

Kinesis, 1993, 11, 75-92.

**Análise Biomecânica da
Evolução Técnica do Salto
Reversão**

*Biomechanical Analysis in
the Technical Evolution of
the Handspring vault*

Carlos Alberto Vargas Ávila

Resumo

Este resumo procura investigar a evolução técnica do salto reversão no período de 1985 a 1995, as mudanças ocorridas no código de pontuação, assim como as alterações no trampolim e no cavalo decorrentes desta evolução técnica. Como fontes primárias e secundárias, utilizou-se os códigos de pontuação e relatórios de pesquisa e dois filmes de 16 mm, de períodos, para efetuar-se a análise das variáveis cinemáticas determinadas por este estudo: trajetória do centro de gravidade, ângulos de incidência no trampolim e no cavalo, amplitude no centro de gravidade no primeiro e no segundo voo, as distâncias horizontais do primeiro e segundo voos e as mudanças na trajetória do centro de gravidade durante a realização do salto. Foram analisados dez saltos executados por ginastas masculinos, de nível internacional, em dois períodos diferentes, sendo dois saltos referentes ao mundial de 1966 e oito saltos decorrentes de um estudo realizado em 1981 nos Estados Unidos. Com o auxílio de microcomputador IBM-PC e uma mesa Digicon MDD 1812, processou-se a digitalização dos eixos articulares das coordenadas cartesianas x e y. Através de um programa, calculou-se a trajetória do centro de gravidade de cada salto e com software AutoCad (versão 11), mensurou-se as variáveis mencionadas anteriormente. Procedeu-se uma análise qualitativa dos resultados com base em alguns dados quantitativos. Inicialmente analisou-se as variáveis decorrentes do código de pontuação as alterações de aparelhagem. No segundo momento verificou-se os ângulos de incidência no trampolim e no cavalo, a seguir as alturas e distâncias do primeiro e do segundo voo foram medidas e comparadas, e posteriormente passou-se a analisar as modificações nas trajetórias do centro de gravidade dos saltos nos dois períodos distintos, observando-se com isto uma diferença significativa nas curvas decorrentes das alterações nas demais variáveis. Concluiu-se que a evolução técnica dos saltos é consequência de vários fatores associados, como as variáveis cinemáticas e a melhoria da qualidade dos equipamentos e que determinaram também, a necessidade de modificações no julgamento dos saltos.

Abstract

The purpose of this study is to research on the technical evolution of the handspring vault in the period which goes from 1955 to 1985, on the changes in the code of points and alterations in the take-off and horse modalities caused by this evolution. Two 16 mm films were used the

distinct periods so that the analysis of the cinematic variables involved in the study could be conducted: trajectory of the center of gravity, angles at take-off and the horse, pre-flight and pos-flight amplitude of center of gravity, pre-flight the horizontal center distances and the changes the trajectory of the center of gravity during the vault. Ten vault done by male gymnast were analysed in the differents periods, out of these two vault were connected to 1966 world championship and eihgt jumps were taken from a study done in the United States in 1981. The coordenates x and y of the joint axes were typed in an IBM-PC microcomputer and a DIGICON MDD 1812 table. Through a program, the trajectory of the center of gravity of each was calculated and with the AutoCad software release (Model 11) the variables previously mentioned were measured. Based on qualitative data, the qualitative of the results was conducted. Initially, the variables related to the code of points and the alternations in the equipament were analysed. Then, the angles at take-off and the horse were checked, afterwards, the pre-flight and pos-flight distance and hight were measured and compared and, finally, the alteration in the trajectory in the center of the gravity of the jumps in the two distinct periods was analysed, thus observing a significant difference in the courves by the alterations in the other variables. The conclusion established is that the technical evolution of jumps is the results of various related factores, such as the cinematic variables and the improvement in the of equipaments thus also causing the need for modification in the judgement of vaults.

Introdução

A Ginástica Olímpica em nosso país é dos esportes que necessita desenvolver-se, pois as equipes nacionais que representam o país em diversos eventos internacionais, como Jogos Olímpicos e Campeonatos Mundiais, tem obtido classificações modestas e somente em competições no continente americano que o Brasil consegue destaque maior. Vários são os entraves para este desenvolvimento e não cabe aqui questioná-los e nem sugerir soluções. Contudo, o Esporte e Educação Física carecem de estudos que viabilizem a solução desses problemas, tornando-se portanto, necessário que pesquisadores, técnicos e professores, trabalhem em conjunto formando um elo de produtividade.

Num esporte onde a forma, a precisão e a complexidade dos movimentos, o caracteriza como um dos mais belos, mais difícil e talvez mais singular de todos, não permite que o professor, o técnico ou o atleta desconsidere a permanente evolução técnica dos movimentos. Para tanto, necessita-se de uma investigação científica desses movimentos, afim de torná-los mais compreensíveis e acessíveis aos professores, técnicos e atletas.

A preparação de atletas de alto nível é inconcebível sem uma fundamentação biomecânica profunda da técnica desportiva e da metodologia de seu aperfeiçoamento.

A Biomecânica, como ciência experimental, se sustenta no estudo experimental dos movimentos. Com auxílio de instrumentação adequada se registram as características quantitativas dos movimentos como, trajetórias, velocidades, forças e outras variáveis que permitem diferenciar os movimentos e compará-los entre si.

Alguns estudos do salto sobre o cavalo, tem sido feitos sob o ponto de vista biomecânico, numa análise mais quantitativa do que qualitativa, tais como, o de Bruggemann (1979), em que mediu variáveis e mudanças na velocidade durante um salto Reversão e salto Tsukahara executados por ginastas masculinos, e também (1979), que analisou dez saltos Reversão executados por mulheres onde foram testados as correlações entre escores atribuídos aos saltos e certas variáveis cinemáticas.

A justificativa que se encontra para uma incidência maior de estudos com este tipo de análise, é que uma análise qualitativa está fundamentada numa interpretação de carácter subjetivo ao contrário de uma análise quantitativa que fundamenta-se numa interpretação de carácter objetivo, portanto, mais precisa em termos de mensuração. No entanto, não se

desconsidera a importância de uma análise qualitativa, quando as condições assim a exige e os objetivos possam ser alcançados

Este estudo teve os seguintes objetivos:

- Investigar a evolução do salto Reversão no período de 1955 a 1985;
- Verificar as mudanças ocorridas no Código de Pontuação sobre o salto Reversão;
- Identificar as alterações na aparelhagem utilizada para o salto Reversão;
- analisar as modificações ocorridas na trajetória do Centro de Gravidade (CG) do ginasta durante a realização do salto.

O presente estudo justifica-se pela carência de estudos nesta área de pesquisa; pela necessidade de comparar-se realizados anteriormente com os saltos realizados atualmente, para uma possível predição dos saltos futuros sob o ponto de vista biomecânico.

De acordo com a evolução técnico e o alto grau de dificuldade dos saltos verificados hoje, há necessidade de determinação de novos parâmetros a serem utilizados nos métodos de treinamentos, pois os antigos métodos provavelmente não mais correspondem as necessidades atuais.

Sensibilizar nossos técnicos e professores para os problemas relacionados com a evolução técnica dos saltos.

As limitações deste estudo estão relacionados com o processo de filmagem nos dois saltos analisados, através do filme do campeonato mundial de ginástica de 1966, onde a filmagem não foi realizada num ângulo perpendicular ao plano sagital dos ginastas, sendo necessário, portanto, uma correção dos valores das coordenadas x e y.

Outra limitação, deve-se ao fato de que foram digitalizadas cinco pontos-não foram considerados os eixos articulares do cotovelo e do joelho nos dois saltos mencionados anteriormente. A razão que determinou este procedimento, foi devido a dois fatores: o primeiro, porque a imagem do filme não estava muito nítida, acarretando uma imagem de erro maior se fosse considerado todos os pontos; e o segundo, considerou-se o antebraço e o braço, e a coxa e a perna, como um único segmento, respectivamente.

Filnalmente, a última limitação surgiu no processamento de cálculo das distâncias do primeiro e do segundo vôle e na determinação das alturas de ambos os vôos, na análise dos últimos cinco saltos. Esta dificuldade originou-se da falta de pontos de referências (principalmente nos dois saltos referentes ao período anterior), acarretando com isto, que somente os ângulos de incidência no trampolim e no cavalo e as trajetórias do centro de gravidade, serviram de parâmetros para análise.

Algumas variáveis foram abordadas neste estudo com as seguintes definições:

Zonas do cavalo: são espaços na parte superior do cavalo, delimitados por linhas transversais, onde é feito o apoio das mãos;

Comprimento do cavalo: é o espaço delimitado pelas duas extremidades superior do cavalo e mede 1.60m a partir de 1965, pois anteriormente media 1.80m;

Altura do trampolim: é a distancia do solo à parte superior mais elevada do trampolim 18cm.

Ângulo de insidência no trampolim: é o ângulo formado pela linha que passa pelo centro de gravidade do corpo e pelo eixo articular do tornozelo, com a horizontal, no momento da máxima pressão dos pés no trampolim;

Ângulo de insidência no cavalo: é o ângulo formado pela linha que passa pelo centro de gravidade do corpo e pelo eixo articular do pulso, com a horizontal, no momento de máxima pressão das mãos no cavalo;

Trajectoria do centro de gravidade: é o traçado que o centro de gravidade realiza durante a execução do salto iniciando a partir da impulsão no trampolim e finalizando com o contato dos pés com o solo;

Altura do centro de gravidade no primeiro vôo: é a distância vertical máxima que o centro de gravidade atinge durante o primeiro vôo, em relação a horizontal que passa pela superfície do cavalo;

Distância horizontal do primeiro vôo: é a distância percorrida pelo centro de gravidade do ginasta, desde o momento que este deixa o trampolim até o contato das mãos com o cavalo;

Distância horizontal do segundo vôo: é a distância percorrida pelo centro de gravidade do ginasta, desde o momento que este deixa o cavalo até o contato dos pés com o solo;

Salto Reversão: é precedido de uma corrida de distância máxima de 25m, onde utiliza-se um trampolim para a impulsão; o salto é executado com o corpo estendido, assumindo uma posição invertida passageira sobre o cavalo.

Após o apoio simultâneo das mãos e a força exercida sobre o cavalo, o corpo gira sobre si, elevando-se para realizar uma segunda fase aérea, a qual finaliza com a chegada ao solo com os pés juntos.

Material e Método

Fonte de dados

Este estudo caracteriza-se por uma pesquisa histórica e também um estudo de caso. Foram utilizados dados de dez saltos, de nível internacional, dentro do nível técnico da sua respectiva época. Justifica-se esta abordagem, que ao invés de sujeitos, buscou-se dados, porque não se analisou os mesmos sujeitos e sim saltos com diferentes ginastas. No filme sobre o Campeonato Mundial de Roma em 1966, foram analisados dois saltos e no outro filme realizado nos Estados Unidos, em 1981, analisou-se oito.

Para alcançar os objetivos dois e três, utilizou-se fontes primárias e secundárias. Os códigos de pontuação serviam de fontes primárias e os relatórios de pesquisas como fontes secundárias.

Instrumentação

Utilizou-se para a realização deste estudo, filmes de 16 mm de períodos destinados, um Vanguard conectado a um microcomputador IBM-PC para a digitação dos pontos dos eixos articulares das coordenadas cartesianas x e y, arquivados em disquete 5¼ e 3½ para posterior processamento. Para proceder-se a retirada das coordenadas referentes aos pontos assinalados nos sujeitos utilizou-se de um dispositivo já recomendado por um outro estudo semelhante. Tal instrumento constou de um projeto cinematográfico de 16 mm, marca Schoolmaster, acoplado a uma digitalizadora *Digicon mdd 1812*. Os pontos digitalizados na mesa foram processados pelo "software" AutoCad (versão 11) de computação gráfica diretamente em um PC-386.

Procedimento

Para efetuar a análise dos saltos nos filmes, inicialmente utilizou-se um filme do campeonato mundial de ginástica realizado em Roma, em 1966. Neste filme analisou-se dois saltos Revesão executados na competição. Posteriormente um filme que serviu como fonte de dados para uma outra pesquisa. Deste último, analisou-se oito saltos executados por ginastas americanos, que realizaram os saltos especificamente para a referida pesquisa mencionada anteriormente.

A determinação dos pontos, resultantes dos eixos articulares e percentuais de peso relativo, seguiu uma técnica elaborada por Dempster, Bauman e Galbierz apud Riehle (1979).

Antes dos pontos articulares dos ginastas serem digitalizados, foram determinados outros dois pontos para a obtenção de um referencial a fim de ser feita a calibragem das imagens projetadas dos filmes.

Os pontos digitalizados, quatro a quadro, a partir da fase aérea que antecede a abordagem do trampolim, até a aterrissagem no solo, sendo obedecida a seguinte sequência: eixo articular do tornozelo, do joelho, do quadril, do pulso, do cotovelo, do ombro e o centro da massa da cabeça.

As coordenadas x e y destes pontos foram utilizadas como dados de entrada para um programa computacional calcular as coordenadas do centro de massa total, bem como as variáveis cinemáticas que o estudo se propôs a verificar.

Para a detecção de erros de digitalização, as coordenadas obtidas, tanto dos CG parciais como totais dos ginastas, em cada salto, foram plotadas e após a correção das mesmas, estas foram redigitalizadas.

As variáveis: ângulos de incidência no trampolim, ângulo de incidência no cavalo, distância horizontal do primeiro voo, distância horizontal do segundo voo, foram determinadas através do AutoCad, sendo determinado inicialmente, o quadro em que o ginasta efetivamente exerceu pressão máxima sobre a superfície do trampolim do cavalo, como também no solo, no momento da aterrissagem. Após a determinação destes quadros, procedeu-se o cálculo de cada variável solicitada em cada salto. A trajetória do centro de gravidade de cada ginasta, em cada salto também serviu de parâmetro para verificar as diferenças de amplitude dos voos.

Quanto as variáveis as modificações dos aparelhos (cavalo e trampolim) e as do código de pontuação, a literatura específica forneceu as informações necessárias.

Fluxograma do processamento de dados

- 1 - Digitação das coordenadas x e y os pontos articulares dos ginastas filmados;
 - 2 - Cálculo do centro de gravidade em cada fotograma dos filmes utilizados;
 - 3 - Determinação da trajetória do centro de gravidade, através da plotagem dos gráficos;
-

4 - Cálculo dos ângulos de incidência no trampolim e no cavalo, de cada ginasta;

5 - Determinação da distância horizontal do primeiro e segundo voo, em cada salto;

6 - Cálculo da altura máxima do centro de gravidade no primeiro e segundo voo, em cada salto.

7 - Determinação das duas trajetórias do centro de gravidade dos ginastas nos dois períodos distintos.

Apresentação e discussão dos resultados

Variáveis referentes aos aparelhos

Inicia-se esta discussão com uma constatação bastante relevante em relação as características do trampolim e do cavalo, enquanto componentes vitais para a realização dos saltos. O trampolim passou de um mero acessório à importante e determinante função para o sucesso e evolução dos saltos. A sua configuração material e design, resultou numa maior resistência a fortes impactos, bem como numa resposta mais efetiva decorrente destes impactos, permitindo assim, que o ginasta obtivesse o máximo de rendimento na impulsão. As diferenças de altura (mais ou menos 8 cm) e a constituição material em termos de resistência e qualidade, foram, entre outros fatores, determinantes para o nível de execução que os saltos atingiram. Conjuntamente com o trampolim, o cavalo sofreu processo semelhante. A sua dimensão horizontal, passando de 1,80m para 1,60m, a supressão paulatina das zonas de apoio, que inicialmente eram cinco e gradativamente desaparecem e a constituição material permitindo um amortecimento no impacto das mãos, também contribuíram para a elevação da performance. O próprio código de pontuação, teve que proceder uma revisão e atualização constante de suas normas e diretrizes em relação a todas as provas e especificação dos saltos sobre o cavalo, ou seja as alterações materiais dos equipamentos, oriundos dos avanços tecnológicos, determinaram obrigatoriamente, as mudanças nas regras de julgamento e nas exigências técnicas, especificamente, dos saltos.

Variáveis cinemáticas

A primeira variável, é necessariamente o ângulo de incidência no trampolim, porque é deste ângulo de abordagem do trampolim, que decorre toda a trajetória do salto. Contudo, antes de apresentar os dados e analisá-

los, é importante resaltar que algumas pesquisas, entre elas, a de *Fukushima (1975)*, o ângulo de abordagem no trampolim é determinado à partir da horizontal com o quadril, ocasionando com este procedimento, um ângulo maior do que procedimento utilizado por este estudo e outras pesquisas.

Nos dois saltos do mundial de 1966, os ângulos de incidência no trampolim foram respectivamente 86.13° e 78.54° com média de 82.33° e nos oito saltos realizados em 1981, os ângulos foram respectivamente 81.98° , 85.43° . Esta diferença em relação aos saltos de 1966, vem de encontro ao estudo de *fukushima (1975)*, onde resulta uma diferença significativa na trajetória do primeiro voo, sendo esta mais alta e lenta nos saltos com um ângulo menor e, por outro lado, mais baixa e rápida nos saltos com ângulo maior. No entanto, nos dezesseis saltos analisados por *Dillman, Cheetham e Smith, (1985)* a média do ângulo de incidência no trampolim, foi de 62.5° , bastante menor em relação aos outros estudos, justifica-se esta diferença, em razão de uma maior velocidade horizontal e também uma distância menor no primeiro voo, decorrente das exigências dos dois tipos de saltos (reversão com um mortal e meio e Tsukahara).

Quanto ao ângulo de incidência no cavalo, os saltos referentes a 1966, apresentaram respectivamente 88.65° e 73.13° com média de $80,89^\circ$ já os oito saltos correspondentes a 1981, registraram respectivamente 86.42° , 44.81° , 52.50° , 49.83° , 62.01° , 47.69° , 54.94° resultando uma média de 56.86° . A diferença aqui registrada de 24° aproximadamente, é motória. A razão desta designação acentuada, é explicada pelos fatores antecedentes, ângulos de incidência no trampolim e a curva da trajetória do centro de massa no primeiro voo como consequência, também deste ângulo. No momento em que o ginasta deixa o trampolim, ele não tem mais como alterar a sua trajetória de voo, já que esta depende essencialmente da velocidade horizontal e vertical no momento da abordagem no trampolim. Ao analisar-se a tabela 1, observa-se que os dois saltos relativos a 1966 (saltos 9 e 10), apresetam valores semelhantes em ambos os ângulos, mas com considerada diferença em relação aos oito saltos de 1981.

Enquanto os ângulos de incidência no trampolim são menores, no cavalo, são maiores. Note-se, igualmente, que há diferença acentuada entre os oito saltos realizados em 1981, e que posteriormente ao tratar-se das outras variáveis, estas diferenças serão esclarecidas e justificadas.

Tabela 1 - Ângulo de incidência no trampolim e no cavalo

Saltos	Ângulo/Trampolim	Ângulo/cavalo
1	81.98	86.42
2	85.98	44.81
3	85.43	52.50
4	86.87	49.83
5	80.91	62.01
6	84.06	47.69
7	82.65	54.94
8	89.72	56.72
9	86.13	88.65
10	78.54	73.13

A variável amplitude do primeiro voo está intimamente relacionado com os ângulos de incidência e as velocidades horizontal e vertical do salto. Nos saltos relativos à 1966 não foi possível determinar as alturas máximas do primeiro e do segundo voo, como também nos três últimos saltos relativos à 1981. Os cinco saltos deste período, obtiveram respectivamente 2.42m, 2.10m, 2.09m e 2.27m de altura máxima do centro de massa no primeiro voo (tabela 2). As alturas atingidas por estes ginastas, evidenciam uma estreita relação com os ângulos de incidência. O primeiro salto foi o que atingiu a maior no primeiro voo (2.42m), obtendo o segundo menor ângulo de incidência no trampolim (81.98°) e o maior ângulo de incidência no cavalo (86.42°) entre estes cinco saltos. Por outro lado, o quinto salto foi o que atingiu a segunda maior altura no primeiro voo (2.27m), o menor ângulo de incidência no trampolim (80.91°) e obteve o segundo maior ângulo de incidência no cavalo (62.01°). Os demais saltos seguem esta mesma analogia.

No segundo voo, os cinco saltos obtiveram respectivamente 2.62m, 2.77m, 2.79m, 2.82m e 2.58m de altura máxima do centro de massa (tabela 5). Também aqui, é demonstrada uma grande relação com as variáveis anteriores. O quarto salto foi o que atingiu a maior altura do centro de massa (2.82m), tendo o segundo menor ângulo de incidência no cavalo (49.83°).

No entanto, o quinto salto apresentou a menor altura do centro de massa (2.58m), correspondendo o segundo maior ângulo de incidência no cavalo (62.01°). O maior ângulo de incidência no cavalo (86.42°), relativo ao primeiro salto, alcançou a segunda menor altura do centro de massa (2.62m). Nas pesquisas de *Dainis* (1979) e *Takei* (1989) e (1992), são demonstradas a importância da velocidade horizontal e do momentum angular na impulsão no trampolim, o tempo reduzido e a pequena altura no primeiro voo e a grande velocidade vertical na repulsão no cavalo, determinada também, por uma grande velocidade horizontal no cavalo. A análise biomecânica do salto reversão com duplo mortal realizado por *Manoni, Leva e Carvelli* (1988) concluiu, entre outras coisas, que a elevação no segundo voo depende principalmente da abordagem sobre o trampolim. Isto confirma os dados obtidos neste estudo referentes aos ângulos de incidências e as alturas de voos.

Tabela 2 - Alturas do primeiro e segundo voo

Saltos	Altura primeiro voo(m)	Altura segundo voo(m)
1	2.42	2.62
2	2.10	2.77
3	2.15	2.79
4	2.09	2.82
5	2.27	2.58

As distâncias relacionadas ao primeiro e segundo voo, também só foram possível de serem calculados nos cinco primeiros saltos de 1981. As distâncias relativas ao primeiro voo foram, respectivamente, 2.63m, 2.22m, 2.22m, 2.08m, e 2.70m (tabela 3). O quarto salto apresentou a menor distância (2.08m), o segundo menor ângulo de incidência no cavalo (49.83°) e a maior altura do segundo voo (2.82m). Entretanto, o quinto salto verificou a maior

altura do segundo voo (2.82m). Entretanto, o quinto salto verificou a maior distância (2.70m), o segundo maior ângulo de incidência no cavalo (62.01°) e a maior altura do segundo voo (2.58m). Relacionando o ângulo de incidência no trampolim com a distância do primeiro voo, apresenta-se algumas considerações: a maior distância (2.08m) apresenta o maior ângulo (86.87°), ambos do quarto salto; a maior distância (2.70m) apresenta o menor ângulo (80.91°), ambos do quinto salto. Verifica-se também, uma relação bastante interessante entre a altura e a distância do primeiro voo: o quarto salto demonstra a menor altura (2.09m), correspondendo a menor distância (2.09m) no entanto, o quinto salto, apresenta a segunda maior altura (2.27m) e a maior distância (2.70m).

Confirmando-se as relações de outros estudos semelhantes, *Dillman, Cheetham e Smith* (1985), obtiveram, em média 1.78m de distância no primeiro voo para o salto reversão com um mortal e meio, e de 1,36m, em média, para o salto Tsukahara. Configura-se aqui, uma distância menor em relação a este estudo, explicada pelas diferenças técnicas dos dois saltos, pois ambos, exigem uma maior amplitude, tanto em altura como em distância, no segundo voo, devido a necessidade de rotação em torno do eixo transversal do corpo.

As distâncias correspondentes ao segundo voo são, respectivamente: 2.01m; 2.93m; 2.80m; 3.05m; e 2.60m (tabela 3). É importante relacionar com as outras variáveis já observadas, pois os dados encontrados, apresentam valores bem distintos: Evidencia-se a distância atingida pelo quarto salto (3.05m), enquanto a sua distância no primeiro voo é a menor (2.08m), tendo também a menor altura no primeiro voo (2.09m), a maior altura no segundo voo (2.82m), o segundo menor ângulo de incidência no cavalo (49.83°), entre os cinco saltos, e o terceiro menor, entre os dez saltos (tabela 1), bem como, o maior ângulo de incidência no trampolim (86.87°), entre os cinco saltos, e o segundo maior, entre os dez saltos. Entretanto, no primeiro salto, observa-se a menor distância (2.01m), a segunda maior distância no primeiro voo (2.63m), a maior altura no primeiro voo (2.42m) e a segunda maior altura no segundo voo (2.62m). Em relação aos ângulos, configura-se o seguinte quadro com respeito a este salto: verifica-se o maior ângulo de incidência no cavalo entre todos os dez saltos (86.42°); segundo menor ângulo de incidência no trampolim entre os cinco saltos (81.98°) e o segundo menor salto entre os dez saltos. Estes resultados referentes a distância do segundo voo, confrontados com os de *Dillman, Cheetham e Smith* (1985), apresentam valores bastantes menores, pois estes autores determinaram as distâncias médias de 4.07m e 3.52m, respectivamente, para os saltos reversão

com mortal e meio e Tsukahara. Em contrapartida, observa-se anteriormente, valores maiores deste estudo em relação aos dados destes pesquisadores, para as distâncias do primeiro voo. Justifica-se estas relações, em virtudes das diferenças técnicas jpa mencionadas anteriormente, dos dois saltos analisados por eles.

Tabela 3 – Distância do primeiro e segundo voo.

Saltos	Distância primeiro voo(m)	Distância segundo voo(m)
1	2.63	2.01
2	2.22	2.93
3	2.22	2.80
4	2.08	3.05
5	2.70	2.60

As curvas da trajetória do centro de gravidade dos ginastas em cada um dos dez saltos, apresentam acentuada diferença entre os dois saltos de 1966 e os oito saltos de 1981. Esta diferença é resultado das diferenças amplitudes determinadas em ambos os voo, pelos ângulos de incidências tanto no trampolim como no cavalo e pela velocidade vertical obtida no trampolim. Verifica-se, nos saltos referentes a 1966, que a curva traça uma parábola mais acentuada no primeiro voo em relação aos saltos de 1981. Por outro lado, o processo inverso acontece no segundo voo, onde a curva traça uma parábola menos acentuada em relação aos saltos de 1981.

Como consequência destas diferenças de amplitudes, principalmente a relacionada com o segundo voo, o ginasta tem uma altura maior, para realizar os movimentos necessários as exigências dos saltos (giros em torno de um ou mais eixos do corpo). É nesta fase, que as características de determinados saltos são definidas executadas. O estudo realizado por *Takei* (1992), reafirma algumas condições fundamentais fora o uso dos saltos, entre elas, uma grande velocidade horizontal no apoio sobre o cavalo é um

pré-requisito importante para a repulsão e o segundo vôleo.

Conclusões e recomendações

O principal objetivo deste estudo foi investigar a evolução técnica do salto reversão abrangendo um período de trinta anos aproximadamente, como decorrência deste, outros objetivos foram pautados e buscados, como verificar as mudanças sofridas pelo código de pontuação, identificar as alterações na aparelhagem e analisar as modificações ocorridas na trajetória do centro de gravidades do ginasta durante a realização do salto.

Todos as pesquisas que serviram como embasamento teórico deste estudo, concluíram, independentemente dos objetivos que se propunham alcançar, que a fase mais importante no salto é a impulsão no trampolim, na abordagem do trampolim, o ângulo de incidência horizontal e a velocidade vertical são determinantes na boa execução do salto.

As modificações ocorridas no código de pontuação, procuraram se adequar as necessidades e exigências técnicas dos novos saltos e da própria evolução dos já existentes, em vista do que as pesquisas demonstram, juntamente com este estudo, algumas conclusões são inerentes, como: o espaço da corrida foi julgado insuficiente para um ginasta desenvolver o máximo de velocidade para obter o máximo de impulsão (velocidade vertical), como consequência, este foi acrescido de cinco metros, passando para o limite permitindo de 25 metros; a medida que as exigências tornavam-se maiores e com o surgimento de novos cavalos com grau de dificuldade mais elevado, os valores de alguns saltos considerados básicos eram diminuídos, como o caso da reversão, onde inicialmente este salto valia 10 pontos sendo sucessivamente depreciado até ao valor de 8.70 pontos; a necessidade de simplificar o julgamento, faz também com que as zonas de apoio no cavalo, fossem paulatinamente sendo suprimidas, pois anteriormente diferenciam-se os saltos, inclusive com valores diferentes, em saltos na zona proximal (garupa) e saltos na zona distal (pescoço). Atualmente o ginasta pode utilizar qualquer espaço na superfície do cavalo para apoiar as mãos.

Identificar as alterações no trampolim e no cavalo, foi outro objetivo deste estudo. Com as modificações de ordem técnica do código de pontuações materiais e as dimensões físicas dos aparelhos, fatalmente teriam que acontecer, até porque o avanço tecnológico e científico também iria refletir nos equipamentos esportivos. O trampolim tornou-se mais resistente, com

uma constituição material de melhor qualidade, pois além da madeira especial foi inserido a fibra de vidro, e também a sua altura foi redimensionada para dezoito centímetros. Com estas modificações, as respostas aos impactos dos ginastas, tornaram-se mais eficazes, ganhando os saltadores em performance de alta qualidade e o aumento das possibilidades técnicas e de criação de novos saltos. Quando ao cavalo, o aparelho também foi redimensionado, com o seu comprimento sendo reduzido em vinte centímetros, passando de 1.80 metros para 1.60 metros. Conclui-se que esta redução era pertinente, devido as modificações nas curvas da trajetória do centro de gravidade dos saltos, tanto no primeiro vôo como no segundo vôo, com ênfase ao segundo, já que os saltos deixaram de ser longos para terem uma altura maior, devido principalmente, a complexidade e as características dos saltos novos. O outro aspecto relacionados ao cavalo que sofreu alterações, foi também a sua constituição material. Devido a algumas lesões articulares, em consequência de impactos sucessivos pela carga de treinamento intensivo, a superfície do cavalo foi alterado no sentido que pudesse absorver melhor estes impactos em detrimento da qualidade na reação do cavalo. Entre a parte rígida e o couro foi colocada uma camada de espuma para que esta servisse de amortecedor, a fim de amenizar os impactos sobre as articulações do pulso e do ombro.

O último objetivo foi o de analisar as mudanças na trajetória do centro de gravidade durante os saltos sobre o cavalo, especificamente o salto reversão. O estudo conclui, bem como outras pesquisas, que estas alterações originaram-se em virtude de que outras variáveis também modificaram-se e que elas são determinantes para estabelecer a curva da trajetória do centro de gravidade em todo o movimento. Os saltos mais recentes evidenciam algumas transformações mais profundas, entre elas, a adição de movimento ginástico, como a rondada e o flic-flac, no final da corrida de aproximação, ocasionando com isto, uma abordagem dorsal no trampolim e por consequência no cavalo. Atualmente os ângulos de abordagem também são menores que o registrado neste estudo e na literatura, decorrendo daí, modificações nas curvas da trajetória do centro de gravidade, onde fica caracterizado uma curva bastante baixa no primeiro vôo e uma com proeminente no segundo vôo.

Recomenda-se outros estudos experimentais para aprofundar investigação acerca de variáveis consideradas fundamentais na execução dos saltos, entre estas, a velocidade horizontal, a velocidade vertical tanto no trampolim como no cavalo, inclusive com possibilidade de mensurar e correlacionar com estudos semelhantes. Sugere-se também, que sejam

analisados saltos que possuem uma complexidade maior, a fim de determinar com melhor precisão e fidelidade os giros que ocorrem em mais de um eixo corporal.

Referências Bibliográficas

- Bruggemann, P. *Biomechanical analysis of selected vaults on the longhorse*. In Science in Gymnastics, 9-24. 1979.
- Danis, A. Cinematographic analysis of the habspring vault. *Research Quarterly*, 50(3): 341-349. 1979.
- Dillman, C.J. Cheetham, P.J. & Smith, S.L. A kinematic analysis of men's olympic long horse vaulting: *International Journal of Sport Biomechanics*, 1, 96-110. 1985.
- Fukushima, S. The long horse: a new approach. *Gymnast*, Feb. 36-37. 1975.
- Manoni, A., Leva, P. de & Carvalli, E. Analize biomecanica di salto volteggio denominato ribaltato e doppio salto-giro raccolto. *Rivista di Cultura Sportiva*, 18, 15-25. 1990.
- Riehle, H. Die biomechanik der wirbel saule beim trampolinturnen. Sankt Augustin, Verlag hans Richarz. 1979.
- Takei, Y. Techniques used by elite gymnasts performing a handspring vault at the 1987 Pan American Games. *International Journal of Sport Biomechanics*, 5, 1-25. 1989.
- Takei, Y. Blocking and Postflight Techniques of Male Gymnasts performance the compulsory vault at the 1988. *Internacional Journal of Sport Biomechanics*, 8, 87-100. 1992.

Prof. Dr. da Escola de Educação Física da USP.
