**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE**

ANÁLISE CINEMÁTICA DA LARGADA DO BOBSLED

Alexandre Dias Lopes

**SÃO PAULO
2006**

ANÁLISE CINEMÁTICA DA LARGADA DO BOBSLED

ALEXANDRE DIAS LOPES

Tese apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação Física.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCOS DUARTE

Lopes, Alexandre Dias

Análise Cinemática da Largada do Bobsled / Alexandre
Dias Lopes. – São Paulo: [s.n.], 2006.
xviii, 174p.

Tese (Doutorado) – Escola de Educação Física e Esporte
da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Duarte.

1. Biomecânica I. Título.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de ter a possibilidade de lembrar todas as pessoas que me ajudaram na realização deste trabalho, que foi a conclusão de um ciclo muito especial da minha vida, mas tenho a convicção de que pessoas importantes não serão recordadas pela minha falível memória:

Ao meu orientador Dr. Marcos Duarte, que soube entender as minhas limitações e dificuldades na realização deste trabalho.

À minha amiga Beth, que foi uma das principais responsáveis e incentivadoras deste trabalho.

Ao meu amigo Reginaldo, que quase congelou comigo durante os dias em que realizamos as aquisições das imagens para realizar este trabalho, onde a temperatura nunca estava acima dos -10°C .

A minha amiga e “irmã” Sandrinha, que me ajudou, auxiliou, contribuiu e todos os demais verbos relacionados à colaboração com este trabalho.

Aos meus amigos que estiveram sempre presentes durante este período tão especial da minha vida, Claudinho, Vinícius e Erika.

A uma pessoa muito especial, Dona Dadá.

Ao meu amigo Maher, pelas muitas “conversas”.

Aos colegas do Laboratório de Biofísica, Rozi, Janina, Sandra, Daniel, Paulo e Bel.

A Conferedaração Brasileira de Desportos no Gelo, pela confiança depositada e o apoio.

A três pessoas que foram, são e continuarão sendo importantíssimas na minha vida: o meu Irmão (Jú), a minha Mãe (Rita) e o meu Pai (Sidney), eu gostaria de dedicar este trabalho.

E como não agradecer ao principal responsável por tudo isto, DEUS. Muito obrigado!!!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xv
LISTA DE APÊNDICES.....	xvi
RESUMO.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo Principal.....	3
2.2 Objetivos Secundário.....	3
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	4
3.1 Bobsled.....	5
3.2 Corrida de Velocidade.....	11
3.3 Largada na Corrida de Velocidade.....	12
3.4 Largada Utilizando Bloco de Partida.....	13
3.4.1 Primeira Fase de Saída do Bloco de Partida.....	14
3.4.2 Segunda Fase de Saída do Bloco de Partida.....	15
3.5 Largada à Partir da Posição Ortostática.....	19
3.6 Corrida de Velocidade com Sobrepeso.....	20
3.7 Corrida no Gelo.....	20
4 MÉTODOS.....	22
4.1 Procedimentos.....	23
4.2 Parâmetros Analisados.....	25
4.3 Processamento dos Dados.....	33
4.4 Análise dos Dados.....	33
4.5 Limitações.....	35
5 RESULTADOS.....	36
5.1 Atleta Piloto.....	36
5.2 <i>Breakman</i>	58
5.3 Relação entre Tempos parciais e Tempo Final.....	83
5.4 Variabilidade do Desempenho.....	89

6	DISCUSSÃO.....	96
	6.1 Atleta Piloto.....	96
	6.2 Atleta <i>Breakman</i>	100
	6.3 Comparação entre os Atletas Piloto e Atletas <i>Breakman</i>	104
	6.4 Relação entre Tempos Parciais e Tempo Final.....	106
	6.5 Variabilidade do Desempenho.....	107
7	Considerações Finais	108
	REFERÊNCIAS.....	109
	ANEXOS.....	113
	APÊNDICES.....	125

LISTA DE TABELAS

Página

TABELA 1 - Países participantes do campeonato e o respectivo número de trenós de cada país.	22
TABELA 2 - Relação das equipes selecionadas para o estudo e a sua respectiva colocação final na competição.	23
TABELA 3 - Relação das variáveis analisadas dos atletas piloto.	28
TABELA 4 - Relação das variáveis analisadas dos atletas <i>breakman</i>	32
TABELA 5 - Demonstração dos três clusters formados para os atletas pilotos.	38
TABELA 6 - Demonstração do dendograma formado pelo Método de Ward para os atletas pilotos. Nota: GER1(Alemanha 1), USA1(EUA 1), LAT2 (Latvia 2), GER3 (Alemanha 3), AUT1 (Áustria 1), USA2 (EUA 2), GER2 (Alemanha 2), CZE1 (República Tcheca 1), LAT1 (Látvia 1), SUI1 (Suíça 1), CAN1 (Canadá 1), RUS1 (Rússia 1), ITA1 (Itália 1) e MON1 (Mônaco 1).	39
TABELA 7 - Relação das variáveis analisadas dos atletas piloto.	40
TABELA 8 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa para os atletas piloto quando comparados os três clusters. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	50
TABELA 9 - Demonstração apenas das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os três clusters.	51
TABELA 10 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os Cluster 1 e Cluster 2. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	52
TABELA 11 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os Cluster 1 e Cluster 3. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	53

TABELA 12 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os Cluster 2 e Cluster 3. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	54
TABELA 13- Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelho; do comprimento do passo; da distância horizontal do CG; e da altura do CG durante o Momento do Toque do 1º Passo dos atletas piloto nos três diferentes clusters.	55
TABELA 14 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelho; da distância horizontal do CG; e da altura do CG durante o Momento do Toque do Pé de Apoio dos atletas piloto nos três diferentes clusters.	56
TABELA 15 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco, ombros e cotovelos; das velocidades dos atletas piloto e do trenó durante o Momento do Toque na Barra nos três diferentes clusters.	57
TABELA 16 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelhos; do comprimento do passo, da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Toque do 2º Passo dos atletas piloto nos três diferentes clusters.	58
TABELA 17 - Demonstração dos três clusters formados para os atletas <i>breakmans</i> .	61
TABELA 18 - Demonstração do dendograma formado pelo Método de Ward para os atletas <i>breakmans</i> . Nota: GER1(Alemanha 1), USA1(EUA 1), LAT2 (Latvia 2), GER3 (Alemanha 3), AUT1 (Áustria 1), USA2 (EUA 2), GER2 (Alemanha 2), CZE1 (República Tcheca 1), LAT1 (Látvia 1), SUI1 (Suiça 1), CAN1 (Canadá 1), RUS1 (Rússia 1), ITA1 (Itália 1) e MON1 (Mônaco 1).	62
TABELA 19 - Relação das variáveis analisadas dos atletas <i>breakman</i> .	63
TABELA 20 - Relação das variáveis analisadas dos atletas <i>breakman</i> .	74
TABELA 21 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os três clusters. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	75

TABELA 22 - Demonstração apenas das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os três clusters.	76
TABELA 23 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os Cluster 1 e Cluster 2. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	77
TABELA 24 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os Cluster 1 e Cluster 3. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.	78
TABELA 25 - Demonstração das variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os Cluster 2 e Cluster 3. Nota: as variáveis que estão apresentaram variações significantes.	79
TABELA 26 – Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco, joelhos, ombros e cotovelos; e da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do <i>Take-Off</i> do 1º Pé dos atletas <i>breakman</i> nos três diferentes clusters.	80
TABELA 27 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco, joelhos, ombros e cotovelos; e da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Toque do 1º Passo dos atletas <i>breakman</i> nos três diferentes clusters.	81
TABELA 28 – Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelhos; e da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Toque do 2º Passo dos atletas <i>breakman</i> nos três diferentes clusters.	82
TABELA 29 – Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco; da distância horizontal do CG e da altura do CG; e do comprimento do passo durante o Momento do <i>Take-Off</i> do 1º Passo dos atletas <i>breakman</i> nos três diferentes clusters.	83
TABELA 30 - Valores do coeficiente de determinação após a análise das cinco parciais e o tempo final.	89

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 – Ilustração dos dois tipos de trenó existentes. Um trenó para duas pessoas (esquerda) e para quatro pessoas (direita).	06
FIGURA 2 – Ilustração do trenó brasileiro utilizado durante a Olimpíada de Inverno realizada em Torino (fevereiro -2006).	06
FIGURA 3 – Ilustração da sapatilha utilizada pelos atletas. Nota: visão inferior (esquerda) e visão lateral (direita).	07
FIGURA 4 – Diagrama do posicionamento das duas câmeras utilizadas no estudo. Nota: a letra A corresponde ao posicionamento das câmeras, a letra B corresponde ao trenó, a letra C corresponde ao posicionamento do atleta piloto, a letra D corresponde ao posicionamento do atleta breakman e a letra E corresponde a posição da tábua que está situada no solo.	24
FIGURA 5 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Toque do 1º Passo.	26
FIGURA 6 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do <i>Take-Off</i> do Pé de Apoio.	26
FIGURA 7 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Toque na Barra.	27
FIGURA 8 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Toque do 2º Passo.	27
FIGURA 9 – Convenção dos ângulos adotados para o ombro, cotovelo, tronco e joelhos.	29
FIGURA 10 – Ilustração do posicionamento do atleta <i>breakman</i> durante o Momento do <i>Take-Off</i> do 1º Pé.	30
FIGURA 11 – Ilustração do posicionamento do atleta <i>breakman</i> durante o Momento do Toque do 1º Passo.	30
FIGURA 12 – Ilustração do posicionamento do atleta <i>breakman</i> durante o Momento do 2º Passo.	31
FIGURA 13 – Ilustração do posicionamento do atleta <i>breakman</i> durante o Momento do <i>Take-Off</i> do 1º Passo.	31

FIGURA 14 – Ilustração do sequência dos movimentos dos atletas piloto.	37
FIGURA 15 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo direito durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.	41
FIGURA 16 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.	42
FIGURA 17 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do ombro direito durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do ombro.	43
FIGURA 18 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do ombro esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do ombro.	44
FIGURA 19 - Média ($\pm$ D.P.) do deslocamento horizontal do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas piloto.	45
FIGURA 20 - Média ($\pm$ D.P.) da variação da altura do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas piloto.	46
FIGURA 21 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho da “frente” durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do joelho.	47
FIGURA 22 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho de “trás” durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do joelho.	48
FIGURA 23 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do tronco durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do tronco.	49
FIGURA 24 – Ilustração do sequência dos movimentos dos atletas <i>breakman</i> que antecede o primeiro evento utilizado neste estudo.	59
FIGURA 25 – Ilustração do sequência dos movimentos dos atletas <i>breakman</i> analisadas neste estudo.	60
FIGURA 26 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo direito durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i> . Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.	64

FIGURA 27 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i> . Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.	65
FIGURA 28 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do ombro esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i> . Valores positivos indicam a flexão do ombro.	66
FIGURA 29 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do tronco durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i> . Valores positivos indicam a flexão do tronco.	67
FIGURA 30 - Média ($\pm$ D.P.) do deslocamento horizontal do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i>	68
FIGURA 31 - Média ($\pm$ D.P.) da variação da altura do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i>	69
FIGURA 32 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho da “frente” durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i> . Valores positivos indicam a flexão do joelho.	70
FIGURA 33 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho de “trás” durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i> . Valores positivos indicam a flexão do joelho.	71
FIGURA 34 - Média ($\pm$ D.P.) da variação da velocidade do atleta piloto durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i>	72
FIGURA 35 - Média ($\pm$ D.P.) da variação da velocidade do trenó durante o ciclo da largada dos atletas <i>breakman</i>	73
FIGURA 36 – Gráfico com os valores individuais do coeficiente de correlação para cada equipes durante a 1ª Parcial e o Tempo Final menos o tempo da 1ª parcial.	84
FIGURA 37 – Gráfico com os valores individuais do coeficiente de correlação para cada equipes durante a 2ª Parcial e o Tempo Final menos o tempo da 2ª parcial.	85
FIGURA 38 – Gráfico com os valores individuais do coeficiente de correlação para cada equipes durante a 3ª Parcial e o Tempo Final menos o tempo da 3ª parcial.	86

- FIGURA 39 – Gráfico com os valores individuais do coeficiente de correlação para cada equipes durante a 4ª Parcial e o Tempo Final menos o tempo da 4ª parcial.87
- FIGURA 40 – Gráfico com os valores individuais do coeficiente de correlação para cada equipes durante a 5ª Parcial e o Tempo Final menos o tempo da 5ª parcial.88
- FIGURA 41 - Índice de variação de cada equipe durante a primeira parcial (tempo de largada). O índice de variação apresenta unidade indefinida. Nota: o eixo horizontal (X) representa através de cada marcador uma equipe em função da sua colocação final e o eixo vertical apresenta os valores do índice de variação para a 1ª Parcial.90
- FIGURA 42 - Índice de variação de cada equipe durante a segunda parcial. O índice de variação apresenta unidade indefinida. Nota: o eixo horizontal (X) representa através de cada marcador uma equipe em função da sua colocação final e o eixo vertical apresenta os valores do índice de variação para a 2ª Parcial.91
- FIGURA 43 - Índice de variação de cada equipe durante a terceira parcial. O índice de variação apresenta unidade indefinida. Nota: o eixo horizontal (X) representa através de cada marcador uma equipe em função da sua colocação final e o eixo vertical apresenta os valores do índice de variação para a 3ª Parcial.92
- FIGURA 44 - Índice de variação de cada equipe durante a quarta parcial. O índice de variação apresenta unidade indefinida. Nota: o eixo horizontal (X) representa através de cada marcador uma equipe em função da sua colocação final e o eixo vertical apresenta os valores do índice de variação para a 4ª Parcial.93
- FIGURA 45 - Índice de variação de cada equipe durante a quinta parcial. O índice de variação apresenta unidade indefinida. Nota: o eixo horizontal (X) representa através de cada marcador uma equipe em função da sua colocação final e o eixo vertical apresenta os valores do índice de variação para a 5ª Parcial.94
- FIGURA 46 - Índice de variação das quinze primeiras equipes durante o tempo da primeira parcial (tempo de largada). O índice de variação apresenta unidade indefinida. Nota: o eixo horizontal (X) representa através de

cada marcador uma equipe em função da sua colocação final e o eixo vertical apresenta os valores do índice de variação para a 1ª Parcial.

.....95

ANEXO

Página

ANEXO - Resultado oficial de todas as equipes participantes.	113
---	-----

LISTA DE APÊNDICES

	Página
APÊNDICE I – Descrição dos Valores médios, desvio padrão e erro padrão dos três clusters encontrados para os atletas piloto.	126
APÊNDICE II – Descrição dos valores encontrados após ANOVA dos três clusters encontrados para os atletas piloto.	129
APÊNDICE III – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 2 dos atletas piloto.	132
APÊNDICE IV – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 3 dos atletas piloto.	135
APÊNDICE V – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 2 e 3 dos atletas piloto.	138
APÊNDICE VI – Descrição dos Valores médios, desvio padrão e erro padrão dos três clusters encontrados para os atletas <i>breakmans</i>	141
APÊNDICE VII – Descrição dos valores encontrados após ANOVA dos três clusters encontrados para os atletas <i>breakmans</i>	145
APÊNDICE VIII – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 2 dos atletas <i>breakmans</i>	148
APÊNDICE IX – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 3 dos atletas <i>breakmans</i>	151
APÊNDICE X – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 2 e 3 dos atletas <i>breakmans</i>	154
APÊNDICE XI – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas pilotos.	157
APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas <i>breakmans</i>	167

RESUMO

ANÁLISE CINEMÁTICA DA LARGADA DO BOBSLED

Autor: ALEXANDRE DIAS LOPES

Orientador: Prof. Dr. MARCOS DUARTE

O bobsled é um esporte desenvolvido para prática de inverno e tem como objetivo principal, percorrer uma pista de gelo inclinada de aproximadamente 1500 m no menor tempo possível. A atividade é iniciada com o trenó parado, sem movimento. Existem duas modalidades, o bobsled para quatro pessoas e bobsled para duas pessoas. O movimento inicial do bobsled é conhecido como o momento de propulsão do trenó ou da largada, já teve sua importância demonstrada para a obtenção de um bom desempenho final em estudos anteriores, é executado na modalidade de dois atletas pelo atleta piloto e pelo atleta *breakman*. Os objetivos deste trabalho se preocuparam em investigar a existência de um padrão cinemático adotado pelos atletas piloto e atletas *breakman* durante o momento de propulsão do trenó das 15 melhores equipes participantes do campeonato, assim como a existência da relação entre o tempo de largada e o tempo final da prova e a variação do desempenho obtido entre todas as equipes participantes. As imagens utilizadas neste trabalho foram adquiridas durante o XIV Campeonato Mundial de Bobsled masculino na modalidade de dois atletas, realizado na cidade de Koonigssee (Alemanha) em 2004. Para se investigar o padrão cinemático foram utilizadas variáveis relacionadas a angulação do ombro, cotovelo, tronco e joelho; variações do deslocamento e altura do centro de gravidade; além do comprimento do passo dos atletas piloto e *breakman*. Foi possível identificar um padrão cinemático típico adotado pelos atletas piloto e *breakman* durante o momento da largada, além de se identificar semelhanças entre o comportamento adotado pelos atletas piloto e *breakman* durante o instante da largada e o comportamento adotado pelos atletas de atletismo. O coeficiente de correlação encontrado neste estudo se assemelhou aos coeficientes encontrados nos estudos anteriores (aproximadamente $r^2=0,5$), assim como pode se verificar a pequena variação do desempenho entre as equipes participantes (inferior a 4%).

Palavras-chave: cinemática, biomecânica, esporte.

ABSTRACT

KINEMATIC ANALYSIS OF BOBSLED START

Author: ALEXANDRE DIAS LOPES

Adviser: Prof. Dr. MARCOS DUARTE

Bobsled is a sport developed for practiced in winter time and has as main objective cover an inclined ice track of approximately 1500 m in less time as possible. The activity is initiated with the sleigh stopped, without movement. There are two modalities, the bobsled for four persons and for two persons. The initial movement of the bobsled is known as the propulsion moment and its importance for a good final performance had already been demonstrated in preview studies. This moment is executed in the modality for two persons by the pilot athlete and by the breakman athlete. The purpose of this study was to investigate the existence of a kinematic pattern adopted by the pilot athlete and the breakman athlete during the propulsion moment of the sleigh of the 15 best teams of the championship, as well as the existence of a relation between the propulsion moment and the final time of the test and the variation of the performance gotten by all the participant teams. The images used in this study had been acquired during the XIV World-Wide Championship of male bobsled in the modality for two persons, carried through in the city of Koonigsee (Germany) in 2004. To investigate the kinematic pattern it was used variables related to the shoulder, elbow, trunk and knee angles; variations of the center of gravity displacement and height; and the length of the step of the pilot and breakman athletes. It was possible to identify a typical kinematic pattern adopted by the pilot and breakman athletes during the propulsion moment, beyond identifying similarities between the behavior adopted by the pilot and breakman athletes during the propulsion moment and the behavior adopted by the track and field's athletes. The correlation coefficient found in this study was similar to those found in the previous studies (around $r^2=0,5$) as well as the small variation verified in the performance between the participant teams (less than 4%).

Keywords: kinematic, biomechanics, sports.

1 INTRODUÇÃO

O bobsled é um esporte desenvolvido para prática de inverno e tem como objetivo principal percorrer com um trenó uma pista de gelo inclinada com aproximadamente 1200 a 1500 m de extensão no menor tempo possível. Seu início data do final do século XIX em duas regiões distintas do mundo; em Albany, no estado de Nova York (EUA) em 1882, e na cidade de Saint Moritz (Suíça) em 1897. A primeira participação brasileira em competições de bobsled ocorreu em 1998, sendo que em 2003 foi criada a Confederação Brasileira de Esportes de Gelo (CBDG), que é a entidade responsável por algumas modalidades do esporte de inverno brasileira, dentre elas o bobsled.

A atividade é iniciada com o trenó parado, sem movimento. O movimento inicial do bobsled é conhecido como o momento de propulsão do trenó ou momento da largada. Trata-se do momento no qual o trenó percorre uma extensão de aproximadamente 60 m. Durante o percurso o trenó pode até exceder a velocidade de 130 km/h. Atualmente existem duas modalidades para os homens: bobsled para quatro pessoas e bobsled para duas pessoas; e uma modalidade feminina para duas pessoas.

Na modalidade bobsled para duas pessoas, o primeiro atleta, o qual é chamado de piloto, percorre uma distância fora do trenó que varia entre 20 e 30 m, sendo o primeiro a entrar no trenó depois de percorrido este trecho. O movimento de entrada do piloto no trenó é feito por meio de um salto pela lateral esquerda do trenó. Já o segundo atleta, cuja denominação está relacionada à função que o mesmo executa após o término do percurso, que é a freada do trenó, é conhecido como o “freador” do trenó, ou em inglês, *breakman*. Este atleta percorre uma distância maior durante o trecho de propulsão do trenó, aproximadamente 50 m, a qual é geralmente delimitada pelo momento em que a velocidade do trenó se torna alta o suficiente para inviabilizar a sua corrida. Este é então o instante em que o atleta executa um pequeno salto em direção ao trenó, feito pela parte traseira do mesmo.

O início da propulsão do trenó assemelha-se muito à largada para a corrida de velocidade no atletismo. Em ambas as situações o objetivo principal é a promoção de uma grande aceleração no menor tempo possível. Outra semelhança relaciona-se aos movimentos executados para a largada, visto que são adotadas estratégias muito semelhantes entre as modalidades.

A análise biomecânica do movimento humano, particularmente no contexto do esporte, tem sido bastante utilizada para uma maior compreensão movimento sob interesse e posterior intervenção visando uma melhora do gesto no esporte. Corridas de velocidade e longa distância, saltos, arremessos e lançamentos são exemplos de situações no esporte onde a análise biomecânica tem contribuído de forma importante para o aperfeiçoamento destas atividades (ZATSIORSKY, 2004). Em qualquer modalidade esportiva o vencedor é quase sempre aquele que consegue o melhor desempenho em cada fase, em cada gesto único que realiza, mesmo que este gesto dure tão pouco como uma fração de segundos e o evento dure tanto quanto algumas horas. Uma fase importante do bobsled e onde a biomecânica pode certamente contribuir, como de fato já contribuiu em modalidades similares, é a largada do bobsled.

A largada do bobsled já teve a sua importância demonstrada em dois estudos distintos que apontaram a forte relação entre o tempo obtido pelas equipes durante a largada e o resultado final das equipes na competição (MORLOCK & ZATSIORSKY, 1989; BRUGGEMANN, MORLOCK, & ZATSIORSKY, 1997). Apesar da importância da largada para o sucesso do bobsled, não foram encontrados na literatura estudos que descrevessem os principais pontos que os atletas deveriam se preocupar durante a propulsão do trenó, assim como quais seriam os principais parâmetros a serem analisados neste instante.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo principal a realização de uma análise cinemática dos dois atletas, o atleta piloto e o atleta *breakman*, durante os movimentos iniciais da largada no bobsled. Pretende-se com este trabalho contribuir com a comunidade praticante da modalidade, tanto no processo de treinamento quanto na melhora do desempenho dos atletas.

A seguir, o objetivo deste trabalho é mais detalhado para então nos capítulos seguintes, descrever como este objetivo foi alcançado, apresentar os resultados obtidos e sua interpretação. Antes, será apresentada uma revisão da literatura científica sobre o bobsled e eventos similares que possam auxiliar na compreensão do bobsled.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Este trabalho teve como objetivo geral descrever a cinemática dos dois atletas responsáveis pela propulsão do trenó no momento da largada, na modalidade bobsled masculino para duas pessoas.

2.2 Objetivos secundários

Em adição à descrição cinemática do movimento dos atletas, pretendeu-se investigar a existência de um padrão cinemático adotado pelos atletas piloto e breakman durante o momento de propulsão do trenó;

Buscou-se ainda determinar a relação entre o tempo de largada e o tempo final da prova das equipes participantes do campeonato onde foram adquiridas as imagens utilizadas neste estudo;

Por último, descreveu-se a variação do desempenho obtido entre as equipes investigadas neste estudo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

A análise cinemática do bobsled é um assunto pouco explorado na literatura até o presente momento. Sendo assim, optou-se por fazer uma revisão da literatura científica sobre o bobsled e a corrida de velocidade. A semelhança entre os movimentos do momento de propulsão do trenó e da largada para corrida de velocidade foi demonstrada em pelo menos dois importantes estudos, que relataram semelhanças quanto ao tipo de solicitação imposta, tendo em comum a busca da velocidade por meio da força explosiva (KIBELE & BEHM, 2005; OSBECK, MAIORCA & RUNDELL, 1996).

Para a revisão da literatura, os dois principais bancos de dados relacionados à ciência do esporte, SportDiscus e Medline, foram utilizados. A última revisão foi feita no mês de abril de 2006 utilizando-se as palavras-chave bobsled e *bobsleigh*. Na base de dados Medline foram encontrados apenas seis citações com a palavra bobsled e outras seis com a palavra *bosleigh*, já no SportDiscus foram encontradas 250 citações.

Infelizmente nenhum destes 12 estudos encontrados no Medline aborda a biomecânica da largada no bobsled. Apesar disto, estes estudos são citados brevemente a seguir com o intuito de apresentar o que já fora investigado sobre o bobsled. Das seis citações encontradas no Medline com a palavra bobsled, HARALAMBIE, CERNY e HUBER (1976) estudaram as alterações dos níveis de enzimas seriadas após uma corrida de bobsled; KIRKENDALL e STREET (1986) abordaram a força mecânica durante a execução de saltos efetuada por diferentes atletas, cuja amostra utilizou atletas praticantes de diversas modalidades, dentre elas atletas praticantes de bobsled; SNOUSE e LUNDGREN (1993) propuseram a utilização de um material plástico para ser utilizado como equipamento de proteção por atletas praticantes de esporte de inverno, dentre eles o bobsled, nas regiões do corpo mais suscetíveis aos traumas provocados por contusão; WEILER e RYAN (2000) fizeram um levantamento do número de atletas americanos participantes da Olimpíada de Inverno de 1998 que apresentavam sintomas de asma, sendo que existia um atleta americano do bobsled com asma; BALMER, NEVILL e WILLIAMS (2001) fizeram uma alusão à vantagem que atletas de equipes anfitriãs de diversas modalidades recebem dos juízes durante os Jogos Olímpicos de Inverno, porém para a modalidade bobsled não foi evidenciado nenhum tipo de favorecimento; REID

(2003) relatou um caso de fratura por estresse num atleta de bobsled, porém sem fazer nenhuma relação com a prática do esporte.

Com a palavra chave *bosleigh* no Medline, OKADA, MIYAKE, TAKIZAWA e MINAMI (1972) relataram a excreção de catecolaminas pela urina em atletas de bobsled; MARTI, KNOBLOCH, TSCHOPP, JUCKER e HOWALD (1989) trouxeram o resultado de um estudo comparativo e controlado no qual foi verificado um aumento de evidências radiológicas de doenças degenerativas do quadril em corredores de longa distância, quando comparado ao grupo controle, que neste caso tratava-se de atletas de bobsled; KUCERA (1989) relatou a incidência de lesões causadas em crianças e adolescentes durante a prática de atividade física na República Tcheca, por um período de 11 anos, sendo o bobsled citado como um dos esportes causadores de lesões neste grupo; MEYER, SHAW, MANORE, DOLAN, SUBUDHI, SHULTZ e WALKER (2004) trouxeram o resultado de um estudo comparativo sobre a densidade óssea em mulheres, e mostram que a prática de esportes de inverno por atletas de elite aumenta o potencial osteogênico destas atletas quando comparadas a um grupo controle de indivíduos sedentários, saudáveis e com idade similar; SANDS, SMITH, KIVI, McNEAL, DORMAN, STONE e CORNIE (2005) relataram a utilização do espaço utilizado para a largada do bobsled como o local onde foram realizadas as avaliações de desempenho dos atletas da modalidade *skeleton* que participaram do estudo; DABNICHKI e AVITAL (2005) demonstraram a influência do posicionamento dos atletas dentro do trenó no desempenho aerodinâmico do trenó de bobsled para duas pessoas.

Na base de dados SportDiscus, apesar do grande número de citações encontradas, apenas três citações mereceram uma atenção especial e acabaram sendo utilizados durante a revisão da literatura que se segue. A maior parte das referências encontradas eram relativas à citação de revistas não indexadas, cujo objetivo era apenas jornalístico, como por exemplo, a revista *Sports Illustrated*; referências de livros que relatam a história da modalidade; aspectos relacionados à engenharia do trenó; artigos sobre lesões relacionados a prática do bobsled; além dos artigos já citados no Medline, que também apareceram no resultado da busca.

3.1 Bobsled

O bobsled tem como objetivo principal percorrer em um menor tempo possível uma pista de gelo inclinada, que possui em média 15 curvas e

aproximadamente 1200 a 1500 m. Os atletas utilizam um trenó que chega a atingir uma velocidade superior a 130 Km/h, gerando em algumas curvas uma aceleração (denominada no meio esportivo como 'Força G') equivalente a cinco vezes a aceleração da gravidade. O trenó é fabricado em fibra carbono-kevlar com o chassi de aço (FIGURAS 1 e 2), com um peso aproximado de 175 kg, tendo no máximo 2,70 m de comprimento por 0,67 m de largura.

A

B

FIGURA 1 – Trenós utilizados para a prática do bobsled. Em A, o trenó para duas pessoas, em B, o trenó para quatro pessoas.

FIGURA 2 – Trenó brasileiro utilizado durante a Olimpíada de Inverno realizada em Torino em fevereiro de 2006.

O movimento inicial do bobsled que é conhecido como o momento de propulsão do trenó ou momento da largada, percorre uma extensão aproximada de 60 m, e atinge uma velocidade de aproximadamente 10 m/s. A largada no bobsled se dá a partir do momento em que os atletas iniciam a movimentação com o objetivo de empurrar o trenó para frente e com a maior velocidade horizontal possível (OSBECK, MAIORCA & RUNDELL, 1996).

A corrida em velocidade no gelo exige dos atletas um calçado especial para atenuar os efeitos do baixíssimo coeficiente de atrito do gelo durante a marcha ou a corrida humana, o que fez a Federação Internacional de Bobsled e Tobogaing (FIBT) obrigar o uso de uma sapatilha especial durante as provas oficiais. Esta sapatilha possui aproximadamente 670 agulhas em cada pé. Estas agulhas são bastante pequenas e finas e permitem um melhor tracionamento durante a execução dos movimentos da corrida (FIGURA 3).

FIGURA 3 – Sapatilha utilizada pelos atletas. Em A, vista inferior; em B, vista lateral.

Não existe nenhum tipo de limitação imposta pela regras da modalidade em questão quanto ao posicionamento dos atletas durante o momento inicial da largada, diferentemente da largada para a corrida de velocidade, onde o atleta tem a sua posição inicial delimitada por uma série de restrições da regra do esporte.

Depois que os atletas produziram uma grande velocidade do trenó, ambos saltam para dentro do trenó. O piloto se torna o único responsável por controlar o trenó até a linha de chegada, por meio de um mecanismo de direção localizado na frente do trenó. Ao cruzar a linha de chegada o piloto sinaliza ao *breakman*, que aciona o freio e diminui a velocidade do trenó gradativamente.

Podem-se observar três maneiras diferentes do piloto executar a largada. Na primeira, o piloto está localizado logo atrás da barra de apoio; na

segunda maneira, o atleta está a uma distância intermediária entre a barra lateral do trenó e a tábua que delimita o início da área de largada; e na terceira, o piloto está localizado bem em cima da tábua, e conseqüentemente paralelo ao *breakman*. Quanto ao posicionamento do *breakman* durante a largada, pode-se verificar que todas as equipes adotam um mesmo padrão, pois se procura manter o apoio da tábua fixada no solo com os pés, mantendo logo a sua frente a parte de trás do trenó.

Existe um sistema de cronometragem instalado em todas as pistas de bobsled. Este sistema é responsável pela mensuração do tempo final e do tempo das parciais da pista, sendo no máximo seis parciais. A primeira parcial também é chamada de tempo de largada, ou tempo de propulsão, pois mede exatamente o tempo entre o disparo do cronômetro que geralmente ocorre a 15 m do local que se iniciou a propulsão do trenó, e exatamente a 50 m de onde está instalada a célula do disparo inicial.

No momento do disparo do cronômetro, que é feito pela parte da frente do trenó com a interrupção do feixe, os atletas ainda estão executando o trecho inicial de propulsão. Porém na segunda interrupção do cronômetro, ou seja, para se aferir a primeira parcial, o tempo de largada ou tempo de propulsão, ambos os atletas estão dentro do trenó e já percorreram cerca de 65 m. Portanto quando é informado o tempo da primeira parcial ou tempo de largada, pode-se afirmar que trata-se do tempo necessário para se percorrer o trajeto inicial entre a primeira fotocélula e a segunda fotocélula, que é de exatamente 50 m (BRUGGEMANN, MORLOCK, & ZATSIORSKY, 1997).

Durante este momento inicial de propulsão do trenó, ou seja, na largada do trenó, os atletas adotam estratégias de comportamento motor similares às estratégias adotadas pelos atletas de corrida de velocidade no atletismo. Após levarem o trenó a uma grande velocidade, saltam para dentro dele, e a partir deste momento somente o piloto é o responsável pela dirigibilidade do trenó.

O primeiro estudo que se preocupou em analisar quais seriam os principais fatores que determinam um bom desempenho de uma equipe de bobsled foi realizado por MORLOCK e ZATSIORSKY (1989). Neste estudo os autores analisaram qual seria a influência de diversos aspectos relacionados ao bobsled, como temperatura do gelo, a ordem de descida dos trenós e o tempo de largada, ou tempo de propulsão do trenó, no tempo final. Todos os fatores citados influenciaram o resultado final, porém o tempo de largada mereceu uma atenção especial dos

autores. O coeficiente de correlação médio encontrado entre as diversas descidas dos trenós entre o tempo de largada e o tempo final foi de $r^2=0,55$, demonstrando assim a correlação entre o tempo obtido no momento da largada e o tempo total (MORLOCK & ZATSIORSKY, 1989).

Ainda neste mesmo estudo feito por MORLOCK e ZATSIORSKY (1989), os autores ressaltam que a condição física dos atletas, ou seja, a força e a velocidade produzida pelos mesmos no momento da largada do trenó, é um dos principais fatores de influência no desempenho da equipe. Esta discussão justifica o fato de a maioria dos atletas participantes daquele evento estudado ter sua origem esportiva ligada ao atletismo ou futebol americano.

Na década seguinte, os mesmos autores do estudo citado anteriormente associados ao pesquisador Bruggeman repetiram o método do trabalho anterior, porém em uma outra pista e com o acréscimo de uma outra modalidade, o luge, que também utiliza a mesma pista do bobsled. Um dos objetivos dos autores foi verificar a reprodutibilidade dos dados obtidos no estudo anterior, resultado este confirmado, ou seja, também foi evidenciada a correlação entre o tempo do momento da largada e o tempo final total (BRUGGEMANN, MORLOCK, & ZATSIORSKY, 1997).

Ainda neste estudo os autores apresentam um dado relativo à importância da largada, relevante para o entendimento da relação entre o bom desempenho no momento da largada e o tempo final. Foi observado que diferenças superiores a 0,27 m/s na velocidade no momento da largada das equipes acarretariam um aumento de aproximadamente 0,5 s, assumindo que a velocidade dos trenós seria a mesma em todo o trajeto (BRUGGEMANN, MORLOCK, & ZATSIORSKY, 1997).

O estudo realizado por DABNICHKI, MOTALLEBI e AVITAL (2004) teve como objetivo principal propor modificações ergonômicas dos atuais trenós para o uso das mulheres. Os autores demonstraram uma preocupação quanto à prevenção de lesões e até mesmo quanto à melhora do desempenho destas atletas, visto que atualmente as mulheres se utilizam dos mesmos trenós construídos para os homens. Foram discutidos dois principais aspectos, a mudança do interior do trenó para uma melhor acomodação das atletas e a mudança do posicionamento das barras utilizadas pelas atletas durante a propulsão do trenó. Estas alterações propostas

teoricamente trariam benefícios às atletas e uma possível melhora no desempenho (DABNICHKI, MOTALLEBI & AVITAL, 2004).

Kibele e Behm propuseram um novo teste para se determinar o desempenho dos atletas durante a corrida de velocidade com duração de 10 s no contexto do bobsled (KIBELE & BEHM, 2005). A corrida foi executada sobre uma esteira ergométrica com a polaridade do motor invertida, ou seja, o indivíduo necessitava exercer uma força maior do que a força oferecida pelo motor da esteira para conseguir empurrar para trás a esteira, e conseqüentemente conseguir correr. Os participantes deste estudo executaram estes testes numa mesma posição, chamada de Posição do Piloto de Bobsled na Largada, com o tronco ligeiramente inclinado para frente e com as duas mãos apoiadas na frente da esteira, o que representaria a barra de apoio do piloto num trenó de bobsled. Foi encontrada uma alta correlação entre os resultados obtidos e os de testes já reconhecidamente eficientes para se medir o desempenho dos atletas durante a corrida de velocidade, como o Teste de Saltos de Margaria (KIBELE & BEHM, 2005).

Num estudo realizado por OSBECK, MAIORCA e RUNDELL (1996), pôde-se observar que alguns testes de campo são preditivos para um bom desempenho no momento de propulsão do trenó, testes estes que também são aplicados como preditivos no desempenho das provas de velocidade. Neste estudo foi verificada a validade de seis testes de campo: altura do salto vertical, distância do peso arremessado (7,3 kg) para trás do corpo, distância de cinco saltos consecutivos com pernas alternadas, tempo para se percorrer 30 m, 60 m e 100 m. A justificativa para a escolha dos seis testes aplicados, segundo os autores, deve-se à natureza dos movimentos realizados durante o momento de propulsão do trenó, que acaba por exigir do atleta o mesmo tipo de solicitação de força explosiva que os testes selecionados demandam. Dos seis testes aplicados, a altura do salto vertical ($r^2 = 0,56$) e o tempo para se percorrer 30 m ($r^2 = 0,87$) apresentaram maiores valores de correlação com o desempenho no momento da propulsão do trenó, que foi aferido por meio da cronometragem do tempo de largada. As justificativas para estes resultados são atribuídas ao fato de que a força explosiva e a velocidade dos atletas, que são reconhecidamente verificadas através destes testes de campo, demandam um tipo de solicitação muito parecido com a do momento de propulsão do trenó (OSBECK, MAIORCA & RUNDELL, 1996).

3.2 Corrida de Velocidade

O assunto corrida de velocidade é mais bem descrito na literatura científica. Dado a semelhança entre a largada de corrida de velocidade e a largada no bobsled, a seguir serão descritos alguns estudos que descrevem o momento inicial da corrida de velocidade, conhecido também como momento da largada.

A corrida de velocidade pode ser definida pela sucessão de passadas executadas num curto espaço de tempo. A velocidade de um corredor é determinada em função da amplitude e da frequência do passo ou da passada. A amplitude do passo pode ser definida como sendo a distância entre dois pontos consecutivos do apoio dos pés alternados. Um ciclo completo da passada representa a distância entre dois sucessivos pontos de contato do mesmo pé. A frequência da passada é determinada pela relação do número de passadas por unidade de tempo. Quanto menor for o tempo de cada passada, maior será a sua frequência. Além disso, a velocidade de deslocamento dos segmentos inferiores depende de carga, ou seja, da massa corporal e da posição adequada para a corrida (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005; WILLIAMS, 2004).

Na corrida, o passo pode ser dividido em duas fases principais: a fase de apoio, e a fase de suspensão, conhecida também como fase aérea. Por sua vez, a fase de apoio pode ser subdividida em duas subfases, a saber: de apoio anterior, ou fase de amortecimento (onde o pé de apoio se encontra à frente da linha vertical imaginária do tronco do executante, na função de propulsão) e a fase do apoio da parte medial/posterior do pé. Entre essas duas subfases de apoio, existe uma subfase classificada de fase de “transição” do apoio, no instante em que a linha imaginária (formada entre o centro de gravidade e o ponto de contato do pé no solo) está verticalizada. Nesse momento, o membro inferior livre está passando lateralmente ao de apoio (WILLIAMS, 2004).

Durante a fase aérea da corrida podem ser analisadas duas funções distintas dos membros inferiores livres. Enquanto o joelho do membro inferior que termina a propulsão é fletido energicamente trazendo o calcanhar muito próximo à nádega, o outro membro inferior executa um movimento de projeção com o joelho à frente e alto, para, logo em seguida, executar uma extensão quase total na articulação do joelho, precedendo a subfase de apoio anterior. O movimento que traz

o calcanhar muito próximo à nádega é fundamental, porque faz com que o membro inferior se recupere mais rapidamente e se prepare para o passo seguinte (JACOBS & SCHENAU, 1992).

O avanço do corredor é conseguido principalmente pelas ações alternadas de impulso na subfase de apoio posterior. Ao estender o membro inferior nas articulações do quadril, do joelho e do tornozelo, o corredor exerce contra o solo uma força dirigida para trás e para baixo, maior do que o peso do corpo. Devido à resistência do solo, essa força de origem muscular produz uma reação em sentido contrário. A velocidade com que aquelas articulações se fletem e se estendem é função da força propulsora produzida. Quanto mais rapidamente a ação propulsora é realizada, em combinação com o movimento de avanço da perna de balanço, maior será a força exercida. Os principais músculos participantes nessa ação são os glúteos, o bíceps femoral, o semitendinoso, o semimembranáceo, o quadríceps femoral e o gastrocnêmio (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004).

O movimento dos membros superiores também pode auxiliar o impulso; nesse momento, eles devem mover-se na direção da corrida, e não transversalmente. No entanto, não foi encontrada alguma correlação significativa entre os movimentos dos braços e o desempenho na corrida de velocidade. A função dos membros superiores na corrida de velocidade é muito mais manter o equilíbrio do que cadenciar a velocidade ou diminuir a fadiga. A correta inclinação do tronco e da cabeça também permite a melhor transmissão da força impulsora (ROPRET, KUKOLJ, UGARKOVIC, MATAVULJ & JARIC, 1998).

3.3 Largada na Corrida de Velocidade

Apesar de existirem inúmeros estudos biomecânicos envolvendo a corrida, poucos estudos têm abordado os movimentos iniciais da corrida em velocidade, sendo a largada pouco estudada até o presente momento.

Os primeiros estudos sobre a largada em velocidade foram realizados por Bresnahan, em 1927, onde foi estudada a diferença entre a largada utilizando um bloco de partida e a largada a partir de apoios dos pés em buracos que foram escavados no chão (HARRISON & COMYNS, 2005).

O desempenho dos velocistas depende basicamente de dois tipos diferentes de solicitação: uma grande aceleração durante a largada, e a manutenção de uma alta velocidade depois da largada. Portanto, executar uma boa largada é

fundamental para se obter um bom desempenho na corrida de velocidade (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994).

Existem basicamente duas posições iniciais para se executar a largada para a corrida de velocidade. A posição mais simples, e a mais utilizada pelos atletas das diferentes modalidades, é a execução de uma rápida saída a partir da posição ortostática. Este tipo de movimentação pode ser visto, por exemplo, no futebol, tênis, basquetebol, voleibol, dentre outros. A outra maneira de se executar uma rápida saída, e a maneira mais eficiente, se dá com a utilização de um bloco de partida. Este bloco de partida confere ao atleta um melhor apoio durante a fase de impulsão.

3.4 Largada utilizando bloco de partida

Em um estudo realizado sobre o tempo de saída do atleta do bloco de partida, observou-se que 5% do tempo total correspondem ao tempo de saída na corrida de 100 m. Uma boa largada pode contribuir muito mais para uma corrida, do que meramente diminuir o tempo de saída do bloco de partida. Uma excelente aceleração na primeira parte da corrida é também influenciada pela maneira como o atleta está posicionado no bloco de partida no momento da largada, assim como a mecânica adotada pelo atleta durante a largada propriamente dita (HARLAND & STEELE, 1997).

Existem três tipos de posicionamento de largada utilizando o bloco de partida: a largada do tipo curta, a largada média e a largada alongada. A largada a partir de um bloco é mais eficiente do que a largada a partir da posição em pé, visto que coloca o velocista em uma posição que facilita o deslocamento do CG para frente, assim como a projeção do CG permanece a frente dos pés, permitindo assim que o atleta acelere muito rapidamente (HARRISON & COMYNS, 2005).

No caso específico da largada para a corrida em velocidade, diversos eventos são utilizados como referência para descrição dos diferentes fenômenos deste movimento. Optou-se por apresentar nesta parte da revisão da literatura dedicada a largada para a corrida em velocidade, uma divisão baseada nos eventos, ou fenômenos, do movimento em questão.

3.4.1 Primeira fase de saída do bloco de partida (ainda no bloco de partida)

Inclinação dos Apoios dos Pés no Bloco de Partida

Em esportes de velocidade, uma saída com grande potência é essencial para se obter um ótimo desempenho. Para se aumentar a velocidade de saída, os atletas devem aumentar a força de saída, que pode ser conseguida através da melhora do posicionamento dos segmentos corporais no bloco de saída. Os parâmetros que são normalmente modificados pelos velocistas durante o movimento da largada em velocidade são: a distância horizontal entre os dois pés e a distância entre o bloco de partida e a linha de partida. Diversos estudos biomecânicos têm demonstrado que a velocidade de largada é aumentada quando há um maior espaçamento entre os dois pés do bloco, causando uma produção de força mais eficiente durante a impulsão do atleta (GUISSARD, DUCHATEAU & HAINAUT, 1992).

Os apoiadores para os pés fazem parte da estrutura que compõe o bloco de partida. Foi observado por HARLAND e STEELE (1997) que a diminuição na inclinação dos pés no bloco de partida melhorava o desempenho dos atletas, melhora esta que foi atribuída ao aumento da contribuição do músculo gastrocnêmio medial durante as fases excêntricas e concêntricas da musculatura da perna durante a impulsão. Observou-se também neste estudo um aumento na produção de força após o ciclo alongamento-encurtamento dos músculos sóleo e gastrocnêmios, isto ocorreu devido a uma maior contribuição elástica para a velocidade de contração dos músculos citados.

Angulação do Tronco, Joelho e Quadril no Bloco de Partida

Quanto mais agudos forem os ângulos articulares, maior será a força durante a largada. Portanto, caso os velocistas consigam executar movimentos de extensão partindo de uma grande amplitude de flexão, ele irá produzir uma grande velocidade quando estiver deixando o bloco de partida. Porém os diversos estudos sobre qual seria a amplitude ideal para estas articulações não são conclusivos sobre qual seria a angulação ótima (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2005).

Técnica de Saída do Bloco de Partida

Quando o atleta deixa o bloco de partida, ele executa uma corrida assimétrica com a máxima velocidade possível, sendo necessário gerar uma força vertical suficiente para vencer a gravidade, além de gerar uma força com direção horizontal para movimentá-lo para frente, buscando posicionar rapidamente a perna da propulsão para começar a corrida (SALO, GRIMSHAW & MARAR, 1997).

Há um dilema durante a saída de bloco no que diz respeito à perna localizada atrás. Como ela é a perna principal da propulsão à frente, surge uma questão de quanto o atleta deveria prolongar o tempo da fase de impulsão com esta perna, pois caso o atleta estenda por muito tempo esta impulsão, ocorrerá um atraso no posicionamento deste mesmo membro no momento do primeiro toque do pé no solo, momento este fundamental para que seja iniciada a corrida. Parece que um equilíbrio entre o tempo utilizado para a produção de força no bloco e o tempo mínimo necessário para que haja a recuperação (posicionamento) deste membro à frente seja a melhor solução (HARLAND & STEELE, 1997).

O atleta pode potencializar a sua força durante a largada aumentando a velocidade de saída através da melhora do posicionamento dos membros na largada. Geralmente os atletas procuram o melhor posicionamento no bloco visando o aumento da contribuição da perna de trás através do prolongamento do tempo de impulsão (GUISSARD, DUCHATEAU & HAINAUT, 1992).

3.4.2 Segunda fase da saída do bloco de partida (após a saída do bloco de partida)

Posicionamento Horizontal do CG

Após o atleta ter deixado o bloco, o bom posicionamento dos pés no solo começa a ser o principal objetivo do atleta, pois só assim ele conseguirá executar uma corrida em alta velocidade. A projeção do CG no solo deve estar localizada próximo do primeiro ponto de contato do pé com o solo durante o impacto (HARLAND & STEELE, 1997).

Os atletas velocistas de elite apresentam uma anteriorização da projeção do CG no solo durante a largada de velocidade de aproximadamente 13 e 3 cm durante os dois primeiros passos respectivamente. O ângulo formado entre a projeção do CG e o ponto de contato com o solo, muda de aproximadamente 43° quando o atleta deixa o bloco, para 50° em média durante o momento final da impulsão do segundo passo. Geralmente os atletas se projetam para frente, num ângulo formado entre o tronco e o solo, com valores entre aproximadamente 45° e 50° de inclinação à frente (KORCHEMNY, 1992).

Comprimento do Passo (CP)

O aumento do comprimento do passo (CP) durante o primeiro passo é considerado como um fator muito importante para executar uma boa largada. Em um estudo realizado em 1997 foi encontrado o valor de 102 cm como o comprimento médio do primeiro passo em atletas velocistas. Ainda neste estudo, os autores mencionaram que um primeiro passo muito grande levará a uma diminuição do desempenho no início da corrida (HARLAND & STEELE, 1997).

O valor máximo encontrado para o comprimento da passada em um estudo em atletas do salto triplo durante a corrida foi de 237 cm. Estima-se que estes atletas poderiam atingir valores próximos de até 246 cm no comprimento da passada (WILLIAMS, 2004).

A distância horizontal entre a parte da frente do pé até o CG é de aproximadamente 90 cm durante a saída do atleta do bloco de largada e de 40 cm durante a impulsão na corrida. A razão entre a duração da fase de apoio e a fase aérea da corrida de velocidade é de aproximadamente 2:1 durante o momento da largada, e entre 1:1,30 e 1:1,15 no momento em que o atleta está próximo de atingir a velocidade máxima, ou na própria velocidade máxima. Existe uma grande relação entre a altura do indivíduo e o comprimento da passada, assim como com a frequência das passadas. Quando a média da altura e do comprimento da passada dos indivíduos aumenta, ocorre uma diminuição na frequência das passadas.

Contato no Solo e Tempo de Vôo

Os tempos de contato com o solo dos atletas velocistas masculinos de elite apresentaram valores que variaram entre 160 a 194 ms durante o primeiro contato e 150 a 181ms para o segundo contato. O tempo de contato encontrado foi de 82% (no primeiro passo) e 76% (no segundo passo) do total do tempo necessário para se executar um passo (que é a soma do tempo de contato mais o tempo de vôo) (HARLAND & STEELE, 1997). O tempo de vôo médio para velocistas de elite neste mesmo estudo variou entre 60 e 70 ms no primeiro passo, e entre 44 e 90 ms para o tempo de vôo do segundo passo.

Deslocamento Vertical do CG durante o Apoio no Solo

Durante a fase de contato inicial com o solo, a tendência do CG é cair verticalmente. Esta queda vertical reduz a frequência dos passos, visto que esta queda provoca um aumento do tempo de contato com o solo e consequentemente ocorre uma diminuição da velocidade da corrida. Normalmente os atletas velocistas de elite diminuem a altura do CG na vertical em média 1,7cm, enquanto que atletas amadores diminuem a altura do CG em valores próximos a 2 cm (HARLAND & STEELE, 1997).

Durante o início dos primeiros passos, o CG estará ligeiramente à frente do ponto de contato do pé com o solo. Porém no início do terceiro passo, o CG estará atrás do ponto de apoio do pé no solo. Para o primeiro contato ipsilateral, ocorre uma queda da altura do CG na primeira fase da fase de apoio (fase de aceleração), porém na segunda etapa da fase de apoio (fase de impulsão) ocorre um aumento da altura do CG na vertical (MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

Velocidade Horizontal do CG

Geralmente os atletas velocistas de elite deixam o bloco com velocidades horizontais do CG que variam entre 4,65m/s e 5,16m/s, podendo chegar até 5,7m/s durante o final do segundo passo. Ocorre uma diminuição da velocidade horizontal durante o primeiro contato com o solo de aproximadamente 3,5% em

atletas velocistas de elite, e de 11,3% em atletas amadores. Durante o segundo passo, a diminuição média para os atletas de elite é entre 3,7% e para atletas velocistas amadores é de 8,8% (HARLAND & STEELE, 1997; MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

Direção da Aplicação das Forças

A habilidade para gerar grandes forças horizontais é fundamental para o sucesso numa boa largada. O posicionamento do CG à frente do ponto de contato com o solo durante os primeiros dois passos facilita a geração de força na horizontal. Durante a largada para a corrida em velocidade é importantíssima a produção de grandes forças, gerando uma grande aceleração e velocidade durante a saída do bloco (MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

Quanto maior for a força gerada na horizontal e mais altas forem as velocidades horizontais do CG, melhor será o desempenho no tempo da largada. Os ângulos de aplicação de força com relação à horizontal relatados no estudo de HARLAND e STEELE (1997) foram de 43° durante o momento que o atleta deixava o bloco, de 50° no momento final do primeiro passo e de 53° no momento final do segundo passo.

A duração da produção de força no bloco variou entre 0,34s e 0,37s num estudo realizado por MERO, KOMI e GREGOR (1992). Neste mesmo estudo, a perna de trás produziu uma força de impulsão por aproximadamente 45% da fase de impulsão no bloco. Durante a produção de força na saída (largada), os ângulos do joelho e do quadril aumentaram em ambas as pernas, porém no tornozelo ocorreu uma diminuição dos ângulos.

A respeito da posição do CG durante o primeiro contato no solo, observou-se uma força horizontal negativa, provavelmente causada pela movimentação da perna à frente. Isto sugere que na corrida de velocidade, todos os contatos apresentam fases similares, ou seja, fase de desaceleração e aceleração, porém com proporções diferentes. Durante o primeiro passo a fase de aceleração foi de 22 ms, o que correspondeu a apenas 12,9% do tempo total da fase de apoio. Durante o momento que ocorreu a máxima velocidade, o tempo total da fase de apoio correspondeu a 43% do tempo total da fase de apoio (MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

Tanto as forças verticais, quanto as forças horizontais geradas durante a desaceleração na largada de velocidade, apresentaram valores muito baixos, sendo de -148 N (vertical) e -153 N (horizontal). Já durante a aceleração, as forças geradas apresentaram valores bem maiores, sendo de 526 N na horizontal e 431 N na vertical. As médias de produção de força tanto na vertical, quanto na horizontal, corresponderam respectivamente a 44% e 51% dos valores de força produzidos durante o momento da máxima produção de força. A média das forças verticais produzidas durante a fase de aceleração foi parecida com a média encontrada durante a desaceleração, porém a média das forças horizontais durante a fase de aceleração foi de aproximadamente 48% maior (MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

Angulação dos Membros Inferiores

O ângulo que o membro inferior faz com a horizontal no instante que o pé executa a fase final de impulsão apresenta uma variação muito grande entre os indivíduos. Corredores velocistas de elite não executam a extensão total do joelho e quadril durante a corrida em velocidade (WILLIAMS, 2004).

3.5 Largando a Partir da Posição Ortostática

Geralmente durante as rápidas saídas a partir da posição ortostática, e não a partir de uma posição de agachamento, observa-se um evento bastante peculiar. Neste tipo de saída nota-se que primeiramente o indivíduo executa um passo para trás, fazendo um movimento que é chamado de passo para trás paradoxal. Isto é explicado como uma reação automática do corpo humano na busca de uma maior produção de força e potência durante o contato do pé com o solo. Esta contribuição positiva para a largada em velocidade é originada do impulso do contato do pé com o solo. Este passo para trás, numa primeira análise pode ser visto como contraproducente em razão do retardo no tempo para a produção da força. Mas por ser muito curto o tempo que se gasta para executá-lo, na verdade este passo acaba por gerar uma força muito maior, tornando-se assim um movimento muito importante durante a largada para a corrida em velocidade a partir da posição ortostática (KRAAN, VEEN, SNIJDERS & STORM, 2001).

Num outro estudo que abordou a saída ou largada para a corrida em velocidade, foi comparada qual seria a posição inicial mais eficiente para se largar para a corrida em velocidade, a posição agachada (como na utilização do bloco, porém sem o bloco de partida para o apoio dos pés) ou a posição ortostática. Os autores concluíram que não existiram diferenças significativas entre estes dois tipos de largadas estudadas (SALO, GRIMSHAW & MARAR, 1997).

3.6 Corrida de Velocidade com Sobrepeso

Em um estudo realizado sobre o comportamento dos atletas durante corrida de velocidade sob uma condição de sobrepeso, os atletas foram analisados após estarem utilizando tornozeleiras, que variaram entre 0,6 kg e 1,8 kg em cada perna. Os autores do estudo encontraram uma diminuição da velocidade inicial da aceleração de 7,8%, assim como uma diminuição da velocidade máxima da corrida de 12,8%. Apesar do uso da tornozeleira levar a uma diminuição da velocidade da corrida, não houve uma diferença no comprimento da passada quando comparada com a corrida sem a utilização do sobrepeso. Como a velocidade de corrida é o produto do comprimento da passada pela frequência dos passos, os autores deste estudo concluíram que a diminuição da velocidade ocorreu devido à diminuição da frequência dos passos (ROPRET et al., 1998).

3.7 Corrida no gelo

Em um estudo realizado sobre *speed skating* (patinação em velocidade no gelo) na modalidade de 500 m realizado durante a Olimpíada de Inverno de Calgary (1988), foi encontrada uma correlação de 0,72 entre a média da aceleração durante o primeiro segundo da largada (excluindo-se o tempo de reação) e o tempo final (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994).

Neste mesmo estudo os autores puderam observar que a média da aceleração no primeiro segundo foi de 5m/s^2 . Uma das razões para a aceleração inicial apresentar valores baixos foi a ausência do bloco de partida neste esporte. A principal razão para se justificar o uso do bloco na largada da corrida de velocidade, segundo os pesquisadores, seria a melhora na produção de força de reação do solo durante o instante da inclinação do tronco sobre os membros superiores (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994).

A segunda razão para uma baixa velocidade durante a largada citada neste estudo foi à baixa frequência dos passos durante a largada no *speed skating*, onde se observou que durante os primeiros 4s a frequência de passos foi de 3,46 passos/s, número este inferior ao encontrado em estudos sobre a corrida de velocidade, que geralmente apresentam uma frequência de aproximadamente 5 passos/s no mesmo período de tempo (4s) (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994).

O coeficiente de atrito do gelo sob uma condição ideal mostra valores surpreendentemente baixos (0,004), quando comparados com outros tipos de coeficiente de atrito. Foi observado que o coeficiente de atrito é dependente da temperatura do gelo. Os menores valores para o atrito do gelo são observados com a temperatura entre -8°C e -6°C , apresentando um aumento considerável do atrito com o aumento da temperatura (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994).

4 MÉTODOS

Para o estudo da largada do bobsled, as imagens utilizadas foram adquiridas durante o XIV Campeonato Mundial de Bobsled masculino na modalidade de dois atletas. Este campeonato foi realizado na cidade de Koonigssee (Alemanha), entre os dias 20 e 21 de fevereiro de 2004, contando com a participação de 37 equipes de 23 países diferentes (TABELA 1).

TABELA 1 - Países participantes do campeonato e o respectivo número de trenós de cada país.

<i>País</i>	<i>Número de Trenós</i>	<i>País</i>	<i>Número de Trenós</i>
Alemanha	3	Israel	1
Áustria	2	Itália	2
Bulgária	1	Japão	2
Canadá	2	Látvia	2
Croácia	2	Mônaco	1
Dinamarca	1	Polônia	1
Eslováquia	1	República Tcheca	2
EUA	2	Romênia	2
França	1	Rússia	2
Holanda	2	Servia e Montenegro	1
Hungria	1	Suiça	2
Inglaterra	1		

Para a parte de análise cinemática neste estudo foram selecionadas as quinze melhores equipes participantes do campeonato baseado no resultado oficial da competição emitido pela F.I.B.T., órgão máximo de representatividade do esporte (ANEXO I). Das quatro descidas, ou corridas, que as equipes fizeram durante este campeonato, apenas a melhor descida de cada equipe participante foi digitalizada. A tabela a seguir apresenta as equipes que foram selecionadas para a análise cinemática e a sua respectiva colocação final (TABELA 2). Para a investigação da

relação entre os tempos parciais e variabilidade entre as equipes, todos as equipes e descidas foram utilizadas.

TABELA 2 - Relação das equipes selecionadas para o estudo e a sua respectiva colocação final na competição.

<i>País / Colocação Final</i>	
Canadá - Equipe 1	1
Alemanha - Equipe 2	2
Alemanha - Equipe 1	3
Mônaco - Equipe 1	4
Alemanha - Equipe 3	5
Suíça - Equipe 1	6
EUA - Equipe 1	7
Suíça - Equipe 2	8
Rússia - Equipe 1	9
Latvia - Equipe 1	10
Áustria - Equipe 1	11
EUA - Equipe 2	12
República Tcheca - Equipe 1	13
Itália - Equipe 1	14
Latvia - Equipe 2	15

4.1 Procedimentos

Foi realizada uma análise cinemática bidimensional dos atletas piloto e *breakman* durante a largada. Para tanto, foram utilizadas duas câmeras de vídeo digital da marca JVC (GR-DVL9800) com frequência de amostragem de 60 Hz, que foram posicionadas em diferentes pontos da pista (FIGURA 4). As câmeras 1 (C1) e 2 (C2) filmaram o trecho relacionado ao momento inicial da largada realizado pelo piloto e pelo *breakman* respectivamente. As câmeras foram posicionadas buscando-se alinhá-las perpendicularmente ao plano sagital do movimento dos atletas. Porém algumas dificuldades inerentes às grandes competições, como placas de

propagandas, pessoal responsável pela transmissão do evento, juízes da competição e a própria disposição arquitetônica da pista, acabaram lavando ao posicionamento aproximado demonstrado na FIGURA 4.

FIGURA 4 – Diagrama do posicionamento das duas câmeras utilizadas no estudo, sendo que A corresponde ao posicionamento das câmeras; B corresponde ao trenó; C corresponde ao posicionamento do atleta piloto; D corresponde ao posicionamento do atleta *breakman*; e E corresponde a posição da tábua que está situada no solo.

Calibração

Para a calibração do espaço bidimensional foi utilizada a técnica de reconstrução por transformação linear direta (DLT) na sua versão modificada para análises bidimensionais (2D-DLT). BREWIN e KERWIN (2003) demonstraram que mesmo que a câmera não seja posicionada perpendicularmente ao plano analisado não há influência na reconstrução do espaço analisado caso seja empregada o 2D-DLT. Isto é, este procedimento é capaz de corrigir as distorções inerentes à filmagem com uma câmera perpendicular. As ressalvas feitas pelos autores são que o espaço a ser reconstruído deve ser integralmente calibrado e que a não perpendicularidade não seja elevada. O presente estudo foi conduzido de forma a não violar estas restrições.

Para a calibração foram utilizados nove pontos dispostos em um painel que foi posicionado na pista em um local equivalente a linha média do corpo dos atletas durante toda a movimentação durante a largada. Um posicionamento do painel diferente foi utilizado para cada atleta.

4.2 Parâmetros Analisados

Devido à inexistência de estudos sobre a cinemática da largada do bobsled, optou-se por adotar para a análise tanto do atleta piloto quanto do *breakman* parâmetros que normalmente são utilizados em estudos que envolvem a largada para a corrida de velocidade. A seguir estes eventos são descritos primeiro para o atleta piloto e então para o atleta breakman.

Análise do Atleta Piloto

Durante as análises dos atletas piloto foram utilizados quatro eventos:

- Momento do Toque do 1º Passo, que foi caracterizado pelo momento em que o atleta tocava primeiramente o solo após efetuar o primeiro passo (FIGURA 5);
- Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio, momento este caracterizado pela retirada do pé que serviu de apoio para a execução do Momento do Toque do 1º Passo (FIGURA 6);
- Momento do Toque na Barra, que foi caracterizado no exato momento em que o atleta tocava a barra lateral do trenó (FIGURA 7); e
- Momento do Toque do 2º Passo, caracterizado pelo momento em que o atleta tocava o solo com o pé que executou o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio (FIGURA 8).

FIGURA 5 – Posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Toque do 1º Passo.

FIGURA 6 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Take-Off do Pé de Apoio.

FIGURA 7 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Toque na Barra.

FIGURA 8 – Ilustração do posicionamento do atleta piloto durante o Momento do Toque do 2º Passo.

No momento do toque do primeiro pé no solo, o *take-off* do pé de apoio, e durante o momento do toque do segundo passo foram analisados os ângulos do tronco, joelhos, altura do centro de gravidade e distância do centro de gravidade até a parte frontal do pé que executa o primeiro passo, além do comprimento do primeiro passo no momento do toque do primeiro e segundo passos no momento do *take-off* do pé de apoio. Durante estes três eventos, a maior preocupação estava relacionada aos membros inferiores. Porém no evento relacionado ao toque do atleta piloto na barra, foram utilizadas variáveis relacionadas ao membro superior, como ângulos dos

ombros e cotovelos, visto que neste momento em que o atleta toca as suas mãos na barra do trenó, inicia-se também a sua participação na propulsão do trenó à frente. Foram também mensuradas a velocidade dos atletas e do trenó no momento em que o piloto toca a barra do trenó.

A seguir são apresentadas as variáveis que foram analisadas e os respectivos eventos (TABELA 3).

TABELA 3 - Variáveis analisadas relacionadas aos atletas piloto.

<i>Momento do Toque do 1º passo</i>	<i>Momento do Take-off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º passo</i>
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Comprimento do Passo	Ângulo Joelho Perna Frente	Ângulo Ombro Direito	Comprimento do Passo
Ângulo Joelho Perna Frente	Ângulo Joelho Perna de Trás	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Perna Frente
Ângulo Joelho Perna de Trás	*Deslocamento Horizontal CG	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Perna de Trás
*Deslocamento Horizontal CG	**Altura do CG	Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG
**Altura do CG		Velocidade do Piloto Velocidade do Trenó	**Altura do CG

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

A FIGURA 9 mostra a convenção adotada para os ângulos do ombro, cotovelo, tronco e joelho tanto dos atletas piloto como dos atletas *breakman*.

FIGURA 9 – Convenção dos ângulos adotados para o ombro, cotovelo, tronco e joelho.

Análise do Atleta *Breakman*

Para a análise do atleta *breakman* foram utilizados quatro eventos:

- Momento do *Take-Off* do 1º Pé, momento este que foi caracterizado pela retirada do solo de um dos pés que até então estava promovendo a propulsão, como não foi caracterizado o lado direito ou lado esquerdo como um dos lados predominantes, optou-se por caracterizar este momento como o momento em que ocorre o primeiro *take-off* (FIGURA 10);
- Momento do Toque do 1º Passo, momento este caracterizado quando o atleta tocava o solo após ter realizado o *take-off* do 1º pé em questão (FIGURA 11);
- Momento do Toque do 2º Passo, que foi caracterizado pelo momento em que o atleta tocava o solo com a perna contralateral a que executou o Momento do Toque do 1º Passo (FIGURA 12); e
- Momento do *Take-Off* do 1º Passo, caracterizado pelo momento em que o atleta executava o *take-off* do pé que executou o Momento do Toque do 1º Passo (FIGURA 13).

FIGURA 10 – Posicionamento do atleta *breakman* durante o Momento do *Take-Off* do 1º Pé.

FIGURA 11 – Posicionamento do atleta *breakman* durante o Momento do Toque do 1º Passo.

FIGURA 12 - Posicionamento do atleta *breakman* durante o Momento do 2º Passo.

FIGURA 13 – Posicionamento do atleta *breakman* durante o Momento do *Take-Off* do 1º Passo.

Durante os dois primeiros eventos descritos acima, o Momento do *Take-Off* do 1º Pé e durante o Momento do Toque 1º Passo foram analisados os ângulos do tronco, ombros, cotovelos e joelhos, no Momento do *Take-Off* do 1º Pé, além da altura do CG e deslocamento horizontal do CG até a parte frontal do pé que executa o primeiro e o segundo passo. Durante o *Take-Off* do 1º Passo e durante o Momento do Toque do 2º Passo, as variáveis escolhidas estavam relacionadas aos membros

inferiores, visto que nestes momentos a movimentação de tronco e de membros superiores estava restrita a manutenção da postura adotada pelos eventos anteriores.

Na TABELA 4 são descritas as variáveis que foram analisadas e os respectivos eventos.

TABELA 4 - Variáveis analisadas dos atletas *breakman*.

<i>Momento do Take-off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Ombro Direito	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Frente	*Deslocamento Horizontal CG
Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Trás	**Altura do CG
Ângulo Cotovelo Esquerdo	Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG	Comprimento do Passo
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	**Altura do CG	
Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente		
Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás		
*Deslocamento Horizontal CG	*Deslocamento Horizontal CG		
**Altura do CG	**Altura do CG		

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

4.3 Processamento dos Dados

O software APAS (Ariel Inc.) foi utilizado para digitalização e reconstrução das coordenadas dos pontos digitalizados no espaço real a partir das imagens das duas câmeras e da calibração pelo método DLT adaptado para duas dimensões, utilizando um sistema de calibração com nove pontos para a reconstrução das coordenadas como já comentado.

Para a descrição das características antropométricas dos sujeitos foi utilizado o modelo proposto por Dempster (WINTER,1990).

4.4 Análise dos Dados

Padrão Cinemático

Primeiramente foram feitas as medidas de tendência central e da dispersão dos dados de todas as variáveis mensuradas em todos os eventos utilizados, tanto do piloto quanto do *breakman*. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de conglomerado hierárquica aglomerativa, conhecida também como análise de *cluster*, cujo objetivo foi estratificar a amostra utilizada neste estudo em grupos semelhantes, separadamente para o piloto e *breakman*. Para se verificar a estabilidade dos *clusters* formados foram utilizados os sete principais métodos de formação de conglomerados (Método Ward, Encadeamento Médio entre Grupos, Encadeamento Médio dentro do Grupo, Encadeamento Simples ou Único, Encadeamento Completo, Método Centróide e Método Mediano) (MORGAN, 2004).

Após a formação dos *clusters* de ambos os atletas, foi feita a Análise de Variância (ANOVA) dos três grupos formados (clusters). Em seguida foi realizado o teste t com os respectivos clusters com o objetivo de se identificar quais variáveis apresentavam diferença significativa. Adotou-se um nível de significância de 0,05.

Relação entre Tempos Parciais e Tempo Final

Para investigar a relação entre os tempos parciais e tempo final foram utilizados os dados obtidos através da cronometragem oficial do evento, que nos forneceu a planilha com todos os tempos parciais obtidos.

As parciais do tempo final foram obtidas por meio de fotocélulas instaladas durante todo o trajeto da pista, que era de aproximadamente 1500 m. A primeira parcial foi obtida através de uma fotocélula que estava instalada a 65 m do

início de onde partiram os trenós. As demais fotocélulas estavam espalhadas no trajeto com uma distância aproximada entre as mesmas de 300 m, sendo que a última fotocélula estava situada exatamente na linha de chegada. Foram obtidos todos os tempos (5 parciais) de todas as equipes participantes (35 equipes) durante a melhor descida.

O coeficiente de correlação foi calculado entre as cinco parciais e o tempo final obtido em todas as situações descritas acima através de regressão linear. Para tornar independentes os tempos correlacionados, foi necessária a subtração do tempo da parcial que estava sendo correlacionada do tempo acumulado, visto que as parciais compõem o tempo final. Segue um exemplo de como foi feita a correlação:

Correlação do Tempo da 1ª Parcial e o Tempo Final da “Equipe Exemplo” durante a sua segunda descida:

$$\begin{array}{rcl}
 1^{\text{a}} \text{ Parcial (na 2}^{\text{a}} \text{ descida)} & \times & \text{Tempo Final (na 2}^{\text{a}} \text{ descida)} - 1^{\text{a}} \text{ Parcial (na 2}^{\text{a}} \text{ descida)} \\
 (5,00) & \times & (50,63 - 5,00) \\
 (5,00) & \times & (45,63)
 \end{array}$$

Variação do Desempenho

Para esta parte do estudo, todas parciais de tempo de todas as descidas válidas (variaram entre 3 e 4 descidas ou corridas) foram comparadas entre si após a observação do pequeno desvio padrão obtido entre as médias de todos os participantes do campeonato onde foram adquiridas as imagens deste estudo.

A seguinte expressão foi utilizada para o cálculo da variabilidade de cada parcial, para cada equipe e durante todas as suas descidas válidas:

$$\text{Variação da Parcial } X = \frac{\text{Tempo Parcial } X - \text{Média dos Tempos}}{\text{Média dos Tempos}} \times 100$$

O resultado obtido apresenta um coeficiente entre o tempo parcial em questão e a média obtida por todas as equipes para aquela parcial.

4.5 Limitações

O objetivo principal do presente estudo foi realizar uma análise cinemática da largada do bobsled em situação de competição. Um estudo em situação de competição leva a várias limitações se comparado a análises conduzidas em laboratório, um ambiente mais controlado. Uma das limitações do estudo ocorreu durante o processo de digitalização das imagens onde não foram utilizados marcadores retro-refletivos nos participantes do estudo. Por ser uma situação de competição, foi inviável a colocação de qualquer tipo de marcador em razão do compromisso dos atletas com seus patrocinadores e respectiva confederação nacional, que os obriga a utilizar o uniforme oficial da equipe. Outra limitação do estudo foi ter sido realizada uma análise bidimensional, visto que não foi possível utilizar um número maior de câmeras devido também ao fato de se estar adquirindo as imagens durante uma competição oficial. A colocação de placas de propaganda, assim como a presença dos árbitros e os membros das equipes participantes do campeonato inviabilizaram a utilização de um número maior câmeras.

Em consequência destas limitações, a acurácia e precisão dos resultados deste estudo foram prejudicadas. O erro médio das medidas deste estudo é estimado em poucos centímetros e poucos graus, embora esse erro varie entre as medidas.

No entanto, apesar destas limitações este é o primeiro estudo a descrever as características cinemáticas dos atletas na largada do bobsled. Por certo, a partir desta primeira descrição outros estudos mais acurados e precisos serão conduzidos no futuro, um processo natural em ciência.

5 RESULTADOS

A apresentação dos resultados foi dividida em duas partes distintas, a primeira para o atleta piloto e a segunda para o atleta *breakman*.

5.1 Atleta Piloto

Primeiramente optamos em fazer uma breve descrição qualitativa dos resultados obtidos para os atletas piloto. Pode ser observado que todos os atletas piloto analisados iniciam a sua movimentação do lado esquerdo do trenó, visto este ser o lado do trenó que possui a barra lateral que servirá de apoio para que o atleta empurre o trenó.

Esta modalidade não exige um posicionamento padronizado, como ocorre, por exemplo, na saída para a corrida de velocidade. Apesar de não haver uma padronização do posicionamento inicial nas regras da modalidade, podemos basicamente descrever o posicionamento inicial destes atletas pilotos da seguinte maneira: atleta posicionado posteriormente a barra lateral, na posição de semi-agachamento, com os membros inferiores posicionados de maneira assimétrica permitindo que uma perna esteja à frente e outra perna atrás do corpo, uma pequena inclinação do tronco à frente e com os membros superiores posicionados com os ombros e cotovelos semi-flexionados. Foi observado em apenas duas equipes participantes do estudo uma pequena diferença no posicionamento inicial dos atletas pilotos, diferença esta que diz respeito ao posicionamento inicial ao lado da barra lateral de trenó, visto que nas outras treze equipes analisadas os atletas estavam posicionados um pouco atrás da barra.

Após o comando verbal previamente combinado entre os atletas, pode-se dizer que se inicia o movimento propriamente dito quando o atleta piloto se movimenta em direção a barra lateral executando uma passada a frente. O objetivo principal deste movimento é posicionar rapidamente o membro superior na barra lateral para que possa ser iniciada a contribuição da propulsão do trenó. Foi observado que em todas as equipes o atleta *breakman* iniciava o movimento e foi o grande responsável pela quebra da inércia do trenó. Observa-se que no momento em que os atletas tocam a barra lateral geralmente apresentam uma extensão de cotovelo e o ombro posicionado a amplitude média de 180° de flexão. Após o toque na barra lateral os atletas piloto permanecem na posição de semi-agachamento

executando a propulsão do trenó a frente num padrão de deslocamento de marcha, pois até o momento da execução do segundo passo não foi observado em nenhuma equipe a existência da dupla fase aérea de ambos os pés. A FIGURA 14 ilustra a seqüência da movimentação executada pelos atletas piloto.

FIGURA 14 – Ilustração da seqüência dos movimentos dos atletas piloto.

Foram analisadas 24 variáveis (ângulos, distâncias e velocidades) dos diferentes segmentos do corpo durante os quatro eventos utilizados (Momento do Toque do 1º passo, Momento to *Take-Off* do Pé de Apoio, Momento do Toque na Barra e Momento do Toque do 2º Passo) onde primeiramente se identificou a tendência central e a dispersão dos dados para cada uma das 15 equipes participantes do estudo. A distribuição dos dados se apresentou muito homogênea na grande maioria das variáveis, porém em algumas variáveis se notou uma grande dispersão dos resultados obtidos, surgindo então a necessidade de se formar grupos menores com comportamento semelhantes.

Depois de realizada a análise de tendência central e da dispersão dos dados, foi realizada a análise de cluster dos atletas piloto, onde foi possível encontrar a existência de três grupos entre as quinze equipes analisadas. O primeiro grupo foi

formado por cinco equipes (Suíça–2, EUA–1, Canadá–1, Itália–1 e Alemanha–2), o segundo foi formado por seis equipes (Suíça–1, Látvia–1, Látvia–2, Rússia–1, EUA–2 e Áustria–1) e o terceiro grupo e último foi formado quatro equipes (Alemanha–1, Mônaco–1, República Tcheca–1 e Alemanha–3), assim como demonstrado na TABELA 5.

TABELA 5 – Os três clusters formados para os atletas pilotos.

<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Suíça – 2	Suíça – 1	Alemanha – 1
EUA – 1	Látvia - 1	Mônaco - 1
Canadá – 1	Látvia – 2	República Tcheca – 1
Itália – 1	Rússia – 1	Alemanha – 3
Alemanha – 2	EUA – 2	
	Áustria – 1	

Para verificar a estabilidade dos *clusters* formados para o atleta piloto, foram utilizados os sete métodos de formação de conglomerados, onde pode se observar uma grande estabilidade dos clusters encontrados, visto que foram encontrados os mesmos três grupos em todos os sete diferentes métodos de aglomerativos utilizados. A TABELA 6 segue a demonstração do dendograma formado pelo Método Ward, pois se trata do método aglomerativo mais conhecido, os demais dendogramas podem ser encontrados na seção de anexos (ANEXO I).

TABELA 6 - Demonstração do dendograma formado pelo Método de Ward para os atletas pilotos. Nota: SUI2 (Suíça 2), USA1 (EUA 1), CAN1 (Canadá 1), ITA1 (Itália 1), GER2 (Alemanha 2), SUI1 (Suíça 1), LAT1 (Látvia 1), LAT2 (Latvia 2), RUS1 (Rússia 1), USA2 (EUA 2), AUT1 (Áustria 1), GER1(Alemanha 1), MON1 (Mônaco 1), CZE1 (República Tcheca 1) e GER3 (Alemanha 3).

No momento do toque do primeiro pé no solo, *take-off* do pé de apoio, e durante o momento do toque do segundo passo foram analisadas as variáveis relacionadas ao ângulo do tronco, joelhos, altura do centro de gravidade e deslocamento horizontal do CG centro de gravidade a parte frontal do pé que executa o primeiro passo, além do comprimento do primeiro passo no momento do toque do primeiro e segundo passo. No momento do toque do atleta piloto na barra, foram analisadas as variáveis relacionadas aos ângulos dos ombros e cotovelos, além da velocidade dos atletas e do trenó. A TABELA 7 apresenta todas as variáveis analisadas de cada evento relacionado ao atleta piloto.

TABELA 7 - Varáveis analisadas dos atletas piloto.

<i>Momento do Toque do 1º passo</i>	<i>Momento do Take-off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º passo</i>
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Comprimento do Passo	Ângulo Joelho Perna Frente	Ângulo Ombro Direito	Comprimento do Passo
Ângulo Joelho Perna Frente	Ângulo Joelho Perna de Trás	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Perna Frente
Ângulo Joelho Perna de Trás	*Deslocamento Horizontal CG	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Perna de Trás
*Deslocamento Horizontal CG	**Altura do CG	Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG
**Altura do CG		Velocidade do Piloto Velocidade do Trenó	**Altura do CG

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

Para uma melhor visualização dos dados obtidos dos atletas pilotos serão apresentadas as séries temporais para a largada, estas séries temporais são apresentadas como média e desvio padrão das curvas dos integrantes de cada um dos três clusters para cada variável investigada. O período da largada ilustrado teve seu início no primeiro evento utilizado (Momento do Primeiro Passo), passando pelos eventos intermediários (Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio e Momento do Toque do Segundo Passo) e com o seu final no quarto e último evento utilizado (Momento do Toque na Barra).

FIGURA 15 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo direito durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.

FIGURA 16 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.

FIGURA 17 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do ombro direito durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do ombro.

FIGURA 18 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do ombro esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do ombro.

FIGURA 19 - Média ($\pm$ D.P.) do deslocamento horizontal do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas piloto.

FIGURA 20 - Média ($\pm D.P.$) da altura do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas piloto.

FIGURA 21 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho da “frente” durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do joelho.

FIGURA 22 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho de “trás” durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do joelho.

FIGURA 23 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do tronco durante o ciclo da largada dos atletas piloto. Valores positivos indicam a flexão do tronco.

Depois de realizado a análise de cluster e encontrado os três clusters, os grupos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), onde foi possível observar que apenas oito variáveis das 24 analisadas de cada cluster e pertencentes aos quatro eventos adotados neste estudo apresentaram variância significativa. Durante o Momento do Toque do 1º Passo as variáveis correspondentes ao deslocamento horizontal do CG e Altura do CG apresentaram variações significativas ($p=0,021$ e $p=0,001$, respectivamente). No Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio apenas a variável relacionada à Altura do CG apresentou uma variação significativa ($p=0,001$). Porém durante o Momento do Toque do 2º Passo, cinco variáveis apresentaram variações significativas (Comprimento do Passo, $p=0,001$; Ângulo Joelho Perna Frente, $p=0,001$; Ângulo Joelho Perna de Trás, $p=0,001$; Deslocamento Horizontal do CG, $p=0,005$; e Altura do CG, $p=0,003$). Já durante o Momento do Toque na Barra não foram observadas nenhuma variável com variação significativa.

Na TABELA 8 são demonstradas as variáveis e as que apresentaram uma variação significativa.

TABELA 8 - Variáveis para os atletas piloto quando comparados os três clusters.

Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Take-off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Comprimento do Passo	Ângulo Joelho Perna Frente	Ângulo Ombro Direito	Comprimento do Passo
Ângulo Joelho Perna Frente	Ângulo Joelho Perna de Trás	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Perna Frente
Ângulo Joelho Perna de Trás	* Deslocamento Horizontal CG	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Perna de Trás
*Deslocamento Horizontal CG		Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG
**Altura do CG		Velocidade do Piloto	**Altura do CG
		Velocidade do Trenó	

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

As oito variáveis que apresentaram variações significativas estão demonstrada na TABELA 9.

TABELA 9 - Apenas as variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os três clusters.

<i>Momento do Toque do 1º passo</i>	<i>Momento do Take-Off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º passo</i>
Deslocamento Horizontal CG	Altura do CG		Comprimento do Passo
Altura do CG			Ângulo Joelho Perna Frente
			Ângulo Joelho Trás
			Deslocamento Horizontal CG
			Altura do CG

As oito variáveis encontradas durante a comparação dos três clusters, ou dos três grupos formados, pela análise aglomerativa foram comparados entre si através do teste t de Student, onde foi possível a comparação das oito variáveis entre o Cluster 1 e Cluster 2, Cluster 1 e Cluster 3 e o Cluster 2 e Cluster 3.

Durante a comparação do Cluster 1 e Cluster 2 foi observado que apenas três das oito variáveis encontradas após a ANOVA dos três clusters apresentaram variação significativa: a variável Deslocamento Horizontal do CG e Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo ($p=0,019$ e $p=0,040$, respectivamente) e Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio ($p=0,026$). Na TABELA 10 estão representadas as variáveis que apresentaram variação significativa.

TABELA 10 - Variáveis quando comparados os Cluster 1 e Cluster 2. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>
Deslocamento Horizontal CG	Altura do CG		Comprimento do Passo
Altura do CG			Ângulo Joelho Perna Frente
			Ângulo Joelho Trás
			Deslocamento Horizontal CG
			Altura do CG

Durante a comparação do Cluster 1 e Cluster 3 foi observado que seis variáveis das oito variáveis encontradas após a ANOVA dos três clusters apresentaram variação significativa: a variável Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo ($p=0,014$); e Comprimento do Passo, Ângulo do Joelho Perna Frente e de Trás, Distância e Altura do CG durante o Momento do Toque do Segundo Passo ($p=0,020$; $p=0,001$; $p=0,02$; $p=0,016$; e $p=0,029$ respectivamente). A TABELA 11 ilustra as variáveis que apresentaram variação significativa.

TABELA 11 - Variáveis quando comparados os Cluster 1 e Cluster 3. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>
Deslocamento Horizontal CG	Altura do CG		Comprimento do Passo
			Ângulo Joelho Perna Frente
			Ângulo Joelho Trás
			Deslocamento Horizontal CG
			Altura do CG

Durante a comparação do Cluster 2 e Cluster 3 foi observado que todas as oito variáveis encontradas após a ANOVA dos três clusters apresentaram variação significativa: a variável Distância e Altura do CG e no Momento do Toque do Primeiro Passo ($p=0,028$ e $p=0,010$, respectivamente); Distância e Altura do CG e no Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio ($p=0,040$ e $p=0,001$, respectivamente); e Comprimento do Passo, Ângulo do Joelho Perna Frente e de Trás, Distância e Altura do CG durante o Momento do Toque do Segundo Passo ($p=0,003$; $p=0,002$; $p=0,001$; $p=0,005$ e $p=0,010$, respectivamente). A TABELA 12 ilustra as variáveis que apresentaram variação significativa.

TABELA 12 - Variáveis quando comparados os Cluster 2 e Cluster 3. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque na Barra</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>
Deslocamento Horizontal CG	Altura do CG		Comprimento do Passo
Altura do CG			Ângulo Joelho Perna Frente
			Ângulo Joelho Trás
			Deslocamento Horizontal CG
			Altura do CG

As tabelas a seguir apresentam todos os valores de tendência central e da dispersão dos dados de todas as variáveis nos diferentes eventos para cada um dos três clusters encontrados.

TABELA 13 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelho; do comprimento do passo; da distância horizontal do CG; e da altura do CG durante o Momento do Toque do 1º Passo dos atletas piloto nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Toque do 1º passo</i>			
	<i>Cluster 1</i> Média (DP)	<i>Cluster 2</i> Média (DP)	<i>Cluster 3</i> Média (DP)
Ângulo Tronco (°)	35 (4)	38 (1)	39 (10)
Comprimento do Passo (m)	1,1 (0,4)	1,1 (0,3)	0,5 (0,3)
Ângulo Joelho Perna Frente (°)	92 (44)	79 (22)	16 (24)
Ângulo Joelho Perna Trás (°)	127 (21)	104 (47)	99 (24)
Deslocamento Horizontal CG (m)	0,1 (0,1)	0,4 (0,3)	0,4 (0,3)
Altura do CG (m)	0,8 (0,1)	0,8 (0,1)	1,1 (0,2)

TABELA 14 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelho; da distância horizontal do CG; e da altura do CG durante o Momento do Toque do Pé de Apoio dos atletas piloto nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Take-Off do Pé de Apoio</i>			
	<i>Cluster 1</i> Média (DP)	<i>Cluster 2</i> Média (DP)	<i>Cluster 3</i> Média (DP)
Ângulo Tronco (°)	36 (5)	35 (6)	34 (6)
Ângulo Joelho Perna Frente (°)	75 (13)	74 (26)	83 (3)
Ângulo Joelho Perna Trás (°)	73 (18)	85 (22)	92 (11)
Deslocamento Horizontal CG (m)	0,4 (0,4)	0,3 (0,4)	0,7 (0,4)
Altura do CG (m)	0,7 (0,3)	0,7 (0,2)	1,1 (0,2)

TABELA 15 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco, ombros e cotovelos; e da velocidade dos atletas piloto e do trenó durante o Momento do Toque na Barra nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Toque na Barra</i>			
	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Ângulo Tronco (°)	38 (6)	39 (5)	37 (4)
Ângulo Ombro Direito (°)	185 (1)	185 (1)	184 (1)
Ângulo Ombro Esquerdo (°)	184 (1)	184 (1)	184 (1)
Ângulo Cotovelo Direito (°)	0 (1)	0 (1)	0 (1)
Ângulo Cotovelo Esquerdo (°)	-2 (1)	-1 (1)	-1 (1)
Velocidade do Piloto (m/s)	3,5 (0,7)	3,0 (0,8)	3,6 (0,3)
Velocidade do Trenó (m/s)	1,7 (0,4)	1,7 (0,5)	1,8 (0,6)

TABELA 16 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelhos; do comprimento do passo, da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Toque do 2º Passo dos atletas piloto nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>			
	<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)
Ângulo Tronco (°)	35 (4)	34 (2)	36 (1)
Comprimento do Passo (m)	0,4 (0,2)	0,5 (0,2)	1,1 (0,4)
Ângulo Joelho Perna Frente (°)	15 (3)	41 (17)	105 (18)
Ângulo Joelho Perna Trás (°)	89 (7)	93 (25)	21 (4)
Deslocamento Horizontal CG(m)	0,7 (0,3)	0,8 (0,2)	1,2 (0,3)
Altura do CG (m)	0,8 (0,1)	0,8 (0,2)	1,2 (0,2)

5.2 **Breakman**

Foi observado que os atletas *breakman* iniciam a movimentação durante a largada com uma seqüência de movimentos, mas que pela dificuldade em se determinar os parâmetros que pudessem caracterizar as fases deste movimento realizado, este evento não foi considerado. Porém a descrição deste movimento realizado por todos os atletas analisados se torna importante e é feita a seguir.

A posição inicial do atleta *breakman* se dá na posição ortostática, com os membros inferiores paralelos e semi-flexionados, com a parte posterior de ambos os pés apoiados sobre uma tábua que está fixada na pista. Ambas as mãos fixas ao

trenó, com cotovelo e ombro semi-flexionados, além de uma ligeira flexão de tronco. Durante o movimento inicial do atleta *breakman* ocorre simultaneamente uma brusca flexão do tronco e quadril em direção ao meio do trenó, seguida de uma extensão simultânea de ambos os membros inferiores. A partir deste momento é caracterizado o início propriamente da movimentação da largada para corrida de velocidade empurrando o trenó, e conseqüentemente o início dos eventos utilizados como parâmetros neste estudo. A FIGURA 24 ilustra a seqüência da movimentação executada pelos atletas *breakman* que antecede o primeiro evento utilizado neste estudo.

FIGURA 24 – Ilustração da seqüência da movimentação dos atletas *breakman* que antecede o primeiro evento utilizado neste estudo.

Depois de realizada a seqüência descrita anteriormente os atletas *breakman* iniciam a propulsão do trenó propriamente dita. O movimento de inclinação à frente feito pelos atletas, permite que os mesmos se posicionem em uma situação muito favorável para a produção de força pelos membros inferiores. Geralmente o primeiro passo foi executado simultaneamente à propulsão para frente do trenó e logo após o *take-off* do primeiro pé que se deslocou anteriormente, o que acabou por

solicitar também todo o membro superior e tronco neste momento. O que se pode observar em seguida foi a execução de dois passos com uma inclinação anterior do tronco, e cujo objetivo principal foi o de produzir uma grande aceleração de propulsão do trenó. A FIGURA 25 ilustra a seqüência da movimentação executada pelos atletas *breakman* que foram analisadas neste estudo.

FIGURA 25 – Ilustração da seqüência dos movimentos dos atletas *breakman* analisadas neste estudo.

Foram analisadas 27 variáveis (ângulos, distâncias e velocidades) dos diferentes segmentos do corpo durante os quatro eventos utilizados (Momento do *Take-Off* do 1º Pé, Momento do Toque do 1º Passo, Momento do Toque do 2º Passo e Momento do *Take-Off* do 1º Passo) onde primeiramente se identificou a tendência central e a dispersão dos dados para cada uma das 15 equipes analisadas neste estudo. A distribuição dos dados se apresentou muito homogênea na grande maioria das variáveis, porém em algumas variáveis se notou uma grande dispersão dos resultados obtidos, surgindo então a necessidade de se formar grupos menores com comportamento semelhantes.

Depois de realizada a análise de tendência central e da dispersão dos dados, foi realizada a análise de cluster do *breakman*, onde também foi possível encontrar a existência de três grupos entre as quinze equipes analisadas. O primeiro

grupo foi formado por sete equipes (Alemanha–1, Alemanha–2, Alemanha–3, Áustria-1, EUA–1, EUA–2 e Látvia-2), o segundo foi formado por seis equipes (Canadá-1, Látvia–1, República Tcheca-1, Rússia-1, Suíça–1 e Suíça–1) e o terceiro grupo e último foi formado por duas equipes (Itália-1 e Mônaco–1), assim como demonstrado na TABELA 17.

TABELA 17 - Os três clusters formados para os atletas *breakman*.

<i>Cluster 1</i>	<i>Cluster 2</i>	<i>Cluster 3</i>
Alemanha-1	Canadá-1	Itália-1
Alemanha-2	Látvia-1	Mônaco-1
Alemanha-3	República Tcheca-1	
Áustria-1	Rússia-1	
EUA-1	Suíça-1	
EUA-2		
Látvia-2		

Para se verificar a estabilidade dos *clusters* formados do atleta *breakman* foram utilizados os principais sete métodos de formação de conglomerados. Foi possível observar uma grande estabilidade dos clusters encontrados, visto que foram encontrados os mesmos três grupos em todos os sete diferentes métodos de aglomerativos utilizados. Abaixo segue a demonstração do dendograma formado pelo Método Ward (TABELA 18), pois se trata do método aglomerativo mais conhecido.

TABELA 18 - Dendograma formado pelo Método de Ward para os atletas *breakman*.

Nota: GER1(Alemanha 1), USA1(EUA 1), LAT2 (Latvia 2), GER3 (Alemanha 3), AUT1 (Áustria 1), USA2 (EUA 2), GER2 (Alemanha 2), CZE1 (República Tcheca 1), LAT1 (Látvia 1), SUI1 (Suíça 1), CAN1 (Canadá 1), RUS1 (Rússia 1), ITA1 (Itália 1) e MON1 (Mônaco 1).

No Momento do *Take-Off* do 1º Pé, Momento do Toque do 1º Passo, Momento do Toque do 2º Passo e Momento do *Take-Off* do 1º Passo foram analisadas as variáveis relacionadas ao ângulo do tronco e deslocamento horizontal do CG até a parte frontal do pé que executa o primeiro passo. O ângulo do joelho foi mensurado nos três primeiros eventos. O ângulo do ombro e cotovelo foi mensurado nos dois primeiros eventos, além do comprimento do passo durante o Momento do *Take-Off* do 1º Passo.

A TABELA 19 apresenta todas as variáveis analisadas de cada evento relacionado ao atleta *breakman*.

TABELA 19 - Varáveis analisadas para os atletas *breakman*.

<i>Momento do Take-off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Ombro Direito	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Frente	*Deslocamento Horizontal CG
Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Trás	**Altura do CG
Ângulo Cotovelo Esquerdo	Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG	Comprimento do Passo
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	**Altura do CG	
Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente		
Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás		
*Deslocamento Horizontal CG	*Deslocamento Horizontal CG		
**Altura do CG	**Altura do CG		

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

Para uma melhor visualização dos dados obtidos dos atletas *breakman* serão apresentadas as séries temporais para a largada. Estas séries temporais são apresentadas como média e desvio padrão das curvas dos integrantes de cada um dos três clusters para cada variável investigada. O período da largada ilustrado nas figuras seguintes teve o seu início no primeiro evento utilizado (Momento do *Take-Off* do 1º Pé), passando pelos eventos intermediários (Momento do Toque do Primeiro Passo e Momento do Toque do Segundo Passo) e com o seu final no quarto e último evento utilizado (Momento do *Take-Off* do Primeiro Passo).

FIGURA 26 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo direito durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*. Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.

FIGURA 27 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do cotovelo esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*. Valores positivos indicam a flexão do cotovelo.

FIGURA 28 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do ombro esquerdo durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*. Valores positivos indicam a flexão do ombro.

FIGURA 29 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do tronco durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*. Valores positivos indicam a flexão do tronco.

FIGURA 30 - Média ($\pm$ D.P.) do deslocamento horizontal do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*.

FIGURA 31 - Média ($\pm D.P.$) da variação da altura do centro de gravidade durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*.

FIGURA 32 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho da “frente” durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*. Valores positivos indicam a flexão do joelho.

FIGURA 33 - Média ($\pm$ D.P.) dos ângulos articulares do joelho de “trás” durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*. Valores positivos indicam a flexão do joelho.

FIGURA 34 - Média ($\pm$ D.P.) da variação da velocidade do atleta piloto durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*.

FIGURA 35 - Média ($\pm$ D.P.) da velocidade do trenó durante o ciclo da largada dos atletas *breakman*.

Depois de realizado a análise de cluster e encontrado os três clusters, os grupos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), onde foi possível observar que apenas nove variáveis das 27 analisadas de cada cluster e pertencentes aos quatro eventos adotados neste estudo apresentaram variância significativa. Durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio as variáveis correspondentes ao Ângulo do Ombro Direito, Ângulo Tronco e Altura do CG apresentaram variações significativas ($p=0,021$, $p=0,003$ e $p=0,009$ respectivamente). No Momento do Toque do Primeiro Passo as variáveis relacionadas ao Ângulo do Joelho Frente, Ângulo do Joelho Trás e a Altura do CG apresentaram variações significativas ($p=0,001$, $p=0,001$ e $p=0,001$, respectivamente). Durante o Momento do Toque do 2º Passo apenas duas variáveis apresentaram variações significativas, Ângulo do Joelho Frente e Ângulo do Joelho Trás ($p=0,004$ e $p=0,001$, respectivamente). No Momento do *Take-Off* do 1º Passo apenas a variável Altura do

CG ($p=0,015$) apresentou uma variação significativa. Na TABELA 20 estão demonstradas todas as analisadas para os atletas *breakman*.

TABELA 20 - Varáveis analisadas para os atletas *breakman*.

<i>Momento do Take-Off do Pé de Apoio</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Ombro Direito	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Frente	*Deslocamento Horizontal CG
Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Trás	**Altura do CG
Ângulo Cotovelo Esquerdo	Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG	Comprimento do Passo
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	**Altura do CG	
Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente		
Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás		
*Deslocamento Horizontal CG	*Deslocamento Horizontal CG		
**Altura do CG	**Altura do CG		

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

As nove variáveis que apresentaram variações significativas estão demonstradas na TABELA 21 e na TABELA 22.

TABELA 21 - Variáveis quando comparados os três clusters. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Take-Off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Ombro Direito	Ângulo do Tronco	Ângulo do Tronco
Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Ombro Esquerdo	Ângulo Joelho Frente	*Deslocamento Horizontal CG
Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Cotovelo Direito	Ângulo Joelho Trás	**Altura do CG
Ângulo Cotovelo Esquerdo	Ângulo Cotovelo Esquerdo	*Deslocamento Horizontal CG	Comprimento do Passo
Ângulo Tronco	Ângulo Tronco	**Altura do CG	
Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente		
Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás		
Ângulo do Centro de Gravidade	*Deslocamento Horizontal CG		
*Deslocamento Horizontal CG	**Altura do CG		
**Altura do CG			

*Distância da projeção do centro de gravidade na vertical á parte frontal do pé.

**Altura do Centro de Gravidade em relação ao solo.

TABELA 22 - Variáveis que apresentaram uma variação significativa quando comparados os três clusters.

<i>Momento do Take-Off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente	Altura do CG
Ângulo Tronco	Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás	
Altura do CG	Altura do CG		

As nove variáveis encontradas durante a comparação dos três clusters, ou dos três grupos formados, pela análise aglomerativa foram comparados entre si por meio do teste t, sendo feita a comparação das oito variáveis entre o Cluster 1 e Cluster 2, Cluster 1 e Cluster 3 e o Cluster 2 e Cluster 3.

Durante a comparação do Cluster 1 e Cluster 2 foi observado que apenas três variáveis das nove variáveis encontradas após a ANOVA dos três clusters apresentaram variação significativa: a variável Ângulo do Tronco durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio ($p=0,005$), a variável Ângulo Joelho Frente no Momento do Toque do Primeiro Passo ($p=0,001$) e a variável Ângulo do Joelho Trás durante o Momento do Toque do Segundo Passo ($p=0,006$). A TABELA 23 ilustra estas variáveis.

TABELA 23 - Variáveis quando comparados os Cluster 1 e Cluster 2. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Take-Off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take- Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente	Altura do CG
Ângulo Tronco	Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás	
Altura do CG	Altura do CG		

Durante a comparação do Cluster 1 e Cluster 3 foi observado que sete variáveis das nove variáveis encontradas após a ANOVA dos três clusters apresentaram variação significativa: a variável Ângulo do Ombro Direito durante o Momento do *Take-Off* do 1º Pé ($p=0,029$); as variáveis Ângulo Joelho Frente, Ângulo Joelho Trás e Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo ($p=0,001$, $p=0,001$ e $p=0,002$, respectivamente); as variáveis Ângulo Joelho Frente e Ângulo Joelho Trás durante o Momento do Toque do Segundo Passo ($p=0,013$ e $p=0,002$, respectivamente) e a variável Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Primeiro Passo ($p=0,017$). A TABELA 24 ilustra estas variáveis.

TABELA 24 - Variáveis quando comparados os Cluster 1 e Cluster 3. Nota: apenas as variáveis que estão marcadas apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Take-Off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente	Altura do CG
Ângulo Tronco	Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás	
Altura do CG	Altura do CG		

Durante a comparação do Cluster 2 e Cluster 3 foi observado que oito das nove variáveis encontradas após a ANOVA dos três clusters apresentaram variação significativa: as variáveis Ângulo do Ombro Direito, Ângulo do Tronco e Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio ($p=0,001$, $p=0,025$ e $p=0,001$, respectivamente); as variáveis Ângulo Joelho Frente, Ângulo Joelho Trás e Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo ($p=0,001$, $p=0,001$ e $p=0,002$, respectivamente); a variável Ângulo Joelho Trás durante o Momento do Toque do Segundo Passo ($p=0,001$); e a variável Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Primeiro Passo ($p=0,012$). A TABELA 25 ilustra estas variáveis.

TABELA 25 - Variáveis quando comparados os Cluster 2 e Cluster 3. Nota: as variáveis que estão apresentaram variações significantes.

<i>Momento do Take-Off do 1º Pé</i>	<i>Momento do Toque do 1º Passo</i>	<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>	<i>Momento do Take-Off do 1º passo</i>
Ângulo Ombro Direito	Ângulo Joelho Frente	Ângulo Joelho Frente	Altura do CG
Ângulo Tronco	Ângulo Joelho Trás	Ângulo Joelho Trás	
Altura do CG	Altura do CG		

As tabelas a seguir apresentam os valores de tendência central e da dispersão dos dados de todas as variáveis nos diferentes eventos para cada um dos três clusters encontrados.

TABELA 26 – Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco, joelhos, ombros e cotovelos; e da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Take-Off do 1º Pé dos atletas *breakman* nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Take-Off do 1º Pé</i>			
	<i>Cluster 1</i> Média (DP)	<i>Cluster 2</i> Média (DP)	<i>Cluster 3</i> Média (DP)
Ângulo Ombro Direito (°)	181 (3)	183 (1)	177 (1)
Ângulo Ombro Esquerdo (°)	182 (1)	183 (1)	183 (1)
Ângulo Cotovelo Direito (°)	-0 (1)	-1 (0,1)	-0 (1)
Ângulo Cotovelo Esquerdo (°)	3 (3)	1 (3)	6 (1)
Ângulo Tronco (°)	8 (6)	15 (7)	1 (1)
Ângulo Joelho Frente (°)	68 (7)	62 (11)	62 (6)
Ângulo Joelho Trás (°)	66 (5)	58 (10)	61 (6)
Deslocamento Horizontal CG (m)	0,6 (0,1)	0,7 (0,1)	0,6 (0,1)
Altura do CG (m)	0,8 (0,1)	0,9 (0,1)	0,5 (0,1)

TABELA 27 - Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco, joelhos, ombros e cotovelos; e da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Toque do 1º Passo dos atletas *breakman* nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Toque do 1o Passo</i>			
	<i>Cluster 1</i> Média (DP)	<i>Cluster 2</i> Média (DP)	<i>Cluster 3</i> Média (DP)
Ângulo Ombro Direito (°)	183 (1)	183 (1)	183 (1)
Ângulo Ombro Esquerdo (°)	183 (1)	183 (1)	182 (1)
Ângulo Cotovelo Direito (°)	-1 (1)	-1 (1)	1 (1)
Ângulo Cotovelo Esquerdo (°)	1 (3)	0 (3)	2 (5)
Ângulo Tronco (°)	30 (7)	34 (8)	31 (10)
Ângulo Joelho Frente (°)	72 (18)	91 (5)	20 (2)
Ângulo Joelho Trás (°)	30 (13)	25 (10)	80 (5)
Deslocamento Horizontal CG (m)	0,2 (0,1)	0,3 (0,2)	0,3 (0,1)
Altura do CG (m)	0,9 (0,1)	0,9 (0,2)	0,7 (0,1)

TABELA 28 – Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco e joelhos; e da distância horizontal do CG e da altura do CG durante o Momento do Toque do 2º Passo dos atletas *breakman* nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Toque do 2º Passo</i>			
	<i>Cluster 1</i> Média (DP)	<i>Cluster 2</i> Média (DP)	<i>Cluster 3</i> Média (DP)
Ângulo Tronco (°)	39 (5)	43 (7)	32 (5)
Ângulo Joelho Perna Frente (°)	42 (15)	35 (12)	88 (25)
Ângulo Joelho Perna Trás (°)	74 (15)	93 (3)	23 (1)
Deslocamento horizontal CG (m)	0,9 (0,1)	0,9 (0,3)	0,9 (0,1)
Altura do CG (m)	0,8 (0,3)	0,9 (0,1)	0,7 (0,1)

TABELA 29 – Valores médios (D.P.) do ângulo do tronco; da distância horizontal do CG e da altura do CG; e do comprimento do passo durante o Momento do Take-Off do 1º Passo dos atletas *breakman* nos três diferentes clusters.

<i>Momento do Take-Off do 1º Passo</i>			
	<i>Cluster 1</i> Média (DP)	<i>Cluster 2</i> Média (DP)	<i>Cluster 3</i> Média (DP)
Ângulo Tronco (°)	41 (6)	37 (5)	43 (10)
Comprimento do Passo (m)	0,7 (0,2)	0,6 (0,3)	0,6 (0,1)
Deslocamento Horizontal CG (m)	0,8 (0,1)	0,9 (0,1)	0,8 (0,1)
Altura do CG (m)	0,9 (0,1)	0,9 (0,2)	0,7 (0,1)

5.3 Relação entre Tempos Parciais e Tempo Final

Como comentado anteriormente, para esta parte do estudo foram obtidos todos os tempos (5 parciais) de todas as equipes participantes (35 equipes) durante a melhor descida.

O coeficiente de correlação foi calculado entre as cinco parciais e o tempo final obtido em todas as situações descritas acima através de regressão linear. Para tornar independentes os tempos correlacionados, foi necessária a subtração do tempo da parcial que estava sendo correlacionada do tempo acumulado, visto que as parciais compõem o tempo final.

A seguir são apresentados gráficos entre cada um dos tempos parciais versus o tempo final menos a respectiva parcial para todas as equipes. Uma

regressão linear foi possível pois os resíduos destes ajustes apresentaram distribuição normal.

FIGURA 36 – Tempo final menos o tempo da 1ª parcial (eixo vertical) versus o tempo da 1ª parcial (eixo horizontal) para a melhor descida de todas as 35 equipes investigadas. A reta mostra uma regressão linear dos dados. $r^2 = 0,47$, $p < 0,001$.

FIGURA 37 – Tempo final menos o tempo da 2ª parcial (eixo vertical) versus o tempo da 2ª parcial (eixo horizontal) para a melhor descida de todas as 35 equipes investigadas. A reta mostra uma regressão linear dos dados. $r^2 = 0,4$, $p < 0,001$.

FIGURA 38 – Tempo final menos o tempo da 3ª parcial (eixo vertical) versus o tempo da 3ª parcial (eixo horizontal) para a melhor descida de todas as 35 equipes investigadas. A reta mostra uma regressão linear dos dados. $r^2 = 0,4$, $p < 0,001$.

FIGURA 39 – Tempo final menos o tempo da 4ª parcial (eixo vertical) versus o tempo da 4ª parcial (eixo horizontal) para a melhor descida de todas as 35 equipes investigadas. A reta mostra uma regressão linear dos dados. $r^2 = 0,4$, $p < 0,001$.

FIGURA 40 – Tempo final menos o tempo da 5ª parcial (eixo vertical) versus o tempo da 5ª parcial (eixo horizontal) para a melhor descida de todas as 35 equipes investigadas. A reta mostra uma regressão linear dos dados. $r^2 = 0,33$, $p < 0,001$.

A TABELA 30 apresenta os valores do coeficiente de determinação e a respectiva significância destes coeficientes.

TABELA 30 - Valores do coeficiente de determinação e significância após a análise das cinco parciais e o tempo final menos a respectiva parcial para todas as 35 equipes estudadas.

	r^2	p
1ª Parcial	0,47	< 0.001
2ª Parcial	0,40	< 0.001
3ª Parcial	0,40	< 0.001
4ª Parcial	0,40	< 0.001
5ª Parcial	0,33	< 0.001

5.4 Variabilidade do Desempenho

Como comentado anteriormente, para esta parte do estudo foram obtidos todos os tempos (5 parciais) de todas as equipes participantes (35 equipes) durante todas as descidas válidas (que variaram entre três e quatro para as equipes). Segue abaixo os gráficos dos índices de variabilidade para cada equipe durante as cinco padecias.

FIGURA 41 - Índice de variação para cada uma das 35 equipes durante a primeira parcial (tempo de largada).

FIGURA 42 - Índice de variação para cada uma das 35 equipes durante a segunda parcial.

FIGURA 43 - Índice de variação para cada uma das 35 equipes durante a terceira parcial.

FIGURA 44 - Índice de variação para cada uma das 35 equipes durante a quarta parcial.

FIGURA 45 - Índice de variação para cada uma das 35 equipes durante a quinta parcial.

Para uma melhor visualização da variabilidade obtida entre as quinze primeiras equipes (as equipes que tiveram suas largadas analisadas neste estudo), a FIGURA 46 mostra esses resultados somente para estas equipes e para a primeira parcial (tempo de largada).

FIGURA 46 - Índice de variação das 15 primeiras equipes durante o tempo da primeira parcial (tempo de largada).

6 DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi a análise cinemática dos dois atletas responsáveis pela propulsão do trenó no momento da largada, além da investigação da existência do padrão cinemático adotado pelos atletas piloto e atletas *breakman* durante o momento de propulsão do trenó e investigações sobre a relação entre os tempos parciais e sua variabilidade. É possível, após análise da tendência central, da dispersão dos dados e posteriormente a análise de cluster, constatar que apesar de existirem diferenças quanto ao comportamento adotado entre os diferentes atletas, existe um padrão cinemático tanto para os atletas piloto como para os atletas *breakman*.

A seguir a discussão dos principais resultados encontrados para os atletas piloto e *breakman* durante o movimento inicial da largada é apresentada, assim como são discutidas a relação entre o tempo de largada e o tempo final da prova de todas as equipes participantes e a variação do desempenho obtido entre as equipes participantes do campeonato no qual foram adquiridas as imagens que foram utilizadas neste estudo.

6.1 Atleta Piloto

O atleta piloto foi analisado por 24 variáveis durante os quatro eventos estudados: o momento do toque do primeiro passo, o momento do *take-off* do pé de apoio do solo no momento da largada, o momento do toque do segundo passo no solo e o evento relacionado ao momento em que o piloto toca a mão na barra que está posicionada logo a sua frente.

Após a análise de conglomerado realizada, foi possível formar três grupos de equipes, entre as quinze equipes participantes, em todos os sete métodos de formação de conglomerados utilizados, demonstrando assim uma grande estabilidade na formação destes grupos. Um grupo foi formado por cinco equipes, o segundo com seis e o terceiro com quatro equipes; interessante não houve qualquer relação com a colocação final das equipes na competição.

Quando comparados os três grupos, foi possível observar que apenas oito variáveis analisadas das 24 em questão apresentaram uma variação significativa. O deslocamento horizontal do CG do 1º Passo e Altura do CG durante o Momento do Toque do 1º Passo; a Altura do CG no Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio; e o Comprimento do Passo, o Ângulo Joelho Perna Frente, o Ângulo Joelho Perna de

Trás, o deslocamento horizontal do CG e Altura do CG durante o Momento do Toque do 2º Passo apresentaram diferenças significativas. Já durante o Momento do Toque na Barra não foi observada nenhuma variável com variação significativa.

As variáveis Distância e Altura do CG apresentaram variação durante os três primeiros eventos analisados, de um total de quatro eventos analisados. Isto pode nos mostrar que depois de realizado o segundo passo, os atletas se comportam de maneira bastante semelhante, o que já era esperado, pois é a partir deste momento que os atletas estão prestes a iniciar o padrão de deslocamento de corrida. Portanto, podemos observar que apesar de haverem pequenas diferenças, os atletas piloto buscaram estratégias similares durante a execução desta tarefa estudada.

Devido a este pequeno número de variáveis que apresentaram variações significativas, podemos demonstrar claramente a existência de um padrão de comportamento adotado pelos atletas piloto, pois das 24 variáveis analisadas, 18 demonstraram grandes semelhanças entre os valores encontrados.

Quando comparados os Cluster 1 e Cluster 2 foi observado que apenas três variáveis das 24 variáveis comparadas apresentaram variação significativa. O deslocamento horizontal do CG e Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo; e Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio. Isto nos evidenciou a grande similaridade entre estes dois grupos (clusters). Como o Cluster 1 foi formado por cinco equipes e o Cluster 2 por seis equipes, pode-se notar a formação de um grande grupo de onze equipes que apresentaram semelhanças no comportamento cinemático em 21 variáveis, de um total de 24 analisadas. Reforçando a teoria da existência de um padrão de comportamento diante da tarefa estudada.

Na comparação do Cluster 1 com Cluster 3 e Cluster 2 com Cluster 3, foi possível observar que seis variáveis e oito variáveis respectivamente, apresentaram variação significativa quando comparadas com as 24 variáveis em questão. Observou-se que as seguintes variáveis: Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo; e Comprimento do Passo, Ângulo do Joelho Perna Frente e de Trás, Distância e Altura do CG no Momento do Toque do Segundo Passo, foram variáveis que realmente se diferenciavam entre si. Portanto podemos inferir que o Cluster 3, formado por quatro equipes (Alemanha-1, Alemanha-3, Mônaco-1 e

República Tcheca) apresentou algumas diferenças no comportamento cinemático, mas que foi possível formar um grande grupo com as outras onze equipes.

Apesar de não existir um bloco para apoio dos pés durante o momento inicial da largada dos atletas pilotos nesta modalidade, observa-se que todos os atletas participantes do estudo se posicionam em semi-agachamento durante o momento inicial. É interessante notar que o posicionamento inicial adotado pelos atletas em semi-agachamento, com uma ligeira flexão de tronco e quadril, se assemelha à posição adotada nas provas de velocidade do atletismo que utilizam um bloco para apoios posterior dos pés. Porém, SALO, GRIMSHAW e MARAR (1997) demonstraram que durante a largada para a corrida em velocidade sem o bloco de partida, não foram encontradas diferenças significantes quanto ao desempenho quando comparadas com a posição inicial de agachamento com a posição inicial ortostática.

Em nenhuma equipe pode ser observada a posição inicial a partir da posição ortostática, apesar de ser a posição inicial mais freqüentemente utilizada na grande maioria das modalidades esportivas, assim como demonstrou KRAAN et al. (2001). Talvez isto se deva ao fato de que neste momento inicial do atleta piloto, uma das principais preocupações dos atletas é a de se posicionar de uma maneira que facilite a sua aproximação rápida com a barra lateral do trenó. A barra encontra-se posicionada a aproximadamente 70 cm do solo, o que exige uma flexão do quadril e tronco.

Durante a descrição cinemática das variáveis analisadas dos atletas piloto, pode-se observar que a angulação do tronco apresentou uma variação insignificante durante os quatro eventos analisados. Observa-se que a angulação do tronco se manteve praticamente constante num valor aproximado de 36° de inclinação à frente. Esta angulação corrobora a idéia de que uma das principais preocupações do atleta piloto é a de se posicionar de uma maneira que permita a rápida aproximação da barra lateral do trenó; barra esta que servirá de apoio para que o atleta execute a propulsão do trenó.

Foi observado que o posicionamento dos pés dos atletas pilotos durante o semi-agachamento é feito de maneira assimétrica, o que vem a nos mostrar a utilização de um posicionamento adotado pelos atletas bastante eficiente na produção de uma grande aceleração durante a largada. Este posicionamento foi o

objeto do estudo de GUISSARD, DUCHATEAU e HAINAUT (1992), que demonstraram que a largada quando executada com os pés assimétricos leva a uma maior produção de força.

Um dado bastante relevante foi encontrado neste estudo no que diz respeito ao momento em que os atletas piloto tocam a barra lateral do trenó. A comunidade de atletas praticantes desta modalidade atribui uma grande importância a este momento, pois se acredita que ambos os atletas, o piloto e o *breakman*, deveriam deslocar o trenó da sua posição inicial, do repouso, de maneira sincronizada e simultânea visando à melhora da propulsão do trenó. Foi observado em todas as equipes, com exceção das duas equipes em que o atleta piloto se posiciona inicialmente junto à barra lateral do trenó que no momento em que os atletas pilotos tocam a barra lateral do trenó, o mesmo já se encontra com velocidade média de 1,72 m/s. Portanto, podemos observar que neste momento de toque na barra, que exige uma grande força dos atletas devido ao grande peso do trenó, há na verdade uma contribuição menor do atleta piloto na quebra da inércia do trenó.

O comportamento cinemático dos joelhos dos atletas piloto demonstrou que durante o primeiro passo ocorre um padrão de comportamento muito similar ao primeiro passo da largada para a corrida de velocidade. Neste momento o joelho da perna que executa o movimento está fletido durante o contato com o solo (WILLIAMS, 2004). Explica-se este comportamento de se realizar o apoio do pé ao solo em flexão ao fato de que o atleta está partindo de uma posição de semi-agachamento.

O deslocamento horizontal do CG dos atletas piloto demonstrou um fato que também é notado durante a largada para a corrida de velocidade. Durante os primeiros passos o contato do pé no solo ocorre sempre à frente do CG (MERO, KOMI & GREGOR, 1992). Foi observado que durante o primeiro toque no solo o pé estava em média 31 cm à frente do CG e durante o segundo toque no solo o pé estava em média 87 cm à frente do CG.

Foi observada uma pequena variação da oscilação do CG na vertical para os atletas pilotos, sempre menores do que 5 cm, durante o momento da largada dos atletas. Consideramos estes valores compatíveis com a literatura que demonstra que ocorre uma oscilação em torno de 2 cm durante a corrida de velocidade, visto que não são encontrados valores para a oscilação do CG durante o momento da largada na corrida de velocidade (HARLAND & STEELE, 1997).

O comportamento cinemático dos ombros e cotovelos dos atletas piloto demonstrou que durante o contato dos atletas com a barra lateral do trenó, o ombro se apresentava fletido em torno de 180° bilateralmente, e com o cotovelo estendido com valores próximos de 0° . Acreditamos que este padrão adotado pelos atletas reflita o grande objetivo deste momento do atleta piloto, que é o de gerar uma propulsão do trenó para frente com a maior velocidade possível.

6.2 **Atleta *Breakman***

O atleta *breakman* foi analisado em 27 variáveis durante os quatro eventos utilizados: o momento do *take-off* do pé do solo no momento da largada, o momento do toque do primeiro passo, o momento do segundo toque do pé no solo e o momento do *take-off* do pé do solo no final do primeiro passo.

Após a análise de conglomerado realizada, foi também possível formar três grupos de equipes entre as 15 equipes participantes com os sete métodos de formação de conglomerados utilizados; interessante também não houve relação com a colocação final das equipes, demonstrando assim uma grande estabilidade na formação destes grupos. Um grupo foi formado por sete equipes (Alemanha-1, Alemanha-2, Alemanha-3, Áustria-1, EUA-1, EUA-2 e Látvia-2), o segundo com seis (Canadá-1, Látvia-1, República Tcheca-1, Rússia-1, Suíça-1 e Suíça-2) e o terceiro com duas equipes (Itália-1 e Mônaco-1). É interessante observar que no Cluster 1 foi possível agrupar as três equipes alemãs, as duas equipes americanas, assim como no Cluster 2 foi possível agrupar as duas equipes suíças. Isto sugere que o fator nacionalidade, talvez por terem atletas similares ou que treinam de forma similar, influencia na similaridade do comportamento cinemático durante o movimento da largada no bobsled.

Quando comparados os três grupos, foi possível observar que apenas nove variáveis analisadas das 27 em questão apresentaram uma variação significativa: o Ângulo do Ombro Direito, Ângulo Tronco e Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio; o Ângulo do Joelho Frente, Ângulo do Joelho Trás e a Altura do CG durante o Momento do Toque do Primeiro Passo; o Ângulo do Joelho Frente e Ângulo do Joelho Trás durante o Momento do Toque do 2º Passo; e Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do 1º Passo.

Podemos observar que as pequenas diferenças que surgem são observadas nos quatro eventos estudados, não caracterizando nenhum evento como

um evento especial e de grandes diferenças. Devido a este pequeno número de variáveis que apresentaram variações significativas, podemos demonstrar claramente a existência de um padrão de comportamento adotado pelos atletas *breakman*, pois das 27 variáveis analisadas, dezessete demonstraram grandes semelhanças entre os valores encontrados, evidenciando a existência de uma estratégia comum adotada pelos atletas *breakman* durante a execução desta tarefa estudada.

Quando comparado os Cluster 1 e Cluster 2 foi observado que apenas três variáveis das 27 variáveis analisadas apresentaram variação significativa: a variável Ângulo do Tronco durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio; o Ângulo Joelho Frente no Momento do Toque do Primeiro Passo; e o Ângulo do Joelho Trás durante o Momento do Toque do Segundo Passo. Isto nos evidenciou a grande similaridade entre estes dois grupos (clusters). Como o Cluster 1 foi formado por sete equipes e o Cluster 2, seis equipes, pode-se notar a formação de um grande grupo de 13 equipes que apresentaram semelhanças no comportamento cinemático em 23 variáveis, de um total de 27 analisadas. Reforçando a teoria da existência de um padrão de comportamento diante da tarefa estudada.

Na comparação do Cluster 1 com Cluster 3, e Cluster 2 com Cluster 3, foi possível observar que sete variáveis e oito variáveis respectivamente apresentaram variação significativa quando comparadas com as 27 variáveis em questão. Observou-se que as seguintes variáveis: Ângulo do Ombro Direito durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio; Ângulo Joelho Frente, Ângulo Joelho Trás e Altura do CG no Momento do Toque do Primeiro Passo; Ângulo Joelho Trás durante o Momento do Toque do Segundo Passo; e Altura do CG durante o Momento do *Take-Off* do Primeiro Passo, foram variáveis que realmente se diferenciavam entre si. Portanto podemos inferir que o Cluster 3, formado por apenas duas equipes (Itália-1 e Mônaco-1), apresenta diferenças um pouco maiores no comportamento cinemático adotado, quando comparados os três clusters, sendo possível formar um grande grupo com as outras 13 equipes com comportamento cinemático muito similar.

No início da movimentação do atleta *breakman* foi notado que todos os atletas executavam movimento de flexão do tronco e quadril em direção ao meio do trenó, seguida de uma extensão simultânea de ambos os membros inferiores. Observando o movimento realizado e comparando aos movimentos realizados durante a largada para a corrida de velocidade (WILLIAMS, 2004), podemos deduzir

que este movimento realizado pelos atletas *breakman* tem o objetivo de permitir um posicionamento de uma maneira muito semelhante à posição adotada pelos atletas de atletismo durante os movimentos iniciais da largada para as provas de velocidade.

A busca pela posição de largada descrita acima permite que os atletas *breakman* tenham uma melhor posição durante o instante da propulsão do trenó, como já foi demonstrado em um estudo realizado por HARLAND e STEELE (1997). O posicionamento adotado pelos atletas *breakman* antes do momento da impulsão à frente, busca posicionar as principais articulações (joelho, quadril e tronco) numa posição mais aguda possível, assim como observado para a corrida (HUNTER, MARSHALL & MCNAIR, 2004).

HUNTER, MARSHALL e MCNAIR (2004) realizaram um estudo com atletas de velocidade do atletismo e demonstraram que quanto mais agudos forem os ângulos articulares, maior será a força durante a largada, pois permitirá a execução dos movimentos de extensão partindo de uma grande amplitude de flexão.

O uso desta tábua que está fixada na pista de bobsled permite o apoio posterior dos pés dos atletas e a execução de um rápido movimento de largada, assim como ocorre na largada para as corridas de velocidade que utilizam um bloco de partida. Porém diferentemente dos atletas de velocidade do atletismo que apóiam todo o pé no bloco de partida (HARRISON & COMYNS, 2005), os atletas *breakman* participantes utilizam apenas a parte anterior e medial do pé como apoio. É provável que o fato dos atletas *breakman* não conseguirem apoiar o pé inteiro junto a esta tábua se deva a reduzida altura desta tábua, que está colocada rente ao solo, e que mede aproximadamente três centímetros de altura.

Ainda quanto ao posicionamento dos pés durante este momento inicial da largada para a corrida de velocidade, diferentemente da posição adotada na largada para a corrida de velocidade no atletismo onde se observa o posicionamento assimétrico dos pés, ou seja, uma perna à frente e outra posterior ao corpo, os atletas *breakman* do bobsled adotam um posicionamento dos pés de forma simétrica. Vale ressaltar que este posicionamento simétrico adotado pelos atletas *breakman* ocorre devido à limitação imposta pela tábua que está fixada na pista e não por uma escolha dos próprios atletas. A disposição do posicionamento da tábua adotada pela F.I.B.T. impede qualquer tipo de posicionamento diferente do posicionamento

simétrico dos pés adotado pelos atletas deste estudo, visto que a tábua está fixada à pista em toda a sua largura, que é de aproximadamente dois metros.

Na descrição cinemática das variáveis analisadas dos atletas *breakman*, pode-se observar que a angulação do tronco apresentou uma variação significativa entre o primeiro evento utilizado neste estudo, o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio e os outros três eventos (Momento do 1º Toque no Solo, Momento do Toque do 2º Passo e Momento do *Take-Off* do 1º Passo). Durante o momento do *take-off* do pé de apoio a angulação média do tronco foi de 9°, angulação esta que aumentou depois dos três eventos subseqüentes para aproximadamente 39°. Este aumento da angulação se deve ao fato de que depois de realizado o *take-off* do pé de apoio inicia-se a preparação para a execução do primeiro passo, onde se observa o aumento da flexão do tronco, assim como a do quadril.

O comportamento cinemático dos joelhos dos atletas *breakman* demonstrou que durante o primeiro passo ocorreu um padrão de comportamento muito similar ao primeiro passo da largada para a corrida de velocidade, onde é observado que durante o primeiro toque do pé no solo, o joelho da perna que executa este movimento está fletido durante este contato com o solo (WILLIAMS, 2004). Explica-se este comportamento de realizar o apoio do pé ao solo em flexão ao fato de que o atleta está partindo de uma posição de semi-agachamento.

O deslocamento horizontal do CG dos atletas *breakman* demonstrou um fato que também é notado durante a largada para a corrida de velocidade. Durante os primeiros passos, o contato do pé no solo ocorre sempre à frente do CG (MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

Foi observada uma pequena variação da oscilação do CG na vertical para os atletas *breakman*, sempre menores do que 6 cm, durante o momento da largada dos atletas. Consideramos estes valores compatíveis com a literatura que demonstra que ocorre uma oscilação em torno de 2 cm durante a corrida de velocidade, visto que não são encontrados valores para a oscilação do CG durante o momento da largada na corrida de velocidade (HARLAND & STEELE, 1997).

O comportamento cinemático dos ombros e cotovelos dos atletas *breakman* demonstraram que durante o Momento do *Take-Off* do Pé de Apoio e durante o Momento do Toque do 1º Passo os ombros permanecem paralelo ao tronco, ou seja, numa posição neutra, e os cotovelos permanecem em posição de

extensão total. Quando analisamos a inclinação do tronco durante estes dois eventos, nota-se que os atletas executam um movimento de preparação para a impulsão, onde primeiramente fletem o tronco, depois executam a extensão de membros inferiores com os ombros e cotovelos posicionados como descrito acima. Portanto o movimento inicial de largada do trenó executado pelo atleta *breakman* é realizado com os ombros rentes ao corpo e os cotovelos estendidos, posição esta que só é possível graças ao movimento de preparação, onde nota-se que o atleta *breakman* flete o quadril e tronco em direção ao centro do trenó.

6.3 Comparação entre os Atletas Piloto e *Breakman*

Quando analisadas as variáveis relacionadas ao momento do 1º toque no solo, e o momento do toque do 2º pé no solo em ambos os atletas, seja ele piloto ou *breakman*, foi observado que quando os atletas realizavam o 2º toque no solo ainda não tinha ocorrido o *take-off* do pé de apoio. Isto nos demonstrou que durante os dois primeiros passos do movimento da largada no bobsled, os atletas se deslocam para frente andando e não correndo. Este dado difere do observado durante a largada para a corrida de velocidade no atletismo, na qual observada uma fase em que ambos os pés não estão tocando o solo a partir do 1º passo, caracterizando, portanto o início para a corrida logo na execução do 1º passo (WILLIAMS, 2004).

O fato de se evidenciar que os ambos os atletas piloto e *breakman* iniciam o movimento andando e não correndo permite inferir que este comportamento adotado se deve ao fato de que o maior objetivo destes atletas é o de empurrar um objeto que está em repouso, que neste caso é o trenó, e que possui um peso aproximado de 175 kg. Mesmo o trenó estando sobre uma superfície de gelo, o que diminui o atrito, há um grande obstáculo para a geração de aceleração pelos atletas (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994).

Podemos atribuir a ocorrência da caminhada durante este momento inicial ao fato de que o trenó, por não ter atingido ainda uma velocidade compatível com a corrida, acaba não permitindo a execução da corrida pelos atletas. Uma outra observação é que, durante a caminhada, o fato de haver o toque de pelo menos um dos pés durante todo o ciclo da sua execução melhora a execução do movimento de empurrada, dado o apoio constante de pelo menos uma das pernas, permitindo um apoio posterior constante durante a empurrada.

HARRISON e COMYNS (2005) demonstraram a importância de se largar para a corrida de velocidade utilizando um apoio para os pés. Neste estudo, porém, dois atletas piloto não fizeram o uso desta tábua como apoio posterior, pois se posicionaram à frente da mesma no momento da largada. Todos os atletas *breakman* utilizaram a tábua fixada na pista como apoio para ambos os pés durante a largada.

O comportamento cinemático adotado pelos atletas parece ter sofrido pouca influência da superfície onde foi executada a tarefa analisada, que neste caso é o gelo com um coeficiente de atrito de 0,004 (SCHENAU, KONING & GROOT, 1994). É importante salientar que executar um movimento em que se busca a geração de altas velocidades e acelerações no gelo, acrescentado o fato de empurrar um trenó de aproximadamente 175 kg, causa uma grande perturbação aos atletas. Acreditamos que o uso de uma sapatilha com 670 agulhas em cada pé permite uma boa aderência do calçado ao solo, permitindo a ocorrência de um padrão de comportamento cinemático para ambos os atletas piloto e *breakman* durante este movimento estudado.

Os comprimentos dos passos para ambos os atletas piloto e *breakman* apresentaram valores inferiores aos encontrados durante os movimentos iniciais da largada para a corrida de velocidade no atletismo (HARLAND & STEELE, 1997). Acreditamos que estes baixos valores encontrados neste estudo para o comprimento do passo se devam ao fato dos atletas do bobsled executarem um movimento de andar e não o de corrida. O movimento de corrida permite aos atletas a execução de um maior comprimento do passo quando comparado ao comprimento do passo dos atletas do bobsled.

Enquanto a angulação do tronco se manteve praticamente constante em 37° de inclinação a frente durante os quatro eventos estudados para o atleta piloto, houve uma grande variação da angulação do tronco dos atletas *breakman* de 9° no momento do *take-off* do pé apoio, para 39° de angulação durante os três eventos subsequentes. Estas diferenças podem ser justificadas pelo fato de que os atletas *breakman* já partem executando uma grande força para deslocar o trenó, enquanto os atletas pilotos iniciam sua movimentação sem a presença de nenhuma carga, apenas se preocupando em posicionar-se o mais rápido possível na barra lateral.

Quando comparados o comportamento cinemático dos joelhos dos atletas piloto e *breakman*, se observa um padrão de comportamento muito similar para ambos os grupos de atletas durante o primeiro passo da largada para a corrida de velocidade. Verifica-se que durante o primeiro toque do pé no solo, o contato com o solo é realizado com a perna fletida, comportamento também adotado pelos atletas de atletismo (WILLIAMS, 2002). Este comportamento é atribuído ao fato de que o atleta está partindo de uma posição de semi-agachamento.

Durante a execução dos primeiros passos, tanto os atletas pilotos, quanto os atletas *breakman* acabam por executar o contato do pé no solo sempre à frente do CG. Este comportamento também é observado durante a largada dos atletas de velocidade no atletismo (MERO, KOMI & GREGOR, 1992).

A oscilação do CG na vertical para ambos os atletas piloto e *breakman* apresentou uma variação durante o momento da largada com valores muito parecidos, em torno de 5 cm. Consideramos estes valores compatíveis com os valores encontrados para a oscilação do CG durante a corrida de velocidade, que é em torno de 2 cm (HARLAND & STEELE, 1997), visto que o valor encontrado foi obtido durante a corrida de velocidade do atletismo e não durante a largada, que foi o objeto do nosso estudo.

Os movimentos iniciais dos membros superiores dos atletas piloto, ou seja, o contato inicial do atleta piloto na barra lateral do trenó, é feito com o ombro flexionado em 180° e com o cotovelo estendido quase que totalmente. Este movimento se difere do comportamento adotado pelos membros superiores dos atletas *breakman* durante seus movimentos iniciais. Nos momentos iniciais do atleta *breakman*, os ombros permanecem rente ao corpo, porém também com a extensão quase que total dos cotovelos. Esta diferença de comportamento é atribuída à grande diferença do movimento realizado pelos atletas neste momento inicial: os atletas *breakman* buscam a execução da propulsão do trenó à frente, enquanto o atleta piloto busca executar um movimento de rápida aproximação à barra lateral do trenó, para iniciar a sua contribuição na propulsão do trenó.

6.4 Relação entre Tempos Parciais e Tempo Final

Dois estudos (mas de um mesmo grupo) demonstraram a correlação entre o tempo obtido pelas equipes durante o momento de propulsão do trenó, ou momento da largada, e o tempo final das equipes (BRUGGEMANN, MORLOCK &

ZATSIORSKY, 1997; MORLOCK & ZATSIORSKY, 1989). Ambos os estudos utilizaram regressão linear e constataram que as equipes que obtinham os melhores desempenhos no tempo de largada apresentavam os melhores tempos finais. O coeficiente de determinação encontrado entre o tempo de largada e o tempo final no primeiro estudo foi de $r^2=0.55$ e no segundo estudo foi de $r^2=0,45$. Em nosso estudo, que utilizou o mesmo método dos dois estudos anteriores, também pudemos observar a correlação entre o tempo obtido na largada e o tempo final ($r^2=0,47$), demonstrando claramente que um bom desempenho na largada é um fator importante para se alcançar um bom resultado na competição.

Em adição, observamos que na verdade não somente o tempo de largada, mas também as outras quatro parciais estiveram significativamente correlacionadas com o tempo final, embora com um coeficiente de determinação um pouco menor. Isto é, pelo menos para a competição investigada neste estudo, não parece haver nenhuma parcial unicamente determinante para o melhor desempenho no bobsled.

6.5 Variabilidade do Desempenho

A importância de cada parcial para o tempo final foi também corroborada pela observação da extremamente pequena variabilidade do desempenho entre as equipes na competição investigada. Em média houve uma diferença de cerca de 6% entre o desempenho da melhor equipe e da pior equipe para as 35 investigadas. Se considerarmos apenas as 15 melhores equipes, esta diferença cai para somente cerca de 4%.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi descrito uma análise cinemática dos dois atletas da largada no bobsled. Em termos de complexidade da instrumentação e método, a análise cinemática empregada foi relativamente simples: uma análise bidimensional e sem colocação de marcas sobre os atletas. Esta abordagem foi escolhida em parte por ter sido uma medida de campo num campeonato mundial onde era impossível qualquer controle sobre os sujeitos analisados, e também em parte a limitações no número de câmeras disponíveis para o estudo. No entanto, apesar destas limitações este é o primeiro estudo a descrever as características cinemáticas dos atletas na largada do bobsled. Por certo, a partir desta primeira descrição outros estudos mais acurados e precisos serão conduzidos no futuro, um processo natural em ciência.

A maior parte dos resultados encontrados apresenta pequena variação entre os diversos atletas, além do mais foi possível identificar padrões de execução entre os diferentes atletas segundo variáveis descritivas e agrupar os atletas segundo esses padrões distintos de forma robusta pela técnica estatística de conglomerados. Estes resultados são uma evidência indireta que o método utilizado, a despeito de suas limitações, permitiu a obtenção de informações válidas sobre o fenômeno estudado.

A partir destas informações, algumas implicações para o bobsled podem ser comentadas. Talvez as equipes devessem buscar novas estratégias durante o instante da quebra da inércia do trenó após termos observado que o atleta piloto pouco contribui durante este importante momento. Uma possibilidade é que seja buscada uma nova forma de posicionamento ou a melhora da sincronização dos atletas participantes. Outra sugestão seria a utilização de uma tábua posterior com tamanho e posicionamento diferente do atual, talvez semelhante à utilizada durante a largada para a corrida de velocidade nas provas de atletismo, permitindo assim um melhor aproveitamento da fase de impulsão dos atletas *breakman* durante o instante da propulsão do trenó.

O bobsled é um esporte onde a diferença entre a melhor e pior equipe é muito pequena, o que alude à importância de qualquer detalhe no bobsled para a melhora do desempenho. Este fato acentua a relevância de estudos biomecânicos; talvez eles possam contribuir para esta melhora.

REFERÊNCIAS

BALMER, N.J.; NEVILL, A.M.; WILLIAMS, A.M. Home advantage in the Winter Olympics (1908-1998). **Journal Sports Science**, London, v.19, p. 129-139, 2001.

BREWIN, M.A.; KERWIN, D.G. Accuracy of scaling and DLT reconstruction techniques for planar motion analysis. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v.19, p. 79-88, 2003.

BRUGGEMANN, G.; MORLOCK, M.; ZATSIORSKY, V.M. Analysis of the bobsled and men's luge events at the XVII Olympic Winter Games in Lillehammer. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v. 13, p. 98-108, 1997.

DABNICHKI, P.; MOTALLEBI, F.; AVITAL, E. Advanced bobsleigh design. Part I: body protection, injury, prevention and performance improvement. **Journal of Materials: Design and Applications**, v. 218, p. 129-137, 2004.

DABNICHKI, P.; AVITAL. Influence of the position of crew members on aerodynamics performance of two-man bobsleigh. **Journal of Biomechanics**, New York, [Epub ahead of print], 2005.

GUISSARD, N.; DUCHATEAU, J.; HAINAUT, K. EMG and mechanical changes during sprint starts at different front block obliquities. **Medicine Science Sports Exercise**, Madison, v. 24, p. 1257-1263, 1992.

HARALAMBIE, G.; CERNY, F.J.; HUBER, G. Serum enzyme levels after bobsled racing. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, Turin, v. 6, p. 54-56, 1976.

HARLAND, M.J.; STEELE, J.R. Biomechanics of the Sprint Start. **Sports Medicine**, Auckland, v. 1, p. 11-20, 1997.

HARRISON, D; COMYNS, T. Biomechanics of the sprint start. Disponível em: <<http://www.coachesinfo.com/article/?id=219>>. Acesso em: 2005.

HUNTER, J.P.; MARSHALL, R.N.; MCNAIR, P.J. Interaction of step length and step rate during sprint running. **Medicine Science Sports Exercise**, Madison, v. 36, p. 261-271, 2004.

HUNTER, J.P.; MARSHALL, R.N.; MCNAIR, P.J. Relationships between ground reaction force impulse and kinematics of sprint-running acceleration. **Journal of Applied Biomechanics**, Champaign, v. 21, p. 31-43, 2005.

JACOBS, R.; SCHENAU, G.J.I. Intermuscular coordination in a sprint push-off. **Journal of Biomechanics**, New York, v. 25, p. 953-965, 1992.

KIBELE, A.; BEHM, D. A laboratory test for the examination of alactic running performance. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.4, P. 572-582, 2005.

KIRKENDALL, D.T.; STREET, G.M. Mechanical jumping power in athletes. **British Journal of Sports Medicine**, London, v. 20, p. 163-164, 1986.

KONING, J.J.; THOMAS, R.; BERGER, M.; GROOT, G.; SCHENAU, G.J.I. The start in speed skating: from running to gliding. **Medicine Science Sports Exercise**, Madison, v. 27, p. 1703-1708, 1995.

KORCHEMNY, R. A new concept for sprint start and acceleration training. **Athletic Studies**, v. 7, p. 65-72, 1992.

KRAAN, G.A.; VEEN, J.; SNIJDERS, C.J.; STORM, J. 2001E COLS. Starting from standing; why step backwards? **Journal of Biomechanics**, New York, v. 34, p. 211-215, 2001.

KUCERA, M. Injuries in children and adolescents during organized physical education (Czechoslovakia 1976-1987) **Cesk Pediatric**, v. 44, p. 550-553, 1989.

LEONARDI, L.M.; KOMOR, A.; DAL MONTE, A. An interactive computer simulation of bobsled push-off phase with a multimember crew. In: JONSSON, B. (Ed.). **Biomechanics X**. Champaign, Human Kinetics, 1986. p. 761-766.

MARTI, B.; KNOBLOCH, M.; TSCHOPP, A.; JUCKER, A.; HOWALD, H. Is excessive running predictive of degenerative hip disease? Controlled study of former elite athletes. **BMJ**, v. 299, p. 91-93, 1989.

MERO, A.; KOMI, P.V.; GREGOR, R.J. Biomechanics of sprint running – A review. **Sports Medicine**, Auckland, v. 13, p. 376-392, 1992.

MEYER, N.L.; SHAW, J.M.; MANORE, M.M.; DOLAN, S.H.; SUBUDHI, A.W.; SHULTZ, B.B.; WALKER, J.A. Bone mineral density of olympic-level female winter sport athletes. **Medicine Science Sports Exercise**, Madison, v. 36, p. 1594-1601, 2004.

MORGAN, G.A. **SPSS for introductory statistics: use and interpretation**. 2nd. ed. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2004.

MORLOCK, M.M.; ZATSIORSKY, V.M. Factors influencing performance in bobsledding: I: Influences of bobsled crew and the environment. **International Journal of Sport Biomechanics**, v. 5, p. 208-221, 1989.

OKADA, A.; MIYAKE, H.; TAKIZAWA, A.; MINAMI, M. A study on the excreted catecholamines in the urine of Bobsleigh-tobogganing contestants. **Journal Sports Medicine and Physical Fitness**, Turin, v. 12, p. 71-75, 1972.

OSBECK, J.S. MAIORCA, S.N.; RUNDELL, K.W. Validity of field testing to bobsled start performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 10, p. 239-245, 1996.

REID, S.A. Stress fracture of the ulna in an elite bobsled breakman. **Clinical Journal Sport Medicine**, v. 13, p. 306-308, 2003.

ROPRET, R.; KUKOLJ, M.; UGARKOVIC, D.; MATAVULJ, D.; JARIC, S. Effects of arm and leg loading on sprint performance. **European Journal Applied Physiology**, v. 77, p. 547-550, 1998.

SALO, A.; GRIMSHAW, P.N.; MARAR, L. 3-D biomechanical analysis of sprint hurdles at different competitive levels. **Medicine Science Sports Exercise**, Madison, v. 29, p. 231-237, 1997.

SANDS, W.A.; SMITH, L.S.; KIVI, D.M.; MCNEAL, J.R.; DORMAN, J.C.; STONE, M.H.; CORMIE, P. Anthropometric and physical abilities profiles: US National Skeleton Team. **Sports Biomechanics**, v. 4, p. 197-214, 2005.

SCHENAU, G.J. I; KONING, J.J.; GROOT, G. Optimisitaion of sprinting performance in running, cycling and speed skating. **Sports Medicine**, Auckland, v. 17, p. 259-275, 1994.

SNOUSE, S.L.; LUNDGREN, K.L. Use of Orthoplast(R) for Winter Sports. **Journal Athletic Traininig**, v. 28, p. 230-235, 1993.

WEILER, J.M.; RYAN, E.J.3RD. Asthma in United States olympic athletes who participated in the 1998 olympic winter games. **Journal Allergy Clinical Immunology**, v. 106, p. 267-271, 2000.

WILLIAMS, K.R. A Dinâmica da Corrida. In: ZATSIORSKY, V.M. **Biomecânica no esporte; performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. p. 125-142.

WINTER, D.A. **Biomechanics and motor control of human movement**. 2nd.. New York: John & Sons., 1990.

ZATSIORSKY, V.M. **Biomecânica no esporte; performance do desempenho e prevenção de lesão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

ANEXOS

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Tobogganing.

Oddsett FIBT World Championship															
Men's Bobsleigh															
Königssee, Germany - February 22, 2004															
37 crews departed, 35 crews ranked, 2 crews DNS 3rd Run, bib 18,26															
Place	Name	Nat	IM1		IM2		IM3		IM4		IM5		Run	Total	
1	Lueders, Pierre	CAN1	4,89	3	11,77	4	20,58 3	3	34,81	3	43,66	1	49,65	03:18,3	
	Zardo, Giulio		4,86	4	11,71	4	20,51 3	3	34,78	2	43,66	1	49,66		
			4,84	1	11,69	1	20,48 1	1	34,68	1	43,47	1	49,37		
			4,84	2	11,71	2	20,52 1	1	34,75	1	43,61	1	49,62		
2	Langen, Christoph	GER2	4,91	7	11,81	7	20,62 6	6	34,83	4	43,7	3	49,69	03:18,5	
	Zimmermann, Markus		4,89	5	11,78	5	20,60 5	5	34,83	3	43,71	3	49,7		
			4,89	6	11,78	5	20,57 4	4	34,71	2	43,47	1	49,34		
			4,88	5	11,79	5	20,62 5	5	34,9	3	43,78	3	49,79		
3	Lange, Andre	GER1	4,85	2	11,71	2	20,54 2	2	34,79	2	43,66	1	49,68	03:18,9	
	Kuske, Kevin		4,81	1	11,66	1	20,49 1	1	34,76	1	43,67	2	49,73		
			4,84	1	11,7	2	20,53 3	3	34,77	3	43,65	3	49,65		

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

			4,83	1	11,71	1	20,55	2	2	34,83	2	43,74	2	49,82		
4	Servelle, Patrice	MON1	4,97	15	11,91	15	20,74 12	12	34,93	6	43,77	5	49,74	03:19,6		
	Gattuso, Sebastien		5	19	11,95	19	20,82 16	16	35,07	9	43,94	6	49,94			
			5	16	11,95	16	20,82 15	15	35,05	10	43,87	6	49,83			
			4,98	12	11,95	11	20,84 12	12	35,15	10	44,05	7	50,12			
5	Höpfner, Matthias	GER3	4,98	17	11,91	15	20,74 12	12	34,97	8	43,86	6	49,86	03:19,9		
	Sagmeister, Franz		4,97	14	11,89	12	20,74 11	11	35,02	6	43,93	5	49,95			
			5	16	11,94	15	20,80 13	13	35,1	11	43,96	10	49,9			
			4,99	15	11,96	12	20,83 11	11	35,15	10	44,08	8	50,16			
6	Rüegg, Ivo	SUI1	4,84	1	11,67	1	20,46	1	1	34,76	1	43,71	4	49,8	03:20,0	
	Hefti, Beat		4,83	2	11,67	2	20,49	1	1	34,85	4	43,84	4	50,04		

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Tobogganing (cont.).

			4,86	3	11,72	3	20,58 5	5	34,95	6	43,88	7	49,98		
			4,85	3	11,72	3	20,57 3	3	34,98	4	43,96	4	50,18		
7	Hays, Todd	USA1	4,89	3	11,78	5	20,61 5	5	34,96	7	43,91	8	49,98	03:20,1	
	Jovanovic, Pavle		4,85	3	11,7	3	20,51 3	3	34,99	5	44,02	7	50,17		
			4,86	3	11,72	3	20,52 2	2	34,86	4	43,75	4	49,74		
			4,86	4	11,75	4	20,59 4	4	35,06	5	44,03	5	50,17		
8	Annen, Martin	SUI2	4,94	11	11,87	10	20,72 10	10	35,03	11	43,96	10	50	03:20,2	
	Grand, Cedric		4,96	12	11,89	12	20,74 11	11	35,09	13	44,04	11	50,14		
			4,95	11	11,88	10	20,73 10	10	35,02	8	43,88	7	49,89		
			4,95	9	11,9	9	20,76 9	9	35,1	6	44,04	6	50,15		
9	Zoubkov, Alexandr	RUS1	4,93	10	11,87	10	20,73 11	11	35,11	12	44,13	14	50,25	03:20,5	
	Egorov, Philippe		4,91	7	11,83	11	20,71 10	10	35,05	8	44,03	8	50,15		
			4,88	5	11,78	5	20,64 6	6	34,94	5	43,85	5	49,87		
			4,88	5	11,82	7	20,70 6	6	35,11	7	44,1	9	50,21		

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

10	Guts, Gatis	LAT1	4,91	7	11,8	7	20,65 8	8	35,01	10	44	11	50,12	03:20,5	
	Dicmanis, Intars		4,89	5	11,78	5	20,64 6	6	35,04	7	44,03	8	50,17		
			4,92	8	11,8	7	20,64 6	6	34,99	7	43,88	7	49,93		
			4,91	7	11,81	6	20,70 6	6	35,13	8	44,12	10	50,32		
11	Stampfer, Wolfgang	AUT1	5,02	26	11,99	25	20,86 23	23	35,16	14	44,03	12	50,08	03:20,6	
	Seelos, Klaus		5,01	23	11,97	21	20,84 20	20	35,16	14	44,09	13	50,15		
			5,02	22	12,01	22	20,89 20	20	35,23	15	44,1	14	50,05		
			5,04	18	12,06	18	20,96 17	17	35,34	15	44,26	12	50,28		
12	Holcomb, Steve	USA2	4,9	6	11,76	3	20,60 4	4	34,9	5	43,89	7	50,06	03:20,7	
	Kreitzburg, Brock		4,91	7	11,8	7	20,66 7	7	35,07	9	44,08	12	50,26		
			4,91	7	11,8	7	20,65 8	8	35,02	8	43,99	11	50,11		
			4,91	7	11,82	7	20,70 6	6	35,13	8	44,13	11	50,28		
13	Danilevic, Ivo	CZE1	4,91	7	11,81	8	20,64 7	7	34,97	8	43,91	8	49,97	03:21,2	

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

	Gomola, Roman		4,91	7	11,82	8	20,68 8	8	35,07	9	44,03	8	50,13		
			4,94	10	11,88	10	20,77 11	11	35,36	19	44,36	20	50,48		
			4,95	9	11,93	10	20,82 10	10	35,29	13	44,35	16	50,58		
14	Tosini, Fabrizio	ITA1	4,95	13	11,88	13	20,80 17	17	35,25	18	44,24	18	50,34	03:21,2	
	Romanini, Samuele		4,97	14	11,91	15	20,78 14	14	35,21	15	44,18	15	50,28		
			4,95	11	11,9	13	20,78 12	12	35,14	13	44,08	13	50,15		
			4,96	11	11,97	14	20,89 14	14	35,31	14	44,31	14	50,47		
15	Minins, Janis	LAT2	4,89	3	11,79	6	20,66 9	9	35,12	13	44,15	15	50,33	03:21,4	
	Rullis, Marcis		4,91	7	11,82	8	20,70 9	9	35,07	9	44,1	14	50,32		
			4,93	9	11,84	9	20,72 9	9	35,1	11	44,04	12	50,13		
			5	16	12,02	17	20,97 18	18	35,38	17	44,38	17	50,57		
16	Kupczyk, Dawid	POL1	4,98	17	11,91	15	20,77 14	14	35,16	14	44,1	13	50,19	03:21,5	

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

	Placheta, Marcin		4,99	16	11,94	18	20,83 18	18	35,26	17	44,24	16	50,39		
			5	16	11,97	19	20,86 17	17	35,32	18	44,28	17	50,39		
			5,01	17	12	16	20,91 16	16	35,36	16	44,34	15	50,48		
17	Popov, Evgeni	RUS2	4,97	15	11,92	18	20,79 16	16	35,21	16	44,2	16	50,35	03:21,6	
	Andrynin, Alexei		5	19	11,98	22	20,90 21	21	35,36	20	44,38	19	50,57		
			5	16	11,97	19	20,85 16	16	35,18	14	44,12	15	50,21		
			4,98	12	11,97	14	20,87 13	13	35,28	12	44,28	13	50,43		
18	Mingeon, Bruno	FRA1	5,09	31	12,12	32	21,03 31	31	35,35	22	44,27	19	50,3	03:21,6	
	Hostache, Emmanuel		5,1	31	12,11	31	21,00 30	30	35,35	19	44,31	18	50,38		
			5,1	29	12,14	29	21,05 27	27	35,38	20	44,27	16	50,27		
			5,13	20	12,23	20	21,19 20	20	35,61	19	44,57	19	50,66		
19	van Calker, Edwin	NED2	4,95	13	11,88	13	20,77	14	35,26	19	44,29	20	50,5	03:22,3	

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Tobogganing (cont.).

	van Calker, Arnold		4,96	12	11,9	14	20,80 15	15	35,23	16	44,28	17	50,56		
			4,96	13	11,89	12	20,80 13	13	35,28	16	44,29	19	50,48		
			4,98	12	11,96	12	20,90 15	15	35,41	18	44,49	18	50,77		
20	Johnston, Lee	GBR1	5,05	29	12,02	28	20,90 25	25	35,34	21	44,36	21	50,58	03:23,1	
	Bryce, Colin		5,05	28	12,03	26	20,92 23	23	35,37	21	44,39	20	50,54		
			5,07	28	12,09	28	21,01 26	26	35,47	23	44,46	22	50,63		
			5,08	19	12,14	19	21,10 19	19	35,76	20	44,96	20	51,38		
21	Chabada, Jakub	CZE2	4,99	20	11,93	19	20,83 19	19	35,46	24	44,56	25	50,76	02:31,9	
	Kobian, Jan		4,99	16	11,92	17	20,83 18	18	35,37	21	44,45	22	50,7		
			5	16	11,95	16	20,86 17	17	35,29	17	44,28	17	50,46		
22	Krause, Jayson	CAN2	5,01	24	11,97	24	20,84 21	21	35,23	17	44,23	17	50,41	02:31,9	

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

	Cunningham, Nathan		5,05	28	12,05	29	20,99 29	29	35,67	29	44,79	27	51,03		
			5,04	23	12,03	23	20,95 24	24	35,42	22	44,38	21	50,5		
23	Glas, Arend	NED1	4,99	20	11,93	19	20,83 19	19	35,32	20	44,37	22	50,61	02:32,1	
	Jansma, Sybren		4,99	16	11,91	15	20,82 16	16	35,32	18	44,43	21	50,75		
			5	16	11,98	21	20,92 21	21	35,4	21	44,46	22	50,71		
24	Johansen, Tom	DEN1	5,01	24	12,01	26	20,92 27	27	35,46	24	44,53	24	50,72	02:32,6	
	Voigt, Peter		5,03	25	12,04	27	20,97 27	27	35,51	25	44,6	24	50,86		
			5,04	23	12,03	23	20,93 23	23	35,61	25	44,75	25	50,98		
25	Istrate, Nicolae	ROM1	4,98	17	11,95	22	20,90 25	25	35,46	24	44,6	28	50,88	02:33,1	
	Muntean, Paul		5	19	11,99	23	20,93 24	24	35,48	23	44,59	23	50,92		
			4,98	15	11,95	16	20,92 21	21	35,69	27	44,92	27	51,29		

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

26	Iliescu, Mihai	ROM2	5,04	28	12,04	29	20,95 28	28	35,49	28	44,59	27	50,87	02:33,4	
	Duminicel, Adrian		5,04	26	12,04	27	20,98 28	28	35,78	32	45,09	32	51,58		
			5,06	26	12,06	25	20,97 25	25	35,57	24	44,68	24	50,98		
27	Suzuki, Hiroshi	JPN2	5,02	26	12,01	26	20,96 29	29	35,55	29	44,7	29	51,04	02:33,6	
	Doigawa, Shinji		5,06	30	12,08	30	21,07 31	31	35,71	30	44,9	30	51,32		
			5,06	26	12,08	27	21,06 29	29	35,77	28	44,94	28	51,28		
28	Vasilev, Stefan	BUL1	4,94	11	11,87	10	20,82 18	18	35,63	30	44,82	30	51,19	02:33,8	
	Petrov, Yavor		4,92	11	11,82	8	20,75 13	13	35,55	27	44,83	28	51,3		
			4,96	13	11,92	14	20,87 19	19	35,63	26	44,87	26	51,29		
29	Kiyokawa, Suguru	JPN1	5,14	33	12,17	33	21,14 33	33	35,9	34	45,15	33	51,53	02:34,5	
	Sema, Takahiro		5,16	34	12,23	35	21,29 35	35	36,14	35	45,36	35	51,74		

 ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Toboganning (cont.).

			5,17	31	12,24	32	21,23 31	31	35,82	31	44,94	28	51,22		
30	Gyulai, Marton	HUN1	5,1	32	12,11	31	21,08 32	32	35,78	33	45,09	32	51,6	02:34,6	
	Pinter, Bertalan		5,14	33	12,17	33	21,16 33	33	35,88	33	45,11	33	51,59		
			5,14	30	12,19	30	21,17 30	30	35,79	29	44,96	30	51,37		
31	Jagnesak, Milan	SVK1	5,17	34	12,22	34	21,17 34	34	35,73	32	44,89	31	51,2	02:35,0	
	Krestanko, Robert		5,12	32	12,15	32	21,11 32	32	35,77	31	45,05	31	51,61		
			5,17	31	12,23	31	21,24 32	32	36,07	33	45,52	33	52,22		
32	Drpic, Niki	CRO2	5,21	35	12,31	35	21,32 35	35	35,97	35	45,2	34	51,65	02:35,2	
	Bulic, Mate		5,16	34	12,2	34	21,19 34	34	35,9	34	45,21	34	51,9		
			5,22	33	12,31	33	21,31 33	33	36,05	32	45,27	32	51,67		
33	Sola, Ivan	CRO1	5,37	36	12,53	36	21,57 36	36	36,49	36	45,8	36	52,26	02:37,7	

ANEXO I – Resultado oficial de todas as equipes participantes. Nota: fornecido pela Federação Internacional de Bobsled e Tobogganing (cont.).

	Koludra, Guliano		5,41	36	12,62	36	21,72 36	36	36,68	36	46,04	36	52,66		
			5,41	35	12,62	35	21,71 35	35	36,8	35	46,19	35	52,75		
34	Zeff, Aaron	ISR1	5,45	37	12,62	37	21,69 37	37	36,67	37	46,01	37	52,55	02:37,8	
	Frank, John		5,5	37	12,68	37	21,78 37	37	36,85	37	46,21	37	52,78		
			5,37	34	12,57	34	21,69 34	34	36,61	34	45,92	34	52,46		
35	Radjenovic, Vuk	SCG1	5	23	11,96	23	20,88 24	24	35,7	31	45,48	35	57,01	02:40,3	
	Nikolic, Slavojub		5,02	24	12	24	20,93 24	24	35,64	28	44,89	29	51,54		
			5,05	25	12,06	25	21,05 27	27	35,79	27	45,05	31	51,74		
	Loacker, Jürgen	AUT2	5,05	29	12,05	30	20,98 30	30	35,48	27	44,56	25	50,81		DNS
	Prenner, Michael		5,04	26	12,02	25	20,96 26	26	35,5	24	44,63	25	50,99		
	Bertazzo, Simone	ITA2	4,99	20	11,94	21	20,85 22	22	35,36	23	44,43	23	50,68		DNS
	Morbidelli, Giorgio		5	19	11,96	20	20,91 22	22	35,54	26	44,66	26	50,93		

APÊNCIDES

APÊNDICE I – Descrição dos Valores médios, desvio padrão e erro padrão dos três clusters encontrados para os atletas piloto.

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
ANG TRUNK	1	5	36,0586	3,91898	1,75262
	2	6	34,8582	6,69907	2,73488
	3	4	34,1950	5,71433	2,85717
	Total	15	35,0815	5,29149	1,36626
DIST CG - Pé 1o Passo - X	1	5	,5584	,42463	,18990
	2	6	,2058	,24854	,10147
	3	4	,6855	,37932	,18966
	Total	15	,4513	,38730	,10000
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	1	5	,8552	,24139	,10795
	2	6	,5660	,10885	,04444
	3	4	1,1295	,15157	,07579
	Total	15	,8127	,28497	,07358
DIST CG - Pé 2o Passo - X	1	5	,4846	,32661	,14606
	2	6	,6977	,15809	,06454
	3	4	,2285	,14801	,07401
	Total	15	,5015	,28633	,07393
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	1	5	,4942	,17207	,07695
	2	6	1,0075	,13011	,05312
	3	4	,6033	,10735	,05368
	Total	15	,7286	,27281	,07044
ANG CG	1	5	3,8370	1,10548	,49439
	2	6	4,2837	2,95815	1,20766
	3	4	4,5210	3,85691	1,92845
	Total	15	4,1981	2,59645	,67040
ANG JOELHO D	1	5	251,6908	28,98715	12,96345
	2	6	256,7343	11,88410	4,85167
	3	4	262,6370	3,39392	1,69696
	Total	15	256,6272	17,66376	4,56076
ANG JOELHO E	1	5	261,4312	21,88693	9,78813
	2	6	257,9145	20,68706	8,44546
	3	4	272,3888	11,37776	5,68888
	Total	15	262,9465	18,83066	4,86206
ANG TRUNK	1	5	36,7976	1,59081	,71143
	2	6	36,3612	3,92238	1,60130
	3	4	39,3598	9,88083	4,94041
	Total	15	37,3063	5,36830	1,38609
DIST CG - Pé 1o Passo - X	1	5	,4630	,21984	,09832
	2	6	,0983	,06154	,02512
	3	4	,4383	,31051	,15525
	Total	15	,3105	,26093	,06737
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	1	5	,8320	,12102	,05412

	2	6	,7013	,05354	,02186
	3	4	1,1393	,16323	,08162
	Total	15	,8617	,21039	,05432
DIST CG - Pé 2o Passo - X	1	5	,7124	,20392	,09120
	2	6	1,1460	,19682	,08035
	3	4	,6905	,24371	,12185
	Total	15	,8800	,29843	,07705
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	1	5	,8204	,30209	,13510
	2	6	,9528	,11009	,04494
	3	4	,6320	,09571	,04785
	Total	15	,8231	,22364	,05774
ANG JOELHO D	1	5	236,2730	25,97296	11,61546
	2	6	288,9520	10,30364	4,20644
	3	4	196,2820	15,05511	7,52755
	Total	15	246,6803	42,53743	10,98312
ANG JOELHO E	1	5	238,5256	17,13617	7,66353
	2	6	185,6177	41,42788	16,91286
	3	4	262,9153	26,38238	13,19119
	Total	15	223,8663	44,55777	11,50477
COMPRIMENTO DO PASSO DA LARGADA - PE - D	1	5	,8330	,19090	,08537
	2	6	1,3147	,28716	,11723
	3	4	,5305	,25115	,12557
	Total	15	,9450	,40683	,10504
ANG TRUNK	1	5	35,0136	,50462	,22568
	2	6	34,5762	4,80974	1,96357
	3	4	36,1673	1,06674	,53337
	Total	15	35,1463	3,00367	,77554
DIST CG - Pé 1o Passo - X	1	5	,6686	,27667	,12373
	2	6	,7765	,11626	,04746
	3	4	1,2483	,26839	,13420
	Total	15	,8663	,31817	,08215
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	1	5	,8378	,20966	,09376
	2	6	,7803	,06584	,02688
	3	4	1,1863	,15968	,07984
	Total	15	,9077	,22458	,05799
DIST CG - Pé 2o Passo - X	1	5	,6212	,27560	,12325
	2	6	,3937	,14816	,06048
	3	4	,2300	,09800	,04900
	Total	15	,4259	,23797	,06144
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	1	5	,90620	,204455	,091435
	2	6	,98933	,041960	,017130
	3	4	,63550	,065021	,032510
	Total	15	,86727	,189084	,048821
ANG JOELHO D	1	5	224,13280	16,856445	7,538431
	2	6	197,12767	3,220752	1,314866
	3	4	284,96750	17,739575	8,869787

	Total	15	229,55333	38,610580	9,969209
ANG JOELHO E	1	5	266,24560	27,128393	12,132186
	2	6	274,99217	7,651149	3,123568
	3	4	201,37750	3,869280	1,934640
	Total	15	252,44607	35,572363	9,184745
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	1	5	,52920	,168445	,075331
	2	6	,36017	,135438	,055292
	3	4	1,14650	,427277	,213639
	Total	15	,62620	,405977	,104823
ANG TRONCO	1	5	40,66380	5,621690	2,514096
	2	6	36,65400	4,405967	1,798728
	3	4	36,75925	4,281698	2,140849
	Total	15	38,01867	4,862225	1,255421
ANG COTOVELO D	1	5	180,03080	,548618	,245349
	2	6	180,19700	,177777	,072577
	3	4	180,30200	,102245	,051122
	Total	15	180,16960	,334265	,086307
ANG OMBRO D	1	5	184,66880	,847626	,379070
	2	6	185,38017	,147060	,060037
	3	4	183,99325	3,168593	1,584297
	Total	15	184,77320	1,643172	,424265
ANG COTOVELO E	1	5	178,69600	1,201066	,537133
	2	6	178,26083	,577063	,235585
	3	4	178,53950	,201537	,100768
	Total	15	178,48020	,760298	,196308
ANG OMBRO E	1	5	183,97800	,909286	,406645
	2	6	184,23333	,380866	,155488
	3	4	184,45300	,210958	,105479
	Total	15	184,20680	,577831	,149195
ANG CG	1	5	179,47000	2,334868	1,044185
	2	6	181,00267	3,156850	1,288778
	3	4	178,46950	3,062391	1,531196
	Total	15	179,81627	2,879355	,743446
VELOCIDADE PILOTO	1	5	3,02860	,895724	,400580
	2	6	3,39667	,659227	,269128
	3	4	3,62325	,295420	,147710
	Total	15	3,33440	,679736	,175507
VELOCIDADE CARRO	1	5	1,98560	,438076	,195914
	2	6	1,44700	,374090	,152722
	3	4	1,80100	,638996	,319498
	Total	15	1,72093	,501314	,129439
TEMPO	1	5	4,89000	,007071	,003162
	2	6	4,88500	,050100	,020453
	3	4	4,92000	,080416	,040208
	Total	15	4,89600	,050256	,012976

APÊNDICE II – Descrição dos valores encontrados após ANOVA dos três clusters encontrados para os atletas piloto.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ANG TRUNK	Between Groups	8,216	2	4,108	,128	,881
	Within Groups	383,782	12	31,982		
	Total	391,998	14			
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Between Groups	,638	2	,319	2,620	,114
	Within Groups	1,462	12	,122		
	Total	2,100	14			
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Between Groups	,776	2	,388	12,883	,001
	Within Groups	,361	12	,030		
	Total	1,137	14			
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Between Groups	,530	2	,265	5,155	,024
	Within Groups	,617	12	,051		
	Total	1,148	14			
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Between Groups	,804	2	,402	20,306	,000
	Within Groups	,238	12	,020		
	Total	1,042	14			
ANG CG	Between Groups	1,113	2	,556	,072	,931
	Within Groups	93,269	12	7,772		
	Total	94,382	14			
ANG JOELHO D	Between Groups	266,380	2	133,190	,390	,686
	Within Groups	4101,736	12	341,811		
	Total	4368,116	14			
ANG JOELHO E	Between Groups	520,031	2	260,016	,702	,515
	Within Groups	4444,283	12	370,357		
	Total	4964,314	14			
ANG TRUNK	Between Groups	23,520	2	11,760	,371	,697
	Within Groups	379,940	12	31,662		
	Total	403,460	14			
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Between Groups	,452	2	,226	5,404	,021
	Within Groups	,501	12	,042		
	Total	,953	14			
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Between Groups	,467	2	,233	18,325	,000
	Within Groups	,153	12	,013		
	Total	,620	14			
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Between Groups	,709	2	,354	7,900	,006
	Within Groups	,538	12	,045		
	Total	1,247	14			
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Between Groups	,247	2	,124	3,272	,073
	Within Groups	,453	12	,038		
	Total	,700	14			
ANG JOELHO D	Between Groups	21422,894	2	10711,447	32,881	,000
	Within Groups	3909,172	12	325,764		
	Total	25332,066	14			

ANG JOELHO E	Between Groups	15951,505	2	7975,753	8,081	,006
	Within Groups	11844,028	12	987,002		
	Total	27795,533	14			
COMPRIMENTO DO PASSO DA LARGADA - PE - D	Between Groups	1,570	2	,785	12,604	,001
	Within Groups	,747	12	,062		
	Total	2,317	14			
ANG TRUNK	Between Groups	6,208	2	3,104	,310	,739
	Within Groups	120,101	12	10,008		
	Total	126,308	14			
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Between Groups	,827	2	,414	8,416	,005
	Within Groups	,590	12	,049		
	Total	1,417	14			
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Between Groups	,432	2	,216	9,463	,003
	Within Groups	,274	12	,023		
	Total	,706	14			
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Between Groups	,350	2	,175	4,753	,030
	Within Groups	,442	12	,037		
	Total	,793	14			
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Between Groups	,312	2	,156	9,916	,003
	Within Groups	,189	12	,016		
	Total	,501	14			
ANG JOELHO D	Between Groups	18738,374	2	9369,187	52,722	,000
	Within Groups	2132,503	12	177,709		
	Total	20870,876	14			
ANG JOELHO E	Between Groups	14434,089	2	7217,045	26,392	,000
	Within Groups	3281,413	12	273,451		
	Total	17715,502	14			
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Between Groups	1,555	2	,777	12,388	,001
	Within Groups	,753	12	,063		
	Total	2,307	14			
ANG TRONCO	Between Groups	52,502	2	26,251	1,131	,355
	Within Groups	278,475	12	23,206		
	Total	330,977	14			
ANG COTOVELO D	Between Groups	,171	2	,085	,736	,499
	Within Groups	1,393	12	,116		
	Total	1,564	14			
ANG OMBRO D	Between Groups	4,698	2	2,349	,852	,451
	Within Groups	33,102	12	2,758		
	Total	37,800	14			
ANG COTOVELO E	Between Groups	,536	2	,268	,425	,663
	Within Groups	7,557	12	,630		
	Total	8,093	14			
ANG OMBRO E	Between Groups	,508	2	,254	,732	,501
	Within Groups	4,166	12	,347		
	Total	4,674	14			
ANG CG	Between Groups	16,300	2	8,150	,980	,403
	Within Groups	99,770	12	8,314		
	Total	116,070	14			
VELOCIDADE PILOTO	Between Groups	,825	2	,412	,877	,441
	Within Groups	5,644	12	,470		
	Total	6,469	14			

VELOCIDADE CARRO	Between Groups	,826	2	,413	1,841	,201
	Within Groups	2,692	12	,224		
	Total	3,518	14			
	Between Groups	,003	2	,002	,599	,565
	Within Groups	,032	12	,003		
	Total	,035	14			
TEMPO						

APÊNDICE III – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 2 dos atletas piloto.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	Df	Sig
ANG TRUNK	Equal variances assumed	2,346	,160	,352	9	,733
	Equal variances not assumed			,370	8,218	,721
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	2,472	,150	1,721	9	,119
	Equal variances not assumed			1,638	6,205	,151
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	1,609	,236	2,650	9	,026
	Equal variances not assumed			2,477	5,348	,053
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	3,771	,084	-1,421	9	,189
	Equal variances not assumed			-1,334	5,545	,234
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	,663	,436	-5,643	9	,000
	Equal variances not assumed			-5,490	7,379	,001
ANG CG	Equal variances assumed	5,605	,042	-,317	9	,758
	Equal variances not assumed			-,342	6,585	,743
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	3,654	,088	-,392	9	,704
	Equal variances not assumed			-,364	5,119	,730
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	,310	,591	,274	9	,791
	Equal variances not assumed			,272	8,433	,792
ANG TRUNK	Equal variances assumed	1,356	,274	,232	9	,822
	Equal variances not assumed			,249	6,836	,811
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	30,991	,000	3,922	9	,004
	Equal variances not assumed			3,594	4,524	,019
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	2,878	,124	2,397	9	,040
	Equal variances not assumed			2,239	5,298	,072
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	,005	,946	-3,580	9	,006

	Equal variances not assumed			-3,567	8,516	,007
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	1,204	,301	-1,006	9	,341
	Equal variances not assumed			-,930	4,886	,396
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	2,972	,119	-4,593	9	,001
	Equal variances not assumed			-4,264	5,049	,008
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	1,091	,323	2,654	9	,026
	Equal variances not assumed			2,849	6,900	,025
COMPRIMENTO DO PASSO DA LARGADA - PE - D	Equal variances assumed	2,501	,148	-3,194	9	,011
	Equal variances not assumed			-3,321	8,664	,009
ANG TRUNK	Equal variances assumed	15,480	,003	,201	9	,845
	Equal variances not assumed			,221	5,132	,833
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	11,638	,008	-,874	9	,405
	Equal variances not assumed			-,814	5,174	,451
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	3,040	,115	,641	9	,538
	Equal variances not assumed			,589	4,659	,583
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	6,294	,033	1,753	9	,114
	Equal variances not assumed			1,657	5,886	,150
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	3,201	,107	-,982	9	,352
	Equal variances not assumed			-,894	4,282	,419
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	4,775	,057	3,881	9	,004
	Equal variances not assumed			3,529	4,244	,022
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	3,910	,079	-,762	9	,466
	Equal variances not assumed			-,698	4,532	,519
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Equal variances assumed	,122	,735	1,849	9	,098
	Equal variances not assumed			1,809	7,686	,110
ANG TRONCO	Equal variances assumed	1,090	,324	1,329	9	,217
	Equal variances not assumed			1,297	7,559	,233

ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	17,704	,002	-,706	9	,498
	Equal variances not assumed			-,650	4,702	,546
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	23,869	,001	-2,041	9	,072
	Equal variances not assumed			-1,854	4,201	,134
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	4,681	,059	,791	9	,449
	Equal variances not assumed			,742	5,523	,488
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	1,820	,210	-,630	9	,544
	Equal variances not assumed			-,586	5,167	,582
ANG CG	Equal variances assumed	1,983	,193	-,897	9	,393
	Equal variances not assumed			-,924	8,916	,380
VELOCIDADE PILOTO	Equal variances assumed	,073	,793	-,786	9	,452
	Equal variances not assumed			-,763	7,245	,470
VELOCIDADE CARRO	Equal variances assumed	,039	,849	2,203	9	,055
	Equal variances not assumed			2,168	7,981	,062
TEMPO	Equal variances assumed	15,455	,003	,219	9	,831
	Equal variances not assumed			,242	5,238	,818

APÊNDICE IV – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 3 dos atletas piloto.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	Df	Sig
ANG TRUNK	Equal variances assumed	,476	,513	,582	7	,579
	Equal variances not assumed			,556	5,137	,602
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	,026	,876	-,467	7	,655
	Equal variances not assumed			-,474	6,860	,651
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	,577	,472	-1,969	7	,090
	Equal variances not assumed			-2,080	6,734	,078
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	3,419	,107	1,439	7	,193
	Equal variances not assumed			1,564	5,807	,170
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	,868	,383	-1,100	7	,308
	Equal variances not assumed			-1,162	6,719	,285
ANG CG	Equal variances assumed	4,787	,065	-,383	7	,713
	Equal variances not assumed			-,344	3,396	,751
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	6,436	,039	-,741	7	,483
	Equal variances not assumed			-,837	4,137	,448
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	5,538	,051	-,900	7	,398
	Equal variances not assumed			-,968	6,213	,369
ANG TRUNK	Equal variances assumed	5,355	,054	-,581	7	,580
	Equal variances not assumed			-,513	3,125	,642
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	,084	,781	,141	7	,892
	Equal variances not assumed			,135	5,255	,898
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	1,180	,313	-3,256	7	,014
	Equal variances not assumed			-3,137	5,431	,023
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	,223	,651	,147	7	,887

	Equal variances not assumed				,144	5,911	,890
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	1,022	,346	1,186	7		,274
	Equal variances not assumed			1,314	4,963		,246
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,975	,356	2,714	7		,030
	Equal variances not assumed			2,889	6,530		,025
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	5,138	,058	-1,684	7		,136
	Equal variances not assumed			-1,599	4,944		,171
COMPRIMENTO DO PASSO DA LARGADA - PE - D	Equal variances assumed	,352	,572	2,061	7		,078
	Equal variances not assumed			1,992	5,528		,098
ANG TRUNK	Equal variances assumed	1,757	,227	-2,161	7		,067
	Equal variances not assumed			-1,992	4,072		,116
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	,498	,503	-3,163	7		,016
	Equal variances not assumed			-3,176	6,659		,017
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	,036	,855	-2,736	7		,029
	Equal variances not assumed			-2,830	6,998		,025
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	11,248	,012	2,675	7		,032
	Equal variances not assumed			2,949	5,191		,030
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	1,576	,250	2,517	7		,040
	Equal variances not assumed			2,789	4,969		,039
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,194	,673	-5,260	7		,001
	Equal variances not assumed			-5,226	6,396		,002
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	3,853	,090	4,680	7		,002
	Equal variances not assumed			5,280	4,202		,005
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Equal variances assumed	3,062	,124	-2,994	7		,020
	Equal variances not assumed			-2,725	3,749		,057
ANG TRONCO	Equal variances assumed	1,440	,269	1,143	7		,290
	Equal variances not assumed			1,182	6,998		,276

ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	21,824	,002	-,962	7	,368
	Equal variances not assumed			-1,082	4,344	,336
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	5,430	,053	,464	7	,657
	Equal variances not assumed			,415	3,345	,704
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	9,787	,017	,254	7	,807
	Equal variances not assumed			,286	4,279	,788
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	2,321	,171	-1,010	7	,346
	Equal variances not assumed			-1,131	4,529	,314
ANG CG	Equal variances assumed	,399	,548	,558	7	,594
	Equal variances not assumed			,540	5,540	,610
VELOCIDADE PILOTO	Equal variances assumed	1,636	,242	-1,259	7	,248
	Equal variances not assumed			-1,393	5,038	,222
VELOCIDADE CARRO	Equal variances assumed	,557	,480	,516	7	,622
	Equal variances not assumed			,493	5,136	,643
TEMPO	Equal variances assumed	9,528	,018	-,845	7	,426
	Equal variances not assumed			-,744	3,037	,510

APÊNDICE V – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 2 e 3 dos atletas piloto.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	sig
ANG TRUNK	Equal variances assumed				8	,875
	Equal variances not assumed			,168	7,326	,871
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	3,406	,102	-2,442	8	,040
	Equal variances not assumed			-2,230	4,731	,079
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	,140	,718	-6,897	8	,000
	Equal variances not assumed			-6,414	5,059	,001
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	,148	,711	4,708	8	,002
	Equal variances not assumed			4,778	6,903	,002
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	,006	,942	5,130	8	,001
	Equal variances not assumed			5,353	7,460	,001
ANG CG	Equal variances assumed	,190	,674	-,111	8	,915
	Equal variances not assumed			-,104	5,323	,921
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	3,826	,086	-,950	8	,370
	Equal variances not assumed			-1,148	6,145	,294
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	1,071	,331	-1,261	8	,243
	Equal variances not assumed			-1,421	7,867	,194
ANG TRUNK	Equal variances assumed	2,774	,134	-,683	8	,514
	Equal variances not assumed			-,577	3,639	,598
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	5,072	,054	-2,683	8	,028
	Equal variances not assumed			-2,161	3,158	,115
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	12,757	,007	-6,250	8	,000
	Equal variances not assumed			-5,183	3,435	,010

DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	,306	,595	3,273	8	,011
	Equal variances not assumed			3,121	5,547	,023
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	,542	,483	4,737	8	,001
	Equal variances not assumed			4,887	7,244	,002
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,427	,532	11,670	8	,000
	Equal variances not assumed			10,747	4,881	,000
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	,153	,706	-3,279	8	,011
	Equal variances not assumed			-3,604	8,000	,007
COMPRIMENTO DO PASSO DA LARGADA - PE - D	Equal variances assumed	,580	,468	4,430	8	,002
	Equal variances not assumed			4,565	7,218	,002
ANG TRUNK	Equal variances assumed	9,207	,016	-,639	8	,541
	Equal variances not assumed			-,782	5,713	,465
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	1,272	,292	-3,881	8	,005
	Equal variances not assumed			-3,314	3,762	,032
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	15,035	,005	-5,677	8	,000
	Equal variances not assumed			-4,819	3,690	,010
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	1,690	,230	1,927	8	,090
	Equal variances not assumed			2,103	7,985	,069
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	,316	,589	10,577	8	,000
	Equal variances not assumed			9,629	4,681	,000
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	21,651	,002	-12,196	8	,000
	Equal variances not assumed			-9,796	3,132	,002
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	1,109	,323	17,555	8	,000
	Equal variances not assumed			20,036	7,687	,000
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Equal variances assumed	4,823	,059	-4,309	8	,003
	Equal variances not assumed			-3,563	3,406	,031
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,050	,828	-,037	8	,971

ANG COTOVELO D	Equal variances not assumed			-,038	6,721	,971
	Equal variances assumed	,688	,431	-1,057	8	,321
ANG OMBRO D	Equal variances not assumed			-1,183	7,936	,271
	Equal variances assumed	13,044	,007	1,105	8	,301
ANG COTOVELO E	Equal variances not assumed			,875	3,009	,446
	Equal variances assumed	1,208	,304	-,913	8	,388
ANG OMBRO E	Equal variances not assumed			-1,088	6,627	,315
	Equal variances assumed	,856	,382	-1,039	8	,329
ANG CG	Equal variances not assumed			-1,169	7,880	,277
	Equal variances assumed	,268	,619	1,257	8	,244
VELOCIDADE PILOTO	Equal variances not assumed			1,266	6,730	,248
	Equal variances assumed	3,334	,105	-,636	8	,542
VELOCIDADE CARRO	Equal variances not assumed			-,738	7,354	,483
	Equal variances assumed	1,088	,327	-1,118	8	,296
TEMPO	Equal variances not assumed			-1,000	4,390	,369
	Equal variances assumed	,905	,369	-,858	8	,416
	Equal variances not assumed			-,776	4,570	,476

APÊNDICE VI – Descrição dos Valores médios, desvio padrão e erro padrão dos três clusters encontrados para os atletas *breakmans*.

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error
ANG OMBRO D	1	7	180,67200	3,327821	1,257798
	2	6	183,20567	,163227	,066637
	3	2	177,09500	,110309	,078000
	Total	15	181,20853	3,004525	,775765
ANG OMBRO E	1	7	182,98157	,323779	,122377
	2	6	182,91017	,193568	,079024
	3	2	182,83150	,082731	,058500
	Total	15	182,93300	,248342	,064122
ANG COTOVELO D	1	7	179,71829	,280504	,106020
	2	6	179,48250	,118348	,048315
	3	2	179,73850	,054447	,038500
	Total	15	179,62667	,232005	,059903
ANG COTOVELO E	1	7	182,16443	2,875608	1,086878
	2	6	181,53133	3,145330	1,284076
	3	2	185,59250	,044548	,031500
	Total	15	182,36827	2,980498	,769561
ANG TRONCO	1	7	5,68729	3,442968	1,301319
	2	6	16,21300	6,960554	2,841634
	3	2	,76950	,096874	,068500
	Total	15	9,24187	7,731973	1,996387
ANG JOELHO D	1	7	246,64500	6,443666	2,435477
	2	6	244,28817	11,585065	4,729583
	3	2	242,22200	6,543566	4,627000
	Total	15	245,11253	8,452552	2,182440
ANG JOELHO E	1	7	245,39186	5,159844	1,950238
	2	6	240,26117	9,705088	3,962086
	3	2	241,31200	5,748778	4,065000
	Total	15	242,79560	7,338072	1,894682
ANG CG	1	7	177,47371	,336929	,127347
	2	6	177,38250	,268135	,109466
	3	2	177,26450	,279307	,197500
	Total	15	177,40933	,292026	,075401
DIST CG - Pé 1o Passo - X	1	7	,60171	,096965	,036649
	2	6	,67983	,057021	,023279
	3	2	,56850	,020506	,014500
	Total	15	,62853	,084989	,021944
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	1	7	,79514	,138137	,052211
	2	6	,84950	,050671	,020686
	3	2	,53300	,039598	,028000
	Total	15	,78193	,141786	,036609
DIST CG - Pé 2o Passo - X	1	7	,50500	,061849	,023377
	2	6	,55733	,077735	,031735
	3	2	,66200	,002828	,002000

	Total	15	,54687	,081333	,021000
ALT CG - Pé 2o	1	7	,58971	,141123	,053339
Passo - Y	2	6	,56400	,081253	,033171
	3	2	,79650	,091217	,064500
	Total	15	,60700	,132511	,034214
ANG OMBRO D	1	7	183,30071	,095906	,036249
	2	6	183,22717	,125260	,051137
	3	2	183,15250	,026163	,018500
	Total	15	183,25153	,111622	,028821
ANG OMBRO E	1	7	182,66986	,240485	,090895
	2	6	182,82417	,242482	,098993
	3	2	182,52600	,063640	,045000
	Total	15	182,71240	,239366	,061804
ANG COTOVELO D	1	7	179,24071	,279975	,105821
	2	6	178,84533	,388437	,158579
	3	2	179,18800	,299813	,212000
	Total	15	179,07553	,363403	,093830
ANG COTOVELO E	1	7	181,13086	2,657718	1,004523
	2	6	179,94950	2,537490	1,035926
	3	2	181,94250	4,660541	3,295500
	Total	15	180,76653	2,725487	,703718
ANG TRONCO	1	7	30,78786	6,326663	2,391254
	2	6	33,88950	7,228387	2,950977
	3	2	31,04050	9,665443	6,834500
	Total	15	32,06220	6,699244	1,729737
ANG JOELHO D	1	7	247,97871	10,637071	4,020435
	2	6	272,65150	5,764988	2,353547
	3	2	199,72300	1,855448	1,312000
	Total	15	251,41373	25,328157	6,539702
ANG JOELHO E	1	7	213,66543	10,967322	4,145258
	2	6	204,18767	8,906376	3,636013
	3	2	259,70950	4,734080	3,347500
	Total	15	216,01353	20,419002	5,272164
DIST CG - Pé 1o	1	7	,16129	,093921	,035499
Passo - X	2	6	,26167	,164393	,067113
	3	2	,30850	,095459	,067500
	Total	15	,22107	,132923	,034321
ALT CG - Pé 1o	1	7	,85829	,054472	,020589
Passo - Y	2	6	,88350	,055219	,022543
	3	2	,66350	,024749	,017500
	Total	15	,84240	,088469	,022842
DIST CG - Pé 2o	1	7	,77971	,057209	,021623
Passo - X	2	6	,87617	,069416	,028339
	3	2	,85200	,031113	,022000
	Total	15	,82793	,073723	,019035
ALT CG - Pé 2o	1	7	,70914	,062985	,023806
Passo - Y	2	6	,70367	,046436	,018957
	3	2	,88050	,082731	,058500

	Total	15	,72980	,081912	,021150
ANG TRONCO	1	7	40,41986	6,554158	2,477239
	2	6	38,18467	5,212641	2,128052
	3	2	42,75400	10,407198	7,359000
	Total	15	39,83700	6,197274	1,600129
DIST CG - Pé 1o Passo - X	1	7	,84371	,089816	,033947
	2	6	,88467	,061841	,025246
	3	2	,79700	,104652	,074000
	Total	15	,85387	,080780	,020857
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	1	7	,92071	,081784	,030911
	2	6	,91200	,065112	,026582
	3	2	,72050	,071418	,050500
	Total	15	,89053	,097612	,025203
DIST CG - Pé 2o Passo - X	1	7	,04971	,053122	,020078
	2	6	,06950	,076018	,031034
	3	2	,16150	,152028	,107500
	Total	15	,07253	,079493	,020525
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	1	7	,69814	,148397	,056089
	2	6	,66467	,068733	,028060
	3	2	,84050	,021920	,015500
	Total	15	,70373	,120422	,031093
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	1	7	,71814	,190213	,071894
	2	6	,66283	,249421	,101826
	3	2	,56900	,138593	,098000
	Total	15	,67613	,204192	,052722
ANG TRONCO	1	7	39,77129	5,534783	2,091951
	2	6	42,03500	6,467326	2,640275
	3	2	31,95850	4,859945	3,436500
	Total	15	39,63507	6,375740	1,646209
ANG JOELHO D	1	7	221,86971	15,961110	6,032732
	2	6	215,97917	11,088275	4,526769
	3	2	267,96800	24,678027	17,450000
	Total	15	225,65993	22,352860	5,771484
ANG JOELHO E	1	7	251,56429	14,025400	5,301103
	2	6	273,03017	2,494888	1,018534
	3	2	203,13200	,697207	,493000
	Total	15	253,69300	24,784766	6,399399
DIST CG - Pé 1o Passo - X	1	7	,90214	,084415	,031906
	2	6	,94683	,081901	,033436
	3	2	,87050	,045962	,032500
	Total	15	,91580	,079997	,020655
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	1	7	,77171	,307696	,116298
	2	6	,85867	,028752	,011738
	3	2	,72600	,082024	,058000
	Total	15	,80040	,209782	,054166
DIST CG - Pé 2o Passo - X	1	7	,13886	,270941	,102406
	2	6	,07383	,048926	,019974

	3	2	,10500	,056569	,040000
	Total	15	,10833	,183090	,047274
ALT CG - Pé 2o	1	7	,75357	,104369	,039448
Passo - Y	2	6	,71133	,073834	,030143
	3	2	,90100	,018385	,013000
	Total	15	,75633	,102474	,026459
TEMPO	1	7	4,88714	,051870	,019605
	2	6	4,88333	,039328	,016055
	3	2	4,96500	,021213	,015000
	Total	15	4,89600	,050256	,012976

APÊNDICE VII – Descrição dos valores encontrados após ANOVA dos três clusters encontrados para os atletas *breakmans*.

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig
ANG OMBRO D	Between Groups	59,789	2	29,894	5,387	,021
	Within Groups	66,592	12	5,549		
	Total	126,380	14			
ANG OMBRO E	Between Groups	,040	2	,020	,293	,751
	Within Groups	,823	12	,069		
	Total	,863	14			
ANG COTOVELO D	Between Groups	,208	2	,104	2,295	,143
	Within Groups	,545	12	,045		
	Total	,754	14			
ANG COTOVELO E	Between Groups	25,285	2	12,642	1,531	,256
	Within Groups	99,082	12	8,257		
	Total	124,367	14			
ANG TRONCO	Between Groups	523,588	2	261,794	10,025	,003
	Within Groups	313,380	12	26,115		
	Total	836,968	14			
ANG JOELHO D	Between Groups	37,227	2	18,614	,232	,796
	Within Groups	963,012	12	80,251		
	Total	1000,239	14			
ANG JOELHO E	Between Groups	90,126	2	45,063	,815	,466
	Within Groups	663,736	12	55,311		
	Total	753,862	14			
ANG CG	Between Groups	,075	2	,038	,404	,677
	Within Groups	1,119	12	,093		
	Total	1,194	14			
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Between Groups	,028	2	,014	2,301	,143
	Within Groups	,073	12	,006		
	Total	,101	14			
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Between Groups	,153	2	,076	7,101	,009
	Within Groups	,129	12	,011		
	Total	,281	14			
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Between Groups	,039	2	,020	4,450	,036
	Within Groups	,053	12	,004		
	Total	,093	14			
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Between Groups	,085	2	,043	3,171	,078
	Within Groups	,161	12	,013		
	Total	,246	14			
ANG OMBRO D	Between Groups	,040	2	,020	1,792	,209
	Within Groups	,134	12	,011		
	Total	,174	14			
ANG OMBRO E	Between Groups	,157	2	,079	1,461	,270
	Within Groups	,645	12	,054		
	Total	,802	14			
ANG COTOVELO D	Between Groups	,534	2	,267	2,438	,129
	Within Groups	1,315	12	,110		
	Total	1,849	14			
ANG COTOVELO E	Between Groups	7,700	2	3,850	,480	,630

	Within Groups	96,296	12	8,025		
	Total	103,996	14			
ANG TRONCO	Between Groups	33,490	2	16,745	,338	,720
	Within Groups	594,829	12	49,569		
	Total	628,318	14			
ANG JOELHO D	Between Groups	8132,716	2	4066,358	57,509	,000
	Within Groups	848,502	12	70,708		
	Total	8981,218	14			
ANG JOELHO E	Between Groups	4696,377	2	2348,188	24,702	,000
	Within Groups	1140,722	12	95,060		
	Total	5837,099	14			
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Between Groups	,050	2	,025	1,528	,256
	Within Groups	,197	12	,016		
	Total	,247	14			
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Between Groups	,076	2	,038	13,531	,001
	Within Groups	,034	12	,003		
	Total	,110	14			
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Between Groups	,031	2	,016	4,214	,041
	Within Groups	,045	12	,004		
	Total	,076	14			
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Between Groups	,053	2	,026	7,604	,007
	Within Groups	,041	12	,003		
	Total	,094	14			
ANG TRONCO	Between Groups	35,777	2	17,889	,428	,662
	Within Groups	501,910	12	41,826		
	Total	537,687	14			
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Between Groups	,013	2	,006	,985	,402
	Within Groups	,078	12	,007		
	Total	,091	14			
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Between Groups	,067	2	,033	6,048	,015
	Within Groups	,066	12	,006		
	Total	,133	14			
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Between Groups	,020	2	,010	1,700	,224
	Within Groups	,069	12	,006		
	Total	,088	14			
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Between Groups	,047	2	,023	1,797	,208
	Within Groups	,156	12	,013		
	Total	,203	14			
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Between Groups	,036	2	,018	,399	,680
	Within Groups	,547	12	,046		
	Total	,584	14			
ANG TRONCO	Between Groups	152,547	2	76,274	2,197	,154
	Within Groups	416,554	12	34,713		
	Total	569,101	14			
ANG JOELHO D	Between Groups	4242,809	2	2121,404	9,249	,004
	Within Groups	2752,296	12	229,358		
	Total	6995,105	14			
ANG JOELHO E	Between Groups	7388,106	2	3694,053	36,578	,000
	Within Groups	1211,880	12	100,990		
	Total	8599,985	14			
DIST CG - Pé 1o	Between Groups	,011	2	,006	,856	,449

Passo - X	Within Groups	,078	12	,007		
	Total	,090	14			
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Between Groups	,037	2	,019	,386	,688
	Within Groups	,579	12	,048		
	Total	,616	14			
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Between Groups	,014	2	,007	,180	,837
	Within Groups	,456	12	,038		
	Total	,469	14			
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Between Groups	,054	2	,027	3,490	,064
	Within Groups	,093	12	,008		
	Total	,147	14			
TEMPO	Between Groups	,011	2	,006	2,721	,106
	Within Groups	,024	12	,002		
	Total	,035	14			

APÊNDICE VIII – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 2 dos atletas *breakmans*.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	Df	sig
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	210,881	,000	-1,851	11	,091
	Equal variances not assumed			-2,012	6,034	,091
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	10,629	,008	,471	11	,647
	Equal variances not assumed			,490	9,967	,635
ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	2,774	,124	1,909	11	,083
	Equal variances not assumed			2,024	8,320	,076
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	,027	,872	,379	11	,712
	Equal variances not assumed			,376	10,318	,714
ANG TRONCO	Equal variances assumed	3,121	,105	-3,545	11	,005
	Equal variances not assumed			-3,368	7,058	,012
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	5,540	,038	,463	11	,652
	Equal variances not assumed			,443	7,560	,670
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	3,252	,099	1,218	11	,249
	Equal variances not assumed			1,162	7,356	,282
ANG CG	Equal variances assumed	1,007	,337	,533	11	,605
	Equal variances not assumed			,543	10,961	,598
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	,778	,397	-1,728	11	,112
	Equal variances not assumed			-1,799	9,887	,103
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	2,041	,181	-,908	11	,383
	Equal variances not assumed			-,968	7,801	,362
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	,089	,771	-1,353	11	,203
	Equal variances not assumed			-1,328	9,554	,215

ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	2,182	,168	,393	11	,702
	Equal variances not assumed			,409	9,783	,691
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	,471	,507	1,199	11	,256
	Equal variances not assumed			1,173	9,325	,270
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	,058	,815	-1,149	11	,275
	Equal variances not assumed			-1,148	10,667	,276
ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	,932	,355	2,130	11	,057
	Equal variances not assumed			2,074	8,963	,068
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	,305	,592	,816	11	,432
	Equal variances not assumed			,819	10,838	,431
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,004	,951	-,826	11	,426
	Equal variances not assumed			-,817	10,095	,433
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,402	,539	-5,060	11	,000
	Equal variances not assumed			-5,296	9,481	,000
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	,206	,659	1,690	11	,119
	Equal variances not assumed			1,719	10,983	,114
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	2,237	,163	-1,380	11	,195
	Equal variances not assumed			-1,322	7,688	,224
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	,013	,910	-,827	11	,426
	Equal variances not assumed			-,826	10,647	,427
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	,091	,768	-2,750	11	,019
	Equal variances not assumed			-2,706	9,760	,023
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	,079	,784	,176	11	,864
	Equal variances not assumed			,180	10,807	,861
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,524	,484	,672	11	,516
	Equal variances not assumed			,684	10,960	,508
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	,486	,500	-,940	11	,368

	Equal variances not assumed				-,968	10,586	,355
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	,126	,730	,210	11		,838
	Equal variances not assumed			,214	10,962		,835
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	1,627	,228	-,551	11		,593
	Equal variances not assumed			-,535	8,780		,606
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	2,946	,114	,506	11		,623
	Equal variances not assumed			,534	8,723		,607
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Equal variances assumed	1,957	,189	,454	11		,659
	Equal variances not assumed			,444	9,301		,667
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,175	,684	-,681	11		,510
	Equal variances not assumed			-,672	9,973		,517
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,054	,820	,759	11		,464
	Equal variances not assumed			,781	10,619		,452
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	6,523	,027	-3,677	11		,004
	Equal variances not assumed			-3,977	6,441		,006
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	,065	,803	-,965	11		,356
	Equal variances not assumed			-,967	10,794		,355
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	3,732	,080	-,685	11		,507
	Equal variances not assumed			-,744	6,122		,485
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	2,756	,125	,576	11		,576
	Equal variances not assumed			,623	6,454		,555
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	,589	,459	,827	11		,426
	Equal variances not assumed			,851	10,682		,414
TEMPO	Equal variances assumed	,023	,883	,147	11		,886
	Equal variances not assumed			,150	10,876		,883

APÊNDICE IX – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 1 e 3 dos atletas *breakmans*.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig	t	Df	sig
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	68,521	,000	1,448	7	,191
	Equal variances not assumed			2,838	6,046	,029
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	23,650	,002	,621	7	,554
	Equal variances not assumed			1,106	6,895	,306
ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	2,115	,189	-,097	7	,926
	Equal variances not assumed			-,179	6,961	,863
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	66,682	,000	-1,606	7	,152
	Equal variances not assumed			-3,153	6,010	,020
ANG TRONCO	Equal variances assumed	1,628	,243	1,924	7	,096
	Equal variances not assumed			3,774	6,033	,009
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,037	,852	,854	7	,421
	Equal variances not assumed			,846	1,610	,505
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	,087	,776	,970	7	,365
	Equal variances not assumed			,905	1,500	,487
ANG CG	Equal variances assumed	,829	,393	,792	7	,454
	Equal variances not assumed			,890	1,948	,469
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	1,218	,306	,460	7	,660
	Equal variances not assumed			,843	6,997	,427
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	,951	,362	2,539	7	,039
	Equal variances not assumed			4,425	6,648	,003
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	3,376	,109	-3,419	7	,011
	Equal variances not assumed			-6,692	6,086	,001
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	,674	,439	-1,909	7	,098

	Equal variances not assumed			-2,471	2,630	,102
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	1,686	,235	2,069	7	,077
	Equal variances not assumed			3,642	6,775	,009
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	1,563	,251	,801	7	,449
	Equal variances not assumed			1,418	6,837	,200
ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	,399	,547	,232	7	,823
	Equal variances not assumed			,222	1,544	,850
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	1,466	,265	-,335	7	,748
	Equal variances not assumed			-,236	1,193	,848
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,610	,460	-,046	7	,965
	Equal variances not assumed			-,035	1,257	,977
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	1,074	,334	6,096	7	,000
	Equal variances not assumed			11,410	6,878	,000
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	1,193	,311	-5,570	7	,001
	Equal variances not assumed			-8,642	4,611	,001
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	,001	,972	-1,950	7	,092
	Equal variances not assumed			-1,930	1,609	,223
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	,751	,415	4,736	7	,002
	Equal variances not assumed			7,209	4,308	,001
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	1,212	,307	-1,662	7	,141
	Equal variances not assumed			-2,343	3,345	,092
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	,230	,646	-3,230	7	,014
	Equal variances not assumed			-2,713	1,352	,169
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,733	,420	-,403	7	,699
	Equal variances not assumed			-,301	1,237	,806
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	,067	,804	,633	7	,547
	Equal variances not assumed			,574	1,454	,642

ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	,063	,809	3,106	7	,017
	Equal variances not assumed			3,381	1,847	,086
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	7,463	,029	-1,843	7	,108
	Equal variances not assumed			-1,022	1,071	,484
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	2,682	,146	-1,290	7	,238
	Equal variances not assumed			-2,446	6,716	,046
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Equal variances assumed	,243	,637	1,012	7	,345
	Equal variances not assumed			1,227	2,257	,332
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,035	,857	1,790	7	,117
	Equal variances not assumed			1,942	1,836	,203
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	,686	,435	-3,290	7	,013
	Equal variances not assumed			-2,497	1,250	,200
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	2,815	,137	4,651	7	,002
	Equal variances not assumed			9,097	6,101	,000
DIST CG - Pé 1o Passo – X	Equal variances assumed	,544	,485	,493	7	,637
	Equal variances not assumed			,695	3,339	,532
ALT CG - Pé 1o Passo – Y	Equal variances assumed	,735	,420	,199	7	,848
	Equal variances not assumed			,352	6,823	,736
DIST CG - Pé 2o Passo – X	Equal variances assumed	,844	,389	,168	7	,872
	Equal variances not assumed			,308	6,994	,767
ALT CG - Pé 2o Passo – Y	Equal variances assumed	2,643	,148	-1,898	7	,099
	Equal variances not assumed			-3,550	6,887	,010
TEMPO	Equal variances assumed	,391	,552	-1,994	7	,086
	Equal variances not assumed			-3,154	4,935	,026

APÊNDICE X – Descrição dos valores encontrados após a análise no Teste T dos clusters 2 e 3 dos atletas *breakmans*.

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig	t	Df	sig
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	,621	,461	48,079	6	,000
	Equal variances not assumed			59,565	2,704	,000
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	2,646	,155	,536	6	,612
	Equal variances not assumed			,800	4,790	,461
ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	2,514	,164	-2,843	6	,029
	Equal variances not assumed			-4,144	4,432	,012
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	11,496	,015	-1,732	6	,134
	Equal variances not assumed			-3,162	5,006	,025
ANG TRONCO	Equal variances assumed	3,531	,109	2,977	6	,025
	Equal variances not assumed			5,433	5,006	,003
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	3,082	,130	,232	6	,824
	Equal variances not assumed			,312	3,432	,773
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	,920	,374	-,140	6	,893
	Equal variances not assumed			-,185	3,221	,864
ANG CG	Equal variances assumed	,025	,879	,535	6	,612
	Equal variances not assumed			,523	1,677	,662
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	1,051	,345	2,586	6	,041
	Equal variances not assumed			4,060	5,496	,008
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	,265	,625	7,911	6	,000
	Equal variances not assumed			9,092	2,255	,008
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	2,074	,200	-1,806	6	,121
	Equal variances not assumed			-3,292	5,039	,021
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	,046	,838	-3,431	6	,014

	Equal variances not assumed			-3,206	1,577	,115
ANG OMBRO D	Equal variances assumed	2,305	,180	,796	6	,456
	Equal variances not assumed			1,373	5,890	,220
ANG OMBRO E	Equal variances assumed	3,214	,123	1,638	6	,152
	Equal variances not assumed			2,742	5,999	,034
ANG COTOVELO D	Equal variances assumed	,692	,437	-1,119	6	,306
	Equal variances not assumed			-1,294	2,289	,311
ANG COTOVELO E	Equal variances assumed	1,546	,260	-,814	6	,447
	Equal variances not assumed			-,577	1,205	,653
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,333	,585	,454	6	,666
	Equal variances not assumed			,383	1,398	,752
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	10,282	,018	16,799	6	,000
	Equal variances not assumed			27,065	5,793	,000
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	1,143	,326	-8,137	6	,000
	Equal variances not assumed			-11,234	3,717	,001
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	,917	,375	-,370	6	,724
	Equal variances not assumed			-,492	3,308	,654
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	1,055	,344	5,241	6	,002
	Equal variances not assumed			7,709	4,561	,001
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	,958	,366	,458	6	,663
	Equal variances not assumed			,674	4,561	,533
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	1,863	,221	-3,996	6	,007
	Equal variances not assumed			-2,876	1,218	,176
ANG TRONCO	Equal variances assumed	2,227	,186	-,877	6	,414
	Equal variances not assumed			-,596	1,173	,645
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	1,078	,339	1,517	6	,180
	Equal variances not assumed			1,121	1,243	,434

ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	,001	,974	3,543	6	,012
	Equal variances not assumed			3,356	1,606	,105
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	3,153	,126	-1,210	6	,272
	Equal variances not assumed			-,822	1,172	,545
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	1,646	,247	-3,398	6	,015
	Equal variances not assumed			-5,485	5,811	,002
COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	Equal variances assumed	4,550	,077	,490	6	,642
	Equal variances not assumed			,664	3,507	,548
ANG TRONCO	Equal variances assumed	,226	,651	1,981	6	,095
	Equal variances not assumed			2,325	2,364	,126
ANG JOELHO D	Equal variances assumed	8,193	,029	-4,458	6	,004
	Equal variances not assumed			-2,884	1,138	,187
ANG JOELHO E	Equal variances assumed	2,983	,135	37,298	6	,000
	Equal variances not assumed			61,771	5,977	,000
DIST CG - Pé 1o Passo - X	Equal variances assumed	,241	,641	1,213	6	,271
	Equal variances not assumed			1,637	3,462	,188
ALT CG - Pé 1o Passo - Y	Equal variances assumed	11,492	,015	3,819	6	,009
	Equal variances not assumed			2,242	1,083	,252
DIST CG - Pé 2o Passo - X	Equal variances assumed	,002	,964	-,759	6	,477
	Equal variances not assumed			-,697	1,542	,576
ALT CG - Pé 2o Passo - Y	Equal variances assumed	4,486	,078	-3,425	6	,014
	Equal variances not assumed			-5,778	5,996	,001
TEMPO	Equal variances assumed	,868	,387	-2,708	6	,035
	Equal variances not assumed			-3,717	3,647	,024

APÊNDICE XI – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas pilotos.

ANG OMBRO D	ANG OMBRO E	ANG COTOVELO D	ANG COTOVELO E	ANG TRONCO	ANG JOELHO D
177,109	183,247	179,913	179,949	4,417	252,284
183,178	183,018	179,428	179,325	13,557	250,956
183,136	182,753	179,648	185,757	14,014	232,111
183,332	182,628	179,171	185,028	12,354	234,867
183,481	183,273	179,897	179,721	5,217	248,358
183,441	183,179	179,516	179,587	5,037	230,263
177,017	182,773	179,777	185,561	0,838	246,849
177,173	182,890	179,700	185,624	0,701	237,595
183,353	183,012	179,386	179,490	25,049	240,754
183,133	182,841	179,577	179,611	18,946	254,588
182,993	182,658	179,340	185,418	20,675	257,057
177,081	183,167	179,881	179,883	1,074	242,898
177,157	183,267	179,926	179,891	4,883	252,538
183,358	182,697	179,703	185,358	4,751	244,299
183,186	182,592	179,537	185,321	7,115	251,271

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

	ANG JOELHO E		ANG CG
72,284	245,383	65,383	177,666
70,956	241,644	61,644	177,113
52,111	227,972	47,972	177,386
54,867	234,597	54,597	177,744
68,358	248,727	68,727	176,991
50,263	231,612	51,612	177,785
66,849	245,377	65,377	177,067
57,595	237,247	57,247	177,462
60,754	238,359	58,359	177,167
74,588	253,154	73,154	177,228
77,057	248,826	68,826	177,616
62,898	245,383	65,383	177,098
72,538	249,507	69,507	177,865
64,299	244,893	64,893	177,328
71,271	249,253	69,253	177,624

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

ANG OMBRO D	ANG OMBRO E	ANG COTOVELO D	ANG COTOVELO E	ANG TRONCO	ANG JOELHO D
183,464	182,711	179,538	179,149	27,725	229,976
183,163	182,786	179,078	179,142	34,060	267,762
183,232	182,752	179,162	179,257	28,180	268,564
183,329	182,553	178,917	178,734	42,656	247,067
183,362	183,095	179,606	179,602	27,823	242,263
183,389	183,135	178,523	178,548	33,171	276,018
183,134	182,571	179,400	185,238	24,206	201,035
183,171	182,481	178,976	178,647	37,875	198,411
183,348	183,101	178,213	178,778	47,557	276,877
183,181	182,577	179,132	185,103	27,553	266,437
183,050	182,594	178,964	178,869	32,816	280,251
183,274	182,484	179,449	185,008	22,249	250,292
183,257	182,760	179,046	180,097	33,056	250,424
183,161	182,348	179,052	184,851	29,781	265,415
183,258	182,738	179,077	180,475	32,225	250,414

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

	ANG JOELHO E		DIST CG - Pé 1o Passo - X	ALT CG - Pé 1o Passo - Y
49,976	202,423	22,423	0,168	0,919
87,762	213,694	33,694	0,378	0,854
88,564	207,422	27,422	0,462	0,789
67,067	221,147	41,147	0,081	0,869
62,263	227,359	47,359	0,164	0,901
96,018	189,828	9,828	0,132	0,915
21,035	256,362	76,362	0,376	0,646
18,411	263,057	83,057	0,241	0,681
96,877	212,396	32,396	0,017	0,938
86,437	200,393	20,393	0,330	0,922
100,251	201,393	21,393	0,251	0,883
70,292	195,595	15,595	0,216	0,753
70,424	217,770	37,770	0,689	0,833
85,415	215,300	35,300	0,279	0,882
70,414	216,064	36,064	0,235	0,840

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

DIST CG - Pé 2o Passo - X	ALT CG - Pé 2o Passo - Y	ANG TRONCO	DIST CG - Pé 1o Passo - X
0,768	0,701	38,649	0,810
0,830	0,761	42,274	0,824
0,788	0,636	38,120	0,903
0,752	0,820	45,764	0,658
0,682	0,707	48,063	0,921
0,988	0,734	28,522	0,987
0,830	0,822	35,395	0,723
0,874	0,939	50,113	0,871
0,856	0,731	41,833	0,817
0,884	0,672	36,891	0,892
0,911	0,688	41,468	0,885
0,843	0,623	28,795	0,866
0,836	0,232	43,846	0,897
0,757	0,653	41,757	0,852
0,834	0,697	36,065	0,902

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

ALT CG - Pé 1o Passo - Y	DIST CG - Pé 2o Passo - X	ALT CG - Pé 2o Passo - Y
0,981	0,023	0,648
0,846	0,161	0,695
0,824	0,070	0,671
0,998	0,024	0,612
0,975	0,041	0,807
0,983	0,000	0,725
0,771	0,269	0,825
0,670	0,054	0,856
0,936	0,001	0,627
0,912	0,163	0,546
0,971	0,022	0,724
0,868	0,023	0,614
0,764	0,162	0,962
0,923	0,007	0,517
0,936	0,068	0,727

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	ANG TRONCO	ANG JOELHO D		ANG JOELHO E
0,607	38,649	219,804	39,804	258,387
0,532	33,036	227,465	47,465	275,252
0,320	42,274	206,645	26,645	269,937
0,898	38,120	225,591	45,591	243,197
0,584	45,764	212,916	32,916	260,787
0,919	48,063	201,239	21,239	271,578
0,471	28,522	250,518	70,518	202,639
0,667	35,395	285,418	105,418	203,625
0,883	50,113	226,892	46,892	273,336
0,485	41,833	211,435	31,435	276,527
0,838	36,891	222,199	42,199	271,551
0,717	41,468	212,837	32,837	257,803
1,026	28,795	255,416	75,416	222,853
0,474	43,846	207,133	27,133	257,236
0,721	41,757	219,391	39,391	260,687

APÊNDICE XI – Valores médios do comportamento angular dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; valores médios do deslocamento do CG, altura do CG e ângulo do CG; e valor médio do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

	DIST CG - Pé 1o Passo - X	ALT CG - Pé 1o Passo - Y	DIST CG - Pé 2o Passo - X
78,387	0,862	0,914	0,006
95,252	0,909	0,825	0,128
89,937	0,903	0,824	0,070
63,197	0,728	0,887	0,017
80,787	0,933	0,915	0,023
91,578	1,104	0,858	0,028
22,639	0,838	0,784	0,145
23,625	0,903	0,668	0,065
93,336	0,873	0,879	0,006
96,527	0,942	0,893	0,093
91,551	0,950	0,873	0,118
77,803	0,930	0,830	0,033
42,853	0,980	0,077	0,746
77,236	0,943	0,900	0,129
80,687	0,939	0,879	0,018

APÊNDICE XI – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

DIST CG - Pé 1o Passo - X	ALT CG - Pé 1o Passo - Y	DIST CG - Pé 2o Passo - X	ALT CG - Pé 2o Passo - Y
0,586	0,780	0,479	0,445
0,665	0,848	0,614	0,616
0,709	0,779	0,579	0,418
0,603	0,994	0,479	0,751
0,558	0,835	0,443	0,586
0,735	0,899	0,600	0,591
0,554	0,505	0,660	0,732
0,583	0,561	0,664	0,861
0,577	0,916	0,407	0,653
0,674	0,824	0,543	0,546
0,719	0,831	0,601	0,560
0,674	0,732	0,527	0,467
0,426	0,541	0,535	0,815
0,632	0,851	0,451	0,537
0,733	0,833	0,621	0,527

APÊNDICE XI – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas pilotos. (continuação)

ALT CG - Pé 2o Passo - Y	TEMPO
0,720	4,89
0,795	4,84
0,671	4,91
0,677	4,98
0,844	4,81
0,779	4,89
0,914	4,95
0,888	4,98
0,676	4,88
0,603	4,84
0,744	4,94
0,720	4,9
0,923	4,89
0,613	4,89
0,778	4,85

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.

ANG TRUNK	DIST CG - Pé 1o Passo - X	ALT CG - Pé 1o Passo - Y	DIST CG - Pé 2o Passo - X	ALT CG - Pé 2o Passo - Y
31,253	0,008	0,517	0,964	0,220
29,769	0,303	0,705	0,708	0,893
34,044	0,956	1,317	0,073	0,533
42,162	0,330	0,950	0,173	0,538
31,687	0,390	1,153	0,424	0,761
36,522	0,454	0,768	0,346	0,446
37,164	0,664	0,674	0,494	1,002
28,887	1,066	1,098	0,244	0,581
42,113	0,360	0,922	0,656	0,547
39,115	0,084	0,476	0,525	0,915
32,820	-0,028	0,521	0,743	0,973
35,161	0,940	1,180	0,136	0,599
44,380	0,101	0,587	0,851	1,256
35,244	1,030	0,889	0,321	0,659
25,901	0,111	0,433	0,865	1,006

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

ANG CG	ANG JOELHO D		ANG JOELHO E		ANG TRUNK	DIST CG - Pé 1o Passo - X
3,631	282,184	102,184	282,546	102,546	38,407	0,738
4,469	261,803	81,803	247,993	67,993	36,666	0,107
1,500	265,586	85,586	256,159	76,159	37,619	0,433
1,838	257,820	77,820	282,343	102,343	53,335	0,870
4,920	264,246	84,246	273,769	93,769	36,382	0,302
5,071	240,867	60,867	243,801	63,801	36,820	0,666
0,154	236,836	56,836	263,820	83,820	37,639	0,108
9,826	262,896	82,896	277,284	97,284	30,103	0,148
4,198	207,319	27,319	273,212	93,212	37,306	0,311
6,305	258,366	78,366	287,843	107,843	39,468	0,187
6,049	269,945	89,945	254,061	74,061	28,860	0,041
2,087	259,566	79,566	275,061	95,061	34,149	0,289
1,244	249,402	69,402	226,238	46,238	39,399	0,130
4,198	268,518	88,518	232,536	52,536	37,306	0,311
7,481	264,054	84,054	267,532	87,532	36,135	0,017

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

ALT CG - Pé 1o Passo - Y	DIST CG - Pé 2o Passo - X	ALT CG - Pé 2o Passo - Y	ANG JOELHO D	
0,671	0,467	1,299	262,943	82,943
0,790	0,953	0,873	304,332	124,332
1,217	0,588	0,534	181,978	1,978
1,330	0,397	0,566	217,471	37,471
1,032	0,928	0,720	193,999	13,999
0,769	0,516	0,477	230,463	50,463
0,704	0,953	0,868	281,275	101,275
0,978	0,849	0,708	191,680	11,680
0,862	0,880	0,477	246,680	66,680
0,715	0,997	0,831	274,503	94,503
0,629	1,344	1,034	288,481	108,481
0,996	0,819	0,686	194,599	14,599
0,701	1,292	1,103	292,169	112,169
0,862	0,880	0,477	246,680	66,680
0,669	1,337	1,008	292,952	112,952

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

ANG JOELHO E		COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO	ANG TRUNK
254,419	157,362	0,947	35,481
208,516	152,848	0,963	37,827
246,547	68,525	0,184	35,786
234,534	92,006	0,508	37,688
287,880	121,879	0,698	35,206
231,060	101,523	0,823	35,146
206,589	127,863	1,015	37,810
282,700	114,380	0,732	35,989
223,866	110,546	0,945	35,146
101,620	16,123	1,238	35,307
198,416	126,896	1,457	28,161
259,417	94,016	0,505	34,149
202,772	134,940	1,632	39,306
223,866	110,546	0,945	35,146
195,793	128,745	1,583	29,046

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

DIST CG - Pé 1o Passo - X	ALT CG - Pé 1o Passo - Y	DIST CG - Pé 2o Passo - X	ALT CG - Pé 2o Passo - Y
0,456	0,469	1,009	1,244
0,874	0,866	0,529	1,005
1,278	1,304	0,277	0,725
1,552	1,338	0,181	0,571
1,265	1,092	0,341	0,633
0,866	0,908	0,426	0,867
0,575	0,728	0,274	0,941
0,898	1,011	0,121	0,613
0,866	0,908	0,426	0,867
0,714	0,694	0,364	0,934
0,821	0,796	0,509	1,012
0,289	0,996	0,819	0,686
0,883	0,839	0,173	1,006
0,866	0,908	0,426	0,867
0,792	0,759	0,513	1,038

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

ANG JOELHO D		ANG JOELHO E		COMPRIMENTO DO PRIMEIRO PASSO
237,406	237,406	314,473	134,473	0,237
198,868	198,868	273,623	93,623	0,302
264,002	264,002	196,347	16,347	1,011
295,820	295,820	200,785	20,785	1,775
277,070	277,070	202,876	22,876	0,980
229,553	229,553	252,446	72,446	0,626
191,512	191,512	263,298	83,298	0,336
302,978	302,978	205,502	25,502	0,820
229,553	229,553	252,446	72,446	0,626
200,255	200,255	285,432	105,432	0,404
197,046	197,046	271,568	91,568	0,216
194,599	194,599	259,417	79,417	0,531
195,649	195,649	275,271	95,271	0,607
229,553	229,553	252,446	72,446	0,626
199,436	199,436	280,761	100,761	0,296

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

ANG TRONCO	ANG COTOVELO D		ANG OMBRO D	ANG COTOVELO E	
37,831	179,583	-0,417	185,310	180,236	0,236
36,126	180,036	0,036	185,338	178,041	-1,959
37,055	180,356	0,356	185,449	178,790	-1,210
37,477	180,411	0,411	179,245	178,314	-1,686
41,443	180,261	0,261	185,508	178,464	-1,536
35,037	179,516	-0,484	183,441	179,587	-0,413
41,997	180,506	0,506	185,372	177,958	-2,042
31,062	180,180	0,180	185,771	178,590	-1,410
48,305	179,820	-0,180	184,116	178,526	-1,474
38,214	180,134	0,134	185,274	177,795	-2,205
29,251	180,197	0,197	185,655	178,160	-1,840
44,815	180,670	0,670	185,222	177,665	-2,335
39,456	180,034	0,034	185,242	179,399	-0,601
37,331	180,565	0,565	185,255	177,466	-2,534
34,880	180,275	0,275	185,400	178,212	-1,788

APÊNDICE XII – Valores médios do ângulo dos ombros, cotovelos, tronco e joelhos; do deslocamento do CG e altura do CG; e do comprimento do passo dos atletas *breakmans*.(continuação)

ANG OMBRO E	ANG CG	VELOCIDADE PILOTO	VELOCIDADE CARRO	TEMPO
185,544	182,986	3,925	1,711	4,89
184,021	176,913	3,940	1,380	4,84
184,686	183,063	3,376	1,296	4,91
184,307	176,912	4,040	1,853	4,98
184,245	176,955	3,459	2,685	4,81
183,179	177,785	1,539	2,726	4,89
183,991	176,944	2,617	1,046	4,95
184,574	176,948	3,618	1,370	4,98
183,830	179,816	3,334	1,721	4,88
183,974	183,011	3,267	1,203	4,84
184,362	183,124	3,559	1,731	4,94
183,630	176,947	3,011	2,049	4,9
184,954	183,117	4,275	2,050	4,89
183,707	179,816	3,334	1,721	4,89
184,098	182,907	2,722	1,272	4,85