



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Educação Física

MARIANA DIEHL

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ROTAÇÃO EXTERNA DE QUADRIL EM
SALTOS VERTICAIS DE BAILARINAS DE BALÉ CLÁSSICO**

Campinas

2016

MARIANA DIEHL

**ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DA ROTAÇÃO EXTERNA DE QUADRIL EM
SALTOS VERTICAIS DE BAILARINAS DE BALÉ CLÁSSICO**

Dissertação de Mestrado apresentada
à Faculdade de Educação Física da
Universidade Estadual de Campinas
como parte dos requisitos exigidos
para obtenção do título de Mestra em
Educação Física na Área de
Concentração Biodinâmica do
Movimento e Esporte.

Orientador: Professor Dr. Sergio Augusto Cunha

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELA ALUNA MARIANA DIEHL, E
ORIENTADO PELO PROF. DR. SERGIO AUGUSTO CUNHA.

Campinas

2016

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES, 01P04537/2013

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Educação Física
Andréia da Silva Manzato - CRB 8/7292

D563a Diehl, Mariana, 1989-
Análise da influência da rotação externa de quadril em saltos verticais de bailarinas de balé clássico / Mariana Diehl. – Campinas, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Sergio Augusto Cunha.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

1. Biomecânica. 2. Cinemática. 3. Dança. 4. Salto Vertical. I. Cunha, Sergio Augusto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Titulo em outro idioma: Analysis of the influence of the hip external rotation on vertical jumps of classical ballet dancers.

Palavras-chave em inglês:

Biomechanics

Kinematics

Dance

Vertical jump

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento e Esporte

Titulação: Mestra em Educação Física

Banca examinadora:

Sergio Augusto Cunha [Orientador]

Karine Jacon Sarro

Ademir José Petenate

Data de defesa: 26-02-2016

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha

Orientador

Prof. Dra. Karine Jacon Sarro

Membro Titular

Prof. Dr. Ademir José Petenate

Membro Titular

A ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

DEDICATORIA

*À minha família e ao meu companheiro,
grandes responsáveis por minhas conquistas.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Maria de Lourdes e Valter, que com tanto amor e dedicação sempre estiveram ao meu lado nas minhas realizações pessoais e profissionais. Aos meus irmãos, Natalia, Marina e Pedro que sempre acreditaram nos meus sonhos e me deram forças para seguir neste caminho como só irmãos sabem fazer.

Não posso deixar de agradecer meu grande amor, companheiro de vida e trabalho, Matheus Bueno, que tanto me ajudou e incentivou nesta jornada. Obrigada pelas tantas horas de conversa, por demonstrar seu amor em cada conselho, nas longas viagens para me visitar, e nas orientações para este trabalho. Obrigada por ser muito mais que um namorado, mas sim um grande companheiro.

Ao professor e orientador Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha, por ter me dado à oportunidade de aprender um pouco mais sobre esporte, e muito sobre ciência. Pela paciência com uma bailarina perna de pau. Obrigada por sempre trabalhar e orientar da melhor maneira possível, e me dar o olhar mais biomecânico para as questões da dança.

Agradeço ao Prof. Dr. Ademir José Petenate por sempre estar disponível para ajudar, ensinar e colaborar. Seu olhar para o trabalho foi muito importante.

Ao Prof. Dr. Ricardo Machado Leite de Barros pelas colaborações ao longo do desenvolvimento do trabalho. E a Prof. Dr. Karine Jacón Sarro e ao Prof. Dr. Felipe Arruda Moura pelas discussões e colaborações que tanto agregaram.

A Juliana Exel, que topou trilhar essa jornada comigo desde os primeiros passos. Obrigada por toda a paciência, amizade e ensinamentos.

As amigas e parceiras de laboratório, Ana Carolina, Janaina, Jerusa, que sempre me ajudaram além do que podiam, e que no momento final me deram toda a força e apoio que precisava para conseguir acabar. Aos outros colegas Heber, Natalia e Ana Lorena pela ótima convivência, amizade e companheirismo. Vocês são os melhores, não poderia ter sido de outra maneira. Foram três anos maravilhosos.

As minhas queridas amigas Raiara e Isabela, por ouvirem minhas reclamações, acalmarem meus desesperos e por sempre me lembrarem de que ia valer a pena.

A minha professora Ivana, que despertou meu profundo interesse pela dança. Obrigada por todos os ensinamentos de dança e vida.

As bailarinas voluntárias, por terem se disponibilizado. Sem vocês não seria possível a realização do trabalho.

Aos muitos dos que de alguma forma contribuíram para toda a minha trajetória nesse curso e que não estão sendo citados aqui, também destino os meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O balé clássico é caracterizado pelo uso da rotação externa de quadril. Como consequência do uso excessivo desse posicionamento, estudos reportam que bailarinos apresentam maior ângulo de rotação externa de quadril do que não bailarinos, e que são capazes de produzir maiores quantidades de torque quando estão posicionados dessa maneira. Os saltos são elementos muito importantes para o balé clássico, e o mais praticado é o *sauté*. Assim, faz-se necessário investigar se a mudança no posicionamento do quadril irá influenciar o desempenho de bailarinas nos saltos, uma vez que bailarinos apresentam diferenças em ângulos e torques devido ao posicionamento exigido pela técnica. Deste modo, o objetivo desse estudo foi investigar se a rotação externa de quadril, utilizada pelas bailarinas de balé clássico, irá influenciar o desempenho de saltos verticais. Para a realização do estudo foram recrutadas 10 bailarinas de balé clássico, que realizaram 3 tentativas do salto *sauté* e do salto sem rotação de quadril. Para a coleta dos dados, foram utilizados 30 marcadores anatômicos retro-refletivos e 6 câmeras digitais Basler, com frequência de aquisição de 100 Hz. O processamento dos dados foi realizado utilizando os software Dvideo e Visual 3D. Foi calculado a altura do salto através do ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores, os ângulos de flexão e extensão do tronco e os ângulos articulares do quadril, joelho e tornozelo, para o lado direito e esquerdo. Os dados brutos foram filtrados utilizando um filtro digital Butterworth passa-baixa de 4ª ordem, com frequência de corte de 6 Hz. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software Matlab®. Foram analisadas a diferença entre as alturas máximas atingidas nos saltos, e os valores máximos dos ângulos do quadril, joelho, tornozelo e de flexão do tronco nos dois tipos de salto através de comparação por *box plot*. A relação linear das variáveis mensuradas foi testada através de uma análise de regressão linear. As principais diferenças encontradas nos estudos foram nos ângulo de flexão e extensão, adução e abdução e rotação interna e externa do quadril. As bailarinas apresentaram maiores alturas no salto sem rotação em comparação ao salto *sauté*, devido ao salto *sauté* utilizar o posicionamento de rotação externa, o que parece influenciar negativamente no desempenho de saltos verticais de bailarinas, uma vez que pode alterar o comportamento muscular durante o salto.

Palavras chave: biomecânica, cinemática, dança.

ABSTRACT

Classical ballet is characterized by the use of hip external rotation. As a result of the excessive use of this position, studies report that dancers have greater angle of hip external rotation, and they are able to produce higher amounts of torque when they are positioned in hip external rotation. The jumps are very important elements of classical ballet, and the most practiced is the sauté. It is necessary to investigate if the change in position of the hip will influence the performance of the dancers' jumps, since dancers present different angles and torques due to the positioning required by technique. Thus, the aim of this study was to investigate if the hip external rotation, used by classical ballet dancers, will influence the performance of vertical jumps. For the study, were recruited 10 classical ballet dancers who performed three attempts of sauté jump and jump without rotation. To collect the kinematic data, was used 30 anatomical retro-reflective markers and 6 digital cameras Basler with 100 Hz of acquisition frequency. The data processing was performed using the Dvideo and Visual 3D software. It was calculated the height of the jump through the midpoint of the posterior superior iliac spines, the trunk flexion and extension angles and the joint angles of the hip, knee and ankle, to the right and left side. The data was filtered using a digital filter Butterworth low-pass of 4th order with 6 Hz of cutoff frequency. All statistical analyzes were performed using Matlab software. It was analyzed the difference of the maximum height reached on the jumps, and the maximum values of angles of the hip, knee, ankle and flexion of the trunk in two types of jump was compared through box plot analysis. The linear relationship of measured variables was tested using a linear regression analysis. The main differences in the studies were in the angle of flexion and extension, abduction and adduction and internal and external rotation of the hip. The dancers showed greater heights in jump without rotation compared to sauté jump due to sauté jump using the hip external rotation, which seems to have a negative influence on the performance of vertical jumps of dancers, since it can change the muscle behavior during jump.

Key-words: biomechanics, kinematics, dance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. HIPÓTESE	16
4. MATERIAIS E MÉTODOS	17
4.1 Caracterização da amostra.....	17
4.2 Procedimentos	17
4.3 Coleta dos dados cinemáticos.....	18
4.4 Sistema de Análise cinemática.....	22
4.5 Calibração e reconstrução tridimensional das coordenadas	22
4.6 Acurácia do sistema	24
4.7 Processamento dos dados	25
4.8 Análise estatística	26
5. RESULTADOS	27
5.1 Altura do Salto.....	30
5.2 Ângulos de flexão e extensão do tronco	31
5.3 Ângulos de flexão e extensão do quadril	34
5.4 Ângulo de adução e abdução do quadril	36
5.5 Ângulo de rotação externa e interna do quadril	39
5.6 Análise de regressão linear dos valores máximos atingidos	42
6. DISCUSSÃO	48
7. CONCLUSÃO	52
8. REFERÊNCIAS	53
9. APÊNDICE A.....	57
10. APÊNDICE B.....	60
11. APÊNDICE C.....	64
12. ANEXO A.....	66

1. INTRODUÇÃO

A técnica do balé clássico foi criada pelo coreógrafo Charles-Louis-Pierre de Beauchamps a partir dos passos da dança de corte francesa no século XVII. O intuito era tornar o movimento da dança mais natural, leve e gracioso, levando os bailarinos ao máximo de seu desempenho físico e artístico. Assim, as coreografias passaram a ser um espetáculo dançado nos palcos dos teatros e não mais nos grandes salões dos palácios. Essa mudança técnica e espacial gerou limitações nas possibilidades de movimentos coreográficos. Desse modo, foi introduzido o uso do *en dehors*, ou seja, membros inferiores em extensão e rotação externa do quadril, o que se tornou uma das principais características do balé clássico (BOURCIER, 2001; DIAS, 2009).

O *en dehors* tem como objetivo formar um ângulo de 180° entre os pés, enquanto os bailarinos mantêm os calcanhares unidos. Esse posicionamento é conhecido como a primeira posição dos pés e a partir desse posicionamento são realizadas as outras quatro posições dos pés no balé clássico (Figura 1) (WILMERDING and KRASNOW, 2011; COPLAN, 2002; NEGUS et al., 2005).



Figura1. Posicionamento dos pés no balé clássico.

No entanto, no *en dehors* a rotação externa não ocorre apenas na articulação do quadril, pois a amplitude máxima dessa rotação em bailarinos é de aproximadamente 70° (COPLAN, 2008). Apesar de este ângulo ser maior do que a amplitude anatômica de referência (45°), ainda não é suficiente para alcançar os

180° entre os pés. Com isso, também tem que ocorrer uma rotação externa na articulação do joelho, ou seja, rotação da tíbia em relação ao fêmur de aproximadamente 5°, e uma eversão de aproximadamente 15° na articulação do tornozelo. Ainda assim, a literatura apresenta a amplitude de rotação externa alcançada no *en dehors* em referência apenas a articulação do quadril, uma vez que os ângulos de rotação no joelho e eversão do pé são muito próximos aos considerados anatômicos (GUPTA et al., 2004; WILMERDING and KRASNOW, 2011).

Desse modo, estudos reportam que como consequência da prática do balé, bailarinos apresentam maiores ângulos de rotação externa de quadril, comparados a indivíduos não praticantes da técnica (GUPTA et al., 2004, COPLAN, 2008). Steinberg et al. (2006), avaliou a rotação externa de forma passiva (decúbito ventral, joelho flexionado a 90°) em bailarinos e não bailarino. Foi encontrado que bailarinos apresentaram maior amplitude de rotação externa passiva do que não bailarinos. Khan et al. (1997), mensurou a amplitude de rotação externa do quadril ativa, na primeira posição dos pés do balé clássico (figura 1), em bailarinos e não bailarinos. O estudo encontrou que bailarinos apresentam o ângulo de rotação externa de quadril maior (62,10°) do que não bailarinos (49,80°).

Visto que o posicionamento das bailarinas contribui para maiores amplitudes de rotação externa no quadril, alguns estudos investigaram se há diferença no torque mensurado em diferentes posicionamentos do quadril. Gupta et al (2004) utilizou um dinamômetro para comparar o torque produzido nos ângulos de 20°, 30° e 40° de rotação externa de quadril entre bailarinas e indivíduos não bailarinos. O teste foi realizado a partir da posição anatômica do quadril, como o joelho flexionado a 90° à 30°/s. Os resultados demonstraram que bailarinos são capazes de produzir maior quantidade de torque na articulação do joelho quando em rotação externa de quadril, comparado aos não bailarinos.

Kushner et al. (1992), também avaliaram, utilizando um dinamômetro, o torque produzido no quadril em rotação externa e interna, em bailarinas e não bailarinas. O teste foi realizado com o membro inferior estendido, já em rotação externa de quadril. Os autores encontraram maiores valores de pico do torque quando em rotação externa, comparado à rotação interna em bailarinas. Já

indivíduos não bailarinos são capazes de produzir maiores valores de torque em rotação interna de quadril. Assim, esses resultados podem indicar respostas adaptativas das bailarinas ao uso excessivo da rotação externa de quadril no balé clássico.

Além do posicionamento do quadril em rotação externa, outro fator importante a se destacar da técnica do balé clássico são os saltos, que são elementos performados frequentemente em todas as coreografias. Exercícios de saltos são fundamentais durante a aprendizagem e no treinamento, pois tem como objetivo dentro da técnica o desenvolvimento da força, coordenação motora e velocidade. Durante a realização desses exercícios, os bailarinos são instruídos a realizar os saltos de forma fluida, não deixando transparecer o esforço exigido para execução do movimento, e, ainda, demonstrar perfeição estética na realização técnica do movimento (VAGANOVA, 1969; PICON et al., 2002).

Dentre os exercícios de saltos realizados nos treinamentos de dança, o salto mais praticado desde o início do aprendizado até o aperfeiçoamento do bailarino é o *sauté* (figura 2). O salto *sauté* é um movimento simples, porém importante para a realização de saltos mais complexos dos quais ele deriva, como o *soubresaut*, *changement*, *échappé*, *assemblé*, por exemplo. O *sauté* se inicia a partir de uma posição de rotação externa do quadril, com os calcanhares unidos (primeira posição dos pés). Segue-se então de uma flexão dos quadris, joelhos e tornozelos, como uma preparação para a posterior fase aérea em que ocorre a partir da extensão destas articulações. Na aterrissagem, o bailarino retoma o contato com o solo sobre duplo apoio em flexão de quadris, joelhos e tornozelos (VAGANOVA, 1969).



Figura2. Salto *sauté*.

Para a execução do salto *sauté*, a bailarina é instruída a realizar, tanto na fase preparatória quanto na fase de aterrissagem do salto, uma máxima flexão das articulações do quadril, joelho e tornozelo, mantendo os calcanhares unidos e pressionando o chão. O tronco deve permanecer ereto, com um grau mínimo de flexão em relação à pelve. A máxima rotação de quadril deve ser mantida ao longo de todo o movimento. Na fase de voo, os quadris devem permanecer em adução e a bailarina deve realizar a extensão completa das articulações dos quadris, joelhos e tornozelos.

Diferentemente do que é exigido em contextos esportivos, como por exemplo, no o salto em altura, o objetivo da bailarina ao realizar o salto *sauté* é, essencialmente, executar o gesto técnico de acordo com as características estéticas específicas do balé clássico, e não necessariamente atingir a maior altura possível durante o salto. Com isso, no balé clássico, a altura do salto fica como um objetivo secundário. Nos saltos mais complexos, a bailarina deve atingir uma altura necessária de salto para que tenha tempo suficiente de realizar outros gestos técnicos durante o voo, de acordo com a perfeição estética exigida para aquele salto.

Assim sendo, a *performance* no balé clássico demanda da perfeita execução da técnica, o que envolve o desempenho artístico e físico dos bailarinos. O desempenho na dança clássica pode ser representado tanto de forma qualitativa, referindo-se aos elementos artísticos da coreografia, quanto de forma quantitativa, referindo-se ao desempenho físico dos bailarinos. No que se diz respeito ao desempenho quantitativo, fatores físicos como força, flexibilidade, resistência e posicionamento corporal são determinantes, e muitas vezes limitantes, para um bom desempenho de bailarinos (KOUTEDAKIS e JAMURTAS, 2004; KRASNOW e CHARTFIELD, 2009).

Visto que existem estudos que comprovam a existência de diferença nas amplitudes de rotação externa de quadril entre bailarinos e não bailarinos, e entre os diferentes níveis técnicos da dança. Ainda, que a quantidade de torque produzida varia de acordo com o posicionamento do quadril (KUSHNER et al., 1992; GUPTA et al. 2004; KHAN et al., 1997; COPLAN, 2008 ; WYON et al., 2010), faz-se necessário investigar se a mudança no posicionamento do quadril irá influenciar o desempenho

físico de bailarinas, em particular, nos saltos, uma vez que são parte importante da técnica do balé clássico, e devem ser executados na rotação externa do quadril.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo foi investigar se a rotação externa de quadril utilizada pelas bailarinas, na técnica do balé clássico, influencia no desempenho de saltos verticais.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar as alturas máximas atingidas no salto *sauté* e no salto sem rotação.
- Quantificar o ângulo de flexão do tronco nos dois tipos de salto.
- Quantificar os ângulos de flexão/extensão, adução/abdução, rotação interna/externa do quadril, joelho e tornozelo em cada tipo de salto.
- Analisar a relação linear das variáveis quantificadas.

3. HIPÓTESE

- As bailarinas terão melhor desempenho no salto sauté, apresentando alturas dos saltos maiores, devido à especificidade da técnica do balé clássico.
- As bailarinas terão uma menor variação do ângulo de flexão do tronco no salto sauté.
- As principais diferenças serão nos ângulos do quadril e joelho.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Caracterização da amostra

Para a realização do estudo foram recrutadas 10 bailarinas amadoras de balé clássico, com idade de 20.36 ± 3.95 anos (média $\pm$ desvio padrão), massa corporal de 51.54 ± 5.02 kg e estatura de 1.62 ± 0.05 m. Para a participação no estudo, a bailarina deveria: a) ser praticante de balé clássico, b) estar no nível avançado da técnica, c) ter no mínimo dez anos de experiência na técnica do balé clássico, d) idade mínima de 15 anos e máxima de 30 anos, e) não apresentar lesão que pudesse influenciar o desempenho em saltos.

As bailarinas foram informadas sobre os objetivos da pesquisa e os procedimentos a serem realizados através de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice A e B), aprovado pelo comitê de ética e pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (CAEE: 39421014.3.0000.5404).

4.2 Procedimentos

Os procedimentos desta pesquisa foram realizados nas dependências do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica da Faculdade de Educação Física da UNICAMP.

Previamente à realização do teste, cada participante realizou um aquecimento de preferência, de aproximadamente 5 minutos, que incluíam alongamento dos membros inferiores, movimentos específicos da técnica e alguns saltos. Em seguida, 30 marcadores retro-refletivos foram fixados, com fitas antialérgicas e *kinesiotape*, nas marcas anatômicas dos corpos das bailarinas, conforme o modelo biomecânico descrito no item 3.3.

As participantes realizaram os saltos sem o uso de qualquer calçado. Para o salto realizado sem rotação externa dos quadris, as bailarinas foram solicitadas a manterem-se com o tronco ereto, mãos na cintura e pés afastados em uma distância correspondente à distância entre os ombros. Para a realização do salto *sauté*, as bailarinas foram solicitadas a manterem-se com o tronco ereto, mãos na cintura, e posicionar os pés em primeira posição do balé. Foi instruído que a participante executasse o salto *sauté* de acordo com as instruções da técnica do balé. As participantes realizaram uma sequência de saltos de cada tipo para familiarização com o teste.

Cada participante realizou três tentativas do salto *sauté* e do salto sem rotação externa. A escolha de qual salto seria coletado primeiramente foi feita de acordo com a preferência da participante. Todos os saltos contaram com dois minutos de intervalo entre cada tentativa, a fim de evitar o cansaço.

4.3 Coleta dos dados cinemáticos

Para a coleta dos dados cinemáticos, 30 marcadores anatômicos retro-refletivos foram fixados em referências anatômicas do tronco, pelve, coxa, perna e pés das bailarinas para a criação do modelo de representação e orientação dos segmentos corporais (figura 3). O modelo utilizado para este trabalho seguiu as recomendações do ISB (*International Society of Biomechanics*) para definição dos sistemas de coordenadas articulares do tronco, pelve e membros inferiores (WU et al., 2002). As referências anatômicas utilizadas para a fixação dos marcadores anatômicos encontram-se no Apêndice C. O modelo consistiu em 8 segmentos, sendo eles o tronco, pelve, coxa direita e esquerda, perna direita e esquerda, pé direito e esquerdo, e 6 articulações, quadril direito e esquerdo, joelho direito e esquerdo, tornozelo direito e esquerdo.

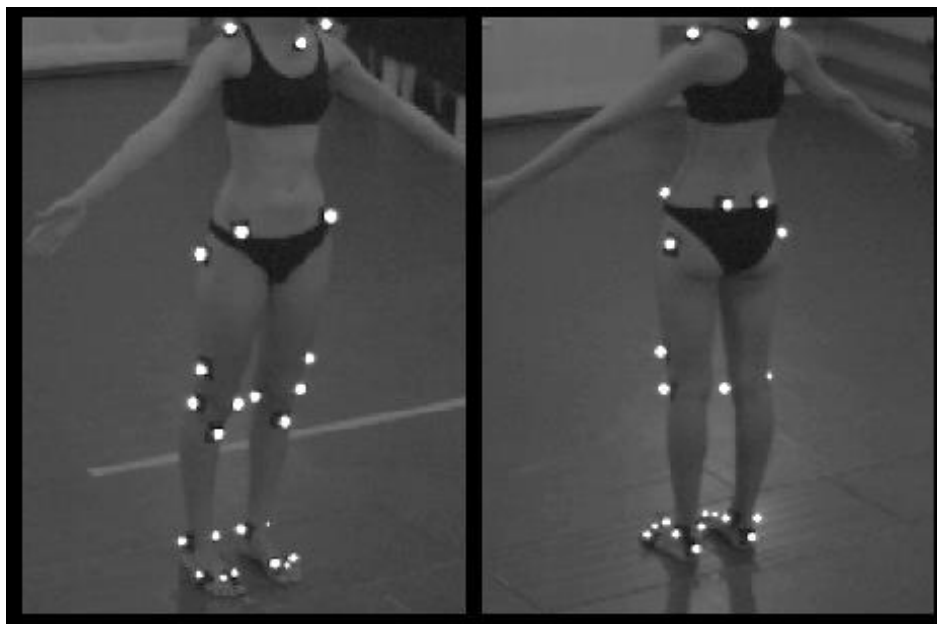


Figura 3. Modelo de marcação para coleta dos dados cinemáticos.

Foram realizados dois tipos de aquisição dos dados, tomada estática e tomada dinâmica. A tomada estática é coletada primeiramente, pois esta é necessária para o posicionamento e orientação dos segmentos corporais. Nessa tomada o indivíduo permanece em posição anatômica com todo o sistema de marcas anatômicas. Na tomada dinâmica os marcadores dos acrômios, epicôndilos mediais, maléolos mediais e segundo metatarso foram retirados, de forma a manter pelo menos três marcadores não colineares em cada segmento.

Foi utilizado para o desenvolvimento do modelo biomecânico e processamento das variáveis o software Visual 3D (Visual 3D Professional V5). Os dados brutos de tomada estática e dinâmica processados no sistema DVideo foram convertidos para extensão c3d, para posterior processamento no software Visual 3D.

A partir das marcas anatômicas do protocolo de marcadores, foi construído um modelo de corpo contendo os segmentos do tronco, pelve, coxa (direita e esquerda), perna (direita e esquerda) e pé (direito e esquerdo), que considera os segmentos como corpos rígidos articulados por juntas esféricas ideais, ou seja, com seis graus de liberdade, sendo três graus de liberdade de rotação e três graus de liberdade de translação. A cada segmento corporal foi associado um sistema de coordenadas local (tabela 1), conforme representado na figura 4.

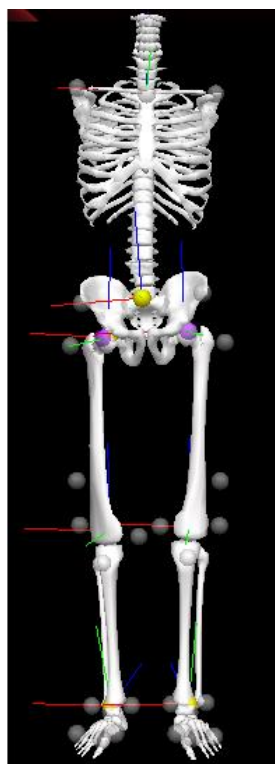


Figura 4. Modelo dos segmentos corporais criado no software Visual 3d®.

Tabela 1. Construção dos sistemas de coordenadas locais de cada segmento do modelo para posicionamento e orientação dos segmentos corporais no espaço.

Segmento	Sistema de coordenadas local			
	Origem	Eixo x (Médio-lateral)	Eixo y (Ântero-posterior)	Eixo z (Vertical)
Tronco	Ponto médio entre acrômio direito e acrômio esquerdo	Produto vetorial de z por y, com sentido para direita.	Vetor perpendicular ao plano formado entre os pontos da espinha ilíaca ântero-superior direita e esquerda e o ponto médio entre acrômio direito e acrômio esquerdo, com sentido para frente.	Vetor com origem no ponto médio entre as espinha ilíaca ântero-superior direita e esquerda, extremidade no ponto médio entre os acrômios direito e acrômio esquerdo, com sentido para cima.

Pelve	Ponto médio entre as espinha ilíaca ântero-superior direita e esquerda	Vetor com origem no ponto médio entre as espinhas ilíacas ântero-superior direita e esquerda, e extremidade na espinha ilíaca ântero-superior direita.	Produto vetorial de x por z, com sentido para frente.	Vetor perpendicular ao plano formado pelas espinhas ilíacas ântero-superior direita e esquerda, e o ponto médio das espinhas ilíacas pósterio-superior direita e esquerda, com sentido para cima.
Coxa	Centro articular do quadril.	Produto vetorial de y por z, com sentido para direita.	Vetor perpendicular ao plano formado pelos pontos do epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur, e centro articular do quadril, com sentido para frente.	Vetor com origem no ponto médio entre o epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur, e extremidade no centro articular do quadril, com sentido para cima.
Perna	Ponto médio entre epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur	Produto vetorial de y por z, com sentido para direita.	Vetor perpendicular ao plano formado pelos pontos maléolo medial, maléolo lateral e o ponto médio entre epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur, com sentido para frente.	Vetor com origem no ponto médio entre maléolo medial e maléolo lateral, e extremidade no ponto médio entre epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur com sentido para cima.
Pé	Ponto médio entre maléolo lateral e maléolo medial	Produto vetorial de y por z, com sentido para direita.	Vetor perpendicular ao plano formado pelo ponto médio entre epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur, e o segundo e quinto metatarso, com sentido para frente.	Vetor com origem no ponto médio entre maléolo lateral e maléolo medial, e extremidade no ponto médio entre epicôndilo medial do fêmur e epicôndilo lateral do fêmur, com sentido para cima.

As articulações reconstruídas foram o quadril, joelho e tornozelo, todas para o lado direito e esquerdo. Todos os segmentos foram orientados em relação ao seu segmento proximal. O tronco foi orientado em relação ao sistema de coordenadas do laboratório. A sequência de rotação Cardan utilizada para os cálculos dos ângulos articulares foi X-Y-Z. No plano sagital os valores positivos correspondem à flexão e os negativos à extensão; no plano frontal a adução positiva

e abdução negativa e, no plano transversal a rotação interna positiva e rotação externa negativa.

4.4 Sistema de Análise cinemática

O sistema Dvideo (FIGUEROA et al., 2003) foi utilizado para obtenção das coordenadas 3D do modelo. Foram utilizadas 6 câmeras digitais Basler® (modelo 602fc) com frequência de aquisição de 100 Hz (figura 5).

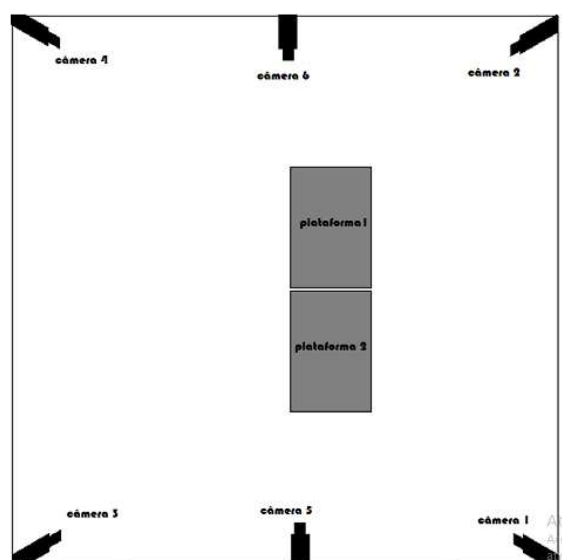


Figura 5. Posicionamento das câmeras para coleta dos dados cinemáticos.

4.5 Calibração e reconstrução tridimensional das coordenadas

Para descrever o movimento do marcador é necessário conhecer sua posição no espaço em função do tempo, em relação a um sistema de referência conhecido. Desse modo, para a conversão dos pontos rastreados no computador em coordenadas cartesianas (x , y , z) foi utilizado como objeto de calibração um sistema fixo, composto por 6 fios de prumo com 27 marcadores retro-refletivos cada,

totalizando 162 marcadores, em que são conhecidas as coordenadas X, Y e Z de cada ponto (figura 6) no espaço. Estes fios de prumo foram posicionados no volume onde os saltos foram realizados, e filmados anteriormente à realização da coleta dos dados para a obtenção da matriz de calibração. De acordo com a convenção do sistema de coordenadas do laboratório, o eixo X é látero-lateral e positivo para a esquerda, o eixo Y é vertical e positivo para cima e o eixo Z é ântero-posterior e positivo para frente. Os procedimentos utilizados de calibração das câmeras e reconstrução tridimensional foram inicialmente propostos por Abdel-Aziz e Karara (1971), conhecido como DLT (Direct Linear Transformation). Este método está implementado no software Dvideo (FIGUEROA et al., 2003). Para construir uma nova calibração com correção da distorção óptica provenientes da utilização das câmeras Basler, foi utilizado o método descrito por Silvatti (2009).



Figura 6. Objeto de calibração (Fios de prumo).

4.6 Acurácia do sistema

O teste de acurácia foi realizado para saber quanto o valor experimental está próximo do valor verdadeiro (valor da medida direta). Sua determinação é feita considerando os valores de erros sistemáticos e aleatórios. Desta forma, quanto menor for o valor encontrado, maior será a acurácia do sistema (MISUTA, 2004). Para o presente estudo, o teste de acurácia consistiu no rastreamento de pontos com distâncias conhecidas entre si no objeto rígido representado na Figura 7. Este objeto foi filmado durante 10 segundos dentro de um volume previamente calibrado. As imagens foram processadas e rastreadas também no software Dvideo (FIGUEROA et al., 2003), que retornou as coordenadas dos marcadores em cada instante de tempo. A acurácia obtida pelo sistema foi de 0,00461 metros, para o erro máximo, e 0,00416 metros, para o erro mínimo.



Figura 7. Objeto utilizado para o teste de acurácia.

4.7 Processamento dos dados

Para esse estudo foram calculados os ângulos articulares do quadril, joelho e tornozelo, para o lado direito e esquerdo. Foi calculado também o ângulo do tronco em relação ao laboratório.

A altura máxima atingida no salto foi calculada através do marcador do ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores (valor máximo – valor inicial = altura do salto).

Os ângulos e a trajetória do ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores foram suavizadas utilizando um filtro digital Butterworth passa-baixa de 4ª ordem, com uma frequência de corte de 6 Hz. A frequência de corte foi determinada através de uma análise espectral das respectivas variáveis (MISUTA, 2004).

Para análise dos dados cinemáticos, foram considerados apenas os valores obtidos a partir do momento em que o ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores começa a perder altura, portanto o início da fase preparatória do salto, até o instante em que esse ponto atingiu o seu valor máximo. Esse procedimento foi realizado de modo a garantir que as curvas de todas as tentativas, de todas as voluntárias, tivessem o mesmo trecho do movimento. Assim, foi delimitado que o começo da fase preparatória do salto seria o início do ciclo de movimento (0% do ciclo de movimento) e que a altura máxima atingida pelo marcador do ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores o final do ciclo (100% do ciclo de movimento).

Os saltos foram divididos em três fases: 1) primeira parte da fase preparatória, do início do movimento até o momento em que o ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores atinge o valor mínimo, 2) segunda parte da fase preparatória, do valor mínimo atingido pelo ponto médio das espinhas ilíacas póstero-superiores até o momento em que este ponto atinge o valor inicial novamente, 3) fase aérea.

4.8 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas através do software Matlab®. Foram analisadas a diferença entre as alturas máximas atingidas nos saltos, e os valores máximos do ângulo flexão do tronco e dos ângulos do quadril, joelho, tornozelo no salto *sauté* e o salto sem rotação de quadril através da comparação por *box plot*, com os intervalos de confiança calculados de acordo com McGill, Tukey & Larsen (1978).

A relação linear das variáveis mensuradas foi testada através de uma análise de regressão linear de pares das variáveis, identificando a equação da inclinação da reta e o intervalo de confiança.

5. RESULTADOS

Nas figuras 8, 9 e 10 estão representadas as séries temporais dos ângulos articulares do quadril, joelho e tornozelo de uma das participantes, para o lado direito e esquerdo.

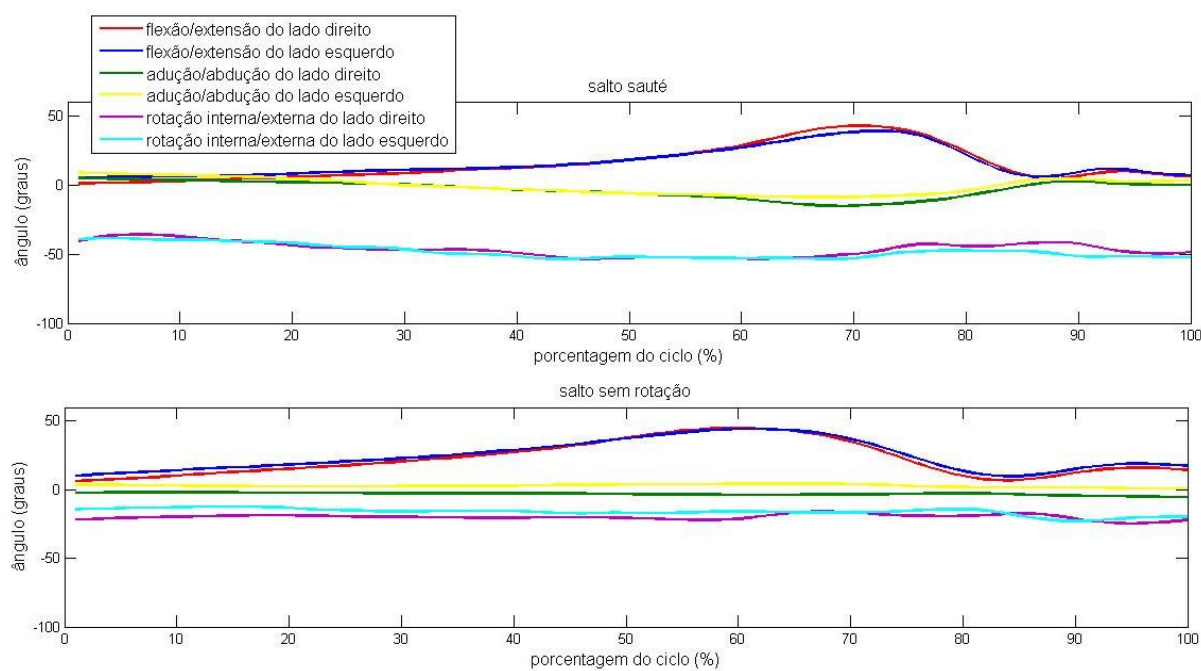


Figura 8. Gráfico dos ângulos articulares de quadril de uma participante, para os dois tipos de salto.

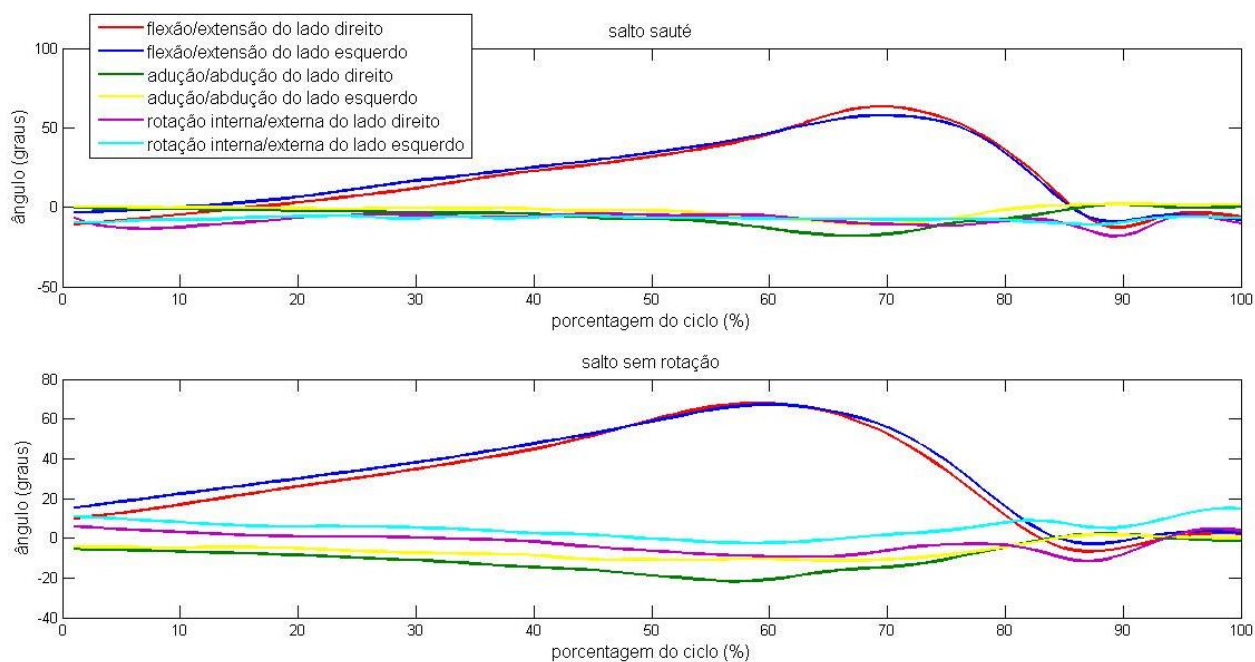


Figura 9. Gráfico dos ângulos articulares de joelho de uma participante, para os dois tipos de salto.

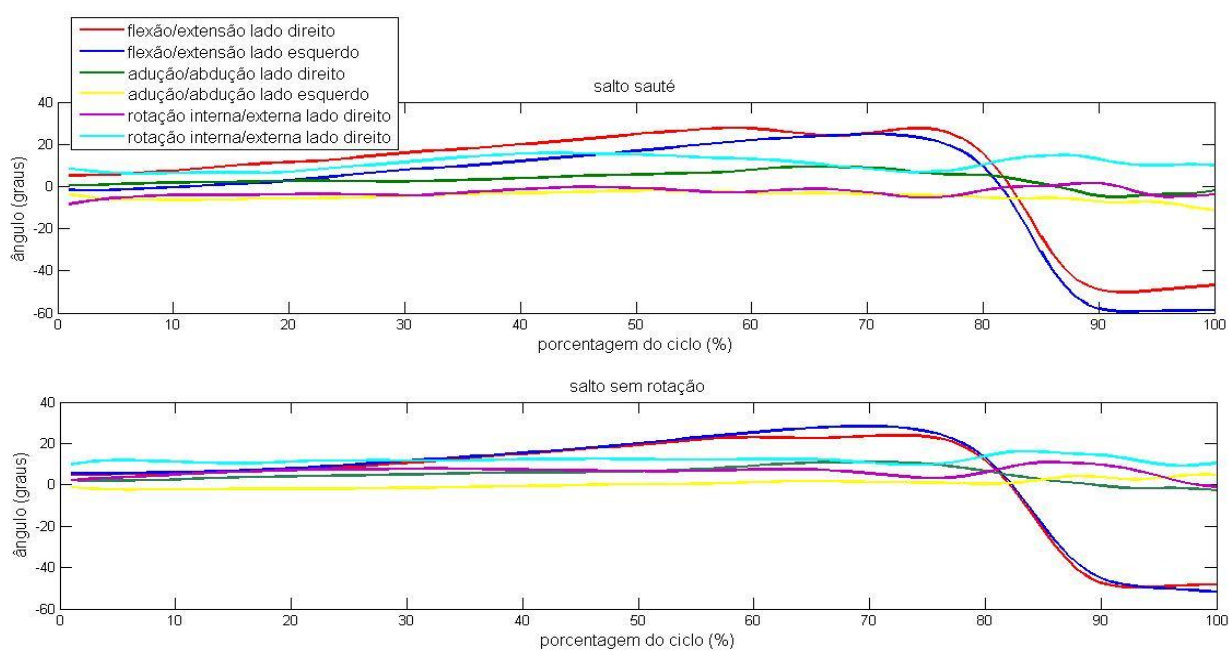


Figura 10. Gráfico dos ângulos articulares de tornozelo de uma participante, para os dois tipos de salto.

Nota-se que as séries temporais de ambos os lados apresentam similaridade, tanto no padrão do movimento, quando nas amplitudes. Com isso, foi escolhido apresentar somente as séries temporais do lado direito.

Na figura 11 estão representadas as séries temporais dos ângulos de flexão do quadril direito das todas as tentativas das 10 participantes. Como pode ser observado, foi encontrado um padrão de movimento para cada participante. Assim, apenas a melhor tentativa de cada participante foi analisada e discutida. A melhor tentativa está destacada em preto.

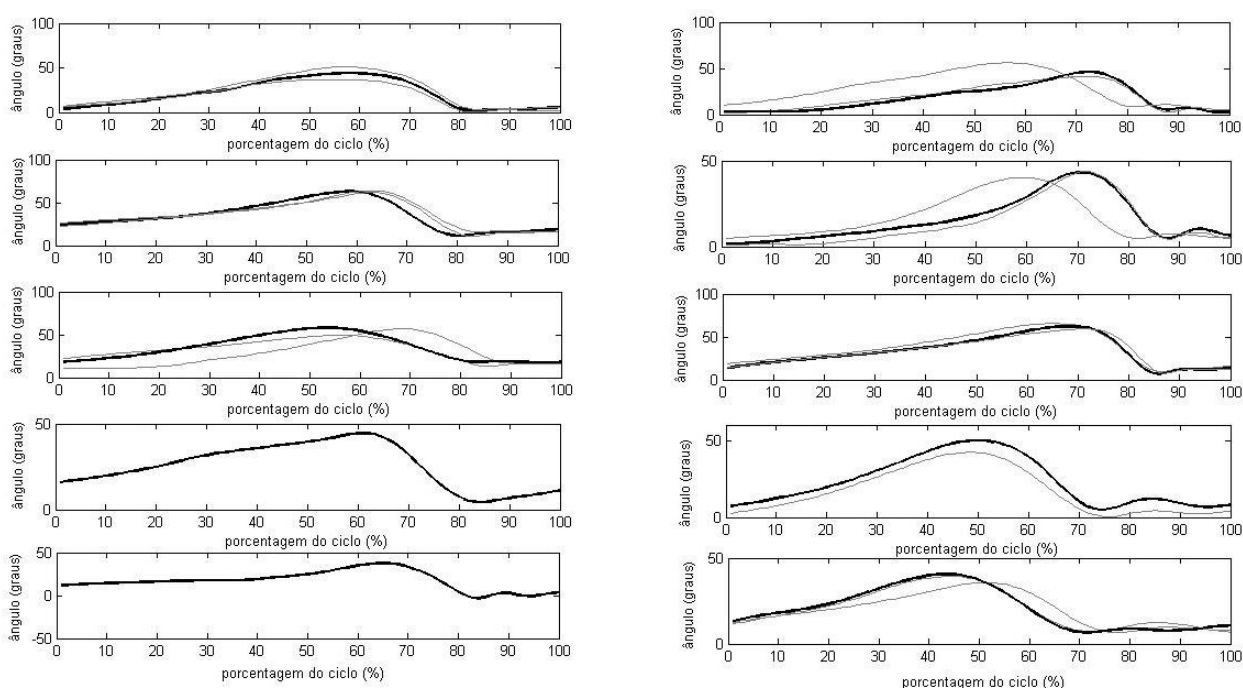


Figura 11. Todas tentativas das 10 participantes para o ângulo de flexão do quadril direito. Em preto a melhor tentativa de cada participante.

Para melhor organização e entendimento dos resultados do trabalho, cada variável analisada será apresentada em forma de subcapítulos.

5.1 Altura do Salto

Na figura 12 está representado o gráfico de *boxplot* das melhores alturas do salto *sauté* e salto sem rotação de cada participante. Não houve diferenças significativas entre os saltos, pois os intervalos de confiança não estão sobrepostos. No entanto, as alturas do salto sem rotação foram maiores do que o salto *sauté* (tabela 2).

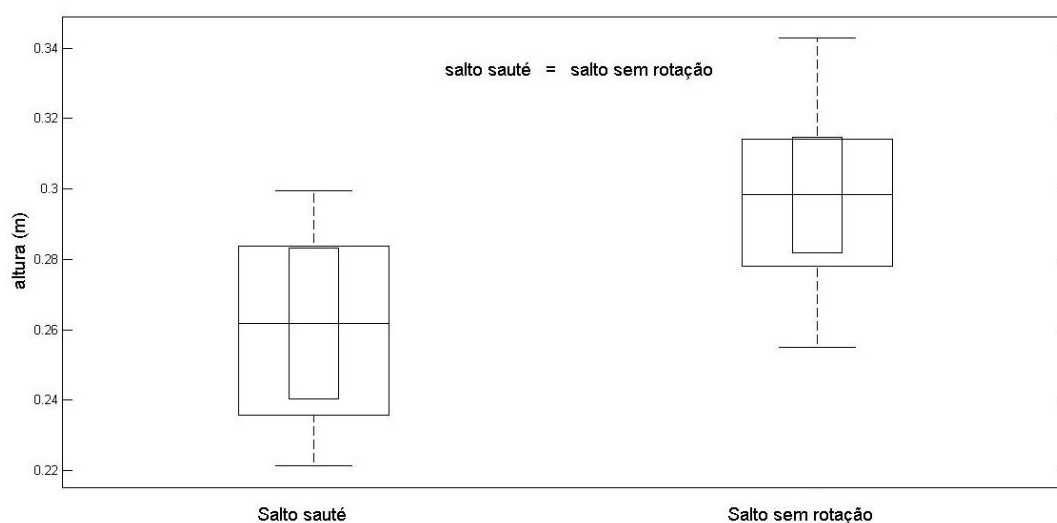


Figura 12. Alturas máximas atingidas no salto *sauté* e salto sem rotação.

Tabela 2 – Altura (em metros) da melhor tentativa, de cada participante, no salto *sauté* e salto sem rotação.

ALTURA DOS SALTOS		
PARTICIPANTES	SALTO SAUTÉ (m)	SALTO SEM ROTAÇÃO (m)
P1	0,2898	0,2944
P2	0,2722	0,2889
P3	0,2697	0,3141
P4	0,2445	0,2660
P5	0,2275	0,255
P6	0,2838	0,3023
P7	0,2213	0,2781
P8	0,2994	0,3133
P9	0,2357	0,3274
P10	0,2539	0,3429
Mediana (m)	0,2618	0,2983
IC (máximo)	0,2832	0,3148
IC (mínimo)	0,2404	0,2819

5.2 Ângulos de flexão e extensão do tronco

Nas figuras 13 e 14 estão representadas as séries temporais das medianas e intervalos de confiança dos ângulos de flexão (positivo) e extensão (negativo) do tronco, para o salto *sauté* e salto sem rotação.

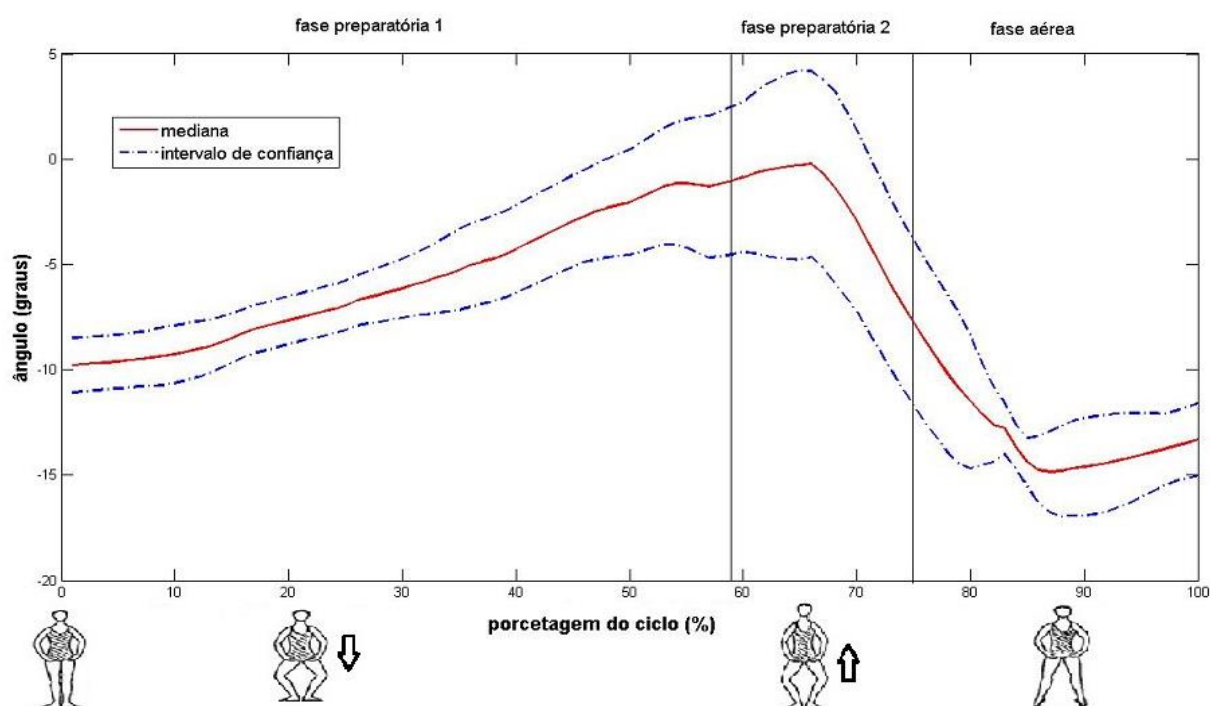


Figura 13. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de flexão/extensão do tronco no salto *sauté* das melhores tentativas das 10 participantes.

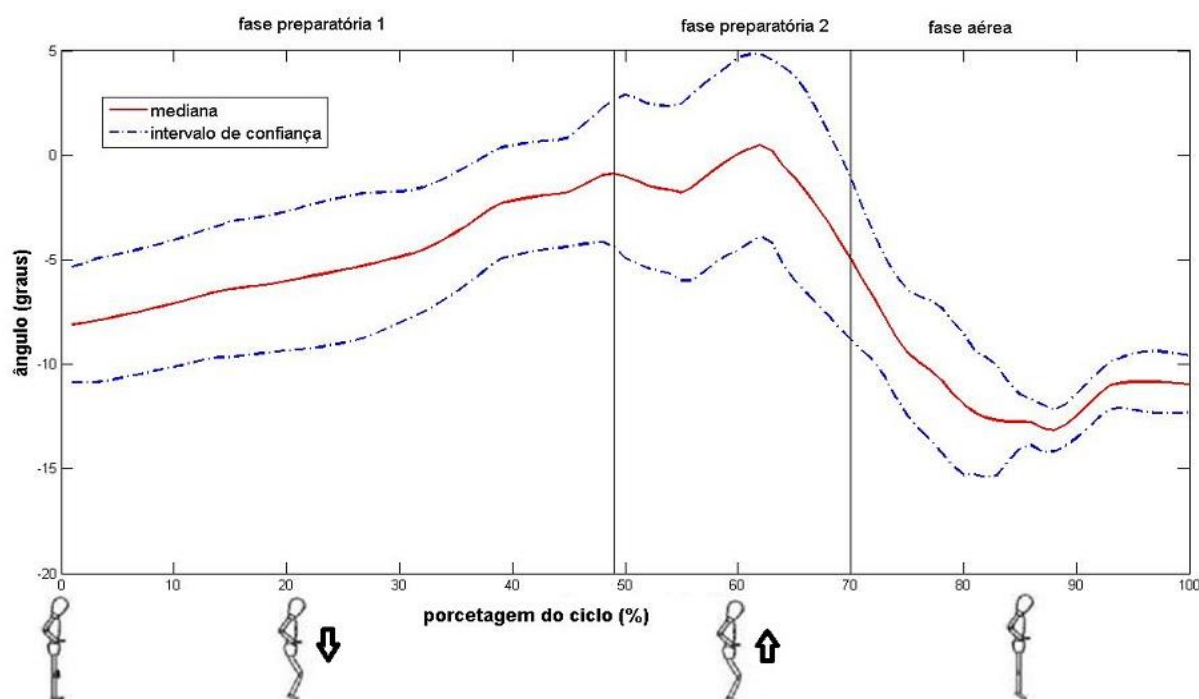


Figura 14. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de flexão/extensão do tronco no salto sem rotação das melhores tentativas das 10 participantes.

Como pode ser observado, os dois tipos de salto apresentam padrões semelhantes nas curvas e nas amplitudes angulares. O salto *sauté* inicia o movimento com um ângulo de extensão de tronco de $9,77^\circ$. O valor do ângulo máximo atingido foi de $0,23^\circ$ de extensão, durante a segunda parte da fase preparatória. No momento da altura máxima do salto o ângulo de extensão do tronco foi de $13,31^\circ$, amplitude maior em relação ao ângulo inicial. A amplitude de flexão do tronco (amplitude máxima – amplitude inicial) foi de $13,08^\circ$.

No salto sem rotação o movimento é iniciado com um ângulo de extensão de tronco de $8,10^\circ$. O valor do ângulo máximo atingido foi de $0,47^\circ$ de extensão, durante a segunda parte da fase preparatória. No momento da altura máxima do salto o ângulo de extensão do tronco foi de $10,95^\circ$, amplitude maior em relação ao ângulo inicial. A amplitude de flexão do tronco (amplitude máxima – amplitude inicial) foi de $10,48^\circ$. Desse modo, o salto *sauté* apresentou valores maiores no ângulo inicial, final e na amplitude de flexão.

Na figura 15 está representado o gráfico de *boxplot* dos valores máximos dos ângulos de flexão do tronco no salto *sauté* e salto sem rotação de cada participante. Como pode ser observado, não houve diferenças significativas entre os dois tipos de salto, pois os intervalos de confiança não estão sobrepostos.

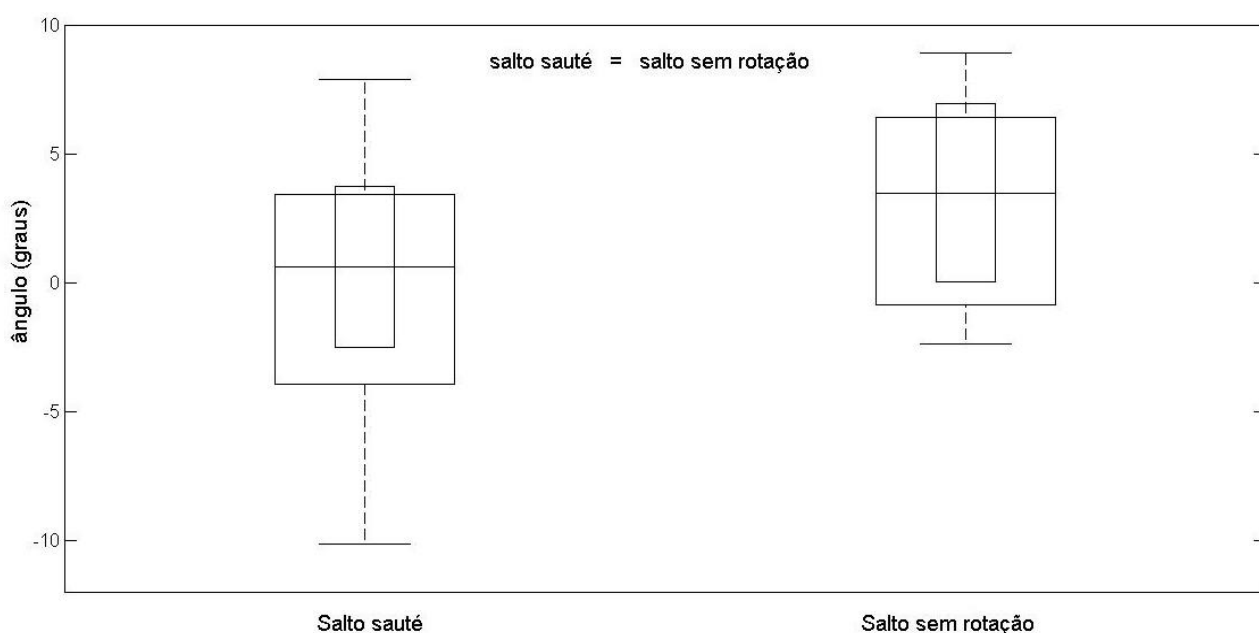


Figura 15. Valores máximos de flexão do tronco no salto *sauté* e salto sem rotação. Os valores positivos são referentes à flexão e negativos à extensão.

5.3 Ângulos de flexão e extensão do quadril

Nas figuras 16 e 17 estão representadas as séries temporais das medianas e intervalos de confiança dos ângulos de flexão (positivo) e extensão (negativo) do quadril, para o salto *sauté* e salto sem rotação.

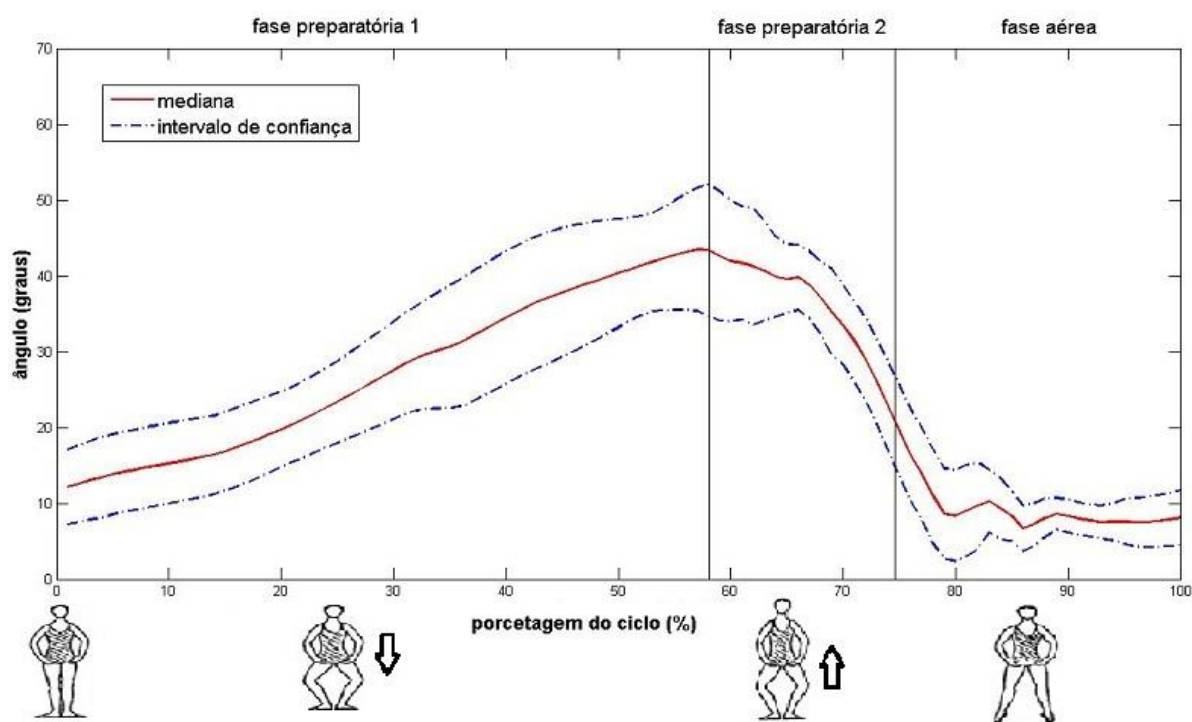


Figura 16. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de flexão/extensão do quadril do salto *sauté* das melhores tentativas das 10 participantes.

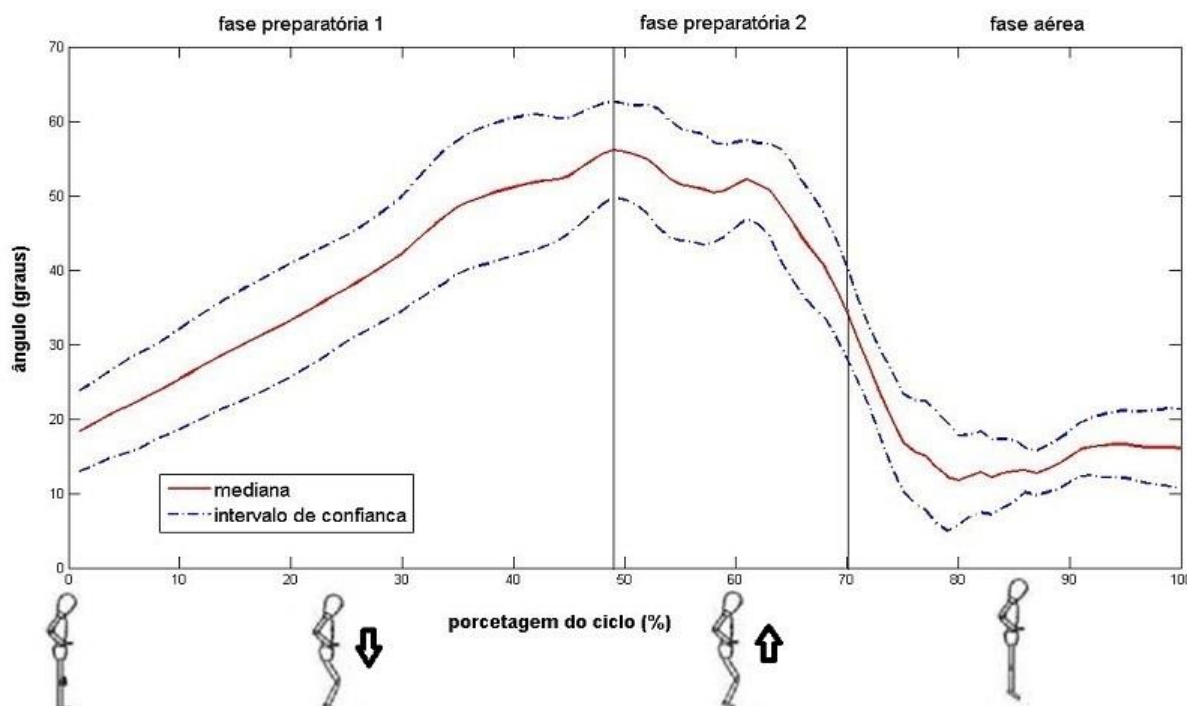


Figura 17. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de flexão/extensão do quadril do salto sem rotação das melhores tentativas das 10 participantes.

Como pode ser observado, os dois tipos de salto apresentam padrões muito semelhantes de movimento, porém com amplitudes diferentes. O salto *sauté* inicia o movimento com um ângulo de flexão de quadril de $12,14^{\circ}$. O valor do ângulo máximo de flexão foi de $43,41^{\circ}$, atingido no final da primeira parte da fase preparatória do salto. No momento da altura máxima do salto, o ângulo de flexão do quadril foi de $8,11^{\circ}$, amplitude menor em relação ao ângulo inicial. A amplitude de flexão do quadril na fase preparatória (amplitude máxima - amplitude inicial) foi de $31,27^{\circ}$.

No salto sem rotação o movimento é iniciado com um ângulo de flexão de quadril $18,39^{\circ}$. O valor máximo de flexão foi de $56,16^{\circ}$, atingido no final da primeira parte da fase preparatória do salto. No momento da altura máxima do salto, o ângulo de flexão do quadril foi de $16,05^{\circ}$, amplitude menor em relação ao ângulo inicial. A amplitude de flexão de quadril na fase preparatória (amplitude máxima - amplitude inicial) foi de $37,77^{\circ}$. Desse modo, o salto sem rotação apresentou valores maiores para o ângulo inicial, final, ângulo máximo e amplitude de flexão de quadril na fase preparatória do salto.

Na figura 18 está representado o gráfico de *boxplot* dos valores máximos dos ângulos de flexão do quadril do salto *sauté* e salto sem rotação de cada participante. Como pode ser observado, houve diferenças significativas entre os dois tipos de salto, pois os intervalos de confiança estão sobrepostos. O salto sem rotação apresentou valores maiores de máxima flexão do quadril.

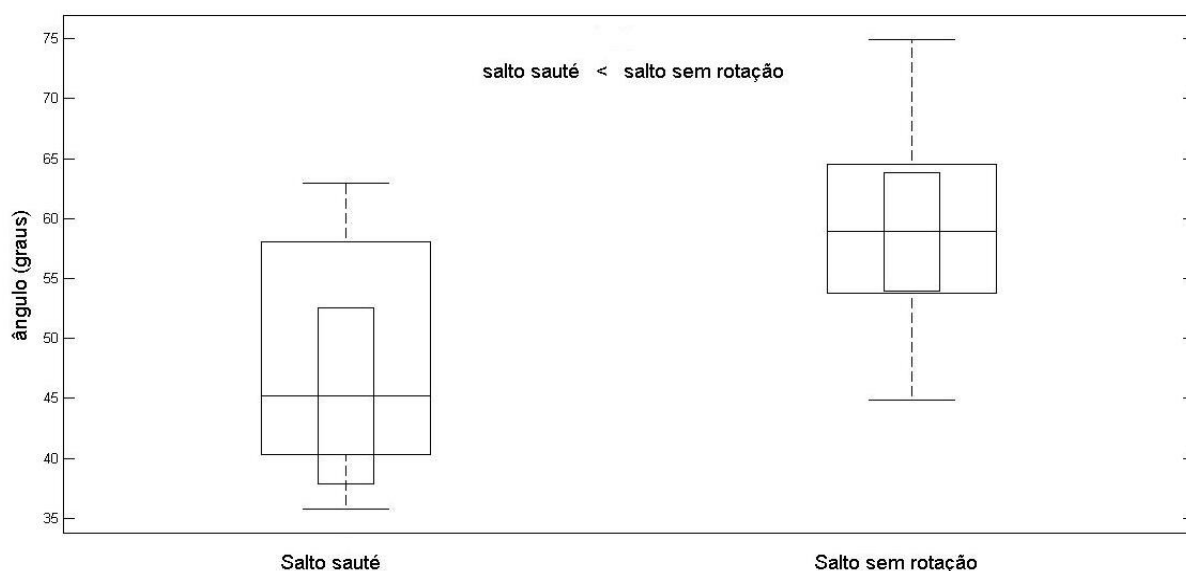


Figura 18. Valores máximos de flexão de quadril no salto *sauté* e salto sem rotação. Os valores positivos são referentes à flexão e negativos à extensão.

5.4 Ângulo de adução e abdução do quadril

Nas figuras 19 e 20 estão representadas as séries temporais da mediana e intervalo de confiança dos ângulos de adução (positivo) e abdução (negativo) do quadril, para o salto *sauté* e salto sem rotação.

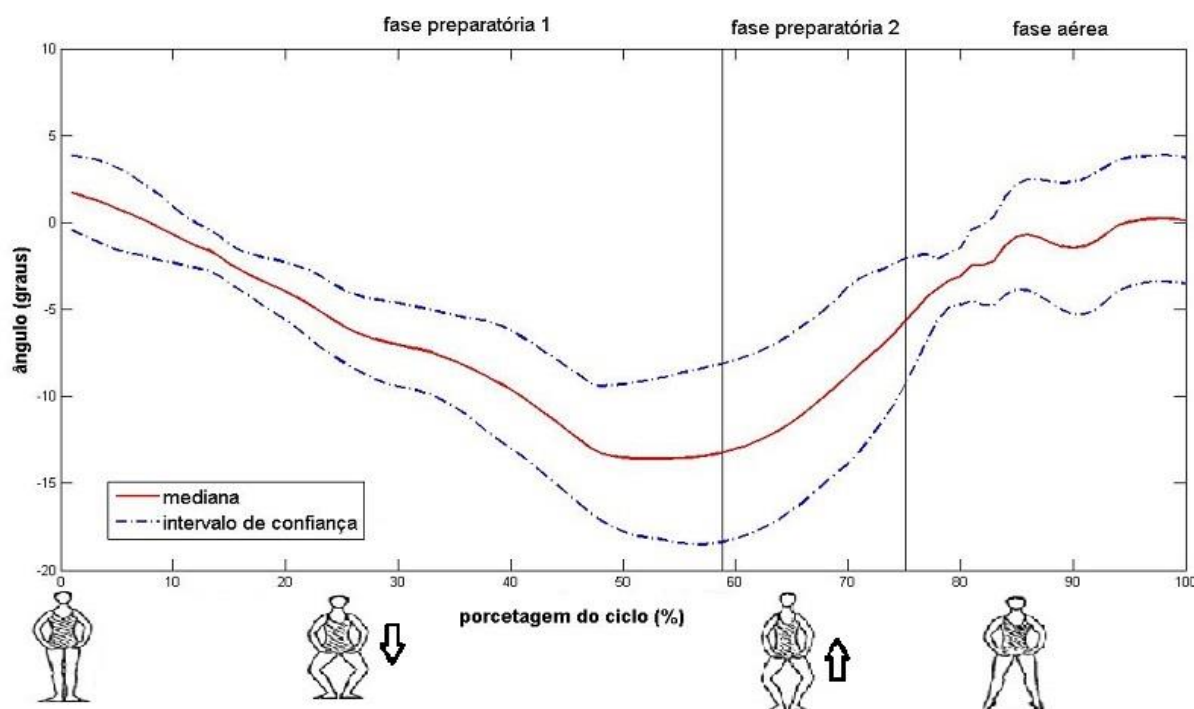


Figura 19. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de adução/abdução do quadril do salto *sauté* das melhores tentativas das 10 participantes.

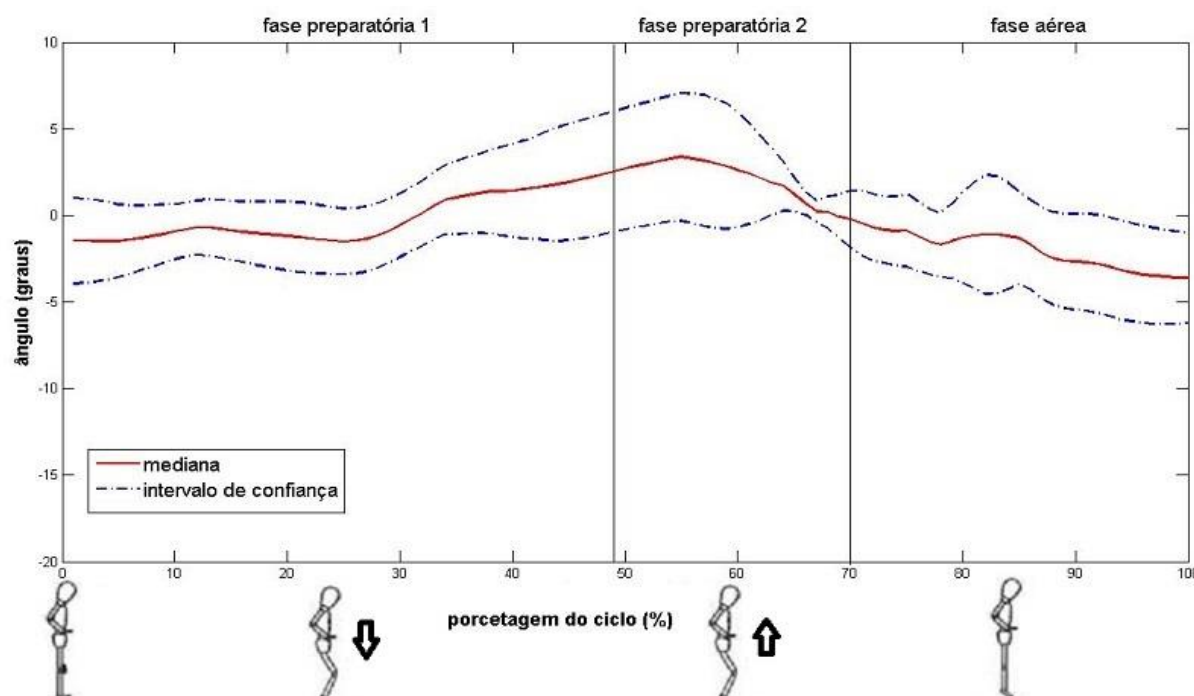


Figura 20. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de adução/abdução do quadril do salto sem rotação das melhores tentativas das 10 participantes.

O padrão de movimento foi diferente para os ângulos de adução e abdução nos dois tipos de salto. O salto *sauté* inicia o movimento com um ângulo de adução de quadril de $1,69^{\circ}$. O valor máximo de abdução do quadril foi de $-13,21^{\circ}$, no final da primeira parte da fase preparatória, instante em que o quadril está em máxima flexão. No momento da altura máxima do salto, o ângulo de adução do quadril foi de $0,11^{\circ}$, amplitude próxima ao ângulo inicial. A amplitude de abdução do quadril na primeira parte da fase preparatória (amplitude máxima - amplitude inicial) foi de $14,90^{\circ}$, e do início do movimento até a altura máxima foi de $1,58^{\circ}$ de abdução.

No salto sem rotação o movimento é iniciado com um ângulo de abdução de quadril de $-1,47^{\circ}$. O valor máximo de abdução do quadril foi de $-3,61^{\circ}$, atingido na altura máxima do salto. No final da primeira parte da fase preparatória, ou seja, máxima flexão do quadril, essa articulação estava em um ângulo de adução de $2,53^{\circ}$. A amplitude de adução do quadril na primeira parte fase preparatória (amplitude máxima - amplitude inicial) foi de $4,00^{\circ}$, e do início do movimento até a altura máxima foi de $5,08^{\circ}$ de abdução.

Portanto, o salto sem rotação apresentou um ângulo inicial de abdução, enquanto o salto *sauté* apresentou um ângulo inicial de adução do quadril. Os valores máximos de abdução do quadril foram encontrados em instantes diferentes nos dois tipos de salto. No salto *sauté* o amplitude máxima foi encontrada quando o quadril estava em máxima flexão, já no salto sem rotação foi encontrado no instante da altura máxima do salto. Os dois saltos apresentaram variações nos ângulos de adução e abdução na primeira parte da fase preparatória, sendo que o salto *sauté* realizou uma abdução do quadril, e o salto sem rotação realizou uma adução do quadril nesse momento. Na altura máxima do salto, o salto *sauté* apresentou um pequeno ângulo de adução, enquanto o salto sem rotação apresentou abdução. Em relação à amplitude dos ângulos do início até a altura máxima do salto, os dois tipos de salto apresentaram amplitudes próximas de abdução.

Na figura 21 está representado o gráfico de *boxplot* dos valores máximos dos ângulos de abdução do quadril do salto *sauté* e salto sem rotação de cada participante. Como pode ser observado, houve diferenças significativas entre os dois tipos de salto, pois os intervalos de confiança estão sobrepostos. O salto *sauté*

apresentou valores maiores de máxima abdução do quadril, uma vez que os ângulos de abdução apresentam valores negativos.

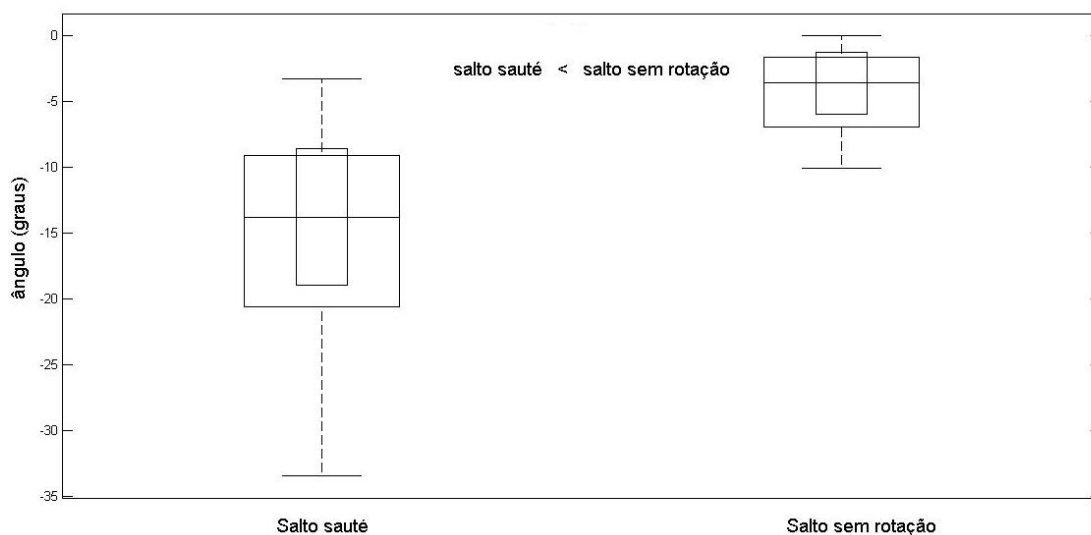


Figura 21. Valores máximos de abdução do quadril no salto *sauté* e salto sem rotação. Os valores positivos são referentes à adução e os negativos à abdução.

5.5 Ângulo de rotação externa e interna do quadril

Nas figuras 22 e 23 estão representadas as séries temporais da mediana e intervalo de confiança dos ângulos de rotação interna (positivo) e rotação externa (negativo) do quadril, para o salto *sauté* e salto sem rotação.

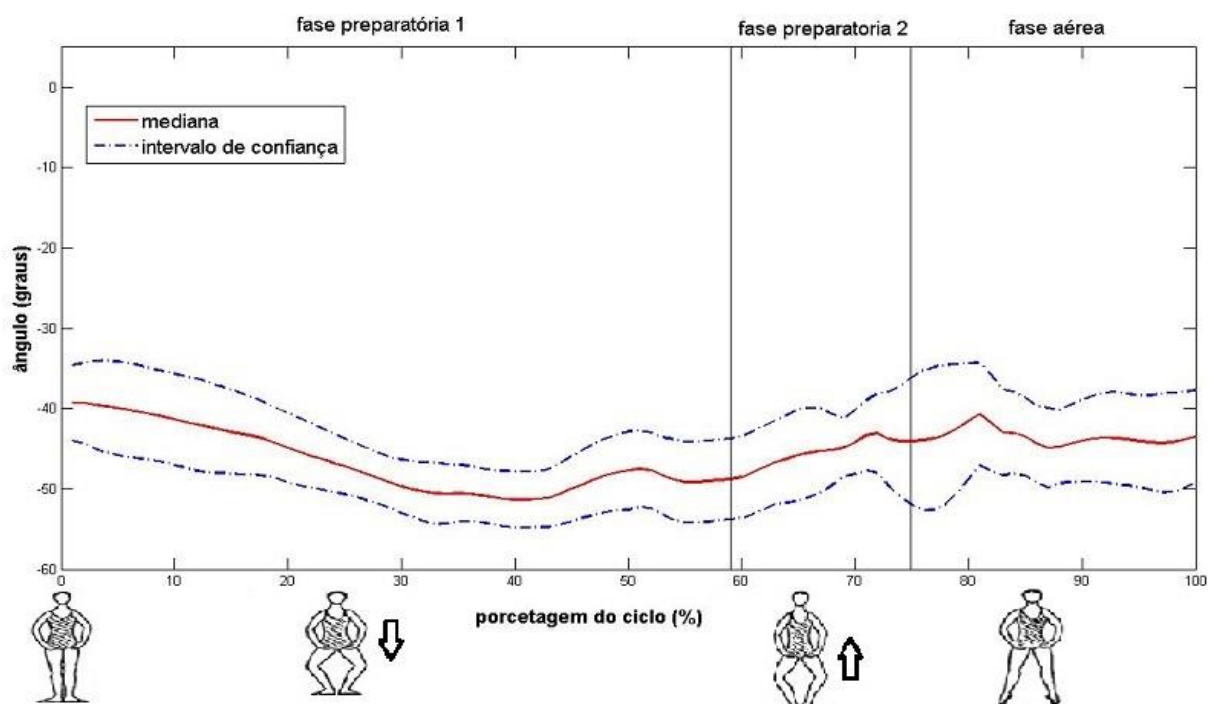


Figura 22. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de rotação interna/externa do quadril do salto *sauté* das melhores tentativas das 10 participantes.

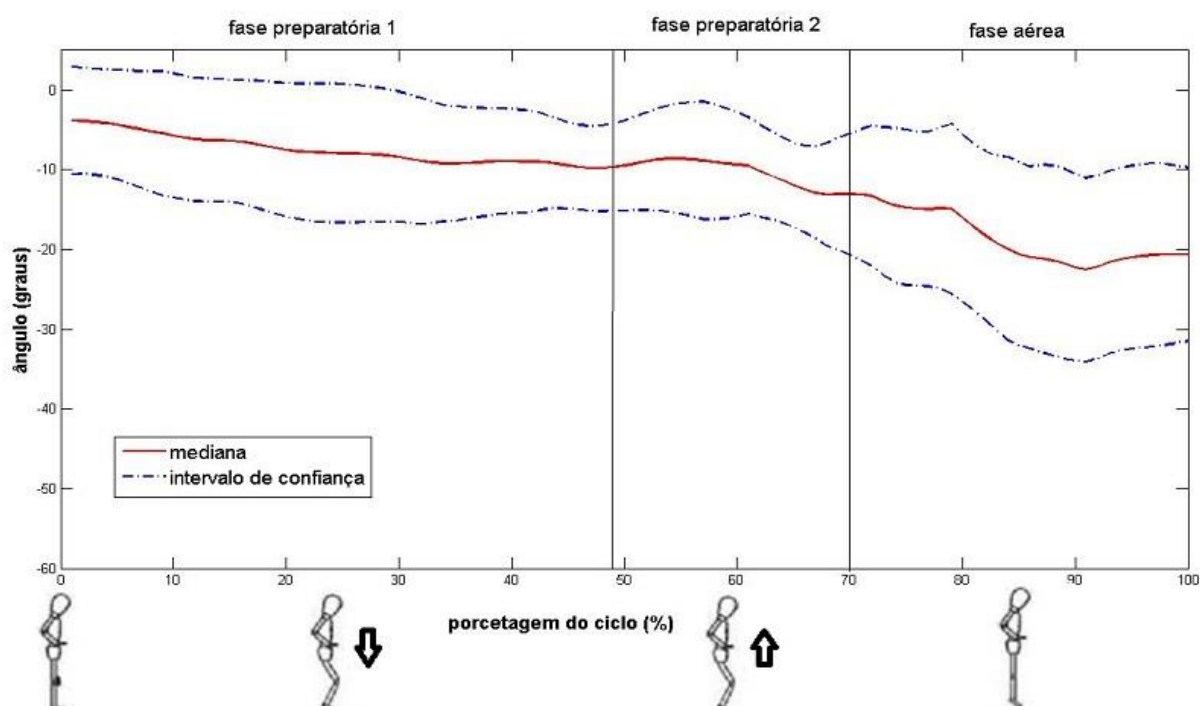


Figura 23. Mediana (vermelho) e intervalo de confiança (azul) dos ângulos de rotação interna/externa do quadril do salto sem rotação das melhores tentativas das 10 participantes.

O padrão de movimento foi diferente para os ângulos de rotação interna e externa nos dois tipos de salto. O salto *sauté* inicia o movimento com um ângulo de rotação externa de quadril de $-39,30^{\circ}$. O valor máximo dessa rotação foi de $-51,32^{\circ}$, atingido aproximadamente durante a primeira parte da fase preparatória, instante em que o quadril está sendo flexionado. No momento da altura máxima do salto, o ângulo de rotação externa do quadril foi de $-43,44^{\circ}$. A amplitude de rotação externa do quadril (amplitude na altura máxima - amplitude inicial) foi de $12,02^{\circ}$.

O salto sem rotação inicia o movimento com um ângulo de rotação externa de quadril de $-3,81^{\circ}$. O valor máximo dessa rotação foi de $-22,52^{\circ}$, valor atingido perto da altura máxima do salto. No momento da altura máxima do salto, o ângulo de rotação externa do quadril foi de $-20,59^{\circ}$. A amplitude de rotação externa do quadril (amplitude na altura máxima - amplitude inicial) foi de $18,71^{\circ}$.

Portanto, o salto *sauté* apresentou valores maiores de rotação externa inicial, máxima e final. O salto sem rotação apresentou um aumento do ângulo e rotação externa ao decorrer do movimento, mesmo sendo um salto que deveria ocorrer sem a rotação externa do quadril. A amplitude de variação angular foi maior no salto sem rotação.

Na figura 24 está representado o gráfico de *boxplot* dos valores máximos dos ângulos de rotação externa do quadril do salto *sauté* e salto sem rotação de cada participante. Como pode ser observado, houve diferenças significativas entre os dois tipos de salto, pois os intervalos de confiança estão sobrepostos. O salto *sauté* apresentou valores maiores de máxima rotação externa do quadril, uma vez que os ângulos de rotação externa apresentam valores negativos.

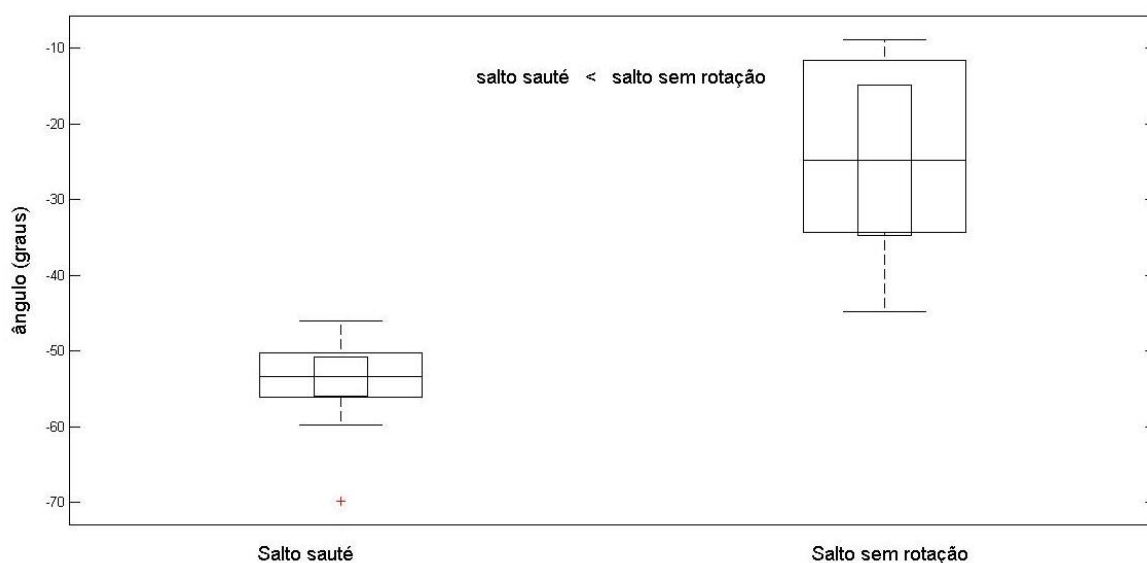


Figura 24. Valores máximos de rotação externa do quadril no salto *sauté* e salto sem rotação. Os valores positivos são referentes à rotação interna e os negativos à rotação externa.

5.6 Análise de regressão linear dos valores máximos atingidos

As análises de regressão linear foram testadas a fim de verificar a relação linear de pares de variáveis, os quais foram definidos de acordo com as instruções para a realização do salto *sauté* na técnica do balé clássico. Foi considerada significativa a relação linear onde o zero não estivesse contido no intervalo de confiança.

A primeira relação linear testada foi a altura do salto em função do ângulo de flexão do quadril, pois as bailarinas são instruídas a fazer uma máxima flexão de quadril para atingir uma maior altura de salto. Portanto, na figura 25 estão representados os gráficos da regressão linear da altura do salto em função do ângulo de flexão do quadril, para os dois tipos de salto. Como pode ser observado, não foi encontrada uma relação linear significativa entre as duas variáveis, pois o intervalo de confiança contém o zero.

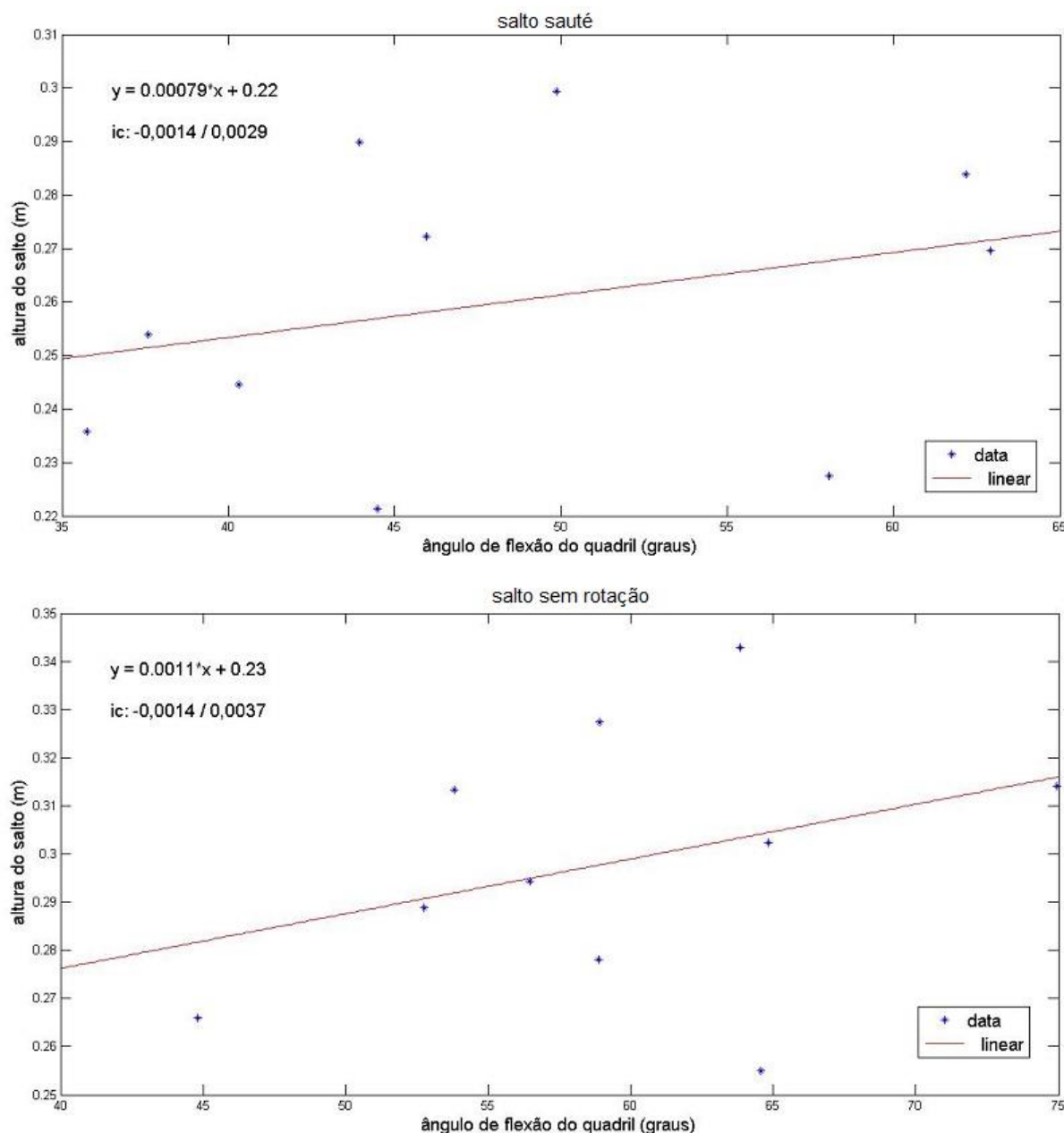


Figura 25. Gráficos de regressão linear para as variáveis do salto *sauté* e salto sem rotação.

A segunda relação linear testada foi a altura do salto em função do ângulo de rotação do quadril, pois uma das hipóteses do trabalho é que a bailarinas devem saltar mais quando em rotação do quadril, devido a especificidade do treinamento da dança. Portanto, na figura 26 estão representados os gráficos da regressão linear da altura do salto em função do ângulo de rotação do quadril, para

os dois tipos de salto. Como pode ser observado, não foi encontrada uma relação linear significativa entre as duas variáveis, pois o intervalo de confiança contém o zero.

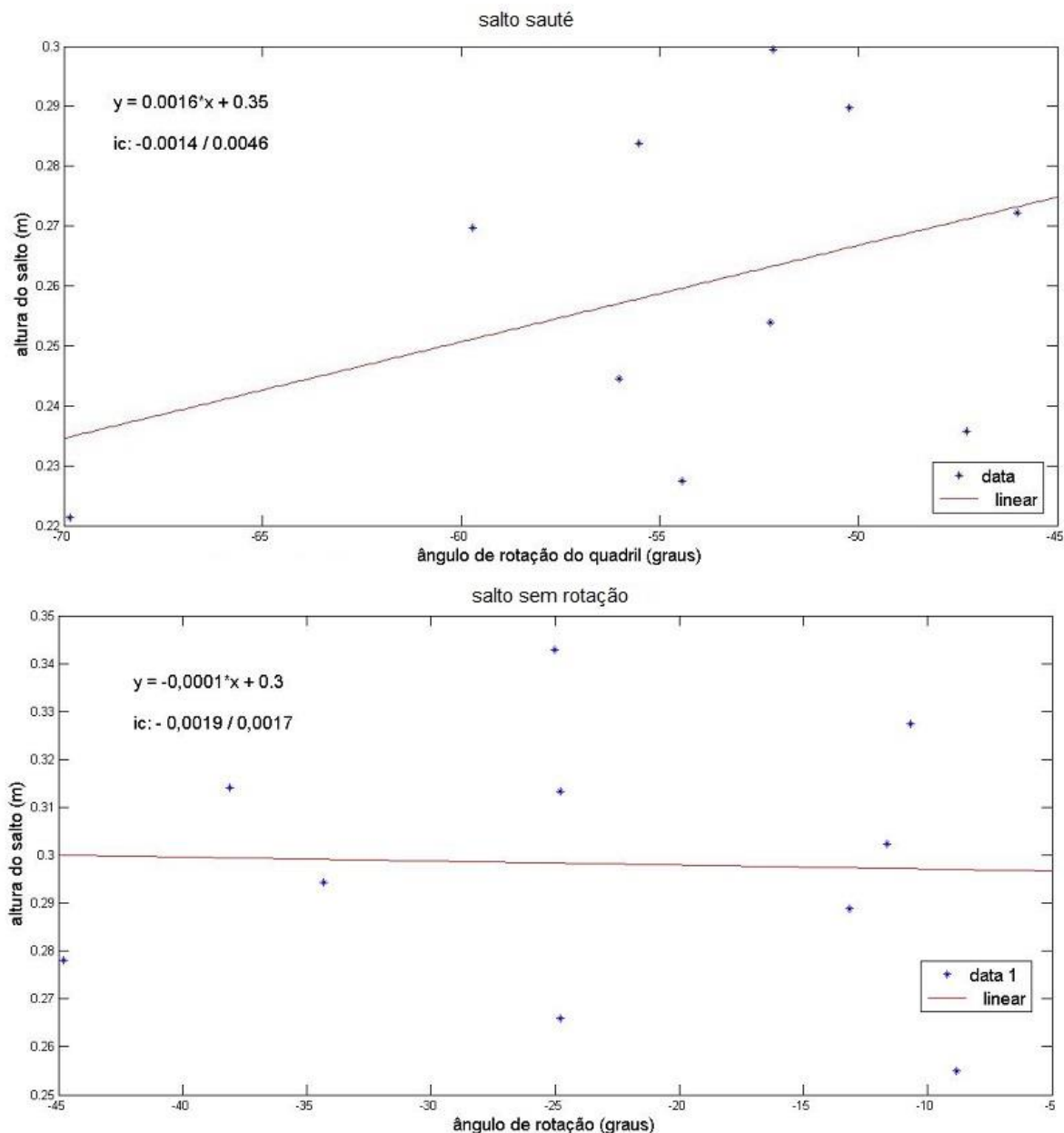


Figura 26. Gráficos de regressão linear para as variáveis do salto *sauté* e salto sem rotação.

A terceira relação linear testada foi o ângulo de flexão do quadril em função do ângulo de rotação do quadril, pois as bailarinas devem realizar uma máxima flexão de quadril para a realização do salto *sauté*, o qual deve ser realizado

em máxima rotação externa de quadril. Portanto, na figura 27 estão representados os gráficos da regressão linear do ângulo de flexão do quadril em função do ângulo de rotação do quadril, para os dois tipos de salto. Como pode ser observado, não foi encontrada uma relação linear significativa entre as duas variáveis, pois o intervalo de confiança contém o zero.

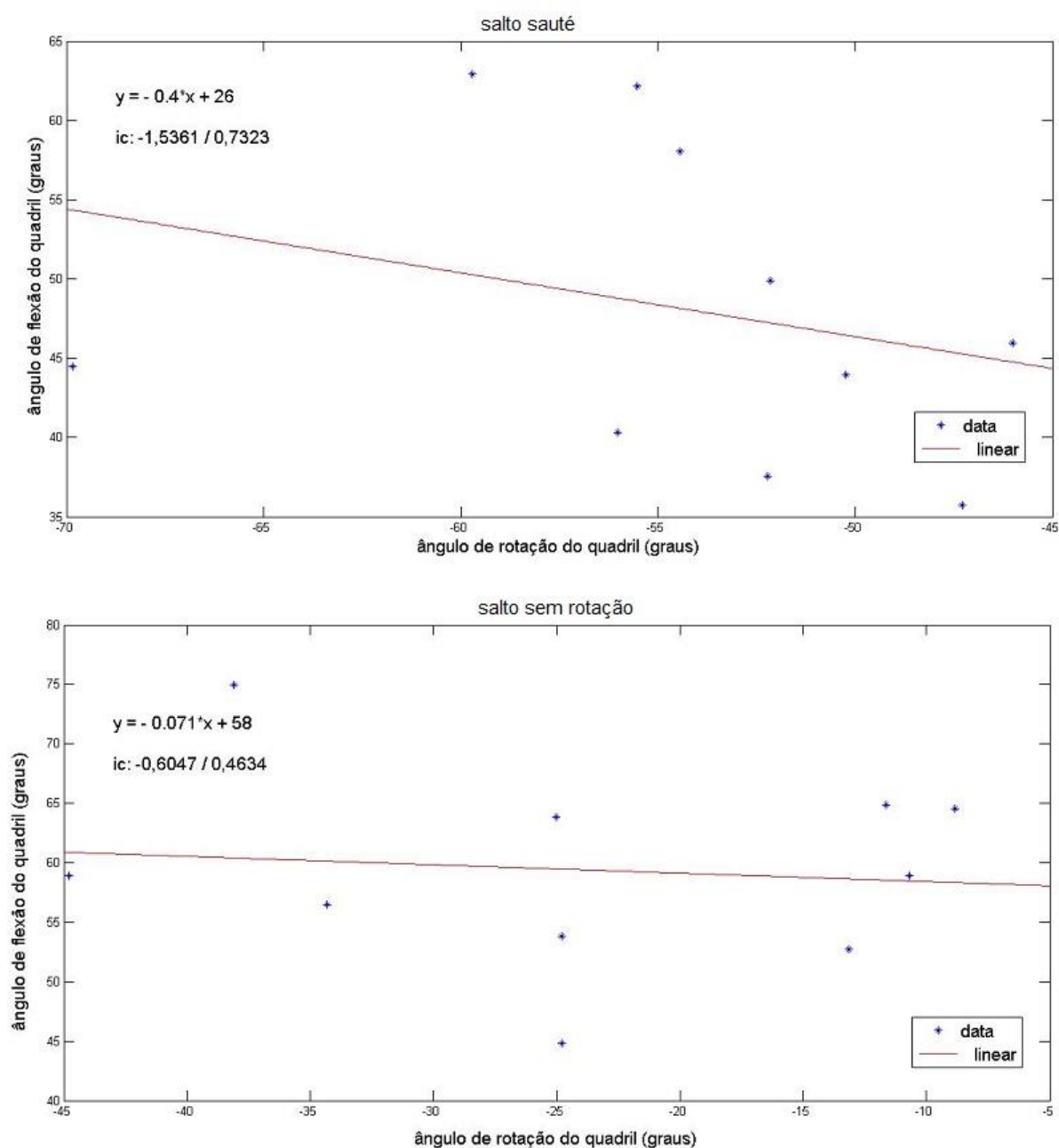


Figura 27. Gráficos de regressão linear para as variáveis do salto *sauté* e salto sem rotação.

A última relação testada foi o ângulo de flexão do tronco em função do ângulo de rotação do quadril, pois para a realização do salto *sauté* a bailarina deve manter o tronco ereto, como o mínimo de movimentação possível. Portanto, na figura 28 estão representados os gráficos da regressão linear do ângulo de flexão do tronco em função do ângulo de rotação do quadril, para os dois tipos de salto. Como pode ser observado, não foi encontrada uma relação linear significativa entre as duas variáveis, pois o intervalo de confiança contém o zero.

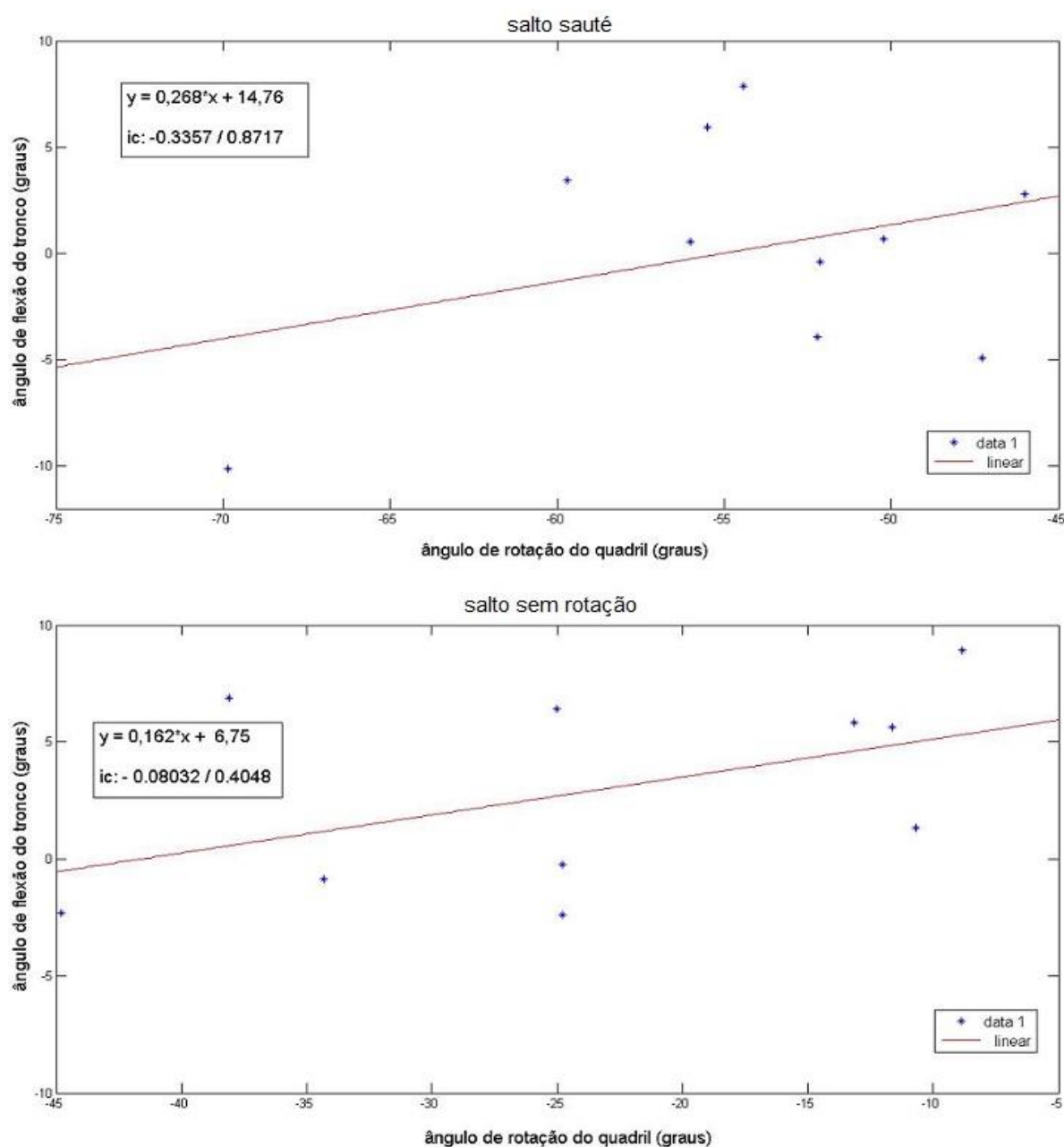


Figura 28. Gráficos de regressão linear para as variáveis do salto *sauté* e salto sem rotação.

A ausência de relação linear nas análises pode ser devido à amostra reduzida desse estudo, o que provocou um intervalo de confiança muito grande, desfavorecendo a identificação das relações entre as variáveis estudadas.

6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi investigar se a rotação externa de quadril utilizada pelas bailarinas, na técnica do balé clássico, influencia no desempenho de saltos verticais. Desse modo, foram analisados o salto *sauté* e o salto sem rotação externa de quadril em dez participantes.

O salto *sauté* apresentou alturas menores em comparação ao salto sem rotação, no entanto não houve diferença significativa. As alturas menores alcançadas no salto *sauté* podem ser explicadas devido ao posicionamento utilizado, a rotação externa do quadril. Esse posicionamento é realizado pela ação dos músculos da região glútea (glúteo máximo, piriforme, gêmeo superior e inferior, obturador interno e externo, e quadrado femoral). O glúteo máximo tem como função motora primária a extensão do quadril, o que contribui na altura dos saltos. No entanto, no salto *sauté* ele está sendo utilizado para a realização da rotação externa do quadril, o que pode atrapalhar a sua função de extensor dessa articulação. Além disso, no posicionamento de rotação externa do quadril, os músculos da região posterior da coxa (semitendíneo, semimembranáceo e cabeça longa do bíceps femoral) e da região lateral (tensor da fáscia lata) terão seu comprimento encurtado, o que também pode desfavorecer a extensão do quadril, uma vez que esses músculos não estarão no comprimento ideal para sua função primária (NEUMANN, 2011; MARQUES, 1997).

A altura máxima do salto *sauté* nesse estudo foi de 25,9 cm esse valor foi menor do que aos valores reportados por Wyon et al. (2010) (30,4cm) e Wyon et al. (2006) (32,2 cm). Para o salto sem rotação, o valor máximo foi de 29,8 cm, que também é menor ao reportado por Brown et al. (2007) que é de 32,5 cm. As alturas menores neste estudo podem ser pelo fato que de as bailarinas eram amadoras, enquanto nos estudos citados foram utilizadas bailarinas profissionais.

O padrão de movimento encontrado nas articulações do joelho e do tornozelo foram muito parecidos nos dois tipos de salto. Os ângulos mensurados nos movimentos de adução/abdução e rotação interna/externa dessas articulações foram consideradas amplitudes normais, quando associadas aos movimentos de flexão e extensão dessas articulações como descrito por Neumann (2011) e Marques (1997).

Além disso, não foram também encontradas diferenças significativas para os valores máximos desses ângulos nos dois tipos de saltos.

O ângulo de flexão do joelho e tornozelo não apresentou diferença significativa para os valores máximo atingidos nos dois tipos de salto. Os valores encontrados neste estudo foram de 65,8° para o ângulo de flexão do joelho e 23,1° para o ângulo flexão do tornozelo. Esses valores foram similares aos reportados em estudos com saltos do balé, como o de Bennel (1999) e Lee et al. (2012) que para ângulo de flexão do tornozelo encontraram valores de 31,9° e 27,5° respectivamente. Já para o ângulo de flexão do joelho, Hackney (2015) em seu estudo encontrou 57,8° de flexão.

Ao verificar a movimentação do tronco, este apresentou uma variação de 13,08° no salto *sauté* e de 10,48° no salto sem rotação, o que mostra que a bailarina realiza pouca movimentação do tronco durante os saltos. Esse comportamento vai de encontro com as instruções que são dadas as bailarinas para a realização dos saltos do balé clássico, ou seja, permanecer com o tronco ereto durante todo o movimento. Dessa forma, é possível que estas características do balé clássico acabaram sendo adotadas na execução do salto sem rotação, uma vez que nesse salto não foi solicitado a não movimentação do tronco.

Em relação ao quadril, no salto *sauté* as participantes apresentaram ângulos de flexão significativamente menores quando comparado ao salto sem rotação. Essa diferença pode ser explicada pelo posicionamento da rotação externa utilizada no salto *sauté*, o que favorece a ação do glúteo máximo (extensão do quadril), e assim, prejudica a flexão de acordo com Neumann (2011). Além disso, a rotação externa ocasiona o movimento de contranutação do sacro, levando à aproximação das tuberosidades isquiáticas e a extensão do quadril. Vale ressaltar, que o valor mensurado neste estudo para o ângulo de flexão do quadril (43,1°) está próximo ao descrito por Lee et al. (2012) em seu estudo (48,5°).

Ao analisar os ângulos de adução/abdução do quadril, estes foram bem diferentes quando comparado um salto ao outro. O salto *sauté* inicia o movimento em adução do quadril para manter os calcanhares próximos, na primeira parte da fase preparatória houve um aumento da abdução, na segunda parte houve uma diminuição do ângulo de abdução e na fase aérea novamente uma adução. Já no

salto sem rotação, às bailarinas iniciam o salto já em abdução, na primeira parte da fase preparatória houve um aumento do ângulo e adução, e na segunda parte até a fase de aérea o quadril volta para a abdução e do quadril.

Essa diferença significativa encontrada nos valores máximos dos ângulos de abdução é devido ao posicionamento em rotação externa, pois este contribui para um maior ângulo de abdução do quadril. Já a abdução do quadril no salto sem rotação pode ser explicada por uma possível diferença de força nos músculos que fazem a abdução do quadril, uma vez que os músculos rotadores externos e abdutores são mais fortes em bailarinas segundo Gupta et al.(2004) e Kushner et al.(1992). O padrão de movimento encontrado no salto sem rotação foi parecido ao reportado de Pollard et al. (2010), o qual demonstrou um aumento do ângulo de adução no momento da flexão joelho, pois este favorece o aumento do valgo no joelho.

No que se diz respeito aos ângulos de rotação interna/externa de quadril, o salto *sauté* apresentou maiores valores de rotação externa de quadril durante todo o movimento, com um aumento desse ângulo no final da primeira parte da fase preparatória e na fase aérea. O salto sem rotação também apresentou valores de rotação externa durante todo o movimento, porém com valores menores que o salto *sauté*. Isso pode ser justificado pelo fato de que as bailarinas sempre realizam os saltos em rotação externa de quadril, e apesar da instrução de não realizar a rotação, as mesmas acabam fazendo esse padrão de movimento. Além de que o uso excessivo dessa rotação nos treinos de balé clássico pode levar a uma resposta adaptativa, fazendo com que este ângulo seja maior em bailarinas do que em não bailarinas (KHAN et al., 1997; GUPTA et al., 2004, COPLAN, 2008; WYON et al., 2010; KUSHNER et al.,1992). Assim, sempre a que bailarina saltar, automaticamente ela irá fazer a rotação externa de quadril, devido à especificidade da técnica.

Outra proposta do estudo foi verificar as relações de uma variável em função da outra através da análise de regressão linear. Assim, as variáveis foram relacionadas de acordo com as instruções que são dadas as bailarinas para a realização do salto *sauté*: máxima flexão das articulações do quadril, joelho e tornozelo, mantendo os calcanhares unidos e pressionando o chão; o tronco deve

com ereto, com um grau mínimo de flexão em relação à pelve; máxima rotação de quadril deve ser mantida ao longo de todo o movimento.

No entanto, não foi encontrada nenhuma relação linear significativa, que pode ser explicado devido à amostra reduzida desse estudo, o que provocou um intervalo de confiança muito grande, desfavorecendo a identificação das relações entre as variáveis estudadas.

Como estudos futuros deve-se frisar um maior número de participantes, recrutando bailarinas com nível técnico profissional, a fim de obter uma amostra mais homogênea. Análises de velocidade angular e torques articulares também se mostram como ferramentas importantes a serem estudadas para avaliar a influência da rotação externa do quadril no desempenho dos dois tipos de salto.

Em resumo, as bailarinas apresentaram maiores alturas no salto sem rotação em comparação ao salto *sauté*, devido ao salto *sauté* utilizar o posicionamento de rotação externa, o que parece influenciar negativamente no desempenho de saltos verticais de bailarinas, uma vez que pode alterar o comportamento muscular durante o salto. No entanto, essa afirmação não pode ser confirmada, uma vez que o estudo não contou com uma análise eletromiográfica dos músculos do membro inferior.

7. CONCLUSÃO

O estudo teve como objetivo investigar se a rotação externa de quadril utilizada pelas bailarinas, na técnica do balé clássico, influencia no desempenho de saltos verticais. Desse modo, os resultados permitem as seguintes conclusões:

- As bailarinas apresentaram alturas maiores no salto sem rotação.
- O ângulo de flexão do tronco apresentou pouca variação nos dois tipos de salto.
- Os ângulos de joelho e tornozelo tiveram amplitudes consideradas normais dentro dos valores de referência e similares em ambos os saltos.
- O salto sem rotação apresentou valores maiores nos ângulo de flexão/extensão
- O salto *sauté* apresentou valores maiores nos ângulos de adução/abdução, no entanto os valores máximos são atingidos em momentos diferentes.
- O salto *sauté* apresentou valores maiores nos ângulos de rotação interna/externa durante todo o movimento.

O trabalho permitiu verificar que a rotação externa pode ter prejudicado o salto *sauté*. No entanto, esta rotação é um posicionamento exigido no balé, não havendo a possibilidade de realizar os saltos de outra maneira. Então, é necessário encontrar formas de treinamento técnico para melhorar o desempenho na execução dos saltos do balé.

Portanto, observa-se que as bailarinas apresentaram melhor desempenho no salto sem rotação, apresentando alturas maiores, mesmo não havendo diferença significativa entre os dois tipos de salto. Foram encontradas diferenças significativas nos valores máximos dos ângulos de flexão e extensão, abdução e abdução e rotação externa de quadril. O salto sem rotação apresentou valores maiores de flexão de quadril, enquanto o salto *sauté* apresentou valores maiores de abdução e rotação externa.

8. REFERÊNCIAS

BOUCIER, P. Historia da Dança no Ocidente. Tradução de Marina Appenzeller, 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. Título Original: Historie de La danse en occident.

DIAS, A. S. A. Descrição Biomecânica dos Saltos Específicos do Ballet Clássico: Determinação da Influência de Movimentos que Antecedem os Saltos com Contra Movimento. 2009.79f. Monografia (Graduação) – Curso de Licenciatura em Desporto e Educação Física, Universidade do Porto, Porto, 2009.

WILMERDING, V.; KRASNOW, D. Turnout for Dancers: Hip Anatomy and Factors Affecting Turnout. International Association for Dance Medicine and Science, 2011.

COPLAN, J. A. Ballet Dancer's Turnout and its Relationship to Self-reported Injury. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, v.32, n.11, p.579-584, 2002.

NEGUS, V.; HOPPER, D.; BRIFFA, N.K. Associations Between Turnout and Lower Extremity Injuries in Classical Ballet Dancers. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, v.35, n.5, p.307-318, 2005.

GUPTA, A.; FERNIHOUGH, B.; BAILEY, G.; BOMBECK, P.; CLARKE, A.; HOPPER, D. An Evaluation off differences in hip external rotation strength and range of motion between female dancers and non-dancers. British Journal of Sports Medicine, v.38, p.778-783, 2004.

STEINBERG, N.; HERSHKOVITZ, I.; PELEG, S.; DAR, G.; MASHARAWI, Y.; HEIM, M.; SIEV-NER, I. Range of Joint Movement in Female Dancers and Nondancers Aged 8 to 16 Years - Anatomical and Clinical Implications. The American Journal of Sports Medicine, v.34, n.5, p.814-822, 2006.

KHAN, K.; ROBERTS, P., NATTRASS C.; BENNELLI K.; MAYES S.; WAY S.; BROWN J.; MCMEEKEN J.; WARK J. Hip and ankle range of motion in elite classical ballet dancers and controls. Clinical Journal of Sport Medicine,v.7, n.3, 1997.

KUSHNER, S.; REID, D.; SABOE, L.; PENROSE, T. Isokinetic torques values of the hip in professional ballet dancers. Clinical Journal of Sport Medicine,v.2, n.2, 1992.

VAGANOVA, A. Basic Principles of Classical Ballet Russian Ballet Technique. New York: Dover Publications, 1969.

PICON, A.P.; DA COSTA, P.H.L.; SOUSA, F; S, I.C.N.; AMADIO, A.C. Biomecânica e “Ballet” Clássico: uma avaliação de grandezas ginâmicas do “*Sauté*” em primeira posição e da posição “En Pointe” em sapatilhas de sonta. Revista Paulista de Educação Física, v.16, n.1, p.53-60, 2002.

KOUTEDAKIS, Y.; JAMURTAS, A. The dancer as a performing athlete: physiological considerations. Sports Medicine, v.34, n.10, p.651-661, 2004.

KRASNOW D.; CHARTFIELD S.J. Development of the “Performance competence evaluation measure” assessing qualitative aspects of dance performance. Journal of Dance Medicine & Science, v.13, n.4, p.101-107, 2009.

WYON, M.A.; NEVILL, A.M.; DEKKER, K.; BROWN, D.D.; CLARKE, F.; PELLY, J.; KOUTEDAKIS, Y. Effect of Leg Length on ROM, VJ and Leg Dexterity in Dance. International Journal of Sports Medicine, v.31, p. 631-635, 2010.

WU, G.; SIEGLER, S.; ALLARD, P.; KIRTLEY, C.; LEARDINI, A; ROSENBAUM, D; WHITTLE, M; D’LIMA, D.D.; CRISTOFOLINI, L.; WITTE, H.; SCHMID, O.; STOKES, I. ISB recommendation on definitions of joint coordinate system of various joints for the reporting of human joint motion - part I: ankle, hip, and spine. Journal of Biomechanics, v.35, p.543-548, 2002.

FIGUEROA, P.J.; LEITE, N.J.; BARROS, R.M.L. A Flexible Software for Tracking of Markers Used in Human Motion Analysis. Computer Methods and Programs in Biomedicine, v.72, p.155-165, 2003.

ABDEL-AZIZ, Y. I.; & KARARA, H. M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close-range photogrammetry. Em: *Proceedings of the Symposium on Close-Range Photogrammetry*, 1-18, 1971.

SILVATTI, Amanda P. Calibração das câmeras para análise subaquáticas de movimentos. 2009. 103f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

MISUTA, Milton S. Rastreamento Automático de Trajetórias de Jogadores de Futebol por Videogrametria: Validação do Método e Análise dos Resultados. 2004. 85f. Tese (Mestrado) – Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MCGILL, R.; TUKEY, J.W.; LARSEN, W.A. Variations of Box Plots. *The American Statistician*, v.32, n.1, 1978.

NEUMANN, D.A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético. Tradução de Renata Scavone de Oliveira et al., 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. Título Original: *Kinesiology of the musculoskeletal system*.

MARQUES, A.P. Manual de goniometria. 1.ed. São Paulo: Editora Manole, 1997.

WYON, M.; ALLEN, N.; ANGIOI, M.; NEVILL, A.; TWITCHETT, E. Anthropometric Factors Affecting Vertical Jump Height in Ballet Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, v.10, n.3 & 4, p.106-110, 2006.

BROWN, A.C.; WELLS, T.J.; SCHADE, M.L.; SMITH, D.L.; FEHLING, P.G. Effects of Plyometric Training Versus Traditional Weight Training on Strength, Power, and Aesthetic Jumping Ability in Female Collegiate Dancers. *Journal of Dance Medicine & Science*, v.11, p.38-44, 2007.

BENNELL, K.; KHAN, K.M.; MATTHEWS, B.; GRUYTER, M.; COOK, E.; HOLZER, K.; WARK, J.D. Hip and ankle range of motion and hip muscle strength in young novice female ballet dancers and controls. *British Journal of Sports Medicine*, v.33, p.340-346, 1999.

LEE, H-H.; LIN, C-W.; WU, H-W.; WU, T-C.; LIN C-F. Changes in biomechanics and muscle activation in injured ballet dancers during a jump-land task with turnout (Sissonne Fermée). *Journal of Sports Sciences*, v.30, n.7, p.679-697, 2012.

HACKNEY, J.; BRUMMEL, S.; NEWMAN, M.; SCOTT, S.; REINAGEL, M.; SMITH, J. Effect of Reduced Stiffness Dance Flooring on Lower Extremity Joint Angular Trajectories During a Ballet Jump. *Journal of Dance Medicine & Science*, v.19, n.3, p.110-117, 2015.

POLLARD, C.; SIGWARD, S.M.; POWERS, C.M. Limited hip and knee flexion during landing is associated with increased frontal plane knee motion and moments. *Clinical Biomechanics*, v.25, p.142-146, 2010.

9. APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (MAIOR DE 18 ANOS)

Título da pesquisa: “Análise Cinemática e Dinâmica do salto *sauté* e contra-movimento em Bailarinas”

Nome do(s) responsável(is): Mariana Diehl, Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

O objetivo deste estudo é a caracterização do salto *sauté* e contramovimento através de torques e ângulos articulares, a fim de entender como a rotação externa de membros inferiores influencia no desempenho dos saltos das bailarinas.

Critérios de inclusão e exclusão:

Para o voluntário participar da pesquisa, ele deverá ser praticante de balé clássico, estar no nível avançado da técnica, ter no mínimo dez anos de experiência na modalidade estudada, e idade mínima de 15 anos e máxima de 30 anos de idade. Não poderá participar voluntários que não obedeçam aos critérios acima, e que tenham qualquer lesão que influencie no desempenho dos saltos.

Procedimentos:

Os procedimentos desta pesquisa serão realizados nas dependências do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB) da Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Para análise cinemática, o voluntário deverá vestir uma bermuda e top de cor escura ou fosca, pois é necessário que a vestimenta utilizada permita que segmentos corporais apresentem-se expostos. Serão colocados 30 marcadores esféricos retro-refletivos no corpo do voluntário, com fita antialérgica, em pontos anatômicos do tronco e membros inferiores do sujeito, na

posição em pé. Tanto a vestimenta necessária para o procedimento, quanto à filmagem, não causarão constrangimento ao voluntário. As imagens serão confidenciais e manuseadas apenas pelos pesquisadores envolvidos no projeto.

Para a coleta dos dados, serão filmadas, com seis câmeras, três tentativas do salto contramovimento e do *sauté*, que deverão ser realizados sobre uma plataforma de força. Cada salto terá dois minutos de intervalo entre cada tentativa, para evitar o efeito da fadiga. Este procedimento terá duração de aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

Desconfortos e riscos / Benefícios:

Os procedimentos realizados neste estudo apresentarão caráter não invasivo, não farão uso de qualquer substância ou medicamento, não afetando a integridade física, mental e/ou psicossocial dos indivíduos estudados. No entanto, no decorrer do teste estarão envolvidos riscos em potencial como: quedas, torções de articulações de membros inferiores e dores musculares devido aos exercícios repetitivos, riscos esses que são comuns à prática do balé clássico. No caso de algum acidente, será acionado o serviço do SAMU, e o voluntário será encaminhado a um hospital próximo ao local da coleta dos dados.

Os dados da coleta serão exclusivamente utilizados para análise e tratamento dos dados, pela própria pesquisadora com finalidade científica, sendo posteriormente eliminadas. Portanto, o benefício esperado será o retorno sobre a caracterização dos saltos do voluntário.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo seu nome não será citado.

Ressarcimento:

Não haverá ressarcimento de despesas.

Direito do Participante:

É direito do participante de se retirar da pesquisa a qualquer momento, não ocorrendo nenhum tipo de penalização ou prejuízo ao participante.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Mariana Diehl, Faculdade de Educação Física (FEF/UNICAMP), Laboratório de

Instrumentação para Biomecânica (LIB), Av. Érico Veríssimo, 701, Cidade Universitária Zeferino Vaz, telefone (19) 98194-8599, e-mail: diehl.mariana@gmail.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP: Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936; fax (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter sido esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do (a) participante: _____

Data: ____/____/____

(Assinatura do participante)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)

10. APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (MENOR DE 18 ANOS)

Título da pesquisa: “Análise Cinemática e Dinâmica do salto *sauté* e contra-movimento em Bailarinas”

Nome do(s) responsável(is): Mariana Diehl, Prof. Dr. Sergio Augusto Cunha

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

O objetivo deste estudo é a caracterização do salto *sauté* e contramovimento através de torques e ângulos articulares, a fim de entender como a rotação externa de membros inferiores influencia no desempenho dos saltos das bailarinas.

CrITÉRIOS de inclusão e exclusão:

Para o voluntário participar da pesquisa, ele deverá ser praticante de balé clássico, estar no nível avançado da técnica, ter no mínimo dez anos de experiência na modalidade estudada, e idade mínima e 15 anos e máxima de 30 anos de idade. Não poderá participar voluntários que não obedeçam aos critérios acima, e que tenham qualquer lesão que influencie no desempenho dos saltos.

Procedimentos:

Os procedimentos desta pesquisa serão realizados nas dependências do Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB) da Faculdade de Educação Física da UNICAMP. Para análise cinemática, o voluntário deverá vestir uma bermuda e top de cor escura ou fosca, pois é necessário que a vestimenta utilizada permita que segmentos corporais apresentem-se expostos. Serão colocados 30 marcadores esféricos retro-refletivos no corpo do voluntário, com fita antialérgica, em pontos anatômicos do tronco e membros inferiores do sujeito, na

posição em pé. Tanto a vestimenta necessária para o procedimento, quanto à filmagem, não causarão constrangimento ao voluntário. As imagens serão confidenciais e manuseadas apenas pelos pesquisadores envolvidos no projeto.

Para a coleta dos dados, serão filmadas, com seis câmeras, três tentativas do salto contramovimento e do *sauté*, que deverão ser realizados sobre uma plataforma de força. Cada salto terá dois minutos de intervalo entre cada tentativa, para evitar o efeito da fadiga. Este procedimento terá duração de aproximadamente 1 hora e 30 minutos.

Desconfortos e riscos / Benefícios:

Os procedimentos realizados neste estudo apresentarão caráter não invasivo, não farão uso de qualquer substância ou medicamento, não afetando a integridade física, mental e/ou psicossocial dos indivíduos estudados. No entanto, no decorrer do teste estarão envolvidos riscos em potencial como: quedas, torções de articulações de membros inferiores e dores musculares devido aos exercícios repetitivos, riscos esses que são comuns à prática do balé clássico. No caso de algum acidente, será acionado o serviço do SAMU, e o voluntário será encaminhado a um hospital próximo ao local da coleta dos dados.

Os dados da coleta serão exclusivamente utilizados para análise e tratamento dos dados, pela própria pesquisadora com finalidade científica, sendo posteriormente eliminadas. Portanto, o benefício esperado será o retorno sobre a caracterização dos saltos do voluntário.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade será mantida em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo seu nome não será citado.

Ressarcimento:

Não haverá ressarcimento de despesas.

Direito do Participante:

É direito do participante de se retirar da pesquisa a qualquer momento, não ocorrendo nenhum tipo de penalização ou prejuízo ao participante.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com a pesquisadora Mariana Diehl, Faculdade de Educação Física (FEF/UNICAMP), Laboratório de Instrumentação para Biomecânica (LIB), Av. Érico Veríssimo, 701, Cidade Universitária

Zeferino Vaz, telefone (19) 98194-8599, e-mail: diehl.mariana@gmail.com. Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP: Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936; fax (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Consentimento livre e esclarecido:

Autorizo voluntariamente a participação do menor _____, idade _____, sabendo que as imagens obtidas pela filmagem e os dados coletados estarão sob o resguardo científico e do sigilo profissional, e contribuirão para o alcance dos objetivos deste trabalho.

Após ter sido esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do (a) responsável: _____

_____, Data: ____/____/_____
(Assinatura do responsável)

Nome do (a) participante menor de idade: _____

_____, Data: ____/____/_____
(Assinatura do (a) participante menor de idade)

Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Data: ____/____/____.

(Assinatura do pesquisador)

11. APÊNDICE C

LISTA DE MARCADORES

1. Acrômio direito
2. Acrômio esquerdo
3. Incisura Jugular do Externo
4. Primeira vértebra torácica
5. Espinha ilíaca ântero-superior direita
6. Espinha ilíaca ântero-superior esquerda
7. Espinha ilíaca pósterio-superior direita
8. Espinha ilíaca pósterio-superior esquerda
9. Trôcanter maior do fêmur direito
10. Trôcanter maior do fêmur esquerdo
11. Coxa direita
12. Coxa esquerda
13. Epicôndilo lateral do fêmur direito
14. Epicôndilo medial do fêmur direito
15. Epicôndilo lateral do fêmur esquerdo
16. Epicôndilo medial do fêmur esquerdo
17. Tuberosidade tibial direita
18. Tuberosidade tibial esquerda
19. Maléolo lateral direito
20. Maléolo medial direito
21. Maléolo lateral esquerdo
22. Maléolo medial esquerdo
23. Calcâneo direito
24. Calcâneo esquerdo
25. Cabeça do primeiro metatarso direito
26. Cabeça do segundo metatarso direito
27. Cabeça do quinto metatarso direito
28. Cabeça do primeiro metatarso esquerdo
29. Cabeça do segundo metatarso direito
30. Cabeça do quinto metatarso esquerdo

12. ANEXO A



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise Cinemática e Dinâmica do salto sauté e contra-movimento em Bailarinas

Pesquisador: Mariana Diehl

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 39421014.3.0000.5404

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.036.929

Data da Relatoria: 14/04/2015

Apresentação do Projeto:

A performance na dança clássica pode ser representada tanto de forma qualitativa, quanto de forma quantitativa. No que se diz respeito ao desempenho quantitativo, fatores físicos são determinantes para um bom desempenho dos bailarinos. No entanto, bailarinos apresentam déficit de força quando comparado a atletas. Desse modo, a aplicação de treinamentos de força complementares e pliométricos vêm sendo testada para o desenvolvimento de potência muscular nesses indivíduos. Porém, esses treinamentos podem não evidenciar melhoras nos saltos específicos do balé clássico. Nesse sentido, o objetivo deste estudo é a caracterização do salto sauté e contramovimento através de torques e ângulos articulares, a fim de entender como a rotação externa de membros inferiores influencia no desempenho dos saltos das bailarinas. Para a realização desse trabalho serão recrutadas 12 bailarinas de Balé Clássico, com nível profissional na técnica do balé clássico, das quais serão coletados dados dinâmicos e cinemáticos do salto sauté e contramovimento. Para obtenção dos dados dinâmicos dos saltos será utilizada uma plataforma de força com frequência de aquisição de 500 Hz. Para a obtenção dos dados cinemáticos dos saltos, serão colocados marcadores passivos em referências anatômicas de cada voluntária. Será realizada uma análise cinemática tridimensional dos movimentos utilizando câmeras digitais, com frequência de aquisição de 100 Hz, posicionadas de modo a

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNICAMP - CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.036.929

focalizarem os marcadores colocados nas voluntárias. Dessa forma, a reconstrução tridimensional dos pontos medidos e sua medição, através do sistema de vídeo, poderão ser realizadas posteriormente. As análises dos dados coletados serão realizadas através dos softwares Matlab® e Visual 3d.

Metodologia Proposta: Para a realização deste estudo, serão recrutadas 12 bailarinas de Balé Clássico, com nível avançado na técnica do balé clássico. As bailarinas

serão recrutadas na academia "Corpo Livre" - Valinho - Sp e no "Clube de Campo de Piracicaba" - Piracicaba - Sp. A caracterização e verificação de homogeneidade dos sujeitos serão realizadas através da medição de altura e massa corporal. As bailarinas realizarão 3 tentativas dos saltos sauté no posicionamento de rotação externa de membros inferiores e no posicionamento anatômico dos membros inferiores, com intervalo de dois minutos entre cada tentativa. O sauté se inicia a partir de uma posição de rotação externa das articulações coxofemorais, com os calcanhares unidos (em primeira posição dos pés). Segue-se então uma flexão dos quadris, joelhos e tornozelos, como uma preparação para a posterior fase aérea, que ocorre a partir da extensão dos mesmos. Na aterrissagem, o bailarino retoma o contato com o solo sobre duplo apoio em flexão de quadris, joelhos e tornozelos. Após, as bailarinas realizarão 3 tentativas dos saltos contramovimento. O salto contramovimento inicia-se a partir de uma posição com o tronco ereto e os joelhos em extensão de 180°. Esse salto é realizado com a técnica de contramovimento sem a contribuição dos membros superiores (as mãos devem ficar fixas próximas ao quadril). Segue-se, então, uma flexão do joelho de aproximadamente 90° e, em seguida, uma extensão do joelho. A análise cinemática é baseada na reconstrução tridimensional da posição de marcadores localizados sobre o corpo dos sujeitos, após uma filmagem. Para o procedimento serão

utilizadas seis câmeras de vídeos digitais (marca BASLER), dispostas ao redor do sujeito analisado, sendo uma anterior e uma posterior, duas diagonais ao lado direito e duas diagonais ao lado esquerdo de forma que toda a área de coleta seja abrangida e que todos os marcadores possam ser visualizados. Serão utilizados 30 marcadores esféricos retro-refletivos de 15 mm de diâmetro afixados, com fita antialérgica, em pontos anatômicos do tronco e membros do sujeito na posição em pé, de acordo com o modelo de representação escolhido. As coordenadas espaciais dos marcadores serão obtidas por análise tridimensional do movimento e será realizada através da

videogrametria, sendo utilizado o sistema Dvideo (Figuroa, Leite e Barros, 2006a; Figuroa, Leite e Barros, 2006b; Misuta, 2009) para captura das imagens. As imagens capturadas serão armazenadas para posterior processamento. O registro das imagens será feito em um espaço previamente calibrado em relação a um sistema de coordenadas predefinido. As medições das

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNICAMP - CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.036.929

projeções dos marcadores nas sequências de imagens serão feitas simultaneamente para os 30 marcadores de maneira automática, usando um algoritmo de processamento de imagens baseado em morfologia matemática, e então reconstruídas as coordenadas tridimensionais dos marcadores. Para calibração das câmeras será utilizado um procedimento não linear, o qual baseia-se no procedimento DLT (Abdel-Aziz e Karara, 1971) para construir uma nova calibração com correção da distorção óptica provenientes da utilização das câmeras Basler, como descrito por Silvatti (2009). Como objeto de calibração será utilizado um sistema fixo, composto por fios de prumo com 27 marcadores retroreflexivos cada, totalizando 162 marcadores, em que são conhecidas as coordenadas X, Y e Z de cada ponto. O modelo de orientação e representação do corpo utilizado adaptado do modelo proposto pelo software Visual 3d e consiste em 30 marcadores retrorefletivos afixados diretamente na pele dos sujeitos, sobre as referências anatômicas e técnicas previamente definidas. Com esta metodologia será possível obter as variáveis lineares e angulares do corpo da bailarina durante a realização dos saltos. Para obtenção dos dados dinâmicos dos saltos será utilizada uma plataforma de força com frequência de aquisição de 500 Hz.

Critério de Inclusão: Os critérios para a inclusão do voluntário na pesquisa são: praticante de balé clássico, estar no nível avançado da técnica, ter no mínimo dez anos de experiência na modalidade estudada, idade mínima de 15 anos e máxima de 30 anos de idade.

Critério de Exclusão: Os critérios para a exclusão do voluntário na pesquisa são: qualquer lesão que influencie no desempenho dos saltos e não ser praticante de balé clássico.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste estudo é a caracterização do salto sauté e contramovimento através de torques e ângulos articulares, a fim de entender como a rotação externa de membros inferiores influencia no desempenho dos saltos das bailarinas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Exercícios de saltos são muito utilizados na prática do balé clássico, portanto a caracterização desse movimento será importante para a bailarina entender o que acontece com os ângulos e torques articulares durante esse salto, específico da técnica do balé clássico. Os procedimentos realizados neste estudo apresentarão caráter não invasivo, não farão uso de qualquer substância ou medicamento, não afetando a integridade física, mental e/ou psicossocial.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNICAMP - CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.036.929

dos indivíduos estudados. No entanto, no decorrer do teste estarão envolvidos riscos em potencial como: quedas, torções de articulações de membros inferiores e dores musculares devido aos exercícios repetitivos, riscos esses que são comuns à prática do balé clássico. No caso de algum acidente, será acionado o serviço do SAMU, e o voluntário será encaminhado a um hospital próximo ao local da coleta dos dados.

Benefícios: O benefício esperado será o retorno sobre a caracterização dos saltos do voluntário.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de uma pesquisa de mestrado que envolve grupo vulnerável (menores de 18 anos) e com o patrocínio da CAPES/CNPQ. O cronograma do projeto da PB está satisfatório.

No Projeto detalhado não consta a data da coleta de dados (a pesquisadora informa no projeto detalhado que a coleta de dados será após a aprovação do projeto pelo CEP).

A pesquisadora atendeu várias pendências anteriores.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A pesquisadora apresenta folha de rosto assinada pela mesma e pelo Diretor da FEF/UNICAMP, Projeto da PB, Projeto detalhado, Cartas de autorização da Academia Corpo Livre e do Clube de Campo de Piracicaba assinadas, com o nome do responsável e endereço das academias e apresenta também um TCLE para menores de 18 anos e um TCLE sem especificação de faixa etária c/ 03 páginas cada.

Recomendações:

Deve ser garantido ao participante de pesquisa o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária sua presença fora da rotina. Assim sendo, solicita-se que a garantia de ressarcimento dos gastos decorrentes da participação no estudo seja apresentada de modo claro e afirmativo no TCLE.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

No parecer anterior 999.685 de 26/03/2015 foram apresentadas duas pendências em relação ao TCLE:

- 1) Especificar no outro TCLE que é para maiores de 18 anos.
- 2) No TCLE para menores de idade deverá constar o espaço para a assinatura do participante menor, conforme Res. 466/2012.

Ambas foram atendidas.

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA DA UNICAMP -
CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.036.929

Na divulgação dos resultados desse estudo seu nome não será citado.

Aprovado com recomendação de que deve ser garantido ao participante de pesquisa o ressarcimento de despesas decorrentes da participação no estudo, tais como transporte e alimentação nos dias em que for necessária sua presença fora da rotina. Assim sendo, solicita-se que a garantia de ressarcimento dos gastos decorrentes da participação no estudo seja apresentada de modo claro e afirmativo no TCLE.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

- O sujeito de pesquisa deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado.

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado. Se o pesquisador considerar a descontinuação do estudo, esta deve ser justificada e somente ser realizada após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou. O pesquisador deve aguardar o parecer do CEP quanto à descontinuação, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de uma estratégia diagnóstica ou terapêutica oferecida a um dos grupos da pesquisa, isto é, somente em caso de necessidade de ação imediata com intuito de proteger os participantes.

- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNICAMP - CAMPUS CAMPINAS



Continuação do Parecer: 1.036.929

adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial.
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente seis meses após a data deste parecer de aprovação e ao término do estudo.

CAMPINAS, 27 de Abril de 2015

Assinado por:

Renata Maria dos Santos Celeghini
(Coordenador)

Endereço: Rua Tessália Vieira de Camargo, 126

Bairro: Barão Geraldo

CEP: 13.083-887

UF: SP

Município: CAMPINAS

Telefone: (19)3521-8936

Fax: (19)3521-7187

E-mail: cep@fcm.unicamp.br