

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
BACHARELADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA  
AMOM VIDAL DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**PADRÃO CINEMÁTICO DA FASE DE IMPULSÃO UTILIZADO PELOS  
ATLETAS DE SALTO EM DISTÂNCIA DE ELITE**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA

2015

AMOM VIDAL DO NASCIMENTO OLIVEIRA

**PADRÃO CINEMÁTICO DA FASE DE IMPULSÃO UTILIZADO PELOS  
ATLETAS DE SALTO EM DISTÂNCIA DE ELITE**

Trabalho de Conclusão de Curso,  
apresentado à disciplina de Trabalho de  
Conclusão de Curso 2, do curso  
superior de Bacharelado em Educação  
Física da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná – UTFPR.

Professor: Ms. João Egdoberto Siqueira

CURITIBA

2015

## RESUMO

OLIVEIRA, Amom Vidal do Nascimento. **Padrão cinemático da impulsão utilizado pelos atletas de salto em distância de elite.** 24 fls. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado em Educação Física, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

O salto em distância tem sido uma das modalidades do atletismo mais pesquisada nos últimos anos. De uma maneira a direcionar seu estudo de modo mais eficiente, este é segmentado em quatro fases: corrida de aproximação, impulsão, voo e queda. Tendo em vista a necessidade de uma maior compreensão biomecânica para técnicos da modalidade, este trabalho apresenta uma descrição de qual o padrão cinemático no momento da impulsão do salto em distância, de acordo com os dezesseis melhores resultados dos campeonatos mundiais de atletismo de 2009 e 2011. Para o tratamento dos dados foram utilizados cálculos de média, desvio padrão e amplitude. A partir de uma revisão literária sobre as variáveis de ângulo de impulsão, ângulo mínimo de joelho da perna de impulsão, ângulo de tronco, velocidade horizontal, velocidade vertical, velocidade de impulsão e perda de velocidade; foi realizada uma comparação entre o que havia sido prescrito na literatura e o realizado na prática. Foi possível identificar a velocidade horizontal como sendo o fator determinante para se obter maior distância de deslocamento horizontal de salto. As variáveis coletadas demonstram que apesar disso, outros fatores dentre as demais fases do salto em distância também podem ser o diferencial para uma melhor marca. Alguns resultados apresentaram variáveis fora do considerado ideal, porém no geral o padrão dos dados descritos da impulsão se enquadra nos conceitos já estabelecidos pela literatura.

**Palavras chave:** Salto em distância. Biomecânica. Impulsão do salto em distância. Atletismo. Padrão Cinemático.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Amom Vidal do Nascimento. **The takeoff kinematic standard used by elite long jumpers**. 24 fls. Term Paper – Baccalaureate in Sports Sciences, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

The long jump has been one of the most researched athletic events in recent years. To study this event in an efficient way, it has been segmented into four phases: approach run, takeoff, flight and fall. Given the need for greater understanding of the sport's technical biomechanics, this work presents a description of what the standard kinematics upon thrust of the long jump, according to the sixteen best results of the 2009 and 2011 Athletics World Championships. For the treatment of data were used calculations of means, standard deviation and amplitude. From a literature review on the thrust angle variables, minimum knee angle of the takeoff leg, trunk angle, horizontal speed, vertical speed, thrust and speed loss rate, a comparison was made between what was prescribed in the literature and realized in practice. It was possible to identify the horizontal speed as the determining factor for greater distance of horizontal displacement jump. The variables collected show that despite this, other factors from the remaining phases of the long jump can also make the difference for a better result. Some results varied outside the considered ideal, but overall the pattern of the data agreed with the research on the concepts already established in the literature.

**Key Words:** Long jump, Biomechanics, long jump takeoff, athletics, standard kinematics.



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná  
Campus Curitiba

Gerência de Ensino e Pesquisa  
Departamento de Educação Física  
Curso Bacharelado em Educação Física



---

---

### TERMO DE APROVAÇÃO

## PADRÃO CINEMÁTICO DA IMPULSÃO UTILIZADO PELOS ATLETAS DE SALTO EM DISTÂNCIA DE ELITE

Por

**AMOM VIDAL DO NASCIMENTO OLIVEIRA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso 2 (TCC 2) foi apresentado no dia 16 de abril de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Educação Física. O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho **aprovado**.

---

João Egdoberto Siqueira  
Orientador

---

Profa. Dra. Cintia Rodacki  
Membro titular

---

Prof. Fábio Mucio Stinghen  
Membro titular

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	6
1.2 PROBLEMA.....	7
1.3 OBJETIVOS.....	7
1.3.1 Objetivo geral.....	7
<b>2 REFERENCIAL.....</b>	<b>8</b>
2.1 SALTO EM DISTÂNCIA .....	8
2.1.2 Corrida de aproximação.....	9
2.1.3 Impulsão .....	9
2.1.4 Voo .....	10
2.1.5 Queda.....	10
2.2 CINEMÁTICA .....	11
2.2.1 Conceitos Gerais .....	11
2.2.2 Padrão Cinemático da preparação para impulsão.....	11
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>13</b>
3.1 TIPO DE ESTUDO .....	13
3.2 POPULAÇÃO / AMOSTRA.....	13
3.3 INSTRUMENTOS .....	13
3.4 ANÁLISE DE DADOS .....	14
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Confederação Brasileira de Atletismo (CBAt) em seus pronunciamentos sobre a história do atletismo afirma que desde a antiga Grécia até a era contemporânea, ele está presente como “esporte base” a todos os outros, devido sua característica marcante de abranger ações fundamentais do homem, como saltar, correr e lançar (CBAt, 2003). O esporte consiste em três tipos de modalidades: provas de pista, de campo ou combinadas. Esteve presente nos primeiros Jogos Olímpicos em 776 a.C. (STUBBS, 2012) e na volta das competições olímpicas na era moderna, no ano de 1896, tornando-se um esporte cuja participação nos jogos é considerada indispensável.

O Salto em distância é praticado e competido desde as Olimpíadas da era antiga, sendo realizadas na época ao som de flautas (BIBLIOTECA VIRTUAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008 p. 3). Era considerada uma prova nobre, pertencente ao atletismo. Desde essa época, as pesquisas na área da biomecânica do esporte já começam a se intensificar.

No sentido do aprimorar o desempenho dos praticantes, por meio de tentativas, as pesquisas na área da biomecânica do esporte foram sempre intensificadas. Um exemplo disso foi a utilização dos halteres para a realização dos saltos, com o objetivo de incrementar a distância de aterrissagem dos atletas, o que pode ser considerado como um dos primeiros dispositivos passivos para ampliar a capacidade motora do ser humano. (MINETTI; ARDIGÓ, 2002)

Na época, por não deverem ser a princípio profissionais, os competidores não deveriam se dedicar exclusivamente aos treinos, conceito este do próprio Barão de Coubertin. Entretanto, devido à competitividade internacional estabelecida por esse evento, tornou-se inviável a não profissionalização do atleta olímpico.

Curiosamente, ainda que na modernidade seja uma modalidade presente desde 1850, quando da primeira competição de atletismo, realizado em Exeter College, na Universidade de Oxford, somente em 1948 o salto em distância se torna uma modalidade olímpica feminina, e desde sempre poucos recordes mundiais

foram batidos, se comparado com outros esportes, e até mesmo outras provas do atletismo. (STUBBS, 2012)

Por esse motivo, entre outros, diversos meios de estudo da melhora de desempenho passaram a ser usados pelos profissionais da área biomecânica com o intuito de aperfeiçoar o resultado dos atletas. (SESI-SP, 2012)

Dentre as modalidades contidas no atletismo, o salto em distância tem por objetivo deslocar o corpo do atleta em uma máxima distância horizontal durante a projeção aérea. Seus praticantes estão sujeitos a uma série de fatores físicos atuantes, como velocidade de reação, potência muscular, velocidade de segmento e capacidade de aceleração (HAY, 1986) e por isso se veem necessárias pesquisas que abordem essas características, para maior rendimento.

Sob o olhar da biomecânica, a análise dessa prova pode ser direcionada a quatro fases consecutivas: corrida de abordagem, impulsão, voo e queda (HAY, 1981). Linthorne (2007) acresce mais uma fase distinta a ser pesquisada, indicando a preparação para impulsão.

O presente estudo tem por objetivo apresentar uma análise mais específica da fase de impulsão do salto em distância, confrontando o padrão cinemático apresentado pela literatura e os saltos dos melhores colocados masculinos da modalidade nos últimos dois campeonatos mundiais de atletismo. Serão analisadas variáveis biomecânicas na fase da impulsão.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Este trabalho será realizado buscando levantar outras variáveis a serem consideradas no treinamento da técnica do salto no atletismo, de tal maneira que ele venha a ser mais alinhado com os parâmetros da biomecânica e com as características individuais dos atletas do salto em distância.

Entende-se com essa análise que, ao possuir uma descrição do padrão cinemático dos atletas de elite, os treinadores poderão fazer uso da mesma como modelo aos seus atletas e alunos que possuam características relacionadas ao estilo e antropometria dos atletas em análise.

De igual maneira, também será possível identificar a forma como as teorias da física se aplicam ao esporte, alertando tanto treinadores quanto atletas das

maneiras que elas podem ser favoráveis ou não ao rendimento do indivíduo, bem como apresentar uma forma de utilizar os dados disponíveis na rede na melhora do desempenho.

## 1.2 PROBLEMA

O padrão cinemático dos saltadores em distância de elite é condizente com o considerado ideal pela literatura?

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 Objetivo geral

Descrever o padrão cinemático utilizado pelos saltadores em distância de elite durante a fase de impulsão.

### 1.3.2 Objetivos específicos

Descrever o movimento considerado ideal para a impulsão;

Sintetizar os dados cinemáticos da fase de impulsão do salto em distância de atletas de elite;

Comparar com os dados cinemáticos da fase de impulsão do salto em distância de atletas de elite com os dados descritos pela literatura.

## 2 REFERENCIAL

### 2.1 SALTO EM DISTÂNCIA

O salto em distância é uma modalidade do atletismo em que a velocidade é fator determinante do resultado. Tanto é que em muitos jogos olímpicos e campeonatos mundiais os campeões do salto também foram bons colocados nas competições de 100m, 200m e 400m rasos (FERNANDES, 1998).

Uma particularidade da prova é a necessidade do atleta ter uma técnica de salto muito apurada, o que auxilia na boa assimilação e ajuste entre a velocidade e o lançamento do corpo em voo, com o que se pretende que isso aconteça sem grande perda de aceleração (HAY, 1981). Portanto, não é certo afirmar que para ser realizado um bom salto a velocidade máxima do atleta é fator único de importância, pois caso o mesmo não consiga os ângulos ideais de impulsão, um local mais eficiente de salto e apresente técnicas de voo apropriadas, a projeção máxima deste atleta será grandemente desfavorecida.

Basicamente, os aspectos básicos da técnica utilizada para o salto em distância são: uma corrida rápida que proporcione ao atleta chegar ao momento de salto com a melhor velocidade coordenada possível; salto com energia acumulada para altura máxima, criando um ângulo ideal para a melhor projeção do centro de gravidade do corpo do atleta; uma queda que não seja sentada na areia, ou com um ângulo de queda desfavorável, e que se bem ajustados favorecerão o ganho de centímetros pelo bom posicionamento final de aterrissagem (FERNANDES, 1998).

### 2.1.2 Corrida de aproximação

A corrida deverá ser suficientemente longa para que o saltador alcance a velocidade ideal, acumulando energias, sendo previsto uma distância em atletas de alto rendimento as distâncias entre 30 e 50 metros (FERNANDES, 1998).

Para que não haja um comprometimento no desempenho dos próximos saltos, devido a intensidade da corrida de aproximação ser máxima, pela depleção do sistema de ATP-CP, e acúmulo de lactato no sistema circulatório (ASTRAND, 2006), é recomendado que essa distância seja a mais curta em que o atleta consiga atingir sua velocidade máxima ideal, ou seja, que o mesmo consiga coordenação para os gestos complexos do salto na maior velocidade possível.

Outro aspecto importante desta fase do salto é que a corrida seja ajustada para que ao final o atleta acerte a tábua com a máxima precisão possível, para não cometer nenhuma falta e valorizar todos os centímetros possíveis a mais para seu salto. A esse ajuste dá-se o nome de marca.

### 2.1.3 Impulsão

A impulsão do salto em distância não pode ser considerada apenas como o momento em que o corpo do atleta é projetado para o salto. Existem fases que caracterizam esse um dos momentos do salto.

Durante a preparação para a impulsão o principal fator é conseguir evitar perder muita velocidade horizontal nas últimas passadas e conseguir gerar uma grande velocidade vertical, para que o ângulo de impulsão esteja dentro do Ideal para melhor resultado.

Hay (1993), afirma que o objetivo da Impulsão é conseguir adquirir uma boa velocidade vertical, mantendo o máximo possível da velocidade horizontal.

Segundo Fernandes (1998), essa fase representa 2/3 do salto, assumindo, portanto a figura protagonista para os estudos em biomecânica dessa modalidade.

#### 2.1.4 Voo

O estilo do salto é caracterizado por essa fase. A partir da impulsão, o atleta inicia um esforço inicial para alcançar a maior altura possível. Para isso é necessário que cabeça e peito sejam elevados, membros superiores arqueados. Após atingir o ápice da parábola, em uma continuação aos movimentos anteriores, o atleta inicia a preparação para a queda ou aterrissagem.

Segundo Fernandes (1998), todos os esforços feitos pelo saltador nesse momento, possuem a utilidade de mantê-lo descontraído, equilibrado e em posição para uma aterrissagem perfeita. Pensar que há um aumento na propulsão ou distância de voo nessa fase é ir contrário aos princípios da física.

Os principais estilos utilizados pelos atletas profissionais são: salto grupado, tesoura simples e passadas no ar, variando entre 2,5 e 3,5 passadas (FERNANDES, 1998).

#### 2.1.5 Queda

Essa é a parte final do salto. A queda ou “aterrissagem” é um momento rápido e preciso em que o atleta buscará a máxima eficiência de toda sua trajetória após impulsão. Para isso, é necessário que o mesmo consiga sincronizar com que o ponto mais baixo dos glúteos caia o mais próximo possível dos calcanhares no momento em que estes tocam o solo (FERNANDES, 1998).

## 2.2 CINEMÁTICA

### 2.2.1 Conceitos Gerais

Cinemática linear é o ramo de estudo da biomecânica que descreve os componentes espaciais e temporais do movimento (HAMILL, 2008). Seu estudo consiste em descrever as posições, velocidades e acelerações dos corpos.

### 2.2.2 Padrão Cinemático da preparação para impulsão

Através da corrida de aproximação, o atleta deverá atingir a máxima velocidade horizontal possível a que não o prejudique tecnicamente, pois quanto maior ela for menor é o tempo de contato do pé de impulsão ao solo, conseqüentemente menor a capacidade de gerar aceleração vertical. (BRIDGETT, 2006).

Morinaga et. al. (2003) ressaltam a importância de se manter o tronco em inclinação à frente durante a fase de preparação para o salto, composta pelas três últimas passadas prévias à impulsão, para que dessa forma sua velocidade horizontal não sofra perda significativa, por conta da aplicação de força vertical para projetar o corpo para cima e da frenagem que haverá por conta do contato da parte posterior do pé do saltador ao solo.

### 2.2.3 Padrão cinemático da impulsão

As pesquisas sobre a biomecânica do salto vêm se intensificando ao longo dos anos. A velocidade do atleta no momento da impulsão é considerada como a mais importante de todas as variáveis (HAY, 1981 p. 344), sendo ela um indicativo do potencial de inércia e de alcance máximo do corpo durante o voo. Para que o atleta consiga a máxima eficiência de salto é necessário haver a melhor sincronia possível entre suas componentes horizontal e vertical.

Para uma máxima projeção horizontal no salto em distância, o indivíduo deverá deslocar seu centro de gravidade a um ângulo em relação ao solo de 18 a

27° (HAY, 1986). A corrida de aproximação deve proporcionar ao atleta a maior velocidade em que ele consiga controlar para execução do gesto técnico (HAY, 1981 p. 344).

O tronco do atleta no momento da impulsão deve estar o mais vertical possível, pois nesse momento, a contração dos músculos quadríceps, íliopsoas e reto do abdome, que se mantém constantemente em ação durante a corrida de aproximação, devem ser contrabalanceados pela ação dos músculos extensores de tronco, para que haja maior estabilidade posterior à coluna vertebral (HAMILL, 2008). Com esta estabilização, e conseqüente desaceleração ao deslocamento horizontal, o atleta pode coordenar uma passada final de menor tamanho, aplicando força através do calcanhar do pé de impulsão ao solo, resultando em uma aceleração vertical positiva, ou seja, gerando uma velocidade vertical.

Durante o momento da impulsão, haverá uma ligeira flexão de joelho da perna de apoio, pois é nesse momento que o pé tocará o local de impulsão, com predomínio do calcanhar, ocasionando uma frenagem na velocidade horizontal (FERNANDES, 1998), para aplicação de um novo vetor de força aplicado para baixo, o que irá iniciar o deslocamento do centro de massa em um movimento parabólico.

O ângulo da articulação de joelho da perna de impulsão nesse momento é um indicador da habilidade do atleta na transferência de energia cinética da corrida para o salto (CAMPOS, 2013). Quanto mais próxima a 180° a angulação (perna mais estendida) maior a eficiência do movimento. Esse é um momento decisivo da impulsão, pois se estima que 60% da velocidade vertical do CM são geradas nessa fase (LEES, 1994).

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo é descritivo (THOMAS, NELSON & SILVERMAN, 2012). Este método foi escolhido porque os dados coletados serão apresentados e analisados de acordo com a estatística descritiva.

#### 3.2 POPULAÇÃO / AMOSTRA

16 resultados de saltos retirados dos relatórios das finais dos campeonatos mundiais de atletismo de 2009 e 2011, divulgados pelo *International Association of Athletics Federation* (IAAF) compuseram a amostra deste estudo.

#### 3.3 INSTRUMENTOS

Como instrumentos de pesquisa, serão utilizados os dados da análise biomecânica dos atletas, retirados dos referidos relatórios, dos quais serão utilizados os seguintes:

- Distância do Salto;
- Ângulo de impulsão;
- Ângulo de inclinação de tronco;
- Ângulo mínimo de inclinação do joelho;
- Velocidade horizontal do último passo da corrida de aproximação;
- Velocidade Vertical no momento de impulsão;
- Velocidade de impulsão;
- Diferença de velocidade horizontal x velocidade de impulsão;

Os dados levantados serão comparados com o padrão de referência da modalidade, obtido a partir de revisão literária.

### 3.4 ANÁLISE DE DADOS

Para análise de dados das tabelas serão utilizados cálculos de média, desvio padrão (DP) e amplitude, e relacionados aos padrões considerados na revisão deste trabalho.

## 4 RESULTADOS

A tabela 1. apresenta os melhores resultados de salto dos atletas nos mundiais de 2009 e 2011, juntamente com os principais ângulos e velocidades referentes a impulsão.

**Tabela 1.** Padrão cinemático da fase de impulsão dos atletas de salto em distância (n=16) das finais dos mundiais de atletismo de 2009 e 2011.

Resultado por atleta	Distância do salto [m]	Ângulo de impulsão [°]	Ângulo de inclinação do tronco [°]	Ângulo mínimo de joelho na impulsão [°]	[m/s]	Velocidade vertical na impulsão [m/s]	Velocidade na impulsão [m/s]	Perda de velocidade horizontal na impulsão [-m/s]
Phillips, D. 2009	8,54*	20	103*	137**	10,78	3,35	9,23	1,55
Mokoena, G. 2009	8,47*	23,6*	99	143	10,34	3,79	8,67	1,68
Phillips, D. 2011	8,45*	17,3	90	152	11,08*	2,92	9,27	1,81
Watt, M. 2009	8,37	23,6*	97	143	10,43	3,71	8,83	1,6
Watt, M. 2011	8,33	22,8	87**	161*	10,82	3,6	8,39**	2,43*
Makusha, N. 2011	8,29	15,3**	90	151	11,12*	2,7**	9,66*	2,7*
Berrabah, Y. 2011	8,23	20	86**	167*	10,56	3,2	8,78	1,78
Lapierre F. 2009	8,21	27,9*	102*	147	10,28	4,23*	7,99**	2,3*
Manyonga L. 2011	8,21	18,8	81**	153	10,22**	3,05	8,85	1,37
Menkov, A. 2011	8,19	18,6	87**	160*	10,62	3,05	8,93	1,69
Tomlinson, C. 2011	8,19	17,2	99	163*	10,59	2,89	9,07	1,52
Bayer, S. 2011	8,17	17,6	88	149	10,49	2,94	9,06	1,43
Rutherford, G. 2009	8,17	18,9	95	149	10,44	3,14	9,16	1,28**
Sdiri, S. 2009	8,07**	19,9	98	139	10,17**	3,15	8,69	1,48
Garenamots, G. 2009	8,06**	19,1	99	136**	10,41	3,17	9,17	1,25**
Tomlinson, C. 2009	8,06**	23,6*	104*	132**	10,31	3,72	8,53	1,78
<b>Média</b>	<b>8,25</b>	<b>20,26</b>	<b>94,06</b>	<b>148,88</b>	<b>10,54</b>	<b>3,29</b>	<b>8,89</b>	<b>1,73</b>
<b>DP</b>	<b>0,15</b>	<b>3,23</b>	<b>7,05</b>	<b>10,30</b>	<b>0,28</b>	<b>0,41</b>	<b>0,40</b>	<b>0,41</b>
<b>Amplitude</b>	<b>8,06 - 8,54</b>	<b>15,3 - 27,9</b>	<b>81 - 104</b>	<b>132 - 167</b>	<b>10,17 - 11,12</b>	<b>2,7 - 4,23</b>	<b>7,99 - 9,66</b>	<b>1,25 - 2,7</b>

\* valores acima do DP; \*\* valores abaixo do DP

Fonte: International Association of Athletics Federation (IAAF).

No salto em distância há a necessidade do atleta ter uma técnica de salto muito apurada, unindo a velocidade e o lançamento do corpo em voo, sem que haja

grande perda de aceleração (HAY, 1981). Por não ser certo afirmar que para ser realizado um bom salto a velocidade máxima é o fator único de importância, deve-se levar em conta os ângulos ideais de impulsão, o que pode favorecer a projeção máxima deste atleta, pois caso contrário ela será grandemente desfavorecida.

Neste sentido, ao observarmos os resultados alcançados pelos atletas, inseridos na tabela 1, bem como as suas características quanto aos ângulos e velocidades de ação em cada uma das fases da impulsão, pode-se perceber que há diferenças entre eles.

Assim, entre esses 16 resultados levantados, que estão compreendidos entre 8,06 e 8,54 m de amplitude (média  $8,25 \pm 0,15$ ) pode-se inferir que, ainda que do mais alto nível de desempenho, os ditos resultados são discrepantes entre si.

No caso do ângulo de impulsão, o maior foi de  $27,9^\circ$ , ainda que esse não corresponda ao maior resultado em termos de distância. O menor ângulo de impulsão foi de  $15,3^\circ$ . A média dessa variável foi de  $20,23^\circ \pm 3,23^\circ$ .

De igual maneira, percebe-se que o ângulo de tronco se manteve no geral com uma média de  $94,06^\circ \pm 7,05$  (média  $94,06^\circ \pm 7,05^\circ$ ) em relação ao solo, com atletas não enquadrados nessa média tanto entre os melhores e os piores resultados. Para o ângulo mínimo de joelho (perna de impulsão) média  $148,88 \pm 10,30$ , com a amplitude entre  $132^\circ$  e  $167^\circ$ .

Para as variáveis de deslocamento, foram analisadas as velocidades horizontal, vertical, de projeção (somatório entre velocidade horizontal e velocidade vertical) e perda de velocidade (subtração entre velocidade horizontal e velocidade de projeção). Com relação à velocidade horizontal, os atletas permaneceram em uma amplitude compreendida entre 10,17 m/s e 11,08 m/s (média  $10,54 \text{ m/s} \pm 0,28 \text{ m/s}$ ), para velocidade vertical a amplitude foi entre 2,7 m/s e 4,23 m/s (média  $3,29 \text{ m/s} \pm 0,41 \text{ m/s}$ ), velocidade de projeção compreendida entre 7,99 m/s e 9,66 m/s (média  $8,89 \text{ m/s} \pm 0,40 \text{ m/s}$ ) e perda de velocidade entre -1,25 m/s a -2,70 m/s (média  $-1,73 \text{ m/s} \pm 0,41 \text{ m/s}$ ).

## 5 DISCUSSÃO

O salto em distância está na dependência de suas fases, sejam elas da corrida de aproximação, da impulsão, voo e/ou da queda (FERNANDES, 1998).

Entretanto, as pesquisas sobre a biomecânica do salto vêm se intensificando ao longo dos anos, sendo a velocidade do atleta no momento da impulsão considerada como a mais importante de todas as variáveis (HAY, 1981 p. 344), por ser um indicativo do alcance máximo do corpo durante o voo.

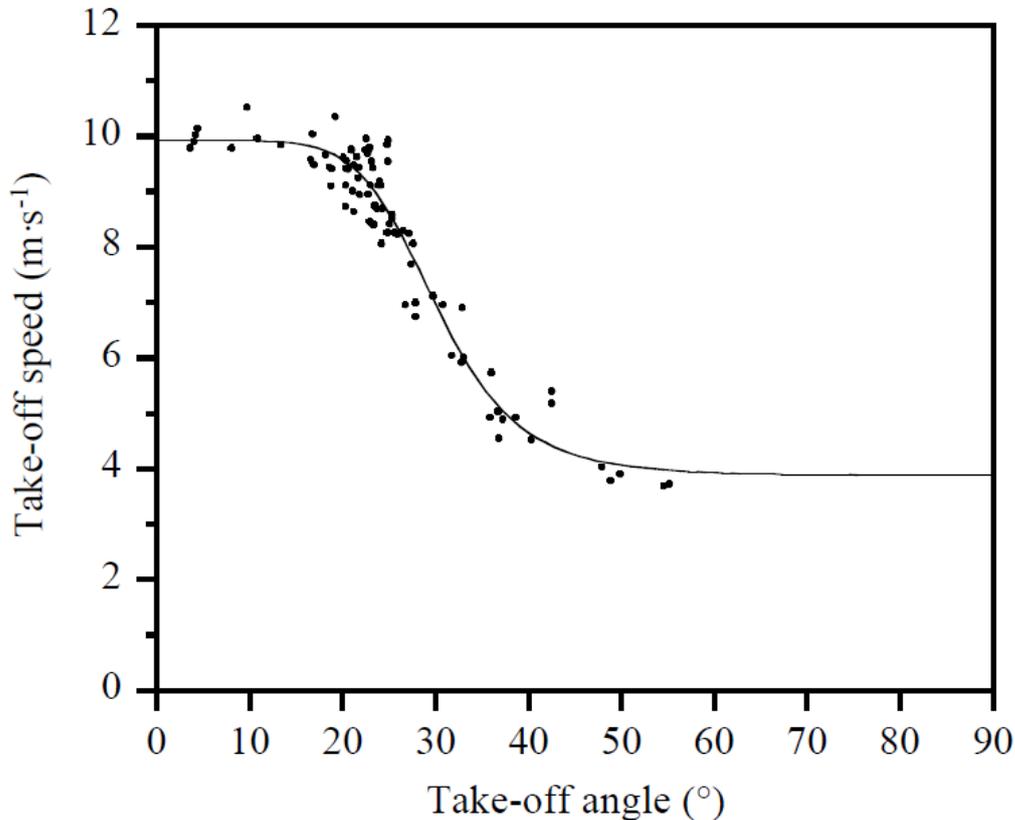
Para que se alcance, a corrida deva ser longa o suficiente, objetivando a velocidade ideal e o acúmulo de energias, ficando ela com distâncias entre 30 e 50 metros (FERNANDES, 1998). Nemtsev et. al. (2014), ao compararem dois grupos de saltadores, um adulto e outro juvenil, afirmaram que a correlação entre a do centro de massa (CM) e seu. Tal fato corrobora os achados de Linthorne (2002) ao afirmar que, quando o atleta treina em uma distância de corrida de aproximação menor e com menor do CM. Justificam-se essas últimas afirmativas pelo fato de tal ocorrer devido a um melhor controle corporal em preparação para o salto, ainda sem ir contra a afirmativa de Fernandes, pois a transferência de energia cinética da corrida de aproximação para o salto torna-se mais efetiva (CAMPOS, 2013), independente de ser mais longa ou mais curta, sendo importante o fato de ser ideal e que favoreça o já referido acúmulo de energia com uma boa velocidade resultante.

Apesar disso, o atleta Makusha que teve a maior velocidade horizontal e de impulsão, deteve apenas a sexta melhor marca. Uma possível explicação a isso foi seu baixo ângulo de impulsão ( $15,3^\circ$ ) que, segundo Hay (1986) está abaixo do ângulo ideal de impulsão (entre  $18^\circ$  e  $27^\circ$ ). Isso influenciará posteriormente em um menor tempo de voo e queda do indivíduo, dificultando uma melhor finalização para o salto e conseqüente perda de distância final.

Linthorne et. al. (2005), realizaram uma pesquisa para identificar quais os motivos dos ângulos de impulsão ideais serem os citados pela literatura. De acordo com o gráfico 1 é possível compreender a proporcionalidade inversa entre velocidade resultante e ângulo de impulsão. Para que o ângulo produzido seja maior do que  $30^\circ$ , o atleta necessita correr em uma zona submáxima de velocidade, para que o mesmo consiga ter o tempo de contato com o solo necessário para tal. Essa perda inviabiliza portanto a utilização de maiores ângulos de impulsão, tendo

em vista que há correlação significativa entre a velocidade de impulsão e o resultado final da prova (MILADINOV, 2006).

Gráfico 1. Decréscimo da Velocidade de impulsão em função ao aumento do ângulo de impulsão.



Fonte: Optimum take-off angle in the long jump (LINTHORNE, 2005).

Ainda sobre o mesmo tema, o atleta Phillips também apresenta resultados distintos à teoria. No ano de 2009 ele obteve seu melhor resultado com 8,54m e o mesmo apresenta ângulos fora do padrão ideal para tronco e joelho (103° e 137° respectivamente); porém em 2011 sua velocidade de impulsão foi superior com o resultado de 8,45m e estando dentro dos padrões ideais nas outras variáveis cinemáticas da impulsão; comprovando que a velocidade de impulsão e/ou esta fase não são fatores exclusivos da melhor performance do atleta no salto em distância.

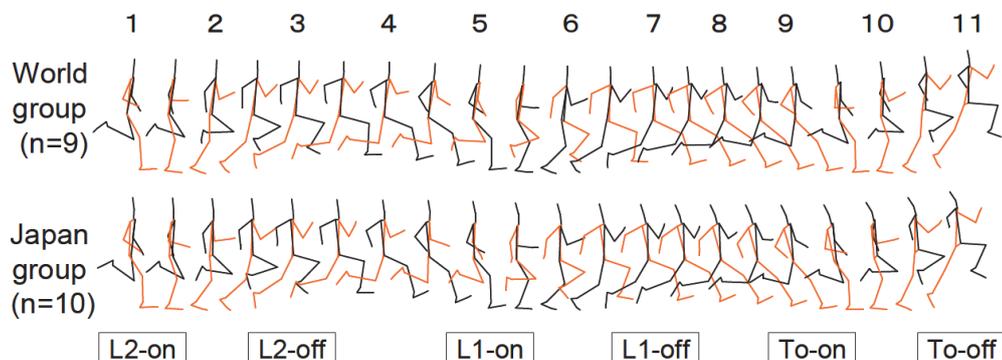
A velocidade horizontal apresentada na tabela 1.1 é aquela em que o atleta estará na sua última passada antes da impulsão. Ela não permanece a mesma devido à necessidade de produzir uma boa aceleração vertical. Para isso o atleta posiciona seu pé de impulsão completamente ao solo, um pouco à frente do seu centro de massa, fazendo com que a duração desse contato no momento da

impulsão seja maior do que nas passadas anteriores (BRIDGETT, 2006). Por isso haverá uma perda de velocidade horizontal na impulsão.

Em estudo realizado por Mahmoud (2011), é feita a correlação entre a distância horizontal do salto com a redução de momento linear ao final da corrida de aproximação, entendendo-se este como a somatória de todas as forças sobre o centro de massa (Kgm/s), sendo essa diretamente proporcional à velocidade (m/s). Os resultados apresentados confirmam que quanto menor for essa perda, maior deverá ser a distância a ser alcançada, possuindo correlação significativa entre ambos. Este fato é demonstrado nesse estudo com o atleta Watt que apresentou uma perda de velocidade horizontal significativamente maior em 2011 do que o realizado em 2009 (1,6 e 2,43 respectivamente) e mesmo tendo terminado sua corrida mais veloz, ainda assim obteve um resultado inferior.

No estudo feito por Shimizu et. al. (2011), foram comparados saltadores de elite mundial, com os de elite japonesa. O objetivo do estudo foi comparar os momentos de preparação da impulsão e impulsão propriamente dita de ambos os grupos. Foi observado que no grupo mundial, os atletas obtiveram uma menor perda de velocidade horizontal que os japoneses. Isso devido principalmente ao ângulo de do tronco ser menor no primeiro grupo durante a fase de preparação para o salto, o que favorece a manutenção da velocidade horizontal e desfavorece a obtenção de maior velocidade vertical. Apesar de o segundo grupo apresentar uma maior velocidade vertical e, simultaneamente maior ângulo de impulsão, o primeiro grupo por manter maior velocidade horizontal no momento da impulsão obteve resultados muito mais satisfatórios.

Figura 1 - Preparação para impulsão dos grupos.



**Fonte: A biomechanical study of the takeoff preparation and the takeoff motions in elite male long jumpers (SHIMIZU, 2011).**

Apesar do ângulo mínimo de joelho da perna de impulsão possuir sua importância em relação ao gesto técnico de transferência de energia cinética da corrida para o salto, o autor Miladinov (2006) não identificou correlação estatisticamente significativa entre estes e a distância saltada em sua amostra composta por 21 saltadores com faixas etárias entre 16 e 25 anos.

## 6 CONCLUSÃO

Apesar de o momento de impulsão ser um conjunto complexo de vários movimentos, com seus vetores e ângulos, há concordância no meio acadêmico de que a velocidade horizontal é o fator determinante do rendimento final do salto, visto que a velocidade final de impulsão é a resultante vetorial da velocidade horizontal e vertical do indivíduo (HAMILL, 2008), sendo a primeira muito superior à segunda. O atleta necessita conseguir conciliar um bom ângulo de impulsão, aliado a uma baixa perda de velocidade horizontal para que obtenha o melhor resultado para seu salto.

Mesmo possuindo bons resultados cinemáticos da fase de impulsão, isso não significa que aquele atleta obterá resultados melhores do que os demais, pois as outras fases do salto para esse nível de atletas pode ser o diferencial para a vitória.

Concluindo, pode-se afirmar que os atletas de elite mundial, de maneira geral se enquadram nos parâmetros descritos na literatura como “padrões ideais” na cinemática do salto em distância.

## REFERÊNCIAS

ASTRAND, P., RODAHL, K., DAHL, H., STROMME, S. B. **Tratado de Fisiologia do Trabalho. Bases Fisiológicas do Exercício.** 4ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2006. 560 p.

BIBLIOTECA VIRTUAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **História das Olimpíadas.** Endereço eletrônico: < <http://www.bv.sp.gov.br>>.

BRIDGETT, L. A., LINTHORNE, N. P. **Changes in long jump take-off technique with increasing run-up speed.** *School of Exercise and Sport Science, The University of Sydney, Lidcombe, NSW, Australia and School of Sport and Education, Brunel University, Uxbridge, UK.* Journal of Sports Sciences, August 2006

CAMPOS, J., GÁMEZ, J., ENCARNACIÓN, M.G.D., ROJAS, J. **Three Dimensional Kinematic Analysis of the Long Jump at the 2008 IAAF World Indoor Championships in Athletics.** IAAF:New studies in Athletics no. 3./4.2013.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO. **O Atletismo – Origens.** Link disponível em: < [www.cbat.org.br/atletismo/origem.asp](http://www.cbat.org.br/atletismo/origem.asp)> acesso em: 03 de Abril de 2015, 11:30 a.m.

HAMILL, Joseph, KNUTZEN; Kathleen M. **Bases biomecânicas do Movimento Humano.** 2ª Edição. São Paulo: Manole 2008. 504 p.

HAY, J. G.– **Biomecânica das técnicas desportivas.** 2ª Edição. Rio de Janeiro: Interamericana 1981. 444 p.

\_\_\_\_\_. **The Biomechanics of the Long Jump.** Exercise and Sport Science Review. 1986. p. 401 – 406.

\_\_\_\_\_. Citius, Altius, Longius. **(Faster, Higher, Longer): The biomechanics of jumping for distance.** *Journal of Biomechanics*, 26, 7-21. 1993.

IAAF. **Biomechanics Research Project in the IAAF World Championships Daegu 2011.** Disponível em: <<http://www.iaaf.or.jp/t-f/pdf/Daegu2011.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2013, 13:27:12.

\_\_\_\_\_. **Scientific Research Project Biomechanical Analyses at the Berlim 2009 IAAF Championships in Athletics.** Disponível em: <<http://berlin.iaaf.org/records/biomechanics/>>. Acesso em: 20 maio 2013, 13:42:17.

LEES, A.; GRAHAM-SMITH, P. & FOWLER, N. **A biomechanical Analysis of the last stride, touchdown, and take-off characteristics of the Men's Long Jump.** *Journal of Applied Biomechanics*, 10, 61-78, 1994.

LINTHORNE, Nicholas P.; MAURICE, Guzman S.; BRIDGETT, Lisa A. **Optimum take-off angle in the long jump.** *Journal of Sports Sciences*, July 2005; (7): 703–712.

\_\_\_\_\_. **Biomechanics of the long jump.** Capítulo 24 Em *Routledge Handbook de Biomecânica e Ciência do Movimento Humano*, Y. Hong e R. Bartlett (Editores), Routledge, Londres, 2007. pp 340-353.

MAHMOULD, Mohamed Soliman. **Effectiveness of the Correlation Between the Loss of Linear Momentum and Digital Level During the Approach Stage of the Players of the Long Jump Skill.** *World Journal of Sport Sciences*. ISSN 2078-4724. Department of Sport Kinesiology, Faculty of Physical Education, Al-Minia University, Egypt. IDOSI Publications, 2011.

MILADINOV, Ognyan. **New Aspects in Perfecting the Long Jump Technique.** *New studies in athletics* nº 4/2006. ASA by IAAF 21:4, 7-25 2006.

MINETTI, A. E., ARDIGÓ, L. P. **Halteres used in ancient Olympic long jump.** *Centre for Biophysical and Clinical Research into Human Movement, Department of Exercise and Sport Science, Manchester Metropolitan University, Alsager ST7 2HL, UK.* *Nature*. vol. 420. 14 novembro 2002. [www.nature.com/nature](http://www.nature.com/nature).

MORINAGA, M., YASUI, T., JYUJYO, A., KATO, H., OKANO, Y., KOYAMA, Y., SAWAMURA, H. **The differences of the motions between good jumps and poor jumps from each preparatory motion for takeoff through takeoff in long jump (in Japanese),** *Research Quarterly for Athletics*, 2003. 12-21.

NEMTSEV, O.; NEMTSEVA, N.; SHUBIN M.; SOROKIN, S. **DIFFERENCES IN LONG JUMP TAKEOFF TECHNIQUES AMONG COMBINED EVENTS ATHLETES OF VARIOUS QUALIFICATIONS.** Kuban State University of Physical Education, Sport and Tourism, Krasnodar. Russia, 2014.

SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SÃO PAULO). **A Evolução do Esporte Olímpico**. Serviço Social da Indústria (São Paulo). – São Paulo: Sesi-SP Editora, 2012. P. 33 – 34.

SHIMIZU, Yutaka; AE, Michiyoshi; KOYAMA, Hiroyuki. **A biomechanical study of the takeoff preparation and the takeoff motions in elite male long jumpers**. Portuguese Journal of Sport Sciences. 2011.

STUBBS, Ray. **O Livro dos Esportes: os esportes, as regras, as táticas, as técnicas**. Rio de Janeiro: Agir, 2012. 448p.

THOMAS, J. R., NELSON, J.K., SILVERMAN, S. J. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 6ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 2012. 478 p.