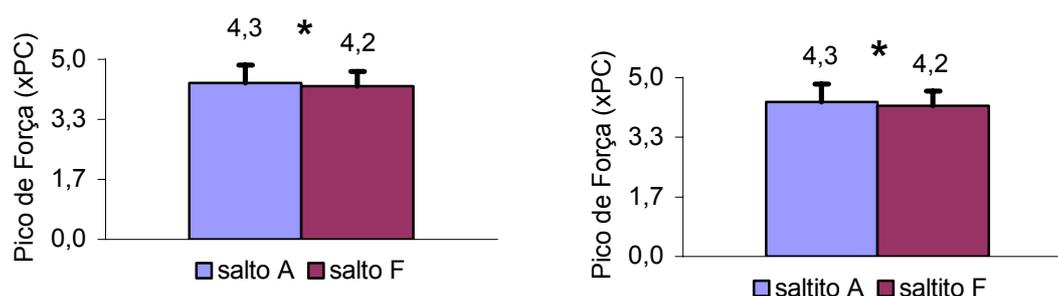


Figura A-15(c): Pico de força no salto do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado. **Figura A-15(d):** Pico de força no saltito do exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as posições aberto e fechado.

Como houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, foram elegidas as maiores intensidade de cada variável (posição aberta) para comparação entre as diferentes intensidades.

As Figuras A-15 (e) e (f) representam respectivamente a taxa de aplicação de força (xPC/s) e o pico de força (xPC) do exercício Polichinelo duplo, nas diferentes intensidades de salto, de 60 sujeitos, durante 20 ciclos consecutivos (80 pico de força).

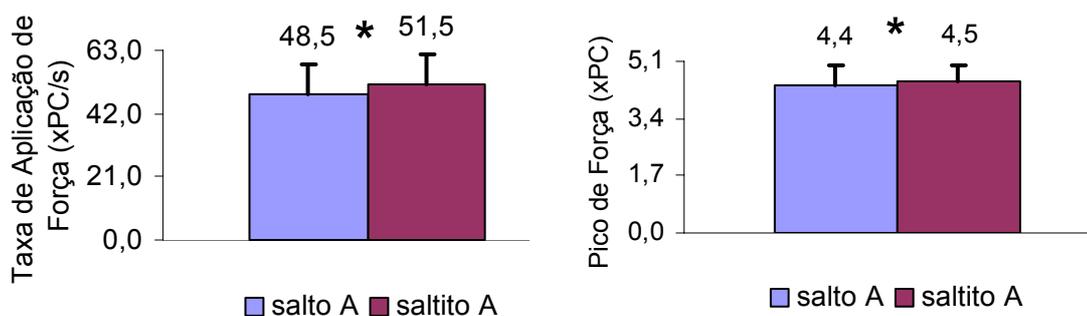


Figura A-15(e): Taxa de aplicação de força no exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as diferentes intensidades.

* diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$

Figura A-15(f): Pico de força no exercício Polichinelo duplo. Comparação entre as diferentes intensidades.

* diferença estatisticamente significativa, $p < 0,05$

Como houve diferença estatisticamente significativa, nas variáveis analisadas, foi utilizado o maior valor (saltito) para representar o exercício com um todo.