

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

DANILO APARECIDO MORALES

**ANÁLISE CINEMÁTICA DO
SALTO *JETÉ***

Campinas
2011

DANILO APARECIDO MORALES

**ANÁLISE CINEMÁTICA DO
SALTO *JETÉ***

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

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Augusto Cunha
Co-Orientador: Prof. Ms. Felipe Arruda Moura

Campinas
2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA "PROFESSOR ASDRÚBAL FERREIRA BATISTA"
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA - UNICAMP

M792a Morales, Danilo Aparecido, 1984-
Análise cinemática do salto Jeté / Danilo Aparecido Morales. -
Campinas, SP: [s.n], 2011.

Orientador: Sergio Augusto Cunha
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Faculdade de
Educação Física, Universidade Estadual de Campinas.

1. Ginástica rítmica. 2. Biomecânica. 3. Cinemática. I. Cunha,
Sergio Augusto. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade
de Educação Física. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Kinematic analysis of Jeté leap.

Palavras-chaves em inglês:

Rhythmic gymnastics

Biomechanics

Kinematic

Titulação: Bacharelado em Educação Física

Banca examinadora:

Sergio Augusto Cunha [orientador]

Juliana Exel Santana

Data da defesa: 22-06-2011

DANILO APARECIDO MORALES

ANÁLISE CINEMÁTICA DO SALTO *JETÉ*

Este exemplar corresponde à redação final do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) defendida por Danilo Aparecido Morales e aprovada pela Comissão julgadora em: ____/____/____.

Prof. Dr. Sérgio Augusto Cunha
Orientador

Prof. Ms. Felipe Arruda Moura
Co-Orientador

Campinas
2011

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus Pais (meus exemplos, minha base), meu irmão e minha companheira por todo amor, apoio e dedicação.

Agradecimentos

Agradeço ao meu orientador Sérgio Augusto Cunha, que me abriu portas e possibilitou novas experiências acadêmicas.

Agradeço a Felipe Arruda Moura, por toda ajuda, orientação (inclusive virtual) e contribuições ao meu estudo e meu aprendizado.

Agradeço a Juliana Exel Santana, pelas contribuições nesta pesquisa e por ter aceitado o convite para participar da banca deste trabalho.

Agradeço Marcio e Jerusa, colegas de laboratório por aulas e ajudas que também vieram a contribuir com minha pesquisa.

Agradeço Jana, Márcio, Tabata, e Ju pelo auxílio durante a coleta.

Agradeço novamente Janaína, Professora Afonsa pela disponibilidade quando a solicitei, mesmo dizendo que “não sabia”, sabendo tanto que me ajudou muito.

Agradeço à todos os professores que contribuíram em minha formação.

Agradeço à Professora e Amiga Silvana Venâncio pelo acolhimento, pelos ensinamentos, pelas horas de conversa, mas resumindo, pela amizade.

Agradeço toda equipe técnica da Ginástica Rítmica do Regatas: Thaís B., Raquel, Renata, Thaís, Fernanda e Ana Verônica pela oportunidade, confiança e ensinamentos.

Agradeço à Laís, atleta e amiga, por sua contribuição em meu crescimento profissional e acadêmico.

Agradeço a todas atletas de Ginástica Rítmica com quem trabalho, aprendo, me divirto e por quem tenho muita admiração.

Agradeço à paciência e contribuição da amiga, companheira e meu amor Lívia.

Agradeço ao GGU, Grupo Ginástico Unicamp, e seus coordenadores que durante o tempo de graduação me ensinaram e me possibilitaram experiências e amigos.

Agradeço a todos os meus amigos/irmãos, aos meus amigos e aos meus colegas.

Agradeço à minha família.

Agradeço a Deus, por tudo.

MORALES, Danilo Aparecido. *Análise Cinemática do Salto Jeté*. 2011. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

RESUMO

A Ginástica Rítmica (GR) tem se mostrado em crescente evolução e desenvolvimento no campo de ação do esporte nacional, principalmente no viés do treinamento e da avaliação das aptidões físicas das ginastas. Sendo assim o alto rendimento desta modalidade deve estar intimamente vinculado às ciências do treinamento, na qual encontrará suporte para o desenvolvimento de metodologias de trabalho e a sistematização de sua principal meta, o elevado desempenho esportivo. Dessa forma, a Biomecânica oferece ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar nas respostas almejadas para o desenvolvimento do gesto técnico das diferentes modalidades esportivas, inclusive na GR. Sendo assim, pretende-se com este trabalho analisar biomecanicamente o salto *Jeté*, um dos primeiros saltos a serem aprendidos pelas ginastas. Para análise deste movimento, foi aplicado o método de Cinemetria, que estuda posição e orientação dos segmentos corporais, com o objetivo de analisar variáveis cinemáticas referentes aos membros inferiores durante a execução deste salto, sendo possível observar também a relação entre elas. Para a realização desse estudo foram utilizadas 4 câmeras fotográficas digitais filmando a 300hz. Os procedimentos de medição das coordenadas de tela e reconstrução tridimensional dos saltos, a partir dos marcadores fixados em acidentes anatômicos no quadril e nos membros inferiores, foram realizados no *software* Dvideo e para as etapas seguintes de tratamento dos dados e cálculo das variáveis (altura, ângulo e defasagem temporal), utilizou-se o programa Matlab. Foram analisados 4 saltos realizados no ginásio multidisciplinar da Faculdade de Educação Física da Unicamp por uma atleta da categoria adulto. Foi encontrado em 50% dos saltos o momento ângulo máximo (afastamento ântero-posterior dos segmentos inferiores) antecedendo o momento altura máxima (ponto médio entre as cristas ilíacas, usado como referencia para aquisição desta variável) e nos outros 50% a situação contrária. Além disso, a partir da variável altura foi possível observar seu comportamento durante a fase de vôo do salto e verificar que no gráfico relativo a esta variável há um platô próximo ao momento altura máxima. Além das variáveis encontradas, considera-se o método empregado neste estudo satisfatório, com projeção de alterações para melhoria dos resultados a serem estudados. Concluiu-se que os resultados obtidos com a aplicação deste método foram satisfatórios e acrescenta-se que para uma análise pormenorizada do salto, seja interessante a inserção de algumas modificações quanto ao protocolo de marcadores e quantidade de saltos realizados, além da quantidade de participantes. Espera-se contribuir cientificamente com a modalidade Ginástica Rítmica, principalmente quanto ao gesto técnico, como em detalhes importantes durante o processo de ensino e correção dos movimentos. Além disso, pretende-se colaborar com o desenvolvimento de métodos de avaliação aplicáveis à GR e fomentar novos estudos sobre o assunto.

Palavras-Chaves: Ginástica Rítmica; Biomecânica; Cinemetria.

MORALES, Danilo Aparecido. Kinematics Analysis of *Jeté* Leap. 2011. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

ABSTRACT

The Rhythmic Gymnastics (RG) has shown increasing evolution and development in the field of the national sport, especially in the bias of the training and evaluation of physical skills of gymnasts. Thus the high performance of this type should be closely linked to science training, which find support for the development of working methods and systematize their main goal, the high performance sports. Thus, the biomechanics offers tools that can be used to assist in the answers sought for the development of technical gesture of different sports, including GR. Therefore, the aim of this work was to analyze biomechanically Jete the jump, a jump of the first to be learned by the gymnasts. For analysis of this movement, we applied the method kinemetry, studying the position and orientation of body segments, with the aim of analyzing kinematic variables related to the lower limbs during the execution of this jump is also possible to observe the relationship between them. To perform this study we used four digital cameras shooting at 300Hz. The procedures for measuring the coordinates of the screen and three-dimensional reconstruction of heels, from the anatomical markers set in accidents in the hip and lower limbs were performed in software and debts for the next steps of data treatment and calculation of the variables (height, angle and lag), we used the program Matlab. We analyzed four jumps performed in the gym multidisciplinary Faculty of Physical Education at Unicamp by an athlete from the adult category. Was found in 50% of the time jumps maximum angle (anteroposterior distance of the segments below) height preceding the time (the midpoint between the iliac crest, used as reference for the acquisition of this variable) and the other 50% the opposite situation. Moreover, from the variable when it was possible to observe their behavior during the flight phase of the jump and check that the chart on this variable there is a plateau near the maximum height now. In addition to the variables found, it is the method employed in this study satisfactory, with projected changes to improve the results to be studied. It was concluded that the results obtained with this method were satisfactory and that adds up to a detailed analysis of the jump is the inclusion of some interesting modifications to the protocol of markers and number of jumps performed, and the number of participants. Expected to contribute to the scientific method Rhythmic Gymnastics, particularly regarding the technical gesture, as in important details during the process of teaching and correction of movements. In addition, we intend to collaborate in the development of evaluation methods applicable to the GR and encourage further studies on the subject.

Keywords: Rhythmic Gymnastics; Biomechanics; Kinemetry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Conjunto Espanhol 3 maçãs e 2 arcos	29
Figura 2 -	Organização das câmeras e ambiente de coleta	42
Figura 3 -	Procedimento de <i>tracking</i> dos marcadores no <i>software</i> Dvideo	44
Figura 4 -	Procedimento de calibração – haste filmada para a calibração da área de coleta	45
Figura 5 -	Volume referente a área de coleta após procedimento de calibração	46
Figura 6 -	Reconstrução tridimensional de um dos salto analisados	47
Figura 7 -	Gráfico referente ao procedimento de suavização	48
Figura 8 -	Altura Máxima: Saltos 1, 2, 3 e 4	52
Figura 9 -	Ângulo Máximo: Saltos 1, 2, 3 e 4	53
Figura 10 -	Salto 1: Altura atingida pelo ponto médio e o ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente	54
Figura 11 -	Salto 2: Altura atingida pelo ponto médio e o ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente	55
Figura 12 -	Salto 3: Altura atingida pelo ponto médio e o ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente	56
Figura 13 -	Salto 4: Altura atingida pelo ponto médio e o ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Variáveis e Resultados	51
-------------------	------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
FEF	Faculdade de Educação Física
GGU	Grupo Ginástico Unicamp
GGFEF	Grupo Ginástico da Faculdade de Educação Física
GR	Ginástica Rítmica
GRD	Ginástica Rítmica Desportiva
COI	Comitê Olímpico Internacional
FIG	Federação Internacional de Ginástica
COB	Comitê Olímpico Brasileiro
RSG	Rhythmic Sport Gymnastic
AVI	Audio Video Interleave
MOV	Movie
DLT	Direct Linear Transformation

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	23
2	OBJETIVO	25
2.1	Geral	25
2.2	Específicos	25
3	JUSTIFICATIVA	27
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
4.1	Ginástica Rítmica	29
4.1.2	Especificidades: Aparelhos, elementos e arbitragem	32
4.2	Biomecânica	36
4.2.1	Biomecânica, Salto e Ginástica Rítmica	37
5	MATERIAIS E MÉTODOS	41
5.1	Participantes	41
5.2	Colocação dos Marcadores	41
5.3	Tarefa	42
5.4	Filmagem	42
5.5	Captura	43
5.6	Medição, Sincronização, Calibração e reconstrução tridimensional	43
5.6.1	Medição	43
5.6.2	Sincronização	44
5.6.3	Calibração	44
5.6.4	Reconstrução tridimensional	46
5.7	Tratamento dos Dados	47

5.7.1 Suavização	47
5.7.2 Acurácia	48
5.7.3 Cálculo das Variáveis e <i>Plot</i> dos Gráficos	48
6 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
7 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	61
ANEXOS	65

Prefácio

Desde antes de meu ingresso na universidade, a ginástica me despertava algo difícil de descrever – fascínio, curiosidade, admiração. Como disse, não sei como descrever. Porém não vivenciei este mundo antes de 2005, a não ser pelos olhares atentos de alguém que praticamente não piscava ao assistir.

No ano de 2005, após ser aprovado no vestibular para cursar Educação Física na Faculdade de Educação Física (FEF) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), de imediato dei início às minhas experiências na ginástica, mais especificamente a ginástica geral, participando do GGFEF, Grupo de Ginástica da Faculdade de Educação Física, um dos projetos de extensão universitária oferecidos pela faculdade, que alguns anos depois assumi como monitor; sendo convidado também a ingressar no GGU, Grupo Ginástico Unicamp, no qual vivenciei inúmeras possibilidades por pelo menos 5 anos, inclusive uma turnê internacional na qual apresentamos as coreografias do grupo no Festival de Verão em Bogotá, Colômbia; entre outras importantes experiências neste contexto gímnico que para não me prolongar muito, irei apenas citá-las, como minha experiência com a Roda Alemã, o curso de técnico em educação física e liderança esportiva, ginástica Dinamarquesa, tumbling, mini-tramp e trampolim acrobático na Academia de Educação Física em Ollerup (Dinamarca), no período entre Agosto de 2006 a Junho de 2007. Enfim, experiências que reforçaram ainda mais meus sentimentos acerca deste universo.

Porém, apenas em 2009 ao receber o convite para substituir um amigo e estagiar como preparador físico na equipe de Ginástica Rítmica do Clube Campineiro de Regatas e Natação, que minhas experiências com a ginástica se voltaram para um contexto do esporte de alto rendimento, o esporte competitivo. Desde então, aprendi e venho aprendendo muito sobre esta modalidade, aplicações do treinamento desportivo para a GR, a planificação de seu treinamento, e muito mais. Foi então, ao final de meu período como estudante de Educação Física, próximo a iniciar meu trabalho de conclusão de curso para poder obter meu título de Bacharel em Educação Física, que em contato com um professor da casa, atualmente meu orientador, conversando sobre a biomecânica e as possibilidades que há nesta ciência para auxiliar na análise do movimento e que poderiam contribuir para o desenvolvimento das atletas onde eu desenvolvia as atividades de preparação física, que enxergamos a possibilidade de uma parceria para novos projetos. Eis que surge o primeiro.

Corpo, movimento e ciência, três palavras com três diferentes significados, porém ao se interligarem com outra, como Biomecânica, revelam sentidos completamente dependentes. Sendo assim, por meio das bases científicas da biomecânica do movimento é que espera-se contribuir com o desenvolvimento do movimento humano, mais especificamente do seu gesto técnico dentro da modalidade Ginástica Rítmica.

1 Introdução

A Ginástica Rítmica (GR) tem se mostrado em crescente evolução e desenvolvimento no campo de ação do esporte nacional, principalmente no viés do treinamento e da avaliação das aptidões físicas das ginastas. Laffranchi (2001) defende que o alto rendimento desportivo na Ginástica Rítmica só pode ser encontrado nas bases científicas do treinamento, suporte para o desenvolvimento de metodologias de trabalho que sistematizam o alto desempenho almejado. Sendo um desporto que objetiva alcançar dia-a-dia, a perfeição técnica, horas de treinamento são utilizadas para a formação de uma ginasta (LAFFRANCHI, 2001, p.3).

Dessa forma a Biomecânica oferece ferramentas que podem ser utilizadas para auxiliar nas respostas almejadas para o desenvolvimento do gesto técnico das diferentes modalidades esportivas, inclusive na GR.

A ciência em questão é conceituada, segundo Hall (2009), como a aplicação dos princípios mecânicos no estudo dos organismos vivos, na qual a mecânica se define pela mesma autora como um ramo da física que analisa as ações das forças nas partículas e nos sistemas mecânicos.

A Biomecânica dispõe de diversas técnicas, métodos, para análise do movimento como: a antropometria, que estuda os parâmetros para um modelo corporal; a dinamometria, que estuda as forças internas e externas, e a distribuição de pressão; a eletromiografia, que estuda a atividade muscular; e a cinemetria, que estuda posição e orientação dos segmentos corporais (AMADIO, 1996).

A ginasta durante a execução de sua série¹ ou mesmo durante o treinamento tem como objetivo a perfeita execução de elementos característicos da modalidade, como é o caso dos elementos corporais, que são avaliados durante a participação da ginasta em competições. Os elementos corporais da GR estão divididos em: Saltos, Equilíbrios, Pivôts (giros), Flexibilidades e Ondas.

Os saltos, além de se caracterizarem como um elemento corporal da GR, também podem ser comumente apropriados pela técnica e pela atleta para o deslocamento no tablado de competição durante a execução da série (THOMAZ, 2001). Um dos saltos base, ou seja, um dos primeiros saltos que as ginastas aprendem é o salto *Jeté* (SOUSA, 1997). Ele pode ser descrito pela elevação do centro de massa da ginasta e afastamento ântero-posterior dos membros inferiores. Um salto bem

¹ Série é a seqüência de movimentos realizada pela atleta de GR durante um tempo determinado. Sua rotina de exercícios desenvolvida para determinado objetivo, normalmente uma competição.

executado deve, segundo o código de pontuação Ginástica Rítmica (ciclo 2009-2014), ter as seguintes características de base: uma boa altura (elevação) do salto; uma forma definida e fixa durante o vôle; uma boa amplitude na própria forma do salto.

Perante estas definições, pretende-se analisar o salto *Jeté* biomecanicamente. Por isso este estudo visa analisar os padrões cinemáticos dos membros inferiores durante a execução do salto *Jeté*, realizado por uma atleta de Ginástica Rítmica da categoria adulta.

Por meio da metodologia empregada para essas análises, buscou-se ainda examinar se há um período durante o vôle em que o afastamento ântero-posterior dos membros inferiores se mantém fixo após atingir a maior amplitude angular entre os segmentos inferiores. Ainda, é possível constatar se este momento no qual o ângulo máximo é atingido coincide ou não com o momento de máximo deslocamento vertical da participante.

A ferramenta metodológica então empregada para as contribuições nesta pesquisa é a Cinemetria que consiste em um conjunto de metodologias que buscam medir os parâmetros cinemáticos do movimento, isto é, a partir da aquisição de imagens durante a execução do movimento, realiza-se o cálculo das variáveis dependentes dos dados observados nas imagens, como posição, orientação, velocidade e aceleração do corpo ou de seus segmentos (AMADIO, 1996).

2 Objetivo

2.1 GERAL

Este estudo visa analisar variáveis cinemáticas referentes aos membros inferiores durante a execução do salto *jeté* realizado por uma atleta da modalidade Ginástica Rítmica da categoria adulta.

2.2 ESPECÍFICOS

- Calcular as variáveis altura, ângulo e defasagem temporal durante a execução do salto.
- Analisar se há um período durante o voo em que o afastamento ântero-posterior dos membros inferiores se mantém fixo após atingir a maior amplitude angular entre os segmentos.
- Encontrar o momento em que é atingido o ângulo máximo de afastamento ântero-posterior dos membros inferiores e avaliar se este ocorre no ponto máximo do deslocamento vertical (altura máxima) atingido pela participante durante a realização do movimento.
- Avaliar se o método empregado para o presente estudo é adequado e satisfatório na busca das respostas almejadas.

3 Justificativa

Este estudo visa apresentar resultados, de variáveis importantes para o direcionamento do treinamento de alto rendimento da Ginástica Rítmica. Mesmo sendo de conhecimento que a avaliação de elementos corporais, como o salto, por exemplo, são de grande importância para o desenvolvimento das atletas, ainda não constata-se isso com grande frequência.

Espera-se com os resultados encontrados contribuir para o desenvolvimento da GR e demonstrar a importância do processo científico em paralelo ao treinamento esportivo, não apenas da modalidade em questão, mas de todo esporte que vise o alto desempenho.

Pretende-se ainda, que após a aplicação deste método de avaliação e análise empregados neste experimento, dar seqüência ao estudo do gesto esportivo por meio de outros métodos ainda pouco utilizados para análise dentro do esporte.

Sendo assim, espera-se que as informações dessa pesquisa possibilitem o fomento de novos estudos na área e colabore para o desenvolvimento científico da modalidade.

4 Revisão Bibliográfica

4.1 Ginástica Rítmica



FIGURA 1: Conjunto Espanhol 3 maças e 2 arcos ²

A ginástica rítmica caracteriza-se como uma prática corporal que aparece, na atualidade, não apenas pelo seu caráter esportivo, mas também pelas suas relações com a dança, conferindo-lhe uma dimensão artística, que somada à expressão corporal e às técnicas corporais formam esta modalidade esportiva tal como a conhecemos hoje. (Antualpa, 2005)

A Ginástica Rítmica como é conhecida hoje, descrita por muitos autores como um desporto-arte, tem como objetivo algo além dos movimentos ginásticos, tem a pretensão da busca pela harmonia em seus movimentos, almejando sempre um ideal de perfeição por meio da técnica esportiva empregada.

Para se entender a importância do presente estudo em torno da Ginástica Rítmica e mais especificamente a avaliação de elementos desta modalidade, que conquistou seu espaço inclusive nos Jogos Olímpicos, cabe ressaltar um pouco de sua história e sua evolução enquanto desporto.

Este esporte com o nome Ginástica Rítmica só recebeu esta denominação após as Olimpíadas de Sydney, Austrália, em 2000. Antes disso, esta modalidade foi chamada e denominada, em ordem cronológica, como: Ginástica Artística (1946); Ginástica Moderna (1962); Ginástica Rítmica Moderna (1972); Ginástica Rítmica Desportiva (1974) (YORGES, 2001; ANTUALPA, 2005).

Constata-se, a partir de revisão de literatura, que o berço dessa modalidade se encontra na antiga União Soviética e na Bulgária, onde escolas foram fundadas com o objetivo findado nesta prática (LANGLADE & LANGLADE, 1970; ANTUALPA, 2005).

A Ginástica Rítmica, como o próprio nome sugere, tem suas raízes nos estudos sobre o ritmo como fonte geradora de movimentos corporais (LAFFRANCHI, 2001). Segundo Langlade & Langlade (1970), os primeiros inspiradores da ginástica moderna foram Jean Georges Noverre, século XVIII, e François Delsarte, início do século XIX, os quais buscaram introduzir emoção ao

² Disponível em: www.fig-gymnastics.com. Acesso em: 04/05/2011

movimento, “mostrando a necessidade de intervenção da alma e do sentimento, para guiar, elevar e dar razão ao movimento” (LANGLADE & LANGLADE, 1970, p. 44).

Outro nome importante quando se trata da história da Ginástica Rítmica é Émile-Jaques Dalcroze, que foi o precursor nos estudos da rítmica utilizando-se do corpo como parte integrante do método que logo conceberia. Inspirado por seus alunos, Émile-Jaques Dalcroze realizou investigações acerca da relação música-ritmo-movimento-expressão que culminou na criação de um sistema completo de educação musical denominado Ginástica Rítmica ou simplesmente Rítmica (MADUREIRA, 2008), no qual se utiliza de exercícios rítmicos como meio de desenvolvimento da sensibilidade musical por meio dos movimentos do corpo (ANTUALPA, 2005).

Porém, um aluno de Dalcroze, Rudolf Bode, desenvolveu um sistema de ginástica organizada num conjunto de exercícios conduzidos por ritmos naturais e impulsos interiores do indivíduo, e denominou esse método de Ginástica Expressiva (MADUREIRA, 2008, p.135). A Ginástica Expressiva de Bode teria sofrido inúmeras influências, entre essas influências, o contexto histórico no qual a Europa do século XIX estava inserida, na qual a ginástica científica se afirma como parte significativa dos novos códigos de civilidade, prevalecendo acima de tudo à educação do corpo, corpo fechado e empertigado (SOARES, 1998). Ainda, a influência de diversos pensadores e professores da época, assim como o *Movimento Expressionista de Munich*, movimento este ligado à dança, mas que influenciou também por seu expressionismo, através da íntima relação entre Bode e Rudolf Von Laban, figura importantíssima nesse contexto (LANGLADE & LANGLADE, 1970).

Embora Bode seja reconhecido como o criador da ginástica expressiva (LANGLADE & LANGLADE, 1970; MADUREIRA, 2008), Heinrich Medau, aluno direto de Bode, foi quem deu continuidade à sua ginástica, e assim fundamentou a Ginástica Moderna. Foi Medau também quem introduziu importantes contribuições a esta prática: “a utilização de aparelhos manuais; a importância da postura correta e os princípios metodológicos que giravam em torno da improvisação, das oscilações corporais e também da valorização do ritmo” (LANGLADE & LANGLADE, 1970, p. 108).

Medau confiere a los aparatos manuales el valor de agentes liberadores y generadores de “movimiento orgánico”³. Es decir para Medau los aparatos constituyen una suerte de procedimiento metodológico para lograr movimientos rítmicos, fluidos y totales. (LANGLADE & LANGLADE, 1970, p. 109)

³ Movimento orgânico, como era denominado na Alemanha, era nada mais do que o movimento natural de todo o corpo, desprovido da estética e do utilitarismo associados aos movimentos gímnicos realizados na época.

Medau foi quem introduziu a utilização de aparelhos manuais. Segundo Langlade & Langlade (1970), o primeiro aparelho utilizado por Medau foi a bola, o próximo foram as maçãs e em seguida o tamborim – “que já havia sido utilizado por seu professor” (Antualpa, 2005, p. 33) – e o arco. Para Medau os aparelhos vinham para complementar e assim auxiliar os movimentos das ginastas, de forma a ampliar, foçar e conduzir seus corpos e, portanto seus movimentos, proporcionando o movimento orgânico, alcançando assim o relaxamento e a economia de energia durante o mesmo (LANGLADE & LANGLADE, 1970).

Num contexto mais vinculado ao esporte, a Ginástica Moderna traça seu caminho, desde ser aceita pela Federação Internacional de Ginástica, em que encontra-se aqui uma pequena divergência perante duas fontes, uma na qual descrevem como tal fato tendo ocorrido em 1961 (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011) e outra como sendo o ano de 1963 (COMITÉ OLÍMPICO INTERNACIONAL, 2009), até sua difusão em outros países e a criação da primeira Comissão Técnica da FIG, que juntos proporcionaram o primeiro Campeonato Mundial realizado em Budapest, informação esta que também sofre divergência perante as mesmas fontes, 1963 de acordo com a FIG (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011) e 1964 de acordo com o COI (COMITÉ OLÍMPICO INTERNACIONAL, 2009), e as primeiras competições internacionais (BODO-SCHMID apud YORGES, 2001, p.15).

Até o momento a participação em campeonatos se dava apenas pela modalidade individual e em 1967, no Campeonato Mundial de Copenhague, foi realizada a primeira competição da modalidade de grupo (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011). E em 1968, deu-se o estabelecimento das primeiras regulamentações e normas internacionais confeccionadas pelo comitê técnico (ANTUALPA, 2005, p.36).

Segundo o Comitê Olímpico Internacional (2009):

O número de atletas cresceu amplamente para outras partes do mundo. Ginastas dos Estados Unidos apareceram pela primeira vez no campeonato em 1973, e ginástica rítmica emergiu lentamente da escuridão de longa data para entrar no programa olímpico em 1984.

Dessa forma, foi em 1984, que a GRD passou a integrar definitivamente os Jogos Olímpicos e após o ano 2000 nas Olimpíadas de Sydney (Austrália) é que recebeu sua denominação atual, apenas como Ginástica Rítmica. Em concordância com o que aponta Antualpa (2005), pode-se averiguar o quão a Ginástica Rítmica, como estrutura esportiva, é uma prática recente.

Além do seu conteúdo histórico, faz-se necessário entender suas especificidades quanto esporte competitivo de alto nível, por isso, cabe ressaltar ainda particularidades de sua prática e do

seu código de pontuação, para compreender como as atletas são avaliadas durante suas rotinas e também, elementos e aparatos que são utilizados neste esporte.

4.1.2 Especificidades: aparelhos, elementos e arbitragem

Para uma competição oficial de Ginástica Rítmica é utilizado um tablado específico com superfície atapetada de dimensões 13x13 metros, cercada por uma borda de um metro de largura de segurança (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011). O tempo para a realização de uma série de individual e de conjunto são distintos. Para a categoria individual o tempo mínimo é de 1 min 15 s e o máximo é de 1 min 30 s, enquanto o tempo mínimo para uma série da categoria conjunto é de 2 min 15 s e o máximo é de 2 min 30 s. A equipe para a categoria conjunto é composta por 5 ginastas, podendo ter ainda 1 ginasta como reserva (FEDERAÇÃO DE GINÁSTICA DE PORTUGAL, 2009).

Os árbitros, para a avaliação durante um campeonato, compõem a chamada banca de arbitragem e são divididos em três grupos: o júri de Dificuldade (D), que por sua vez se divide em dois subgrupos, D1 para avaliação das dificuldades corporais e D2 para avaliação das dificuldades de aparelhos; o júri Artístico (A) que avalia o valor artístico da composição apresentada pela ginasta, acompanhamento musical e coreografia; e por fim o júri de Execução (E), que avalia a execução (faltas técnicas) (FEDERAÇÃO DE GINÁSTICA DE PORTUGAL, 2009).

Esta modalidade, como esporte competitivo, possui regimento descrito em seu código de pontuação, o qual apresenta seu regimento e suas obrigatoriedades, assim como aparelhos específicos da modalidade e movimentos corporais obrigatórios.

Os aparelhos utilizados por esta modalidade competitiva são a corda, o arco, a bola, as maçãs e a fita. Nas competições são utilizados apenas quatro dos cinco aparelhos, por isso, é realizado um rodízio de acordo com o programa disponibilizado pela FIG⁴, organizado de acordo com o ciclo olímpico, ou seja, de quatro em quatro anos, ficando um quinto aparelho reservado unicamente para a modalidade conjunto (ANTUALPA, 2005).

Durante a execução da série pela ginasta com a utilização de algum aparelho, este deve se manter em constante movimento, e a ginasta deve realizar grande variedade nestes movimentos, como a forma, a amplitude, a direção e a velocidade de seu manejo (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011). O aparelho não pode ser utilizado como

⁴ Observar o programa para o rodízio dos aparelhos nos anexos.

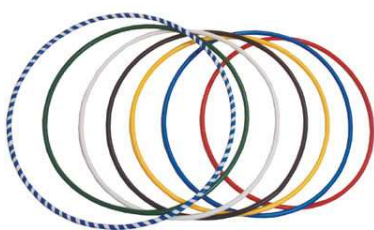
decoração, adorno, durante a execução da série pela ginasta, “a relação entre ginasta e aparelho deve ser constante” (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011).

Os aparelhos, algumas características destes e suas exigências descritas segundo o Código de Pontuação Ginástica Rítmica (2009), a FIG (FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE, 2011) e a CBG (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GINÁSTICA, 2011), estão descritos abaixo.



• Corda

A corda pode ser feita de material sintético, desde que este material disponha qualidade de leveza e flexibilidade ao aparelho. Seu comprimento é proporcional à altura da ginasta e possui nó em suas extremidades. Este aparelho é muito dinâmico, exige habilidade, agilidade e coordenação de salto. A forma da corda em toda a rotina deve permanecer bem desenhada, sem curvas. O exercício corporal predominante deste aparelho é o salto.



• Arco

O material para confecção deste aparelho pode ser o plástico ou a madeira. O seu diâmetro interno pode ser de 80 a 90 cm e sua massa mínima é de 300 g. O arco deve ser rígido o suficiente para sempre manter sua forma e não se dobrar. O arco é o único aparelho que não possui exercícios corporais predominantes, devendo haver um equilíbrio entre os exercícios apresentados (salto, equilíbrio, pivots e flexibilidade e ondas). O arco por ser um aparelho que oferece a maior variedade de movimentos e habilidades técnicas, deve ser usado em todos os níveis e planos e qualquer vibração do arco no ar é passível de penalização.



• Bola

Feita de borracha ou material sintético, seu tamanho varia entre 18-20 cm de diâmetro e com massa de ao menos 400g. Os grupos fundamentais de movimento do corpo para este aparelho são os elementos de flexibilidade e ondas. A bola por tradição é um aparelho elegante e "lírico" ao invés de um aparelho dinâmico. A bola deve ficar na mão da ginasta o tempo todo durante a execução, e não é permitido agarra-lá.



• Maças

ginastas ambidestras.

Seu comprimento pode variar entre 40 e 50 cm e sua massa de 150g cada. Podem ser feitas de madeira ou material sintético. O equilíbrio se caracteriza como o grupo fundamental de movimento do corpo com as maças. O manuseio das maças requer um trabalho rítmico e coordenação motora. As maças são especialmente populares com



• Fita

Em Campeonatos Mundiais, o aparelho fita foi introduzido pela primeira vez em Cuba, 1971. A fita é de cetim (ou material similar) e tem no mínimo 6m de comprimento e 4-6cm de largura. O estilete tem 1cm de diâmetro e comprimento de 50-60cm. Seu material de fabricação pode ser madeira, bambu, plástico ou fibra de vidro, a sua massa máxima é de 35g. Os grupos de movimentos corporais fundamentais da fita são os pivots. Os movimentos com a fita devem ser amplos e fluidos. Qualquer nó que possa vir a ocorrer na fita durante a realização da série é penalizado.

Os elementos corporais estão descritos a seguir a fim de caracterizar a modalidade e demonstrar como são observadas as ginastas durante a execução de sua série perante a banca de arbitragem em um campeonato.

Os movimentos corporais são divididos em dois grupos, segundo o Código de Pontuação Ginástica Rítmica (2009): o primeiro grupo dos Elementos Fundamentais, no qual encontram-se os saltos, equilíbrios, pivots e elementos de flexibilidade/ondas; e o segundo grupo de Outros Elementos, como deslocamentos, saltitos, balanceios e circunduções, voltas e passos rítmicos.

Como pode-se observar, o salto aparece como elemento fundamental na GR, o qual foi escolhido como objeto de estudo deste trabalho. Os saltos são movimentos corporais obrigatórios e por isso, cabe a este elemento a descrição de suas particularidades durante sua avaliação. Apoiando-se novamente sobre o Código de Pontuação, são encontrados os seguintes apontamentos:

3.1. GENERALIDADES

3.1.1. Todas as dificuldades de salto devem ter as seguintes **características de base**:

- Uma boa **altura** (elevação) do salto
- Uma **forma definida e fixa** durante o voo
- Uma boa **amplitude** na própria forma do salto

Nota: A “boa altura” é aquela que permite realizar um salto com forma definida e fixa. (FEDERAÇÃO DE GINÁSTICA DE PORTUGAL, 2009, p. 18)

Além disso, existem muitos tipos de saltos e variações. Este estudo tem como objeto central o salto *Jeté*, denominado no Código de Pontuação como Salto de Gazela (observa-se que há diferenças na nomenclatura deste salto em diversas regiões). Cada salto recebe uma classificação de acordo com o grau de dificuldade apresentado, neste caso, o salto *Jeté*, é classificado como um salto de dificuldade C. Para a avaliação de um salto, perante a banca de arbitragem, este deve seguir as características descritas anteriormente, caso contrário poderá não ser considerado pela arbitragem como se espera⁵:

3.1.2. Um salto **sem uma boa altura** não é considerado como dificuldade.

3.1.3. Um salto **sem coordenação com uma mestria de aparelho** não é considerado como dificuldade.

3.1.4. A série de saltos é composta por 3 saltos iguais e sucessivos, no máximo, executados com ou sem passos intermédios (2 apoios).

3.1.5. Cada salto que compõe a série conta como uma dificuldade.

3.1.6. Apenas a sucessão de 2 ou 3 saltos de gazela executados sem passos intermédios conta como uma dificuldade (FEDERAÇÃO DE GINÁSTICA DE PORTUGAL, 2009, p. 18).

O salto *Jeté*, por ser considerado um salto básico, é um dos primeiros saltos que as ginastas aprendem ao iniciar na modalidade (SOUSA, 1997) e a partir deste salto muitas variações são possíveis, por isso, toda ginasta com uma boa execução do salto *Jeté* tende a ter facilidade para o aprendizado e execução de saltos mais complexos.

Sendo assim, torna-se explícita a importância deste salto para o desenvolvimento da atleta dentro da modalidade e também sua importância técnica para que seu desenvolvimento, em categorias mais avançadas, que exigem séries de competição com nível técnico mais elevado. Por isso, o salto *Jeté* se tornou alvo deste estudo, buscando avaliar suas características cinemáticas para contribuir com o desenvolvimento técnico das atletas e além disso, auxiliar toda equipe técnica envolvida no treinamento da modalidade para sua melhor compreensão durante seu ensinamento.

⁵ Antes de se iniciar uma competição, a equipe deve entregar à banca de arbitragem as súmulas, com as dificuldades corporais e com os valores artísticos, que serão realizadas pela ginasta durante a apresentação de sua série. Nos anexos são apresentados exemplos das súmulas para apreciação.

4.2 Biomecânica

A essência de todos os esportes é a competição de habilidades de movimento e de perícia. A biomecânica do esporte é a ciência dos movimentos do esporte (atlético). Em função disso, se nada mais, é vital para a prática esportiva. Durante décadas, os movimentos atléticos foram executados e aperfeiçoados pela intuição dos treinadores e dos atletas. (...) Embora ainda seja possível encontrar pessoas convencidas de que o conhecimento intuitivo em biomecânica é o suficiente para o êxito, essa não é mais a atitude predominante (ZATSIORSKY, 2009, prefácio)

Atualmente o esporte, principalmente quando com foco no alto rendimento, vem se estruturando gradativamente, para poder proporcionar aos atletas o desenvolvimento de suas atividades e assim o seu desenvolvimento dentro do esporte. Para isso, toda equipe técnica por trás de uma proposta busca respostas para as mais variadas perguntas surgidas de suas práticas, sejam elas com base no treinamento ou na busca da realização de determinados movimentos, nas ciências. Não cabe mais a simples cópia de um modelo utilizado por atletas que atingiram seus objetivos. Por isso, a biomecânica com toda sua base metodológica vêm também contribuir para esse desenvolvimento, com respostas concretas e específicas, embasada na pesquisa científica.

Decompondo a palavra Biomecânica, para uma análise etimológica, encontramos o prefixo “bio”, do grego *bíos*, ou vida, e, mecânica, “ramo da física que estuda o comportamento de sistemas (como os de equilíbrio ou movimento dos corpos) submetidos à ação de uma ou mais forças” (HOUAISS, 2001, p. 1874). A partir dessa análise, concluímos a Biomecânica como a aplicação dos princípios da mecânica aos seres vivos.

Buscando autores que definem esta ciência, encontramos a significação de biomecânica segundo Hall (2009), como sendo a aplicação dos princípios mecânicos no estudo dos organismos vivos. E ainda, de acordo com a mesma autora, a definição de mecânica como sendo um “ramo da física que analisa as ações das forças nas partículas e nos sistemas mecânicos” (Hall, 2009, p. 2). Dessa forma podemos concluir em concordância com Thomaz (2001), ao apontar a biomecânica do movimento como uma ciência eficiente ao realizar a interdisciplinaridade, entre a Física, para análise dos sistemas, juntamente com a Matemática, para os cálculos necessários e, obviamente a Educação Física, que nos traz os conhecimentos dos esportes, das técnicas esportivas e, além disso, o corpo a partir dessa visão.

A Biomecânica dispõe de diversas técnicas e métodos para análise do movimento, como: a Antropometria, que estuda os parâmetros para um modelo corporal; a Dinamometria, que estuda as forças internas e externas, e a distribuição de pressão; a Eletromiografia, que estuda a atividade muscular; e a Cinemetria, que estuda posição e orientação dos segmentos corporais (AMADIO, 1996).

Para este estudo nos debruçamos sobre as técnicas que este método, a Cinemetria, nos dispõe. Ao iniciarmos, podemos destacar o significado de Cinemática, termo estritamente ligado a Biomecânica do método da Cinemetria. A Cinemática segundo o dicionário Houaiss da língua portuguesa (2004) é o “ramo da mecânica que estuda o movimento de corpos ou partículas, sem referência a massas ou a forças. (p. 720)”, ou seja, o estudo do movimento independente de sua causa. A partir disso, observamos a Cinemetria que utiliza o registro de imagens para posterior análise de movimentos, posturas e gesto técnico realizado pelos atletas, assim como trajetória, tempo, curvas de velocidade e aceleração entre outras variáveis (ALLARD et al., 1995 apud AMADIO et al., s.d.). Para isso, são usados sistemas de registros de imagens para posterior análise, por meio de Soft- e Hardware, do movimento realizado a partir de suas variáveis cinemáticas. Para auxiliar a reconstrução do movimento em posterior análise utilizam-se marcadores passivos fixados em pontos anatômicos que estimem a localização de eixos articulares ou, conforme modelo antropométrico, segmentos corporais que servirão de referência para a avaliação.

O método adotado em uma pesquisa, qualquer que seja o objetivo de sua abordagem, qualitativa ou quantitativa, é de fundamental importância, pois é neste instrumento que se encontra apoio para se sustentar nossas hipóteses e posteriores conclusões. Não sendo diferente em um estudo biomecânico, esta escolha é também de fundamental importância, sendo assim, para este estudo é utilizado o método acima descrito, o método da Cinemetria.

Assim, com o subsídio da biomecânica para auxiliar na desconstrução no movimento, ou ainda, do gesto técnico complexo realizado durante uma prática esportiva, entre outras possíveis análises, objetiva-se contribuir para o desenvolvimento e evolução do atleta e do trabalho realizado pela equipe técnica (técnicos, preparador físico, auxiliares, etc) no desenvolvimento do treinamento planejado e incorporado para determinada atividade, a fim de proporcionar aos interessados cabíveis informações que possam dar sustento científico aos seus trabalhos, por meio desta e de outras metodologias que a biomecânica dispõe.

4.2.1 Biomecânica, Salto e Ginástica Rítmica

A ação de Saltar é denominada uma habilidade básica, assim como, andar, correr, arremessar e chutar, está inserida em vários contextos (GO TANI et al., 1988), seja para a aprendizagem motora, no conteúdo escolar e/ou educacional de forma geral, ou do esporte com a finalidade de execução de determinado gesto técnico ou mesmo o próprio objetivo, como no caso de provas de salto (salto em distância e salto em altura).

Na literatura buscamos sua importância em ambos os sentidos, porém cabe-nos ressaltar o salto inserido no esporte, e mais especificamente ainda, testes aplicados para análise deste movimento, por ser esse nosso maior objetivo. Assim, primeiramente decidimos por saber o significado da palavra para então prosseguir.

Segundo Houaiss (2001), “saltar: elevar-se do chão com maior ou menor esforço; dar saltos” (p. 2503). “Salto: ação ou efeito de saltar; pulo, movimento brusco, com expansão muscular, pelo qual um corpo se eleva do solo para ultrapassar um certo espaço ou recair no mesmo lugar” (p. 2504).

O desenvolvimento da habilidade de saltar, assim como outras habilidades básicas, é de fundamental importância para o desenvolvimento posterior de habilidades específicas, como é o caso do salto Jeté inserido ao contexto esportivo da modalidade GR. Mas além disso, assim como descreve Go Tani (1988), existem ainda as atividades motoras mais complexas, denominadas como *comunicação não-verbal* que são “organizadas de maneira que a qualidade dos movimentos apresentados permitam a expressão, como na dança, Ginástica Rítmica Desportiva e até mesmo ginástica olímpica” (GO TANI, 1988, p. 67).

Na GR os saltos, como dito anteriormente, são avaliados como uma dificuldade durante a execução da série pela ginasta, ou seja, de acordo com os parâmetros especificados no código de pontuação este elemento é de fundamental importância no contexto desta modalidade.

Na busca por estudos que abordassem os saltos da GR como objeto de estudo, assim como acontece nesta pesquisa, nos deparamos com os seguintes trabalhos: a dissertação de Filipa Manuel Alves Machado de Sousa, de 1997, para a obtenção do título de Mestre em Ciência do Desporto, com o título “Biomecânica dos Saltos em Ginástica Rítmica Desportiva: Análise cinemática e caracterização técnica dos principais saltos em Ginástica Rítmica Desportiva”; o artigo apresentado ao XVI *Internacional Symposium on Biomechanics in Sports*, no ano de 1998, das autoras Sousa & Lebre, intitulado “*Biomechanics of jumps in Rhythmic Sport Gymnastic (RSG) a Kinematics Analysis of principal jumps in RSG*”; o artigo apresentado ao mesmo simpósio internacional, no mesmo ano de 1998, da autora Alicja Rutkowska-Kucharska com o seguinte título, “*Take-off structure and touch down loads during landing in selected rhythmic sport gymnastics jumps*”; o trabalho de conclusão de curso apresentado por Tatiane Thomaz ao Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Rio Claro, para a obtenção do grau de Bacharel em Educação Física, com o seguinte título “Análise Biomecânica do Salto ‘Jete’”, em 2001; e por último o artigo publicado em 2009, no *Journal of Human Sport and Exercise* pelo autor Antonio Cicchella, do Departamento de Psicologia da Faculdade de Ciências do

exercício e do desporto da universidade de bolonha, itália, com o referente título “*Kinematics Analysis of Selected Rhythmic Gymnastic Leaps*”.

Como há uma autora em comum nos dois primeiros trabalhos encontrados, muitas semelhanças são observáveis em seus objetivos, como o entendimento sobre a técnica de execução empregada pelas ginastas nos elementos escolhidos como objetos de seus estudos para sua correção e melhoria, se utilizando para isso da análise de variáveis cinemáticas dos saltos específicos da modalidade, saltos considerados principais na GR, e entre eles o salto Jeté, que também se encontra sob nossos olhares. Após a análise de seus resultados as autoras definem a estrutura cinemática dos saltos analisados e podem tirar certas conclusões de suas amostras, como, observar que “o ângulo de saída foi o parâmetro cinemático que mais influenciou a *performance* das ginastas” (SOUSA, 1997, p. 144; SOUSA & LEBRE, 1998), entre outras averiguações. Ao final de sua dissertação, a autora Filipa Sousa (1997), atribui algumas recomendações a trabalhos que pudessem vir a analisar cinematicamente os saltos da GR, e uma dessas recomendações cabe à metodologia empregada para a análise cinemática, sendo que esta recomendação está em comum à adotada para este estudo, utilizando sistemas de análise tridimensional.

Do ponto de vista metodológico, o enriquecimento da análise cinemática com uma perspectiva dinâmica do movimento e a utilização de sistemas de análise tridimensional permitirá um entendimento mais profundo da estrutura particular da performance. (SOUSA, 1997, p. 149)

Já o estudo apresentado pela autora Rutkowska-Kucharska (1998) aborda o pós salto, momento de chegada da atleta no solo após a execução de um salto e a participação dos membros superiores nesta fase. A autora pode observar como ponto principal de seu estudo que “a força de reação durante a fase de aterrissagem é três vezes a massa corporal” da ginasta (RUTKOWSKA-KUCHARSKA, 1998, p. 241)

E por fim, o trabalho de conclusão de curso da autora Thomaz (2001), que objetivou as variáveis cinemáticas do salto Jeté na intenção de traçar a relação entre o instante em que ocorre a altura máxima do salto e o instante em que ocorre a amplitude máxima durante o movimento. A autora conclui que as duas variáveis não ocorrem no mesmo instante, como havia hipoteticamente imaginado, porém há uma proximidade entre esses instantes.

Por último, o artigo do autor Cicchella (2009) no qual discute a análise de quatro saltos da Ginástica Rítmica realizados por atletas experientes a fim de mostrar diferenças no comportamento motor para a realização dos diferentes saltos. O autor utiliza o coeficiente de variação como índice para suas análises e em seus resultados observou-se que o menor coeficiente de variação encontrado

por ele foi o tempo de voo de todos os quatro saltos analisados. Cicchella (2009) acrescenta que a “estabilidade e *outliers* do desempenho poderia ser um índice útil para os atletas e treinadores a fim de identificar fraquezas no desempenho” (BATES, 1996 apud CICCHELLA, 2009, p. 46). Porém o autor analisa ainda outras característica na execução dos saltos avaliados que possam ter influenciado as semelhanças entre as variáveis encontradas e as variáveis que se mostraram fora do padrão que o autor vinha encontrando, como é o caso da distância entre a última passada para o *gran jeté* e o tempo de voo do salto *cosak* com meia volta.

5 Materiais e Métodos

Para a descrição dos métodos e materiais desta pesquisa, apresentaremos uma divisão deste item em: participante; colocação dos marcadores; tarefa; filmagem; captura; medição, sincronização, calibração e reconstrução tridimensional; tratamento dos dados, suavização, acurácia e cálculo das variáveis e *plot* dos gráficos.

5.1 Participante

Para a realização deste trabalho, foi convidada uma atleta da modalidade Ginástica Rítmica, do sexo feminino. Como restrição para este estudo realizamos o convite apenas à atleta com histórico de treinamento no esporte em questão de no mínimo 3 anos, da categoria adulto, ou seja, acima de 15 anos e que tenha participado de ao menos campeonatos de nível nacional.

Antes da realização deste experimento, foram realizadas reuniões com a atleta, na qual foi explicada a tarefa que esta iria realizar. Logo após, assinou o termo de consentimento desta pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, segundo documento número 382/2011.

O experimento foi realizado em um dia, usufruindo apenas do período da manhã para a coleta dos dados desejados, com o intuito de não atrapalhar o dia de treino da voluntária.

5.2 Colocação dos marcadores

A participante durante a coleta de dados estava usando bermuda e camiseta de lycra, tendo em vista uma melhor identificação dos marcadores fixados nos pontos anatômicos, facilitando posteriormente o processo de medição (*tracking*) dos marcadores.

Foram utilizados marcadores passivos (esferas de isopor) de 2.5 centímetros de diâmetro que foram fixados nos seguintes acidentes anatômicos: crista ilíaca – transferindo para vista lateral, trocânter maior, epicôndilo lateral do fêmur, maléolo lateral e articulação metatarsofalangeana do quinto dedo do pé, definindo, assim, os segmentos coxa, perna e pé. Ela teve os marcadores passivos fixados nos membros inferiores, tanto em seu lado direito quanto esquerdo, para que fosse possível realizar análises e cálculos que se apropriaram de medidas relativas entre os dois lados e também para aferição de outras variáveis.

5.3 Tarefa

Inicialmente a atleta realizou aquecimento e alongamento adequados para a atividade a ser realizada. Posteriormente, realizou uma série de 4 saltos consecutivos, sem intervalo de descanso e assim obtendo um ponto de referência inicial para que realizasse os saltos dentro da área pré determinada.

O fato de a participante realizar 4 saltos assegura que o padrão de movimento nesta tarefa não será alterado em virtude de uma possível fadiga muscular.

Para a coleta, a voluntária se posicionou a uma distância já estabelecida, em pé, com os dois pés unidos e com os braços ao lado do corpo. Para cada salto ela executou a seguinte seqüência preparatória: *chassê*, um passo e em seguida o salto propriamente dito. Entre cada série a atleta terá um intervalo de um minuto.

5.4 Filmagem

Para as filmagens, foram utilizadas 4 câmeras fotográficas digitais Cássio, modelo EX-F1, fixadas em tripés. Foram feitos ajustes nas câmeras visando a aquisição de imagens satisfatórias para as futuras análises. Estes ajustes foram: frequência de aquisição das imagens de 300 Hz, “*shutter*” de 1/100, foco manual, sensibilidade ISO 400 e balanço do branco automático.

As câmeras foram posicionadas duas de cada lado da participante (lado direito e esquerdo), de forma que formem um ângulo aproximado de 90° graus entre a área focal das câmeras de cada lado, para que pudessem focalizar os marcadores.

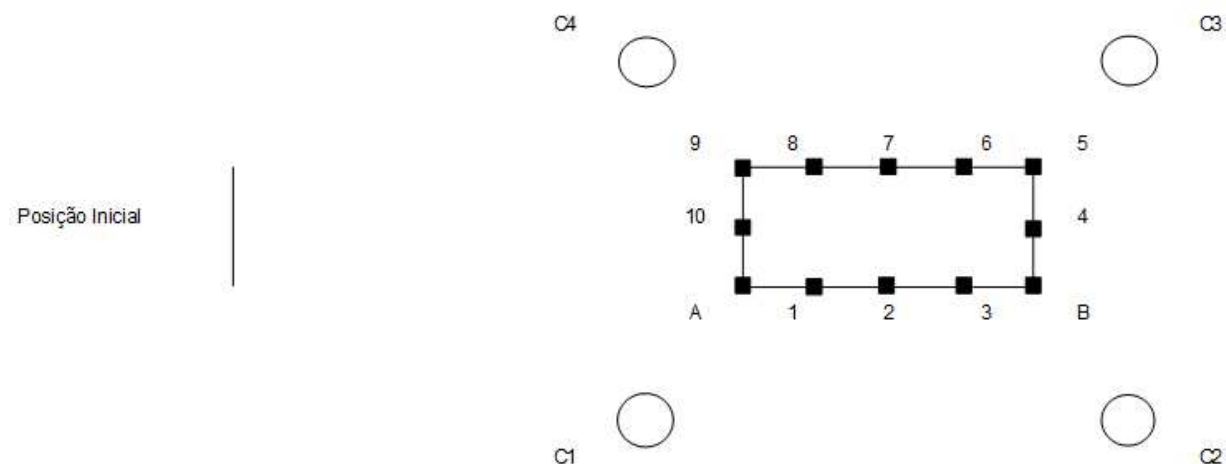


FIGURA 2: Organização das câmeras e ambiente de coleta

5.5 Captura

Para a análise das imagens, foram capturadas as seqüências de imagens desejadas. Estas imagens, permaneceram armazenadas no computador em formato de arquivos AVI (*Audio Video Interleave*). Como as imagens originais filmadas pelas câmeras são no formato MOV (abreviação referente a palavra *movie* = filme), utilizamos um programa para realizar a conversão dos vídeos para a extensão desejada.

5.6 Medição, sincronização, calibração e reconstrução tridimensional

Após a captura foi utilizado o *software* Dvideo (BARROS et al., 1999), para medição, sincronização e reconstrução tridimensional.

5.6.1 Medição

Para padronização, a medição dos marcadores teve início no quadril, em seguida joelho, tornozelo e metatarso lateral, seguindo esta seqüência primeiramente pela perna direita e em seguida pela perna esquerda, totalizando o número de 10 marcadores.

Neste estudo foi realizado o *tracking* semi-automático, pois eventualmente ocorreu a perda de alguns dos marcadores durante o processo de *tracking* automático, sendo assim, necessário o uso do *tracking* manual pelo operador.

O processo de *tracking* automático é possível devido aos algoritmos de detecção e busca presentes no software (BARROS et al., 1999).



FIGURA 3: Procedimento de *tracking* dos marcadores no *software* Dvideo

5.6.2 Sincronização

Para a sincronização das imagens, foram identificados eventos comuns (quadro de imagem correspondente) nas imagens de cada câmera. Neste estudo adotamos para a realização e posterior visualização deste evento comum, o lançamento de uma bola branca de isopor com diâmetro de 10cm. Este implemento foi lançado 2 vezes consecutivas e determinamos a segunda vez que este implemento toca o solo como sendo nosso momento de sincronização

5.6.3 Calibração

Para a calibração das câmeras foi filmado uma haste móvel com marcadores a dimensões previamente mensuradas, colocado na área que foi determinada para a realização do salto desejado.

O eixo z foi determinado como sendo na direção vertical, orientado para cima. O eixo x será orientado na horizontal, em direção ao deslocamento da participante, formando um ângulo reto em

relação à mesma, e sendo ortogonal ao eixo z . O eixo y será definido como produto vetorial de z por x .

O calibrador foi filmado por todas as câmeras em todos os pontos pré-determinados na área estabelecida e suas imagens passaram pelo processo de captura e medição de seus marcadores com medidas reais conhecidas.



FIGURA 4: Procedimento de calibração – haste móvel filmada para a calibração da área de coleta

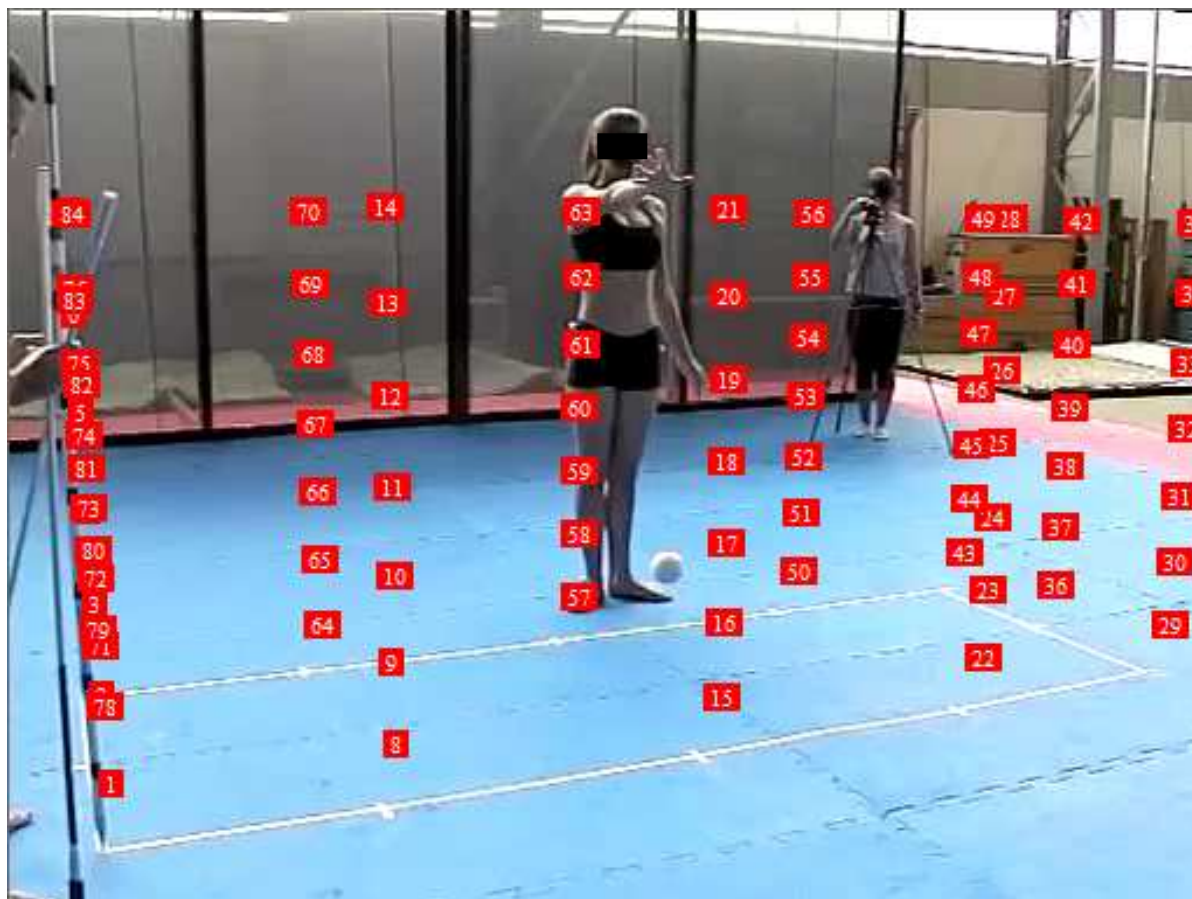


FIGURA 5: Delimitação do volume referente a área de coleta após procedimento de calibração

5.6.4 Reconstrução tridimensional

Após as etapas acima os marcadores medidos foram reconstruídos tridimensionalmente pelo método do DLT (*direct linear transformation*) (ABDEL-AZIZ & KARARA, 1971), um método de equações lineares aplicadas para quantificar os parâmetros da reconstrução (BARROS, 1997), que está implementado no *software* Dvideo.

Após este processo, foram obtidas matrizes de dados contendo coordenadas x , y e z (em “R³”) de cada marcador medido em função do tempo para cada salto realizado.

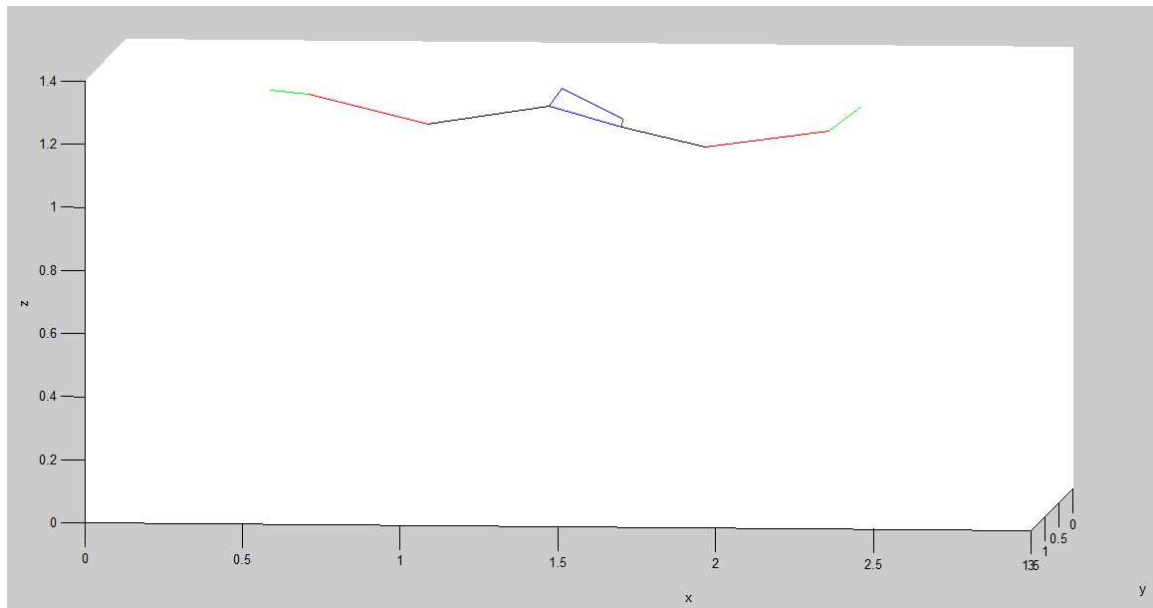


FIGURA 6: Reconstrução tridimensional de um dos saltos analisados

5.7 Tratamento dos dados

Para o procedimento apresentados abaixo, referente ao tratamento dos dados obtidos durante as etapas anteriores, foi utilizado o programa estatístico Matlab®.

5.7.1 Suavização

Devido ao fato do movimento humano se apresentar de uma forma suave e contínua, e os dados obtidos com a reconstrução tridimensional variáveis discretas, ou seja, variáveis cujos pontos não preenchem todo intervalo, os dados serão suavizados pela função estatística LOESS, também conhecida como função não-paramétrica ponderada local robusta. Com isso, foram obtidas curvas que se aproximam dos pontos mensurados e que nos possibilitaram obter informações sobre o fenômeno estudado em qualquer instante (CUNHA, 1998).

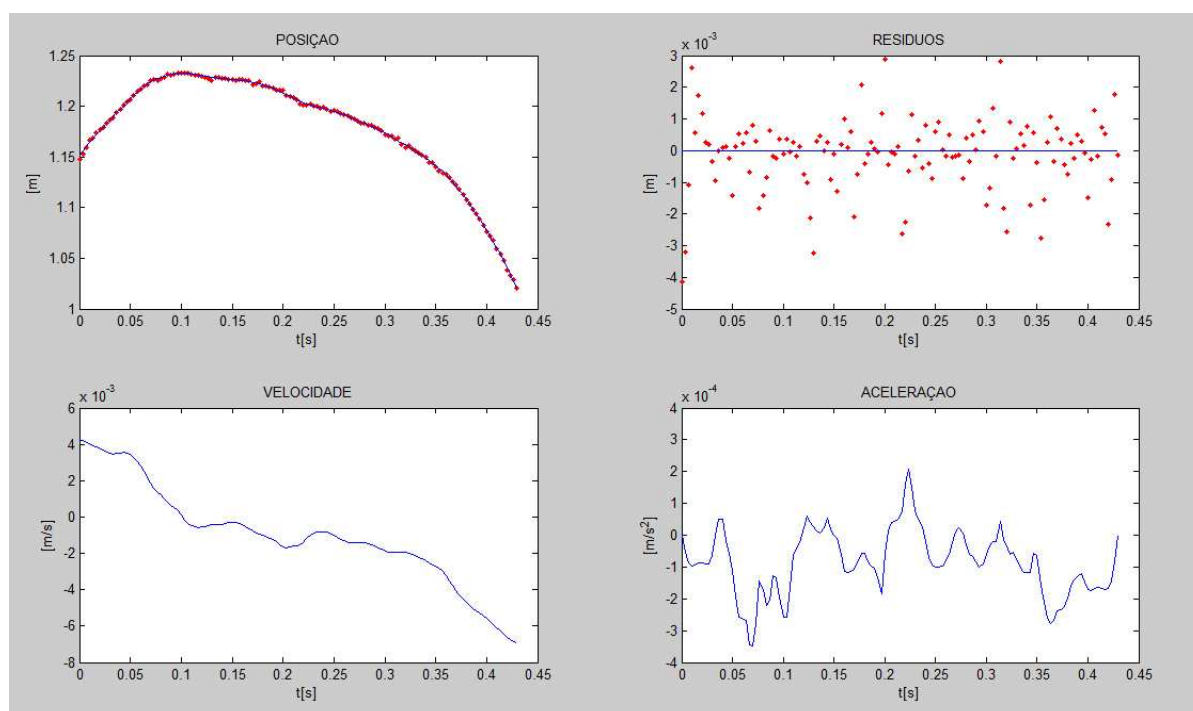


FIGURA 7: Gráficos referentes ao procedimento de suavização

5.7.2 Acurácia

Para o procedimento de acurácia⁶ foi utilizada uma haste rígida e retilínea, com medidas conhecidas com marcadores passivos fixados em suas extremidades. Esse objeto foi movimentado dentro da área estabelecida para a realização do salto, filmado e processado com os mesmos princípios aplicados ao movimento analisado, exceto a suavização.

5.7.3 Cálculo das Variáveis e *Plot* dos Gráficos

Tendo trabalhado todas as etapas anteriores e almejando obter resultados que satisfizessem nossas hipóteses, iniciou-se o procedimento para atribuir valores aos parâmetros do movimento analisado. Para isso, foi utilizado o *software* Matlab®, e por meio de funções matemáticas foi possível descrever numericamente o movimento do salto, objeto deste estudo.

Toda análise foi realizada a partir da fase aérea dos saltos e este ciclo foi determinado como sendo o momento em que a participante deixa de manter contato com o solo, até o momento no qual ela realiza o primeiro contato com o solo novamente. Sendo assim, esta fase foi determinada como

⁶ Acurácia: proximidade entre o valor obtido experimentalmente e o valor verdadeiro da medição de uma grandeza física. (HOUAISS, 2001, p. 76).

sendo 0 a 100% do ciclo do salto. As figuras relativas a cada salto estão apresentadas no capítulo referente aos resultados.

A variável altura de cada salto, referente ao deslocamento vertical da atleta durante a fase aérea, foi calculada estabelecendo os marcadores da crista ilíaca, lado direito e lado esquerdo, como referência. A partir das coordenadas 3D desses dois marcadores calculou-se as coordenadas do ponto médio da distância entre eles. A altura foi então definida como a coordenada *z* deste ponto médio. Com esses dados foi possível obter então a variável altura máxima, que é o momento em que a altura atinge o maior valor durante o deslocamento vertical (eixo *Z*) e assim, definir o momento Ciclo Altura Máxima, apresentado em porcentagem (%), de acordo com o momento em que o ponto médio atinge seu maior valor para o deslocamento vertical durante o movimento.

Para a variável ângulo realizou-se o cálculo a partir dos vetores traçados entre os marcadores fixados no trocânter maior (quadril) e no epicôndilo lateral do fêmur (joelho), delimitando os seguimentos coxa do lado direito e do lado esquerdo da participante. Padronizou-se a origem destes segmentos sendo no trocânter maior, então trasladou-se a origem destes para um ponto comum, e assim pôde-se calcular o ângulo entre esses segmentos durante a realização do afastamento ântero-posterior executado durante os saltos. Com isso foi possível determinar a variável ângulo máximo, que estabelece o momento da fase aérea em que o afastamento ântero-posterior máximo ocorre entre os segmentos obtidos para os membros inferiores (0° segmentos unidos e 180° segmentos afastados) e o Ciclo Ângulo Máximo apresentado em porcentagem (%), que estabelece o momento do ciclo aéreo em que o afastamento ântero-posterior máximo ocorre entre os segmentos, coxa lado direito e esquerdo.

Calculo-se também a variável Defasagem Temporal, que traz a diferença entre o momento em que ocorre o ângulo máximo e a altura máxima ($\text{Defasagem Temporal} = \text{Inst } \hat{\text{Ang}} \text{ Máx} - \text{Inst Alt Máx}^7$). Com esta variável foi possível analisar o quão próximo esses momentos se encontram. Sendo assim, ao encontrar um valor negativo entende-se que o ângulo máximo precedeu o momento altura máxima e o contrário também é válido.

Ao final, com esses dados foi possível, por meio do *software* obter o gráfico destas variáveis para todos os saltos, o qual foi padronizado o movimento aéreo, independente do seu tempo, para um ciclo de 0 a 100%.

⁷ Inst Ang Max é o Instante Ângulo Máximo em segundos, ou seja, o momento em que foi atingido o maior valor em graus do afastamento ântero-posterior entre os membros inferiores; Inst Alt Máx, é o Instante Altura Máxima também em segundos, referente ao mesmo em que ocorreu o maior valor encontrado quanto ao deslocamento vertical da voluntária.

6 Apresentação dos Resultados e Discussão

Com o intuito de facilitar a visualização dos resultados obtidos por meio deste estudo, apresenta-se a seguir a tabela 1 na qual estão presentes as variáveis que foram extraídas dos saltos realizados pela participante. Esta tabela apresenta as variáveis cinemáticas calculadas na fase de vôo (fase aérea) dos 4 saltos analisados. As variáveis são: a altura máxima (em metros); o ciclo altura máxima (em porcentagem); o ângulo máximo (em graus); o ciclo ângulo máximo (em porcentagem); e a defasagem temporal (em segundos).

A partir dos cálculos previstos para a obtenção da variável Altura Máxima (descrito no capítulo referente à metodologia), definiu-se o gráfico da altura atingida durante o ciclo (de 0 a 100%) em cada salto analisado e também o momento Ciclo Altura Máxima, apresentado em porcentagem (%), de acordo com o momento em que o ponto médio atinge seu maior valor para o deslocamento vertical durante o movimento.

Da mesma forma, ao realizar os cálculos necessários para a verificação do valor da variável Ângulo Máximo, também foi possível obter o gráfico do ângulo do afastamento ântero-posterior entre os segmentos coxa durante o ciclo aéreo e o momento Ciclo Ângulo Máximo.

Por último a Defasagem Temporal apresentada em segundos (s), como explicado anteriormente, traz a diferença entre o momento em que ocorre o ângulo máximo e a altura máxima.

TABELA 1: Variáveis e resultados referentes aos saltos analisados

PARTICIPANTE	1º salto	2º salto	3º salto	4º salto
Altura Máxima (m)	1,25	1,26	1,24	1,25
Ciclo Alt. Máx. (%)	39,23	60	40,31	61,83
Ângulo Máximo (graus)	170,52	170,13	171,56	171,13
Ciclo Âng. Máx. (%)	50	46,92	48,84	45,04
Defasagem Temporal (s)	0,0467	-0,0567	0,0367	-0,0733

Como descrito anteriormente, toda análise foi realizada a partir do movimento aéreo característico presente neste salto. Sendo assim, ao determinar-se esta fase como sendo o ciclo de 0 a 100%, foi possível determinar as figuras apresentadas a seguir.

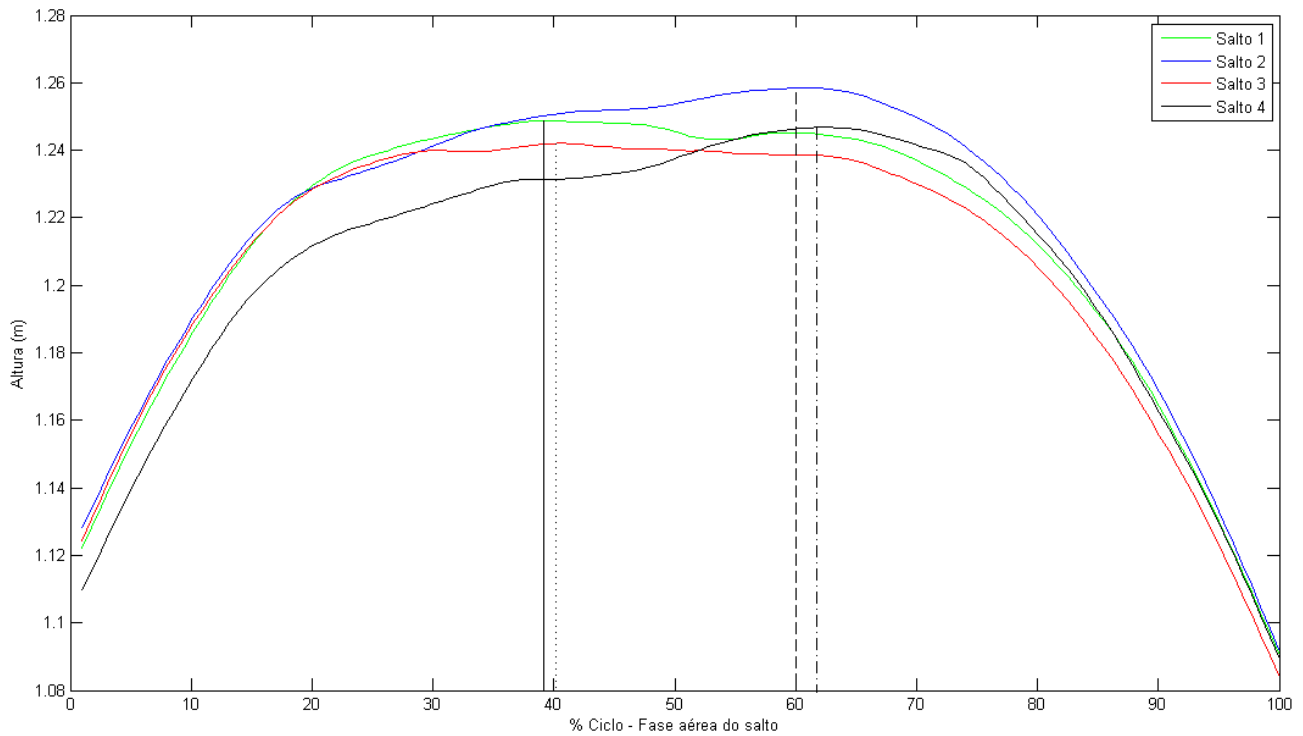


FIGURA 8: Altura Máxima: Saltos 1,2, 3 e 4

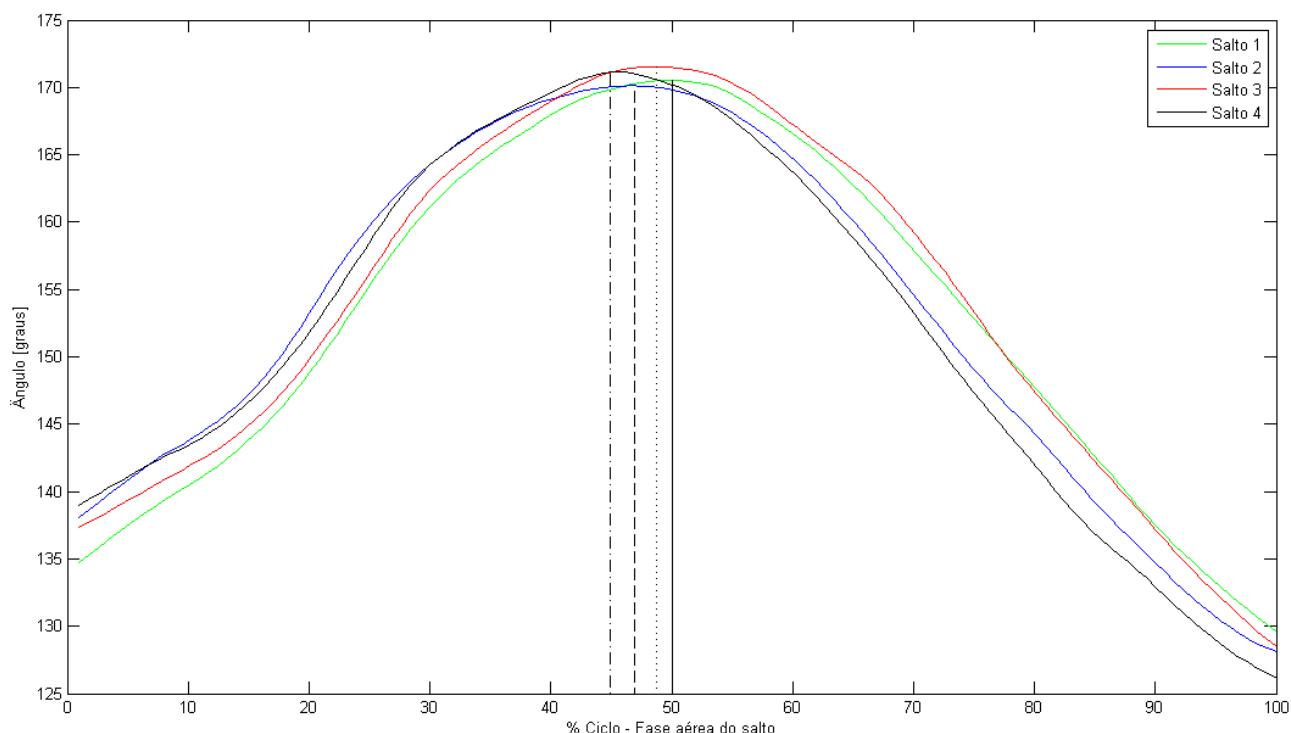


FIGURA 9: Ângulo Máximo: Saltos 1,2, 3 e 4

Cabe ressaltar antes de iniciar a análise das variáveis encontradas, que todo e qualquer movimento realizado durante a fase aérea é determinado pelo momento que o antecede, neste caso, segundo a divisão em fases sugerida pela autora Sousa (1997), a fase de impulsão. A partir disso pode-se inferir que a trajetória do centro de massa durante toda fase aérea será pré-determinada e por isso dificilmente haverá alterações do movimento inicialmente planejado, a não ser por ação de forças externas ao movimento (Schmolinsky, 1982; Hay e Reid, 1985; Hall, 2009). Assim, sua trajetória é estabelecida principalmente por duas componentes determinantes, a velocidade horizontal e velocidade vertical adquiridas na fase de impulsão.

Foi possível notar que em 50% dos saltos realizados pela participante, ela atinge o ângulo máximo de afastamento ântero-posterior dos membros inferiores antes de atingir a altura máxima em seu deslocamento vertical, e em 75% dos saltos, este momento ângulo máximo ocorre antes de 50% da fase aérea e em uma única amostra, o momento ângulo máximo foi atingido a 50% da fase aérea, sendo assim, em nenhum dos saltos realizados, o instante ângulo máximo ocorreu após a metade da fase de vôo.

A seguir são apresentadas, para ilustrar os resultados, em seqüência, as figuras referentes ao gráfico de altura e ângulo, respectivamente, de todos os saltos.

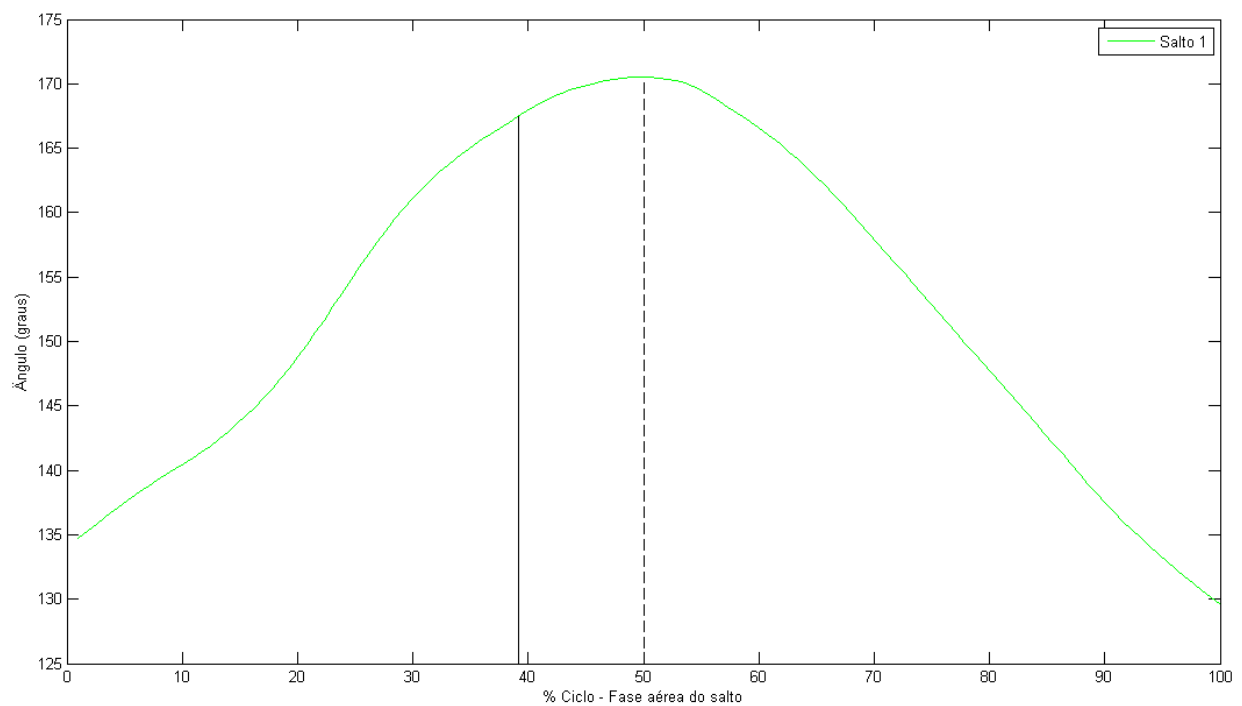
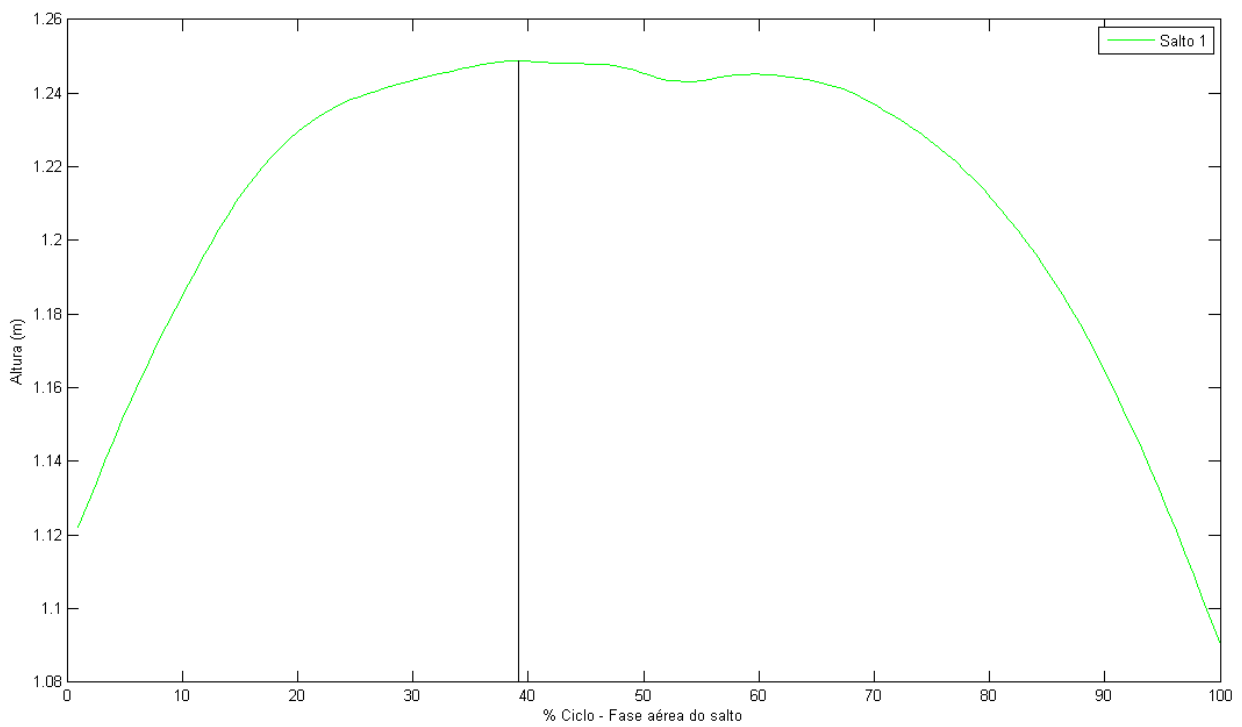


FIGURA 10: Salto 1: Altura atingida pelo ponto médio e o Ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente.

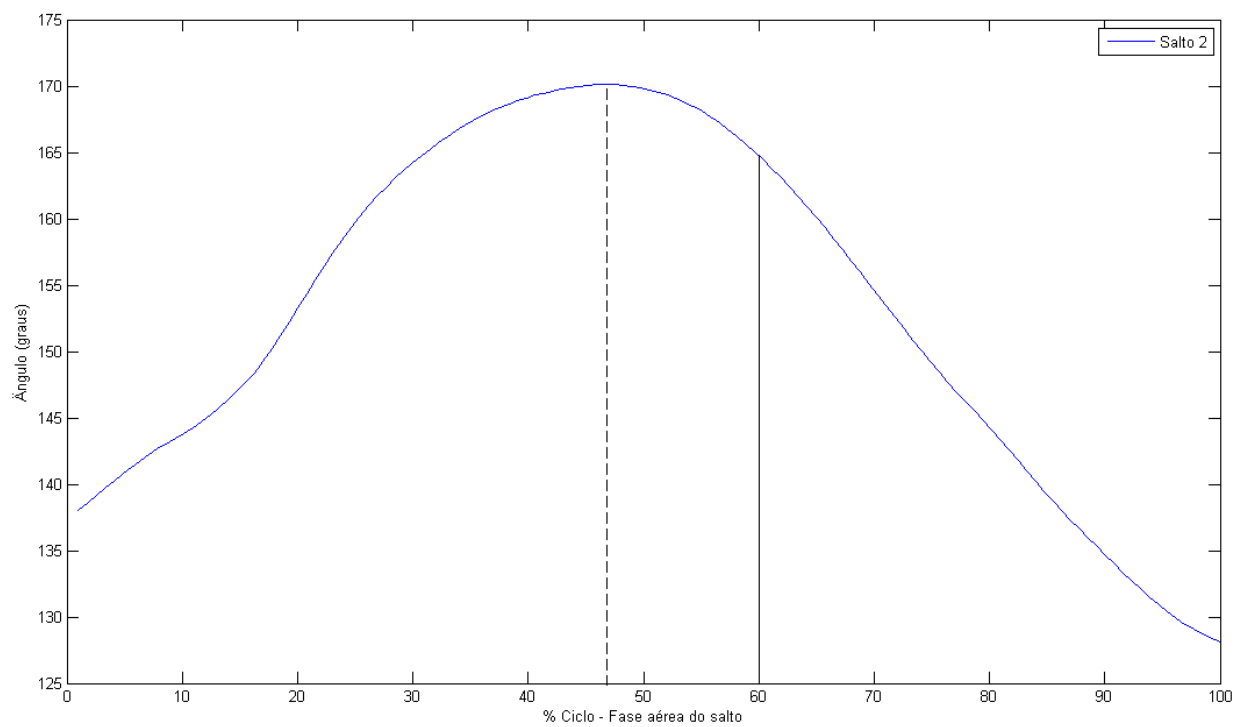
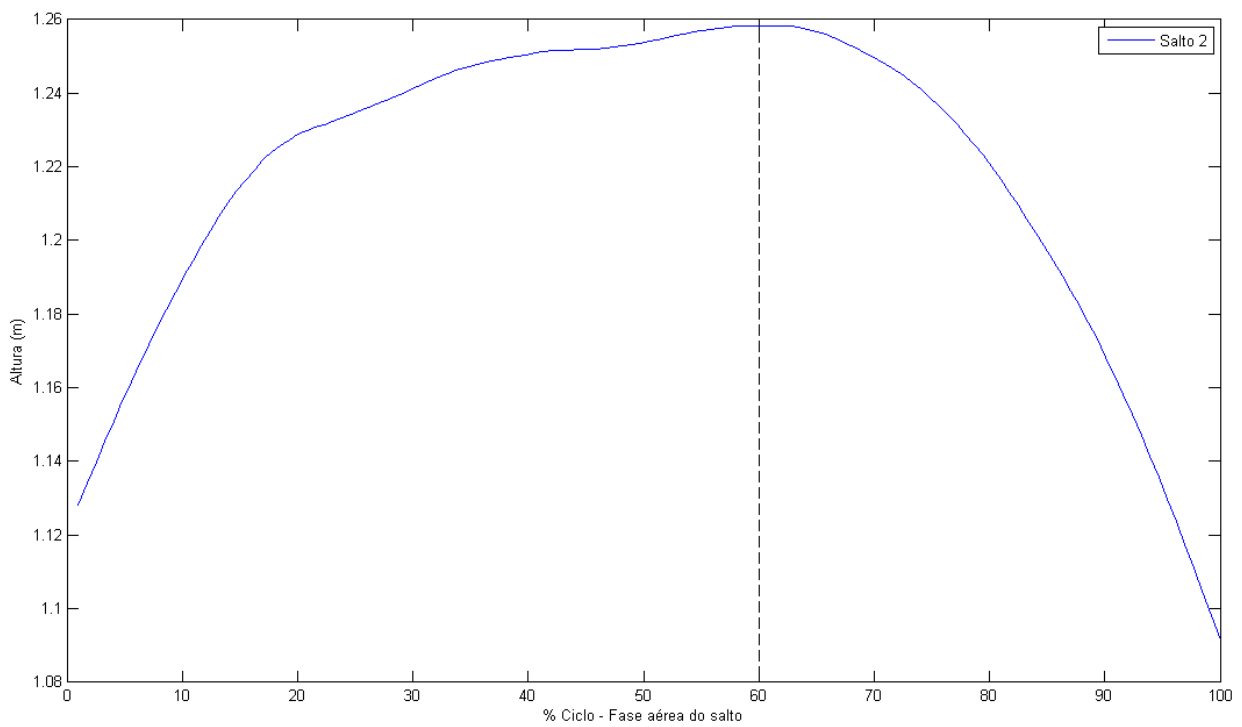


FIGURA 11: Salto 2: Altura atingida pelo ponto médio e o Ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente.

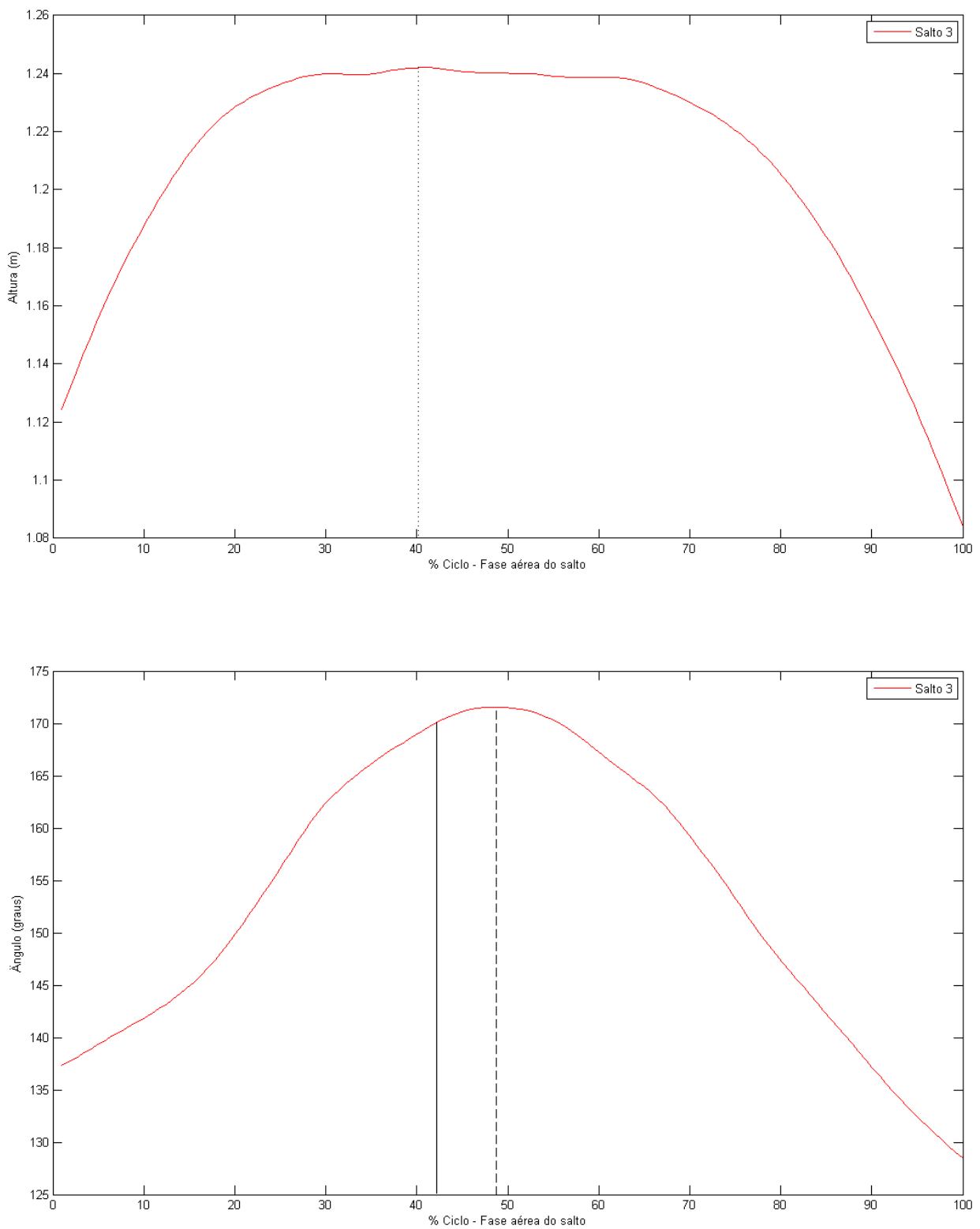


FIGURA 12: Salto 3: Altura atingida pelo ponto médio e o Ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente.

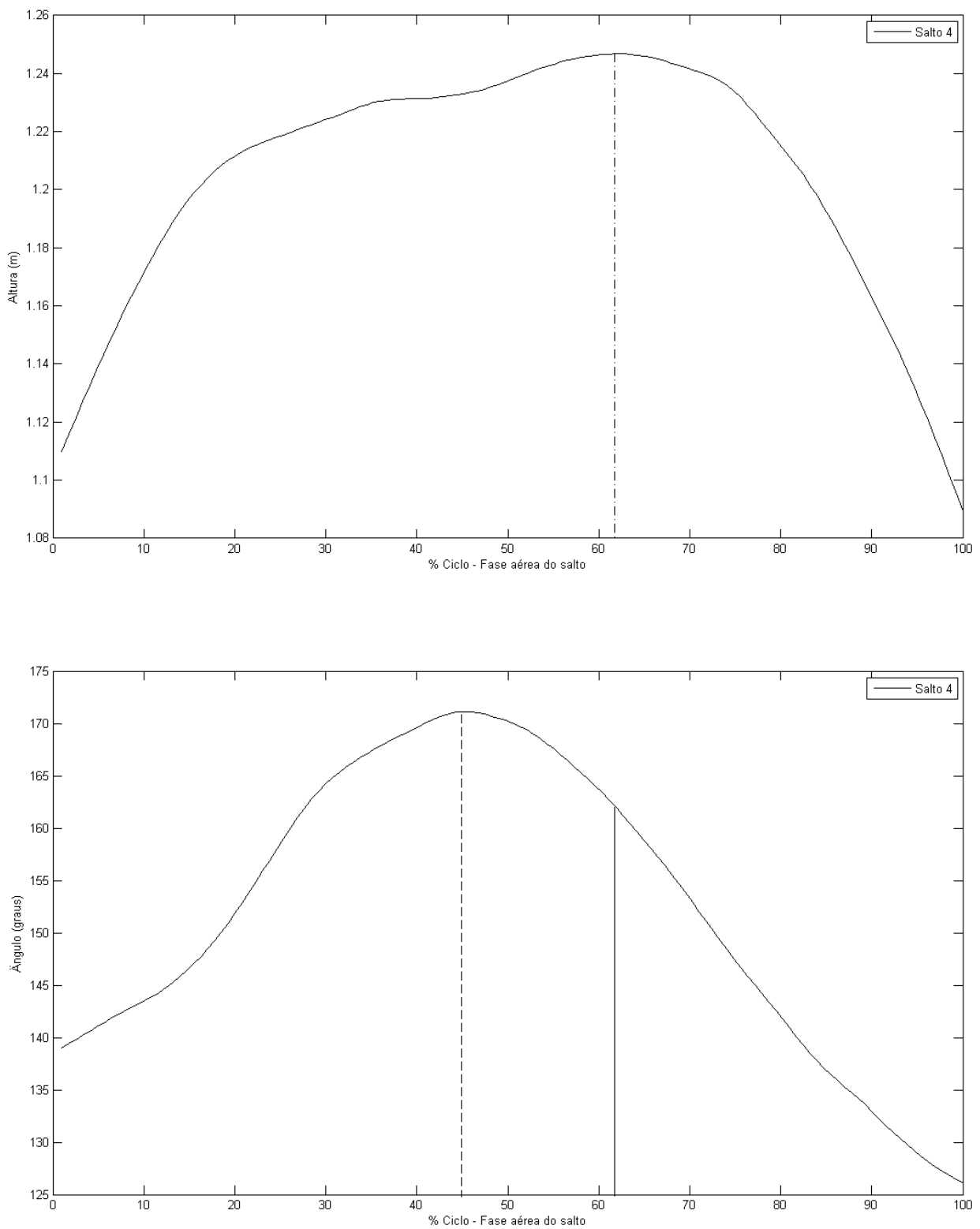


FIGURA 13: Salto 4: Altura atingida pelo ponto médio e o Ângulo calculado entre os segmentos inferiores, respectivamente.

Pode-se notar pela análise dos gráficos acima apresentados e também da tabela de variáveis e resultados, que o instante em que o ângulo máximo é atingido antecede o momento em que se alcança a altura máxima em dois dos saltos realizados. Com isso observa-se na defasagem temporal, a diferença entre o momento do ângulo máximo e o momento da altura máxima, em metade das amostras com valor negativo. Nas outras duas amostras, encontrou-se defasagem temporal positiva, ou seja, o momento ângulo máximo ocorre após o momento da altura máxima atingida, e nesses casos observa-se um platô mais prolongado da variável altura.

Com os dados obtidos foi possível observar que o afastamento ântero-posterior máximo do segmento coxa perna direita e perna esquerda ocorreram na fase de ascendência do vôo, em 50% das amostras e nos outros 50% na fase de descendência.

Ao analisar os vídeos, verifica-se no movimento da participante, a realização da rotação lateral do quadril no final do momento aéreo. Isso ocorre quando a atleta realiza a extensão do membro inferior esquerdo que está a frente e neste momento em flexão para realizar a aterrissagem e mantém o membro inferior direito posicionado posteriormente durante o salto em hiperextensão. Com isso, é possível observar que a elevação do marcador do lado direito, foi a possível causa de se encontrar valores diferentes para a defasagem temporal em metade das amostras coletadas. Isso ocorre devido ao protocolo estabelecido, no qual ao se optar por marcadores apenas nos membros inferiores, foi dificultado o cálculo do o centro de massa da participante e calcular a variável altura por esta técnica para uma possível comparação.

Para o teste de acurácia observou-se na literatura resultados de experimentos realizados em ambientes controlados, no qual foram encontrados valores entre 0,48 e 11,61mm, em diferentes sistemas de análise cinemática (CHIARI et al, 2005). No presente estudo foram encontrados para o par de câmeras posicionados do lado direito da atleta o valor de acurácia de 5,8mm e para o par de câmeras posicionados do lado esquerdo da atleta o valor de 6,6mm. Sendo assim, um valor médio de 6,2mm que pode ser considerado satisfatório.

Esta coleta, apesar de não ter sido realizada em uma competição ou mesmo durante um dia de treinamento no ginásio específico onde a ginasta voluntária deste estudo os realiza, ocorreu em um ginásio, tentando assim aproximar ao máximo a participante da pesquisa ao espaço utilizado no seu dia-a-dia esportivo. Ainda que o espaço estivesse adequado para o posicionamento das câmeras, foram enfrentadas algumas dificuldades, como por exemplo, durante a coleta, a iluminação e durante o processo de rastreamento, os marcadores de isopor não reflexivos, que dificultaram o *tracking* automático. No entanto, os resultados obtidos foram considerados satisfatórios.

7 Conclusão

Com os resultados obtidos, foi possível observar a relação existente entre as variáveis altura máxima e ângulo máximo, na qual encontra-se em metade dos saltos analisados a situação em que uma variável antecede a outra e nos outros saltos a situação inversa. Porém não foi possível concluir a partir desses resultados qual situação pode ser considerada ideal. Este fato conduziu a observação do final do movimento, no qual a crista ilíaca do lado direito sofre uma elevação e este movimento pode ter gerado um valor maior de deslocamento vertical no final do ciclo, alterando o valor calculado para o momento altura máxima em dois dos saltos analisados.

Por isso, não foi possível concluir qual é situação de relação entre essas variáveis (qual instante máximo de uma variável deve anteceder o outro) e conseqüentemente o valor, positivo ou negativo, da variável defasagem temporal.

A elevação sofrida a que nos referíamos no parágrafo anterior ocorreu com a rotação pélvica lateral direita e rotação externa da articulação coxo-femural do membro inferior direito durante a fase final do ciclo aéreo, e como não havia por objetivo a mensuração destas variáveis não pôde-se afirmar se este movimento é ou não o responsável por estes resultados, apesar de ser atribuído a ele a responsabilidade. Sugere-se então inserções neste método para que se possa obter uma análise pormenorizada do salto.

A partir da observação dos gráficos dos saltos, notou-se muita semelhança quanto ao deslocamento relativo à variável altura, e isso também, juntamente com a observação anterior, leva a acreditar que o fato do momento ângulo máximo anteceder o momento altura máxima em dois dos saltos ocorreu pelo motivo descrito acima.

Pode-se observar também que, o valor máximo encontrado para a variável ângulo máximo não se mantém por um longo período ao se analisar os resultados e os gráficos. No entanto, nota-se ao analisar o valor da variável ângulo no decorrer do ciclo do movimento que, é próximo ao valor máximo encontrado para o afastamento ântero-posterior entre os segmentos coxa perna direita e perna esquerda, que os valores do ângulo se estabilizam por mais tempo, ocorrendo sua alteração em menor escala que no momento anterior a este ou mesmo posterior.

Ao analisar o ponto médio, calculado a partir dos marcadores fixados junta à crista ilíaca do lado direito e do lado esquerdo deslocados, observa-se nitidamente nos gráficos obtidos um platô quanto ao deslocamento da variável altura. Com isso é possível dialogar junto ao código de pontuação desta modalidade, quando este se refere a se manter uma forma fixa durante o salto, pois se é possível observar que há este comportamento durante a execução do salto, é possível também

que a atleta o realize com o objetivo de manter durante um tempo ideal a angulação ântero-posterior máxima entre os membros inferiores.

Outras variáveis poderiam contribuir para a avaliação deste movimento, como por exemplo, a velocidade angular dos membros inferiores durante a execução do salto. Esta variável não foi incluída neste momento do estudo, mas não descarta-se as contribuições que ela poderia trazer. Porém por se tratar de um estudo inicial, que dará possibilidade e base para próximos estudos, estes ainda podem vir a ser calculados e usados posteriormente.

Além dos resultados encontrados referentes às variáveis, considera-se que o método empregado para esta pesquisa atingiu as expectativas. Considerando que esta foi a primeira coleta, pode-se ressaltar algumas observações que podem ser acrescidas a este método para próximas coletas, como algumas sugestões que serão acrescidas a seguir.

A utilização de um protocolo de marcadores mais completo. Com isso será possível o cálculo de outras variáveis para análise do movimento e da técnica empregada para sua execução. A realização de um maior número de saltos pela voluntária ao invés de apenas 4, o que contribuirá com os resultados avaliados e além disso será possível verificar a predominância de certos resultados. E ainda, a participação de maior número de voluntárias, para que os resultados possam ser comparados no mesmo estudo.

Conclui-se como satisfatório o estudo e os dados advindos do mesmo, acredita-se que poderão trazer contribuições científicas à modalidade estudada, principalmente no intuito da correção técnica do gesto aplicado ao movimento, assim como parâmetros importantes para o ensinamento deste movimento a atletas com menos tempo de treinamento, além do desenvolvimento de métodos de avaliação aplicáveis a GR, dados esses importantes para o desenvolvimento da modalidade. Acrescenta-se ainda que há pretensões de novos estudos, para prosseguir com as contribuições à modalidade, atribuindo diferentes métodos biomecânicos de análise do movimento.

Referências

AMADIO, A. C. **Fundamentos Biomecânicos para Análise do Movimento Humano**. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/EEFUSP, 1996, p. 10.

AMADIO, A. C. **Métodos de Medição em Biomecânica do Esporte: Descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva (rede cenesp - met)**. Grupo de Biomecânica para a Rede do Centro de Excelência Esportiva do Ministério de Esporte e Turismo (CENESP-MET). s.d., p. 23

ANTUALPA, Kizzy Fernandes. **Ginástica Rítmica e contorcionismo: primeiras aproximações**. 2005. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BARBOSA, Tiago. **Introdução à Biomecânica**. s.d. Universidade do Porto. Disponível em: < <http://www.ipb.pt/~barbosa/biomecanica/introducao.htm>>. Acesso em 04/04/11.

BARROS, R. M. L., BREZIKOFER, R., LEITE, N. J. & FIGUEROA, P.J. Desenvolvimento e avaliação de um sistema para análise tridimensional de movimento humano. **Revista Brasileira de Engenharia Biomédica**, vol. 15, n. 1-2, p. 78-79, 1999.

CHIARI, L., DELLA CROCE, U., LEARDINI, A., & CAPPOZZO, A. (2005). **Human movement analysis using stereophotogrammetry Part 2: Instrumental errors**. *Gait & Posture*, 21, 197–211.

CICCHELLA, Antonio. Kinematics Analysis of Selected Rhythmic Gymnastic Leaps. **Journal Of Human Sport & Exercise**, v. 4, p.40-47, 01 jan. 2009. Disponível em: <www.jhse.ua.es>. Acesso em: 04 abr. 2009.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE GINÁSTICA. **Ginástica Rítmica**. Disponível em: <cbginastica.com.br>. Acesso em: 04 abril 2011.

CUNHA, S. A. **Metodologia para suavização de dados biomecânicos por função não paramétrica ponderada local robusta**. Tese de Doutorado – Faculdade de Educação Física – UNICAMP – Campinas, 1998.

FEDERAÇÃO DE GINÁSTICA DE PORTUGAL. **Código de Pontuação GR – 2009 a 2012**. França, 2009.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE. **Rhythmic Gymnastics**. Disponível em: <www.fig-gymnastics.com>. Acesso em: 04 abril 2011.

HALL, Susan J. **Biomecânica básica**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009. 541 p.

HAY, James G.; REID, J. Gavin. **As bases anatômicas e mecânicas do movimento humano**. Rio de Janeiro: Prentice-hall do Brasil, 1985. 281 p.

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva, 2001.

LAFFRANCHI, Bárbara. **Treinamento desportivo aplicado à ginástica rítmica**. Londrina: Unopar, 2001. 162 p.

LANGLADE, Alberto; LANGLADE, Nelly Rey de. **Teoria general de la gimnasia**. Buenos Aires: Stadium, 1970. 526 p.

RUTKOWSKA-KUCHARSKA, Alicja, **Take-off structure and touch down loads during landing in selected rhythmic sport gymnastics jumps**. In: Proceeding of the XVI International Symposium on Biomechanics in Sports, Konstanz, German, 1998.

SCHMOLINSKY, Gerhardt. **Atletismo**. 3. ed. Lisboa: Estampa, 1992. 508 p.

SOUSA, Filipa Manuel Alves Machado de. **Biomecânica dos Saltos em Ginástica Rítmica Desportiva: Análise Cinemática e Caracterização técnica dos principais Saltos em Ginástica Rítmica Desportiva**. 1997. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Porto, Porto, 1997.

SOUSA, F.; LEBRE, E. **Biomechanics of jumps in Rhythmic Sport Gymnastic (RSG) a Kinematics Analysis of principal jumps in RSG.** In: Proceeding of XVI International Symposium on Biomechanics in Sports, Konstanz, German, 1998.

THOMAZ, Tatiana. **Análise Biomecânica do Salto "Jete"**. 2001. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Educação Física) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2001.

YORGES, Milagros Carlota Cardillo. **A Flexibilidade no Treinamento da Ginástica Rítmica.** 2001. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

ZATSIORSKY, Vladimir M. **Biomecanica no esporte : performance do desempenho e prevenção de lesão.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 519 p.

ANEXOS

ANEXO A:

FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE
MEDIA OPERATIONS
Rhythmic Gymnastics
APPARATUS PROGRAMME - OLYMPIC CYCLES 2009 – 2016
SENIORS INDIVIDUALS

2009				-	
2010				-	
2011	-				
2012	-				
2013	-				
2014	-				
2015	-				
2016	-				

SENIORS GROUPS

2009	5 	3  2 
2010	5 	3  2 
2011	5 	3  2 
2012	5 	3  2 
2013	5 	3  2 
2014	5 	3  2 
2015	5 	6  2 
2016	5 	6  2 

FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE
MEDIA OPERATIONS

Rhythmic Gymnastics

APPARATUS PROGRAMME CYCLES 2009 – 2016

JUNIORS INDIVIDUALS

2009					-
2010					-
2011	-				
2012	-				

2013	-				
2014	-				
2015					-
2016					-

JUNIORS GROUPS

2009	5 	5 
2010	5 	5 
2011	5 	5 
2012	5 	5 

2013	5 	10 
2014	5 	10 
2015	5 	5 
2016	5 	5 

NB: For Youth Olympic Games competitions, Junior Group exercises will be performed by 4 gymnasts.

ANEXO B: Súmula – Dificuldades Corporais

FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE RHYTHMIC GYMNASTICS Difficulty Individual Gymnasts

JUDGE DIFFICULTY

n°

Date

Fed.

Name of the gymnast

Compétition in (Fed.):



	Com. Gr.	Other Gr.	Judge	Com. Gr.	Other Gr.	Judge	Com. Gr.	Other Gr.	Judge
Value									
App.									
Body									
Value									
App.									
Body									
Value									
App.									
Body									
Value									
App.									
Body									
Value									
App.									
Body									
TOTAL									
TOTAL GENERAL									
Body =									
FINALE									
SCORE									

ANEXO C: Súmula – Valor Artístico

FEDERATION INTERNATIONALE DE GYMNASTIQUE
RHYTHMIC
GYMNASTICS
Artistic
Individual Gymnasts

JUDGE ARTISTIC

No.

Date

Date

Fed. Name of Gymnast



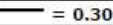
Artistic		Judge	Artistic		Judge	Artistic		Judge
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
Value			Value			Value		
TOTAL CAP COACH		Art. =						
TOTAL CAP JUDGE		Art. =						
Basic composition =			Mus.	Basic comp.	Var.			
FINAL SCORE	JUDGE	Art.=						

Signature Coach.....

Signature Judge.....

ANEXO D: Exemplo da Lista de Dificuldades de Salto, conforme o Código de Pontuação

LISTA DE LAS DIFICULTADES DE SALTO/LIST OF DIFFICULTIES OF JUMP OR LEAPS ()

A 0,10	B 0,20	C 0,30	D 0,40	E 0,50	F 0,60	G 0,70	H 0,80	I 0,90	J 1,00 &+
1. Zancada /Split leaps base  = 0.30									
1. Zancada /Split Leap		Zancada adelante, piernas estiradas, flexionadas o laterales / Split leap forward with legs stretched, flexed or side 		en círculo / with ring 	flexión de tronco atrás, pierna estirada o flexionada / with back bend of the trunk, legs stretched or bent 				
2. Impulso de los 2 pies / Take-off from 2 feet			Zancada adelante, con impulso de 2 pies / Split leap forward, take-off from both feet 		en círculo con impulso de 2 pies / with ring, take-off from both feet 	con flexión +impulso de 2 pies con pierna estirada o flexionada / with back bend of the trunk + take-off from both feet, legs stretched or bent 			
3. Zancada /Split Leap					Zancada, llegar al suelo, y equilibrio en grand écart dorsal (con o sin ayuda) sobre el mismo pie de llegada / Split leap, landing and back split (with or without help) on the landing foot 				
4. 2 ó 3 zancadas Sucesivas / 2 or 3 successive split leaps					2 zancadas sucesivas con cambio del pie de impulso / 2 successive split leaps with change of take-off foot 			3 zancadas sucesivas con cambio del pie de impulso / 3 successive split leaps with change of take-off foot 	
5. Zancada con rotación del tronco / Split leap with turn of the trunk				con ½ vuelta del tronco durante el vuelo /with ½ turn of the trunk during the flight 		en círculo / with ring 	con flexión del tronco atrás/ with back bend of the trunk 		

A 0,10		B 0,20	C 0,30	D 0,40	E 0,50	F 0,60	G 0,70	H 0,80	I 0,90	J 1,00 &+
2. Zancadas con cambio de piernas / Split leaps with leg switch										
6. Zancada (paso pierna flexionada) / Split leaps (passing with bent leg)/			(paso por pierna flexionada)/ (passing with bent leg)	con ¼ de vuelta / with ¼ turn	con círculo /with ring con ½ vuelta del tronco en el vuelo / with ½ turn of the trunk in flight	con flexión del tronco atrás / with back bend of the trunk	con ½ vuelta + círculo / with ½ turn + ring	con ½ vuelta + flexión del tronco atrás /with ½ turn + with back bend of the trunk		
7. Zancada (paso pierna estirada) / Split leaps passing with stretched legs					(piernas estiradas)/ (stretched legs)	con ¼ de vuelta / with ¼ turn	con círculo /with ring con ½ vuelta del tronco en el vuelo /with ½ turn of the trunk in flight	con flexión del tronco atrás /with back bend of the trunk	con ½ vuelta + círculo /with ½ turn + ring	
3. Saltos jetés en tournant/Jetés with a turn										
8. jetés en tournant / Jeté with a turn				<u>Jeté en tournant/</u> <u>Jeté with a turn</u>		con círculo (+ pierna)/ with ring (+ leg)	con flexión del tronco atrás, con pierna estirada o flexionada / with back bend of the trunk, leg bent or stretched			
9. Jeté con corza/ Imagen visible y única durante el vuelo (sin movimiento basculante)/ Stag leap with turn: Single visible image during the flight (not a "kip" movement)				<u>Jeté con corza/</u> <u>Stag leap with turn</u>		con círculo / with ring	con flexión del tronco atrás, con pierna estirada o flexionada /with back bend of the trunk, legs bent or stretched con cambio de las piernas estiradas / with stretched leg switch	con cambio de las piernas estiradas, pero la pierna de impulso pasa por el lado / with stretched leg switch, take-off leg passing sideways		

ANEXO E: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Educação Física – Laboratório de Instrumentação para Biomecânica

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa ‘Análise Cinemática do Salto *Jeté*’. O documento abaixo contém todas as informações importantes sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração com este estudo será de muita importância para nós, mas se desistir a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

“ANÁLISE CINEMÁTICA DO SALTO *JETÉ*”

- **Objetivo da Pesquisa:** O objetivo geral deste trabalho é analisar os padrões cinemáticos dos membros inferiores e a trajetória do centro de massa durante a execução do salto *Jeté*.
- **Procedimentos da Pesquisa:** Caso você aceite participar da pesquisa, agendaremos conforme sua disponibilidade um dia para que compareça ao local da coleta de dados, onde irá realizar a tarefa solicitada a você e então registraremos seus saltos para posterior análise do movimento, sem que haja sua identificação. Somente os pesquisadores envolvidos neste trabalho terão acesso às imagens registradas advindas da metodologia aplicada.
- **Desconforto e riscos de participação:** Ao participar desta pesquisa a voluntária não realizará esforço maior que o já realizado durante a prática da modalidade, não acarretando maiores perigos para integridade física da atleta, nem tão pouco a sua integridade moral. Caso ocorra qualquer tipo de acidente, tal como, entorse, contusão, queda, escoriações, serão realizados os procedimentos de primeiros socorros. Se necessário a participante será encaminhada pelo pesquisador a um Pronto Atendimento e qualquer gasto referente ao acidente, caso ocorra durante a coleta de dados, será ressarcido pelo pesquisador.
- **Benefícios da Pesquisa:** Não haverá benefícios financeiros, entretanto sua participação é essencial para que possamos analisar as variáveis do salto *Jeté* e assim contribuir com a modalidade Ginástica Rítmica.
- **Esclarecimentos:** Você não é obrigada a participar da pesquisa em questão, podendo retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer problema, antes da divulgação do trabalho final. Para isso basta falar com o pesquisador. A qualquer momento você poderá pedir mais informações ou esclarecimentos sobre a pesquisa e sua participação. Para informações ou reclamações sobre os aspectos éticos você pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp, telefone (19) 3521-8936 ou pelo e-mail cep@fcm.unicamp.br.
- **Confidencialidade:** A sua identidade e de todos os voluntários serão mantidas em total segredo, tanto pelo pesquisador como pela instituição onde será realizada a pesquisa. Os resultados da pesquisa poderão ser divulgados em palestras, cursos, conferências, periódicos científicos ou outra forma de divulgação que possa transmitir os conhecimentos para a sociedade e profissionais da área, sempre sem nenhuma identificação dos participantes.

Consentimento Pós-informação:

Após ler e compreender as informações acima, eu _____, portador da Carteira de Identidade n. _____, esclarecido sobre todos os aspectos da pesquisa como objetivos, riscos, procedimentos e sigilo, de livre vontade dou meu consentimento para minha inclusão como sujeito da pesquisa “Análise Cinemática do Salto *Jeté*” realizada na Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, sob responsabilidade do Professor Dr. Sérgio Augusto Cunha.

Assim, assino este documento de autorização e recebo uma cópia do mesmo.

Campinas, de de 20__

Voluntário: _____(nome, RG e assinatura)

Pesquisadores Responsáveis:

Prof. Adjunto Sérgio Augusto Cunha

E-mail: scunha@fef.unicamp.br

LIB – FEF Fone (19) 3521.6626

Danilo Aparecido Morales

E-mail: danilomorales@bol.com.br

Fone: (19) 9302.0289