

André Luiz Cabral de Brito

**PERFIL ANTROPOMÉTRICO DE ATLETAS DE ELITE NAS PROVAS DE  
CAMPO DO ATLETISMO**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

André Luiz Cabral de Brito

**PERFIL ANTROPOMÉTRICO DE ATLETAS DE ELITE NAS PROVAS DE  
CAMPO DO ATLETISMO**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Leszek Antoni Szmuchrowski

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/UFMG

2015

## RESUMO

**Introdução:** O Atletismo é uma modalidade composta por 47 provas oficiais, divididas entre provas de pista e de campo. As provas de pista se dividem em corridas e marchas atléticas, as provas de campo são os saltos, lançamentos e arremesso, e as provas combinadas combinam provas de pista e de campo. Levando em consideração a especificidade de cada prova são necessários diferentes perfis antropométricos para cada prova. **Objetivo:** Evidenciar a presença de um perfil antropométrico comum, que possibilite a identificação de um possível talento para determinada prova do atletismo **Método:** Foram pesquisados os dados de fichas técnicas dos atletas finalistas nas últimas nove competições de nível mundial da categoria Adulto. Utilizou-se as provas de campo de ambos os sexos. Foram analisados a massa corporal e a estatura. A análise estatística foi feita com teste ANOVA one-way e teste Post Hoc de Tukey HSD considerando nível de significância  $p < 0,05$  para definir se há diferença significativa de massa corporal e estatura nas diversas provas de campo no mesmo sexo. **Resultados:** Os valores mais altos e mais baixos destas variáveis são  $129,0 \pm 13,6$  e  $76,3 \pm 5,6$  kg para a massa corporal do masculino;  $96,3 \pm 13,6$  e  $59,2 \pm 4,9$  kg para massa corporal no feminino;  $1,96 \pm 0,05$  e  $1,85 \pm 0,06$  metros de estatura para o masculino;  $1,82 \pm 0,07$  e  $1,72 \pm 0,06$  metros de estatura para o feminino. **Conclusão:** Diferentes provas de campo no atletismo exigem características antropométricas específicas, fato comprovado pelas diferenças antropométricas entre os atletas de diferentes provas e pela pequena variação dos perfis dentro de cada prova.

**Palavras-chave:** Atletismo. Provas de campo. Antropometria.

## SUMÁRIO

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 5  |
| 2. METODOLOGIA ..... | 8  |
| 3. RESULTADOS.....   | 9  |
| 4. DISCUSSÃO .....   | 15 |
| 5. CONCLUSÃO.....    | 27 |
| REFERÊNCIAS.....     | 29 |

## 1 INTRODUÇÃO

Os esportes ao longo da história buscam a superação dos limites, recordes, índices, com provas que usam os movimentos funcionais do ser humano (correr, saltar, lançar) para definição de desempenho, o atletismo não sai dessa dinâmica.

Ao longo dos anos os atletas vêm melhorando suas performances, conseqüentemente, seus resultados, devido a vários fatores, como por exemplo: a evolução da tecnologia, dos conceitos de treinamento esportivo, fatores intrínsecos, como motivação, dedicação, talento e fatores genéticos como perfil antropométrico.

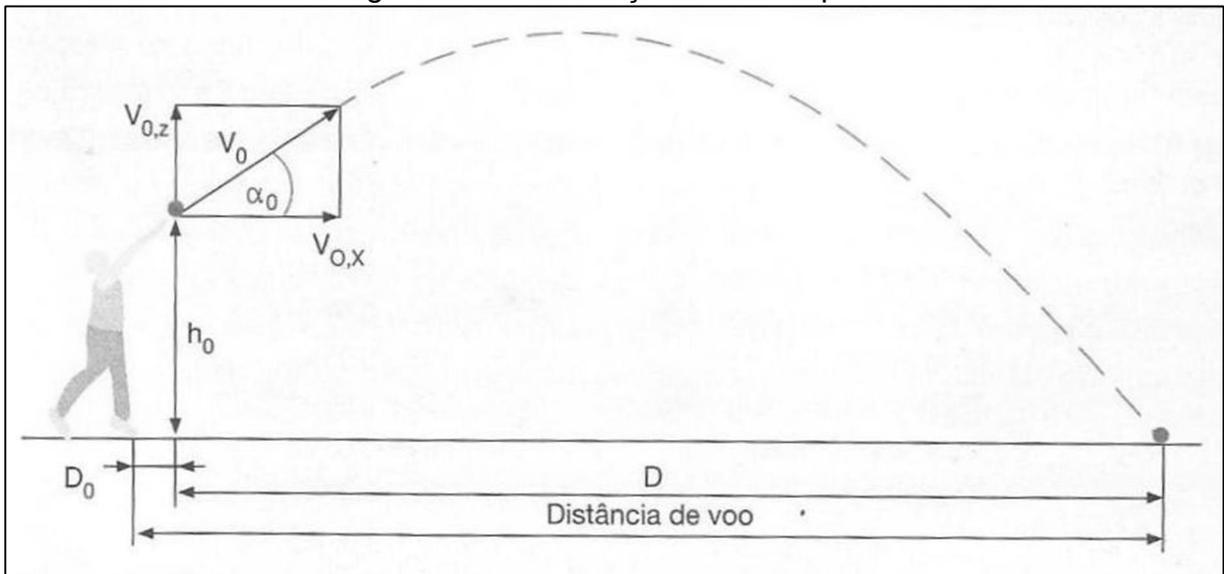
O Atletismo é uma modalidade composta por 47 provas oficiais, divididas entre provas de pista e de campo, e também entre os sexos (masculino e feminino). As provas de pista se dividem em corridas de velocidade, meio-fundo, fundo e marchas atléticas, as provas de campo se constituem por saltos verticais e horizontais, lançamentos e arremesso, e as provas combinadas, que juntam provas de pista e de campo (decatlon masculino e heptatlon feminino).

As provas dessa modalidade são caracterizadas por diferentes padrões de movimento. Movimentos esses divididos entre cíclicos e acíclicos, que por sua vez podem ser classificados como acíclicos para membros superiores (lançamentos e arremesso), acíclicos para membros inferiores (saltos horizontais e verticais) e cíclicos (corridas e marchas atléticas). Os cíclicos subdivididos de acordo com o sistema de fornecimento energético (ATP-CP, glicolítico e oxidativo), de acordo com distância percorrida, portanto tempo de estímulo.

A lei do lançamento oblíquo, que caracteriza a trajetória parabólica de projéteis, define que o alcance de um objeto lançado depende da altura de soltura que é determinada pela altura do centro de gravidade do objeto, quando lançado, em relação ao solo; do ângulo de soltura determinado pelo ângulo que a direção do centro de gravidade do objeto, quando lançado, em relação ao solo; e da velocidade de soltura determinada pela resultante das velocidades horizontal, que se mantém constante durante a fase de vôo, e vertical, que sofre ação da força gravitacional, que desacelera o objeto em sua trajetória ascendente até a chegada a altura

máxima, aonde a velocidade vertical do objeto é igual a zero ( $v=0$ ), e a partir deste ponto acelera o objeto até a queda, obtendo assim uma trajetória parabólica.

Figura 1 - Lei do lançamento oblíquo.



Fonte: TREINAMENTO ESPORTIVO, 2013.

No Atletismo, essa lei se faz presente em nas provas de corridas (repetidas passadas com fase de impulsão, fase de vôo e fase de aterrissagem), lançamentos (lei aplicada no implemento lançado) e saltos (o corpo do atleta se comporta como o implemento nas provas de lançamentos). Isso pode explicar o motivo dos resultados de lançamentos serem bem superiores aos resultados de saltos, já que a massa do corpo "lançado" nos saltos ser muito superior à massa do corpo lançado nos lançamentos (maior massa de 7,26 kg para arremesso de peso masculino e lançamento de martelo masculino), massa do corpo lançado que se relaciona inversamente com o alcance do lançamento, ou seja, quanto maior a massa, menor o alcance.

A lei do lançamento oblíquo implica relações diretas entre as variáveis altura de soltura e o alcance, e a velocidade de soltura e o alcance, ou seja, quanto maior for a altura de soltura e/ou a velocidade de soltura maior será o alcance. Levando isso em consideração, atletas mais altos levam vantagem quando comparados a atletas mais baixos devido a possibilidade de soltura do implemento em alturas maiores no caso dos lançamentos e devido a posição mais alta do centro de gravidade (ponto de referência para posição do corpo) no caso dos saltos. A lei postula que há uma

angulação ótima de soltura, que equivale ao ângulo de 45 graus (quando altura final for a mesma da altura inicial), no caso do Atletismo esse ângulo ótimo de soltura depende da especificidade de cada prova, por exemplo no salto em altura que o objetivo é saltar mais alto que seu adversário tendo que transpor um sarrafo elevado a determinada altura, o componente vertical terá uma maior importância, o que conseqüentemente fará com que o ângulo de soltura tenha uma tendência a ser maior que 45 graus.

Levando em consideração a especificidade de cada prova é necessário que os atletas de cada uma apresente diferente perfil antropométrico para praticá-las tendo em vista ter alguma vantagem quando comparados a atletas que não possuam tal perfil.

Antropometria refere-se a medidas do corpo humano. Tais medidas normalmente incluem estatura [m; in.; ft.], massa corporal [kg; lb], índice de massa corporal (IMC) [kg/m<sup>2</sup>], dentre outros. Antropometria e composição corporal são descritores estatísticos usados para performance humana. O IMC é calculado pela divisão da massa corporal (em kg) pelo quadrado da estatura do indivíduo (em m). Resultados do IMC são usados para classificar obesidade e avaliar riscos de doenças. Com o aumento do IMC, a taxa de mortalidade por doenças cardiovasculares e diabetes também aumenta. Um problema com o IMC é que não diferencia massa muscular e massa gorda. Por conseqüência seu uso não é adequado em uma população de atletas (HOFFMAN, 2006, p. 81).

Neste contexto analisaram-se atletas das diversas provas de campo do atletismo, para verificar se há uma estatura [m] e massa corporal [kg] comum para se sagrar um atleta de elite, caracterizando assim o perfil antropométrico de um finalista de determinada prova no cenário internacional. Não foi utilizada a variável IMC [kg/m<sup>2</sup>] pelo fato exposto por Hoffman (2006) demonstrando que o uso dessa variável em uma população de atletas não seria adequado.

O objetivo do presente estudo é evidenciar a presença de um perfil antropométrico comum, que possibilite a identificação de um possível talento para determinada prova do atletismo, assim auxiliar os treinadores no processo de seleção e, caso muito jovem ainda, direcionamento do atleta quando em idade para se iniciar uma especialização na modalidade.

## 2 METODOLOGIA

O atletismo é formado por provas de pista e campo, foram estudadas provas de campo somente: saltos, lançamentos e arremesso.

Pesquisou-se os dados de fichas técnicas dos atletas finalistas nas últimas nove competições de nível mundial (Olimpíadas e mundiais IAAF) da categoria Adulto: três Olimpíadas 2004 (Atenas - Grécia), 2008 (Pequim - China) e 2012 (Londres - Inglaterra) e cinco mundiais de atletismos da IAAF 2005 (Helsinki - Finlândia), 2007 (Osaka - Japão), 2009 (Berlim - Alemanha), 2011 (Daegu - Coréia do Sul), 2013 (Moscou - Rússia) e 2015 (Pequim-China).

Utilizou-se as provas de campo do Atletismo, sendo elas: salto em altura, salto com vara, salto em distância, salto triplo, arremesso de peso, lançamento de dardo, lançamento de disco e lançamento de martelo de ambos os sexos.

Foram coletados principalmente através dos sites da federação europeia de Atletismo (<http://www.european-athletics.org/athletes/>) e da Associação Internacional das Federações de Atletismo - IAAF (<http://www.iaaf.org/athletes>) a massa corporal e a estatura dos atletas previamente descritos.

Foi calculada a média dessas variáveis dos atletas finalistas das últimas nove grandes competições da modalidade (desde ano 2004 até o ano de 2015), e foram descritos e comparados os diferentes perfis encontrados entre as provas do mesmo sexo.

A análise estatística foi feita utilizando o software IBM SPSS Statistic version 20. Foi feita análise descritiva e os dados foram testados para normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Através do teste ANOVA one-way e do teste Post Hoc de Tukey HSD, considerando grau de significância  $p < 0,05$ , foi determinada a presença ou não de diferença significativa de massa corporal e estatura nas diversas provas de campo no mesmo sexo. Foi usado também o coeficiente de variação para testar a homogeneidade da amostra ( $< 0,10$  = homogênea;  $0,10$  a  $0,20$  = moderadamente homogênea;  $> 0,20$  heterogênea).

Um mesmo atleta fora considerado indivíduos diferentes, caso se mostrasse presente como finalista de mais de uma competição.

### 3 RESULTADOS

Os resultados indicam as médias e desvios padrão das variáveis massa corporal e estatura para cada prova de campo do Atletismo.

Os valores extremos destas variáveis são  $129,0 \pm 13,6$  kg (Arremesso de Peso) e  $76,3 \pm 5,6$  kg (Salto em Distância) para a massa corporal do masculino;  $96,3 \pm 13,6$  kg (Arremesso de Peso) e  $59,2 \pm 4,9$  kg (Salto com Vara) para massa corporal no feminino;  $1,96 \pm 0,05$  m (Lançamento de Disco) e  $1,85 \pm 0,06$  m (Salto em Distância) de estatura para o masculino;  $1,82 \pm 0,07$  m (Arremesso de Peso) e  $1,72 \pm 0,06$  m (Salto com Vara) de estatura para o feminino.

Em relação a massa corporal nas provas femininas os resultados mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a prova Lançamento de Dardo quando comparada com Arremesso de Peso, Salto em Altura, Salto com Vara, Salto em Distância e Salto Triplo. Para a prova Lançamento de Disco quando comparada com Lançamento de Martelo, Arremesso de Peso, Salto em Altura, Salto com Vara, Salto em Distância e Salto Triplo. Para a prova Lançamento de Martelo quando comparada com Lançamento de Disco, Arremesso de Peso, Salto em Altura, Salto com Vara, Salto em Distância e Salto Triplo; para a prova Arremesso de Peso quando comparada com Lançamento de Dardo, Lançamento de Disco, Lançamento de Martelo, Salto em Altura, Salto com Vara, Salto em Distância e Salto Triplo. E para as provas de saltos quando comparadas aos lançamentos e arremesso.

Em relação a estatura nas provas femininas os resultados mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as provas Lançamento de Dardo e Salto Triplo quando comparadas com Lançamento de Disco, Arremesso de Peso, Salto em Altura e Salto com Vara. Para as provas Lançamento de Disco, Arremesso de Peso e Salto em Altura quando comparadas com Lançamento de Dardo, Lançamento de Martelo, Salto com Vara, Salto em Distância e Salto Triplo. Para as provas Lançamento de Martelo e Salto em Distância quando comparadas com Lançamento de Disco, Arremesso de Peso e Salto em Altura. E para a prova Salto com Vara quando comparada com Lançamento de Dardo, Lançamento de Disco, Arremesso de Peso, Salto em Altura e Salto Triplo.

Em relação a massa corporal nas provas masculinas os resultados mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para a prova Lançamento de Dardo quando comparada com as demais provas analisadas. Para a prova Lançamento de Disco quando comparada com as demais provas analisadas. Para a prova Lançamento de Martelo quando comparada com as demais provas analisadas. Para a prova Arremesso de Peso quando comparada com as demais provas analisadas. E para as provas de saltos quando comparadas aos lançamentos e arremesso.

Em relação a estatura nas provas masculinas os resultados mostraram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) para as provas Lançamento de Dardo e Lançamento de Martelo quando comparadas com Lançamento de Disco, Arremesso de Peso, Salto em Altura e Salto em Distância. Para a prova Lançamento de Disco quando comparada com as demais provas analisadas; para as provas Arremesso de Peso e Salto em Altura quando comparadas com as demais provas analisadas. Para as provas Salto com Vara e Salto Triplo quando comparadas com Lançamento de Disco, Arremesso de Peso e Salto em Altura. E para a prova Salto em Distância quando comparada com Salto em Altura, os lançamentos e Arremesso de Peso.

Pelo coeficiente de variação as amostras foram consideradas homogêneas em todas as provas masculinas e femininas para a variável estatura. Para a massa corporal feminina as provas do Lançamento de Dardo, Lançamento de Martelo, Arremesso de Peso e Salto em Altura são consideradas moderadamente homogêneas, as demais provas têm característica homogênea. A amostra para massa corporal masculina foi caracterizada como moderadamente homogênea para Salto Triplo e para Arremesso de Peso, sendo caracterizada como homogênea para as demais provas.

As características antropométricas dos atletas das provas de campo do Atletismo estão apresentadas nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1 - Massa corporal das atletas das provas femininas de campo do Atletismo.

| PROVA\VARIÁVEL         | MASSA CORPORAL (kg) | COEFICIENTE DE VARIACÃO |
|------------------------|---------------------|-------------------------|
| DARDO FEMININO (1)     | 86,9 ± 8,4*         | 0,10                    |
| DISCO FEMININO (2)     | 88,1 ± 7,5 **       | 0,09                    |
| MARTELO FEMININO (3)   | 82,9 ± 10,1 ***     | 0,12                    |
| PESO FEMININO (4)      | 96,3 ± 13,6 ****    | 0,14                    |
| ALTURA FEMININO (5)    | 61,3 ± 6,4 *****    | 0,10                    |
| VARA FEMININO (6)      | 59,2 ± 4,9 *****    | 0,08                    |
| DISTANCIA FEMININO (7) | 60,8 ± 4,3 *****    | 0,07                    |
| TRIPLO FEMININO (8)    | 62,0 ± 5,6 *****    | 0,09                    |

\* p < 0,05 para 4, 5, 6, 7 e 8; \*\* p < 0,05 para 3, 4, 5, 6, 7 e 8; \*\*\* p < 0,05 para 2, 4, 5, 6, 7 e 8; \*\*\*\* p < 0,05 para 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 8; \*\*\*\*\* p < 0,05 para 1, 2, 3 e 4.

Gráfico 1 - Massa corporal das atletas das provas femininas de campo do Atletismo.

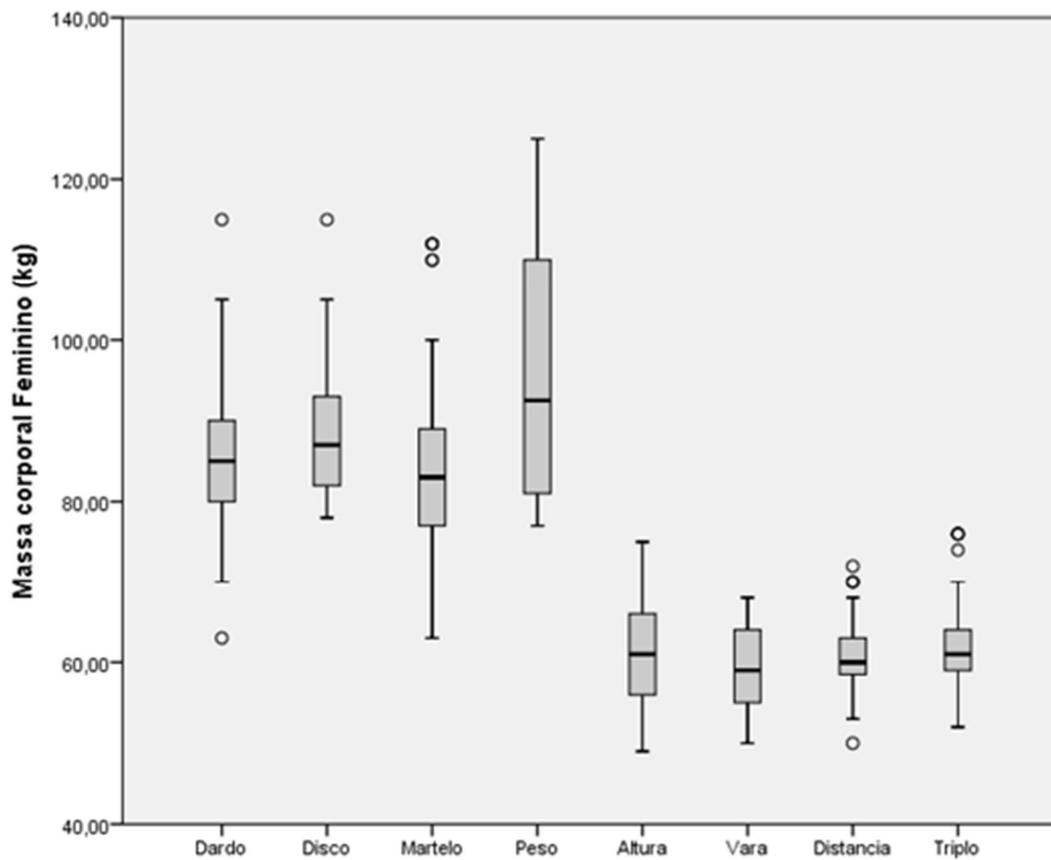


Tabela 2 - Estatura das atletas das provas femininas de campo do Atletismo.

| PROVA\VARIÁVEL         | ESTATURA (m)     | COEFICIENTE DE VARIAÇÃO |
|------------------------|------------------|-------------------------|
| DARDO FEMININO (1)     | 1,76 ± 0,06 *    | 0,03                    |
| DISCO FEMININO (2)     | 1,82 ± 0,05 **   | 0,03                    |
| MARTELO FEMININO (3)   | 1,75 ± 0,05 ***  | 0,03                    |
| PESO FEMININO (4)      | 1,82 ± 0,07 **   | 0,04                    |
| ALTURA FEMININO (5)    | 1,82 ± 0,06 **   | 0,03                    |
| VARA FEMININO (6)      | 1,72 ± 0,06 **** | 0,03                    |
| DISTANCIA FEMININO (7) | 1,73 ± 0,05 ***  | 0,03                    |
| TRIPLO FEMININO (8)    | 1,75 ± 0,06 *    | 0,03                    |

\* p < 0,05 para 2, 4, 5 e 6; \*\* p < 0,05 para 1, 3, 6, 7 e 8; \*\*\* p < 0,05 para 2, 4 e 5; \*\*\*\* p < 0,05 para 1, 2, 4, 5 e 8.

Gráfico 2 - Estatura das atletas das provas femininas de campo do Atletismo.

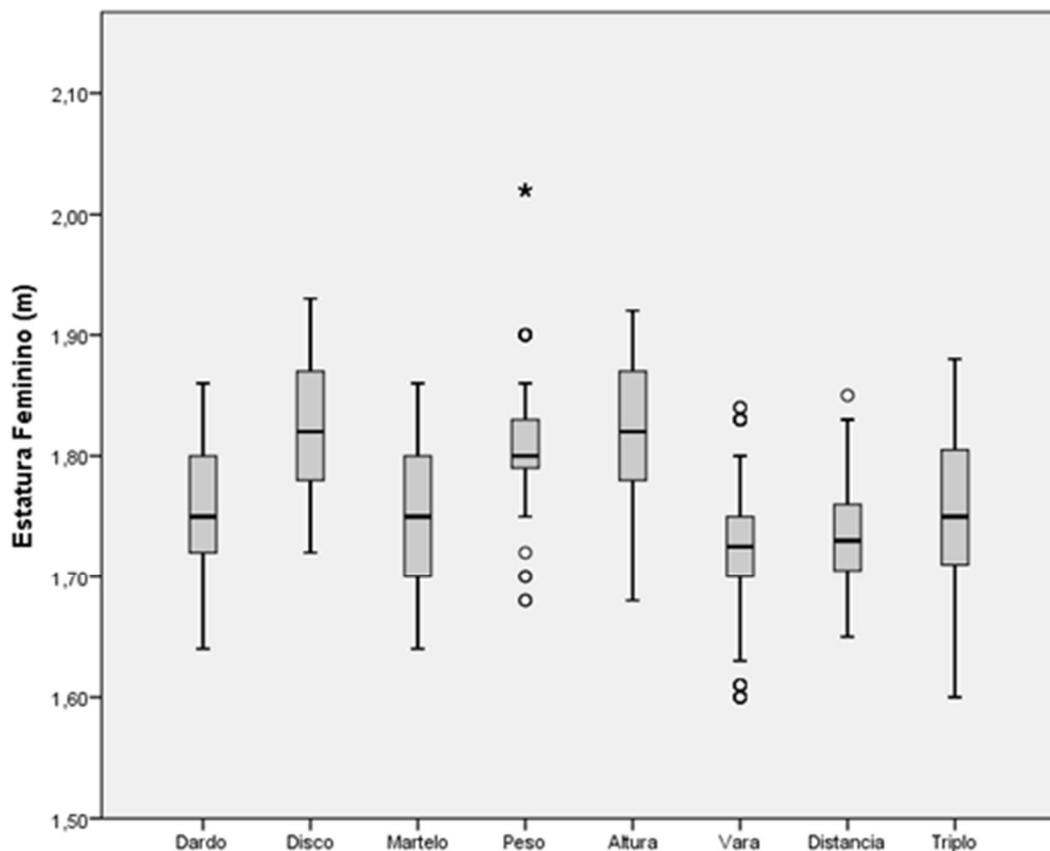


Tabela 3 - Massa corporal dos atletas das provas masculinas de campo do Atletismo.

| PROVA\VARIÁVEL           | MASSA CORPORAL (kg) | COEFICIENTE DE VARIÇÃO |
|--------------------------|---------------------|------------------------|
| DARDO MASCULINO (9)      | 92,6 ± 8,2 *        | 0,09                   |
| DISCO MASCULINO (10)     | 118,5 ± 9,2 **      | 0,08                   |
| MARTELO MASCULINO (11)   | 107,9 ± 9,9 ***     | 0,09                   |
| PESO MASCULINO (12)      | 129,0 ± 13,6 ****   | 0,11                   |
| ALTURA MASCULINO (13)    | 77,3 ± 5,8 *****    | 0,08                   |
| VARA MASCULINO (14)      | 77,8 ± 6,3 *****    | 0,08                   |
| DISTANCIA MASCULINO (15) | 76,3 ± 5,6 *****    | 0,07                   |
| TRIPLO MASCULINO (16)    | 78,0 ± 8,2 *****    | 0,11                   |

\* p < 0,05 para 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16; \*\* p < 0,05 para 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 16; \*\*\* p < 0,05 para 9, 10, 12, 13, 14, 15 e 16; \*\*\*\* p < 0,05 para 9, 10, 11, 13, 14, 15 e 16; \*\*\*\*\* p < 0,05 para 9, 10, 11 e 12.

Gráfico 3 - Massa corporal dos atletas das provas masculinas de campo do Atletismo.

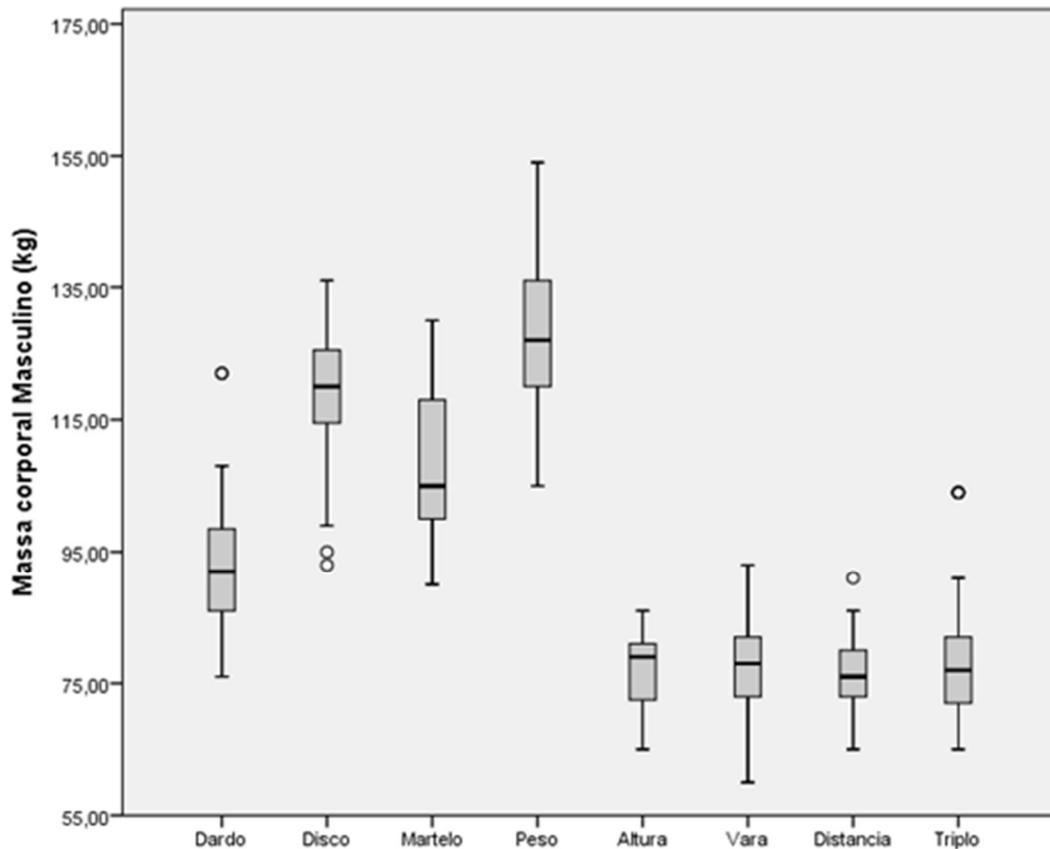
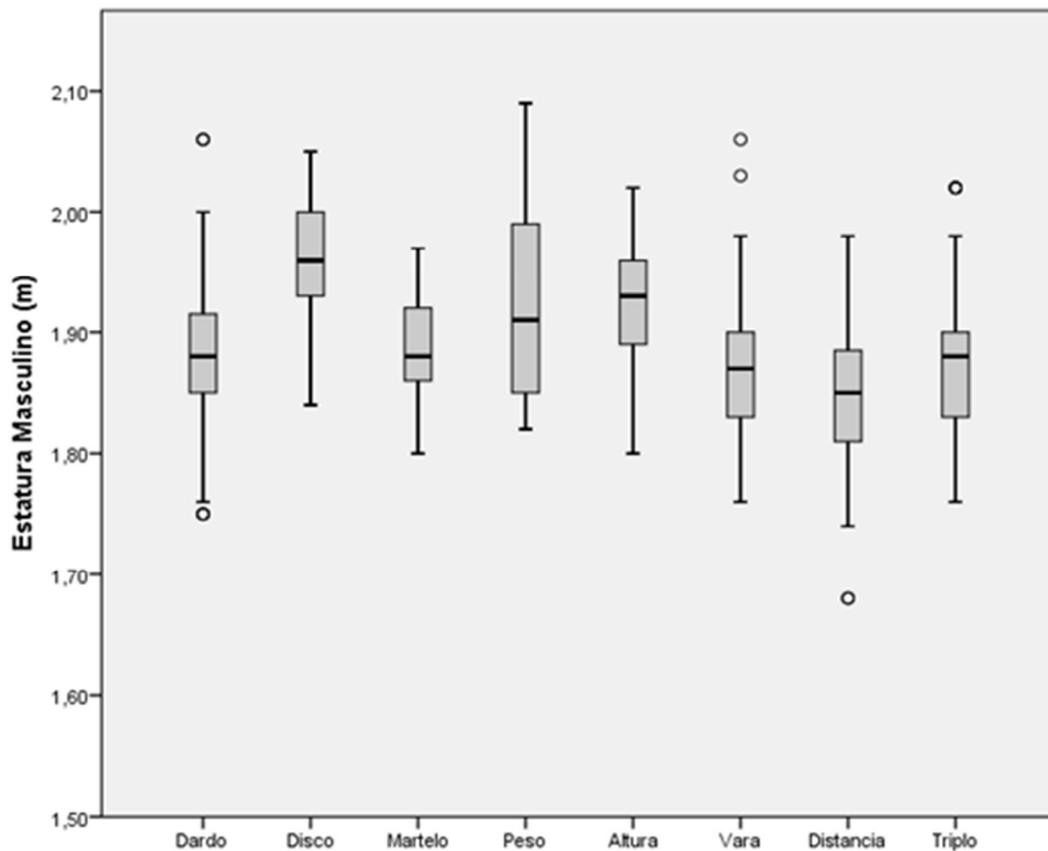


Tabela 4 - Estatura dos atletas das provas masculinas de campo do Atletismo.

| PROVA\VARIÁVEL           | ESTATURA (m)      | COEFICIENTE DE VARIÇÃO |
|--------------------------|-------------------|------------------------|
| DARDO MASCULINO (9)      | 1,88 ± 0,06 *     | 0,03                   |
| DISCO MASCULINO (10)     | 1,96 ± 0,05 **    | 0,03                   |
| MARTELO MASCULINO (11)   | 1,88 ± 0,04 *     | 0,02                   |
| PESO MASCULINO (12)      | 1,92 ± 0,08 ***   | 0,04                   |
| ALTURA MASCULINO (13)    | 1,92 ± 0,05 ***   | 0,03                   |
| VARA MASCULINO (14)      | 1,86 ± 0,06 ****  | 0,03                   |
| DISTANCIA MASCULINO (15) | 1,85 ± 0,06 ***** | 0,03                   |
| TRIPLO MASCULINO (16)    | 1,87 ± 0,05 ****  | 0,03                   |

\* p < 0,05 para 10, 12, 13 e 15; \*\* p < 0,05 para 9, 11, 12, 13, 14, 15 e 16; \*\*\* p < 0,05 para 9, 10, 11, 14, 15 e 16; \*\*\*\* p < 0,05 para 10, 12 e 13; \*\*\*\*\* p < 0,05 para 9, 10, 11, 12 e 13.

Gráfico 4 - Estatura dos atletas das provas masculinas de campo do Atletismo.



## 4 DISCUSSÃO

Os lançamentos podem ser separados de acordo com a característica dos implementos, que podem ser aerodinâmicos (dardo e disco) e não-aerodinâmicos (peso e martelo). Já os saltos podem ser definidos como saltos horizontais (distancia e triplo) e verticais (altura e vara).

Figura 2 - Arremesso de Peso técnica linear.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

Figura 3 - Arremesso de Peso técnica rotacional.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

No arremesso de peso o atleta tem um setor circular com diâmetro de 2,13 metros dotado de um anteparo na sua parte frontal para realizar seu arremesso.

Padronizando os valores de ângulo e velocidade de soltura, uma maior estatura possibilita ao atleta obter maior alcance quando comparado a atletas mais baixos, já que atletas mais altos tem uma maior altura de soltura do implemento; de acordo com Hay (1981), a velocidade de soltura depende dos vetores de força (valor e direção) aplicados no implemento, distancia e tempo de aplicação dessa força, o que é determinado pela técnica de deslocamento aplicada pelo atleta; o ângulo de soltura depende dos mesmos fatores da velocidade. Como a altura inicial de soltura é maior que a altura final, o ângulo de soltura ótimo se torna menor que 45 graus. Em relação à técnica de deslocamento, os modelos mais utilizados atualmente são o deslocamento linear (arraste) e o deslocamento rotacional, ambos utilizados para aumentar a velocidade de soltura do peso, para que o mesmo atinja o maior alcance possível.

Arremessadores de peso tendem a ser altos e com grande massa corporal. A altura pode ser explicada pelo fato de atletas mais altos levarem vantagem por poderem arremessar o peso de uma altura inicial maior que atletas mais baixos. A questão da massa corporal pode ser explicada segundo a lei de Newton, um individuo com maior massa e bem treinado apresenta mais massa magra, o que possibilita uma maior força máxima, o que conseqüentemente exige um menor valor relativo dessa força para mover um implemento de massa fixa (7,26 kg masculino e 4 kg feminino).

O estudo de Terzis *et al.* (2012) apresentou um atleta de elite de Arremesso de Peso masculino como amostra, com 101,5 kg de massa corporal e 1,86 m de estatura, Kyriazis *et al.* (2010) investigou a relação entre massa livre de gordura e performance na prova no inicio do ciclo preparatório de inverno e o primeiro pico da temporada de atletas de Arremesso de Peso, apresentando a amostra médias de  $112,8 \pm 10$  kg e  $1,87 \pm 0,02$  m para massa corporal e estatura respectivamente. Ambas as pesquisas apresentando dados de estatura que corroboram com o achado neste estudo, bem como os dados de massa corporal do estudo de Kyriazis *et al.* (2010).

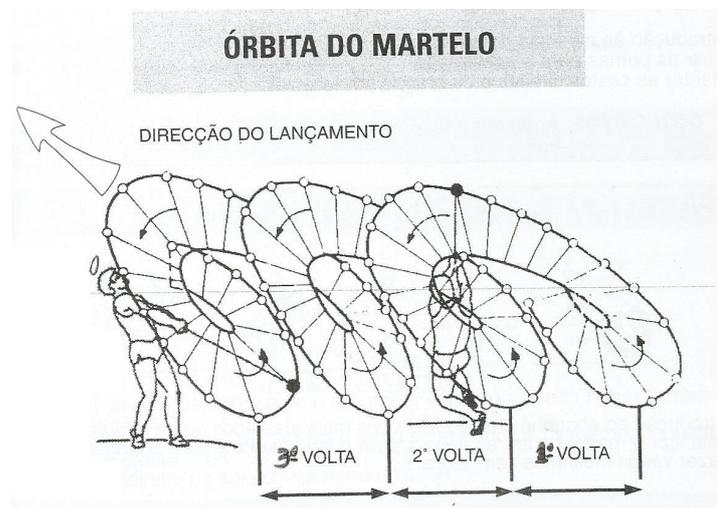
Thorland *et al.* (1981) apresenta  $70,7 \pm 5,4$  kg para atletas femininas de Arremesso de Peso Junior, dados divergentes com os apresentados neste estudo, algo que pode ser explicado pela idade das atletas, já que as atletas no estudo de Thorland *et al.* (1981) eram juniores.

Figura 4 - Lançamento de Martelo sequência completa.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

Figura 5 - Órbita do martelo durante sequência completa de Lançamento de Martelo.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

No lançamento de martelo o atleta tem um setor circular com diâmetro de 2,13 metros com uma "gaiola" com portas para o setor de queda do implemento para a realização do lançamento. A altura de soltura depende fundamentalmente da posição do corpo nesse instante (HAY, 1981, p.420), não sendo a estatura do atleta um fator determinante para a definição de uma boa performance; a velocidade de soltura do martelo depende do comprimento do cabo do martelo, que caracteriza o raio de giro, e da velocidade angular do implemento, que depende da força (direção e magnitude) aplicada pelo atleta na empunhadura do martelo; o ângulo ótimo de soltura é ligeiramente menor que 45 graus (HAY, 1981, p.420). A técnica utilizada no martelo é caracterizada por movimentos rotacionais, por permitir ao atleta a aplicação de força centrípeta, bem como uma componente tangencial, o que

permite uma grande aceleração do implemento, resultando em uma maior velocidade angular, o que leva a uma maior velocidade de soltura.

Figura 6 . As forças exercidas no lançamento do martelo.



Fonte: BIOMECÂNICA DAS TÉCNICAS DESPORTIVAS, 1981.

Lançadores de martelo não podem ser caracterizados facilmente, uma vez que para controlar o implemento podem usar grande massa corporal, ou alta capacidade de produção de velocidade para compensar o efeito da força centrífuga exercida pelo martelo em reação à força centrípeta aplicada no martelo pela força exercida na empunhadura.

Os achados desse estudo estão de acordo com o perfil dos sujeitos da amostra de Terzis *et al.* (2010), que foi composta por atletas bem treinados em Lançamento de Martelo, apresentando em média  $1,85 \pm 0,04$  m de estatura e  $116 \pm 6$  kg de massa corporal.

Figura 7 - Lançamento de Disco sequência completa.

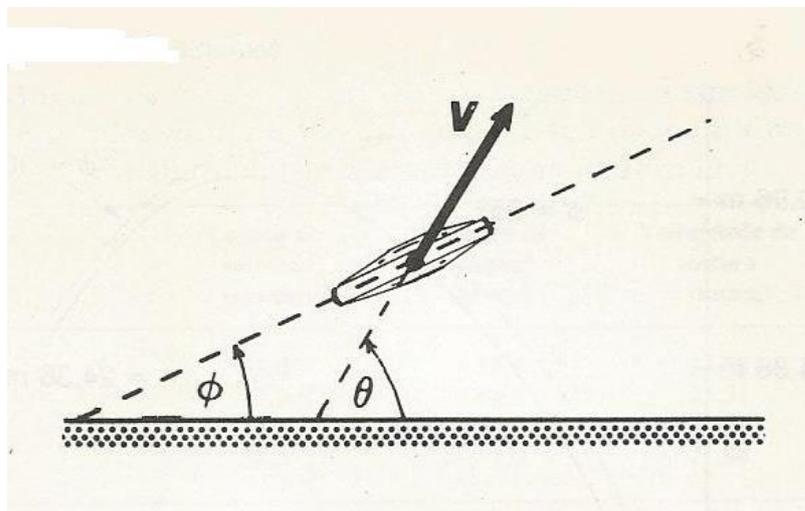


Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

No lançamento do disco o atleta tem um setor semelhante ao do lançamento de martelo, porém o diâmetro do setor é de 2,50 metros. A altura de soltura tem menor importância quando comparada à velocidade de soltura e ângulo de soltura, mas

atletas mais altos levam vantagens em relação aos mais baixos por dois motivos: o disco é lançado aproximadamente na altura dos ombros e atletas mais altos, tendem a ter maior envergadura; a velocidade de soltura depende do torque ( $M = I \times \alpha$ ) aplicado no disco no momento da soltura, fator que pode ser determinado pelo raio de rotação do implemento, que é definido pelo produto do momento de inércia, caracterizado pelo produto do quadrado da distancia entre o disco e o eixo de rotação, ou seja, basicamente o tamanho do braço do atleta (envergadura) e a massa deslocada, e a aceleração angular; com relação ao ângulo, para Hay (1981) devemos considerar o ângulo de soltura determinado pela força (tempo, distancia, valor e direção) aplicada pelo atleta, também o ângulo de ataque (ângulo que o implemento se encontra em relação à horizontal no momento em que é solto), por ser um implemento com característica aerodinâmica. Para o lançamento do disco é utilizada uma técnica de lançamento giratória para que o disco alcance uma boa velocidade de saída.

Figura 8 . Ângulo de soltura ( $\phi$ ) e ângulo de ataque ( $\theta$ ) do disco.



Fonte: BIOMECÂNICA DAS TÉCNICAS DESPORTIVAS, 1981.

Lançadores de disco devem ter grande envergadura para possibilitar uma maior velocidade de saída do disco, já que esta velocidade depende do momento de inércia ( $I = m \times r^2$ ), no qual o raio é considerado a distancia entre o disco e o eixo de rotação do movimento, no caso o eixo longitudinal, e da aceleração angular aplicada pelo atleta, que definem o torque ( $M = I \times \alpha$ ) aplicado no disco. A envergadura pode ser relacionada à altura do indivíduo, uma vez que anatomicamente pessoas mais altas tendem a ter segmentos corporais maiores.

Figura 9 - Lançamento de Dardo sequência completa.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

No lançamento do dardo o atleta tem um corredor de 3 metros de largura, sem comprimento determinado para realizar seu lançamento. Segundo Hay (1981), apesar de muito diferentes em questão de técnica de lançamento, as características de um lançamento de dardo se assemelham às características de um lançamento de disco, por serem implementos com características aerodinâmicas, portanto depende de altura de soltura, velocidade de soltura, ângulo de soltura e ângulo de ataque. O dardo é lançado a partir de uma corrida de aproximação, corrida lateral, passada cruzada e finalização do lançamento utilizando a mão dominante, imprimindo uma rotação do dardo em torno de seu eixo longitudinal.

Lançadores de dardo devem ser altos para permitir uma altura de soltura maior, porém não podem ser altos como lançadores de disco, por exemplo, já que neste lançamento os principais fatores para um bom resultado são o ângulo e velocidade de saída. Atletas não tão altos tem mais facilidade nesta prova por terem a tendência a ter menor envergadura, o que pela técnica do lançamento leva a necessidade de um menor esforço para atingir mesmas velocidades angulares nas articulações do ombro, cotovelo e punho devido ao fato de a alavanca utilizada ser menor.

Nos saltos horizontais (distancia e triplo) o atleta tem um corredor de 1,22 metros de largura com uma tábua para impulsão de 20 centímetros localizada a 2 metros da área de queda para o distancia, 11 metros para o triplo feminino e 13 metros para o triplo masculino, e uma área de queda com 2,75 metros de largura, 8 metros de comprimento e cerca de 50 centímetros de profundidade cheia de areia (caixa de areia). Os saltos horizontais se definem por três fases: fase de impulsão, fase de

vô e fase de queda (no caso do salto triplo, três saltos, denominados pulo, passo e salto).

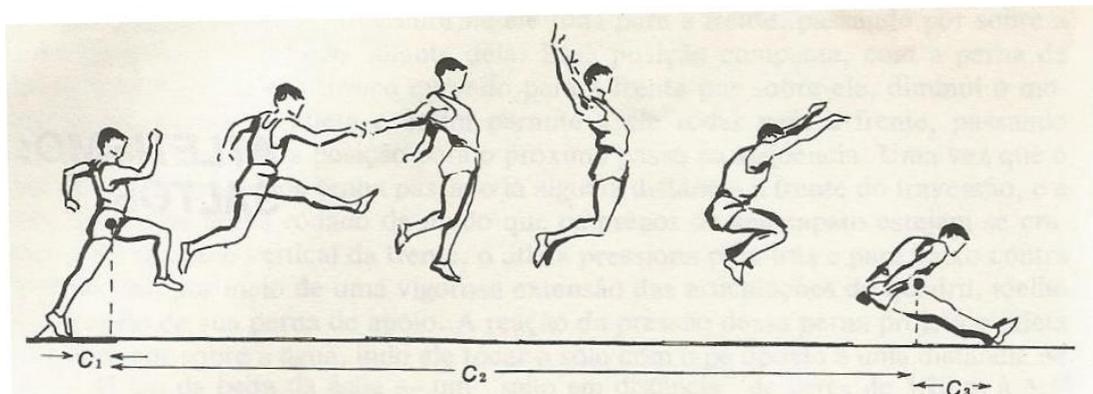
Figura 10 - Salto em Distância sequência completa.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

De acordo com Hay (1981), no salto em distância o ângulo de saída é bem inferior ao ângulo de 45 graus, se aproximando de 20 graus, uma vez que o atleta se aproxima à tabua com altas velocidades para a impulsão.

Figura 11 . Contribuições para o comprimento total no estilo arco do salto em distância.

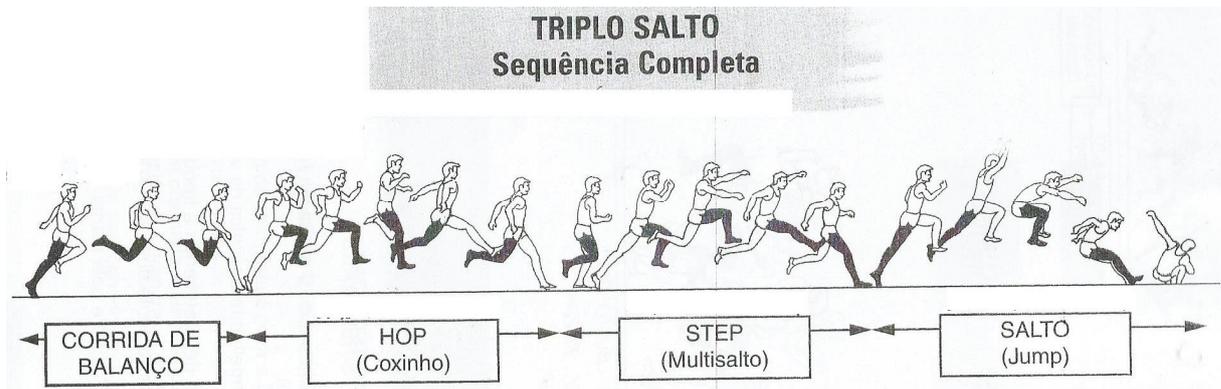


Fonte: BIOMECÂNICA DAS TÉCNICAS DESPORTIVAS, 1981.

Saltadores em distância tendem a ser velozes, chegando a velocidades próximas às alcançadas em corridas de 100 metros durante a corrida de aproximação a tábua, o que comprova o fato de o ângulo de saída ser bem inferior a 45 graus, já que o vetor de velocidade horizontal é bem maior que o vetor de velocidade vertical. Atletas mais altos levam vantagem nesta prova, já que a altura inicial de seu centro de gravidade é maior que em atletas mais baixos.

O estudo de Thorland *et al.* (1981) corrobora com os achados desse estudo indicando como estatura média para atletas de Salto em Distância masculino  $1,79 \pm 0,05$  m.

Figura 12 - Salto Triplo sequência completa.

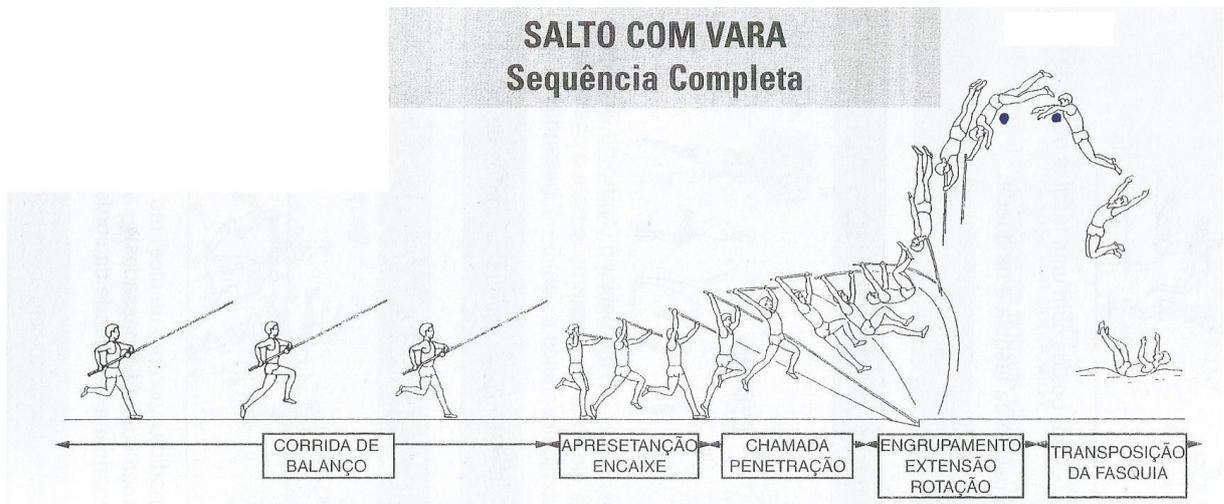


Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

É determinada pela regra que no salto triplo o atleta deve realizar as fases de pulo e passo com a mesma perna e então alternar a perna para a fase de salto. Segundo Hay (1981), para obter bons resultados os atletas não devem saltar seu máximo na fase de pulo, uma vez que comprometeria as distancias que poderiam ser alcançadas nas fases subsequentes, deve haver uma distribuição ótima de esforço nas três fases do salto.

Saltadores triplos não devem ser pesados, já que o impulso (definido pela multiplicação da força aplicada pelo tempo de aplicação dessa força [ $p = F \times t$ ]) utilizado deve ser o máximo possível. A força necessária para vencer a força peso imposta pela atração gravitacional ( $P = m \times g$ ) aumenta de maneira diretamente proporcional com o aumento da massa corporal do indivíduo, ou seja, para um mesmo tempo de contato, um atleta mais leve precisa gerar menos força que um atleta mais pesado para sair do chão. Estes atletas devem ter as musculaturas estabilizadora do joelho e eretores da espinha muito bem treinados, uma vez que saltos múltiplo são atividades de alto impacto nas articulações do joelho e da coluna, levando a risco de lesões.

Figura 13 - Salto com Vara seqüência completa.



Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

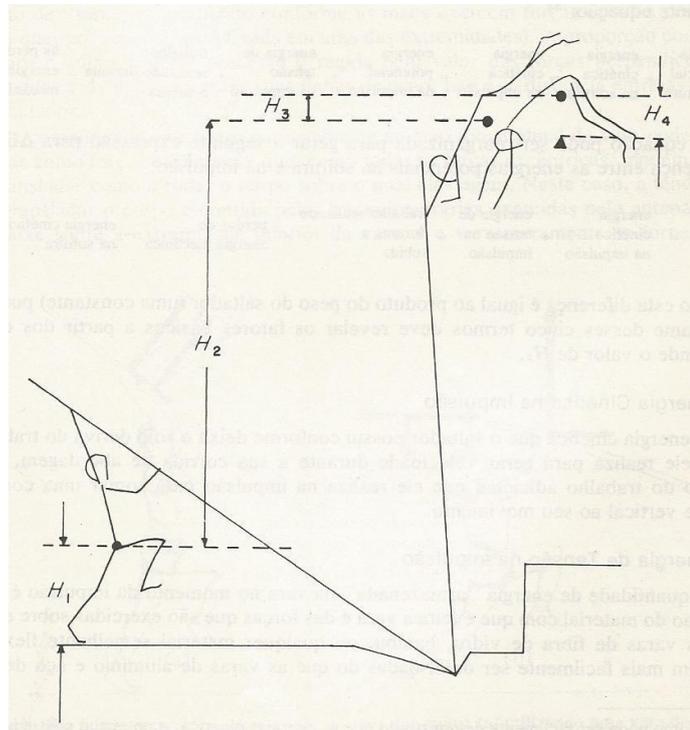
No salto com vara o atleta tem um corredor de 1,22 metros de largura para sua corrida de aproximação, um take-off para o encaixe da vara flexível e a possibilidade de mover o poste aonde é colocado o sarrafo até 80 centímetros afastado do take-off, e um colchão para a queda.

A altura que o saltador ultrapassa depende de quatro alturas: altura do centro de gravidade (CG) na impulsão ( $h_1$ ); altura que seu CG é elevado quando está segurando a vara ( $h_2$ ); altura que seu CG é elevado quando projetado pela vara ( $h_3$ ); e a diferença entre a altura máxima alcançada pelo CG e a altura do sarrafo ( $h_4$ ). Pode-se dizer que  $h_1$ ,  $h_3$  e  $h_4$  dependem do posicionamento do corpo do atleta. A fase  $h_2$  depende das trocas de energia mecânica (HAY, 1981, p. 373-374).

O atleta transforma energia química em energia cinética através da corrida de aproximação que é transformada em energia elástica no take-off, que leva à flexão da vara, essa energia elástica somada ao trabalho realizado pelo atleta durante a subida e subtraindo as perdas de energia mecânica levam ao resultado do salto.

Saltadores com vara com maiores alturas apresentam mais energia potencial, pelo fato de iniciarem o salto no momento da entrada em posição mais alta, mas atletas mais baixos podem compensar isso com maiores velocidades na corrida de aproximação (energia cinética). Esses atletas não devem ser pesados, de modo que possa aproveitar o potencial da vara flexível sem quebrá-la, nem precisar de uma vara tão pesada que inviabilizaria o salto.

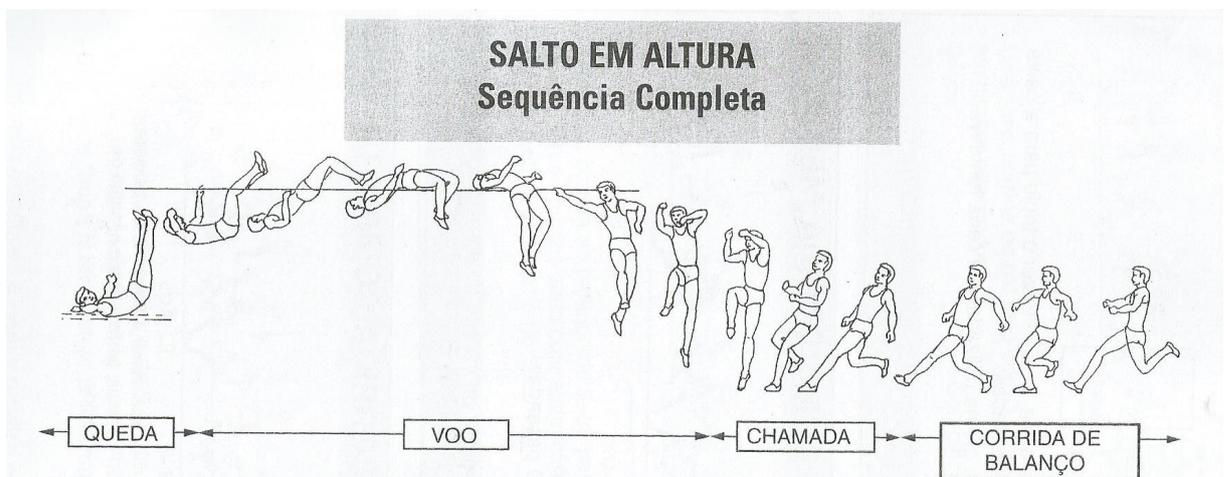
Figura 14 . Contribuições para a altura registrada no salto com vara.



Fonte: BIOMECÂNICA DAS TÉCNICAS DESPORTIVAS, 1981.

O presente estudo apresentou resultados semelhantes aos achados de Thorland *et al.* (1981) que apresenta estatura média para atletas de Salto com vara masculino  $1,79 \pm 0,06$  m.

Figura 15 - Salto em Altura seqüência completa.

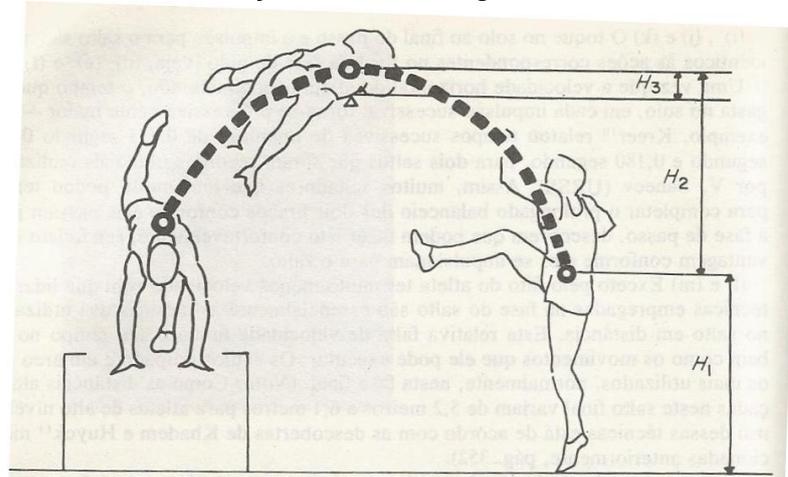


Fonte: GUIA IAAF DO ENSINO DE ATLETISMO, 2002.

No salto em altura o atleta não tem uma área determinada para realizar sua corrida de aproximação, ou seja, dentro do setor o atleta pode realizar a corrida como for

melhor para ele, o impulso para a transposição do sarrafo deve ser realizado com apenas uma das pernas. De acordo com Hay (1981) o desempenho do atleta depende da altura do seu CG no momento da impulsão, do deslocamento do seu CG na fase de vôo e da diferença da altura máxima alcançada pelo CG e a altura do sarrafo. "Atletas altos e de pernas longas têm centro de gravidade mais alto na impulsão que atletas mais baixos, tais pessoas têm uma vantagem distinta no salto em altura" (HAY, 1981, p. 359). Levando em consideração os fatores velocidade e ângulo de saída o vetor de velocidade vertical é maior que o vetor de velocidade horizontal, o que resulta em ângulos de saída superiores a 45 graus.

Figura 16 . Contribuições à altura registrada no salto em altura



Fonte: BIOMECÂNICA DAS TÉCNICAS DESPORTIVAS, 1981.

Saltadores em altura devem ser altos com pernas longas, para minimizar a distancia entre a altura do CG no momento da impulsão e a altura do sarrafo. Leves por considerar o impulso. Como o tempo de contato com o solo é muito curto (150 a 200 ms) a força a ser aplicada equivale à reação do solo em relação a ação imprimida pelo atleta, que deve ser maior que a força peso ( $P = m \times g$ ) exercida pela ação da aceleração da gravidade.

Saltadores em Altura masculino tendem a ter estatura média de  $1,87 \pm 0,04$  m segundo Thorland *et al.* (1981) dados semelhantes aos encontrados nesse estudo.

Devem ser considerados também os indivíduos outliers na amostra. Sendo considerado outlier aquele indivíduo que na variável analisada apresente um valor discrepante quando comparado à média dos valores amostrais. O presente estudo encontrou alguns outliers, por exemplo: uma arremessadora de peso com 2,02

metros de estatura, uma saltadora com vara com 1,61 metros de estatura, um saltador em altura com 1,80 metros de estatura.

### *Limitações do Estudo*

No estudo não foram analisadas as provas combinadas (decatlon masculino e heptatlon feminino).

Devido ao fato de atletas que se mostravam presentes em mais de uma competição terem sido considerados como atletas diferentes em cada competição a média pode ter uma tendência a se aproximar mais do seu perfil, porém isso também pode significar que o perfil deste atleta seja um perfil ótimo para a prova que pratica, uma vez que consegue se manter na elite do esporte mundial por tanto tempo.

## 5 CONCLUSÃO

Devido à especificidade de cada prova dentro do Atletismo, atletas com características antropométricas distintas podem se tornar finalistas e chegarem a ser campeões de grandes eventos internacionais, se consagrando assim o melhor em determinada prova dentro da modalidade. Já que temos diferentes perfis de massa corporal e estatura para as diversas provas do Atletismo.

O presente estudo apresentou homogeneidade nas características analisadas, tendo cinco (massa corporal feminina nas provas Lançamento de Dardo, Lançamento de Martelo, Arremesso de Peso e Salto em Altura e massa corporal masculina para Salto Triplo e para Arremesso de Peso) das trinta e duas variáveis analisadas consideradas moderadamente homogêneas e as demais variáveis foram caracterizadas como homogêneas.

Diferentes provas de campo no atletismo exigem características antropométricas específicas, fato comprovado pelas diferenças antropométricas entre os atletas de diferentes provas e pela pequena variação dos perfis dentro de cada prova.

Apesar dos perfis encontrados, outros fatores que não os físicos podem determinar a chegada ou não do indivíduo no Atletismo de alto rendimento, como por exemplo fatores genéticos, motivacionais, psicológicos, dentre outros. Portanto, devido à grande diversidade de provas nessa modalidade, pode se dizer que diversos tipos de perfis antropométricos podem se encaixar no Atletismo e com a supervisão e acompanhamento adequados podem se tornar atletas de alto rendimento. Sendo direcionados a uma prova na qual ele possa ter alguma vantagem devido a suas características físicas.

## REFERÊNCIAS

- EUROPEAN ATHLETICS. **Athletes**. Disponível em: <<http://www.european-athletics.org/athletes/>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- HAY, J. G. Atletismo: Lançamentos. In: HAY, J. G. **Biomecânica das Técnicas Desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981. p. 389-424.
- HAY, J. G. Atletismo: Saltos. In: HAY, J. G. **Biomecânica das Técnicas Desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Interamericana, 1981. p. 343-388.
- HOFFMAN, J. Anthropometry and Body Composition. In: HOFFMAN, J. **Norms for Fitness, Performance, and Health**. Human Kinetics, 2006. p. 81-87.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Athletes**. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/athletes>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Results**. Disponível em: <<https://iaafmedia.s3.amazonaws.com/competitiondocuments/pdf/4873/Overall-ResultsSet.pdf?v=1090371156>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Results**. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/Competitions/iaaf-world-championships/13th-iaaf-world-championships-in-athletics-4147/timetable/byday>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Results**. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/Competitions/iaaf-world-championships/12th-iaaf-world-championships-in-athletics-3658/timetable/byday>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Results**. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/Competitions/iaaf-world-championships/11th-iaaf-world-championships-in-athletics-3653/timetable/byday>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ATHLETICS FEDERATIONS. **Results**. Disponível em: <<http://www.iaaf.org/Competitions/iaaf-world-championships/10th-iaaf-world-championships-in-athletics-3365/timetable/byday>>. Acesso em: 19 maio 2015.
- Kyriazis, T. *et al.* Body Composition and Performance in Shot Put Athletes at Preseason and at Competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.5, p.417-421, 2010.
- MENZEL, H.J. Biomecânica aplicada ao treinamento. In: SAMULSKI, D.; MENZEL H.J.; PRADO, L.S. **Treinamento Esportivo**. Manole, 2013. p. 49-87.
- Müller, H.; Ritzdorf, W. **Guia IAAF do Ensino de Atletismo Corre! Salta! Lança!** Santa Fe: C. R. D., 2002.

OLYMPIC GAMES. **Results and medalists.** Disponível em: <<http://www.olympic.org/content/results-and-medalists/gamesandsportsummary/?sport=32588&games=2004%2f1&event=32576>> . Acesso em: 19 maio 2015.

OLYMPIC GAMES. **Results.** Disponível em: <<http://www.olympic.org/olympic-results/london-2012/athletics>>. Acesso em: 19 maio 2015.

OLYMPIC GAMES. **Results.** Disponível em: <<http://www.olympic.org/olympic-results/beijing-2008/athletics>>. Acesso em: 19 maio 2015.

SPORTS REFERENCE. **Athletes.** Disponível em: <<http://www.sports-reference.com/olympics/athletes/>>. Acesso em: 19 maio 2015.

TERZIS, G. *et al.* Muscle fibre type composition and body composition in hammer throwers. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, p.104-109, 2010.

TERZIS, G. *et al.* Muscle Strength, Body Composition, and Performance of an Elite Shot-Putter. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.7, p.394-396, 2012.

THORLAND, W. G. *et al.* Body composition and somatotype characteristics of Junior Olympic athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 13, n. 5, p. 332-338, 1981.