



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE  
CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**



**BRUNO LIU LOURENÇO**

**Descrição das condições de equilíbrio durante o  
deslocamento no Slackline: estudo comparativo entre  
praticante e iniciante**

**Limeira  
2014**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**

**BRUNO LIU LOURENÇO**

**Descrição das condições de equilíbrio durante o  
deslocamento no Slackline: estudo comparativo entre  
praticante e iniciante**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Ciências do Esporte pela Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campus II de Limeira/SP.

**Orientador: Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante**

**Coorientador: Lucas Antônio Monezi**

**Limeira**

**2014**

L934d	<p>Lourenço, Bruno Liu</p> <p>Descrição das condições de equilíbrio durante o deslocamento no Slackline: estudo comparativo entre praticante e iniciante / Bruno Liu Lourenço. - Limeira, SP: [s.n.], 2014. 51 f.</p> <p>Orientador: Luciano Allegretti Mercadante. Co-orientador: Lucas Antônio Monezi. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas</p> <p>1. Linguagem corporal. 2. Equilíbrio Postural. 3. Movimento corporal. 4. Equilíbrio. 5. Ciências do esporte. I. Mercadante, Luciano Allegretti. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.</p>
-------	--

Título em inglês: Description of balance conditions during translation on Slackline: comparative study between a slackliner and a beginner.

Keywords: - Body language;  
- Postural Balance;  
- Body movement;  
- Balance;  
- Science of Sport.

Titulação: Bacharel em Ciências do Esporte.

Banca Examinadora: Me.Yura Yuka Sato dos Santos.  
Me. Marcelo Fernandes Rodrigues.

Data da defesa: 17/12/2014.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço antes de tudo minha mãe, meu maior exemplo nessa vida, se cheguei algum lugar hoje todos os méritos são dela.

Agradeço minha irmã que sempre esteve do meu lado e aos meus familiares e a todos meus irmãos e amigos que conheci durante todo esse tempo de graduação.

Agradeço em especial ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante, que nunca poupou esforços para me ajudar a concluir esse trabalho, agradeço ao meu coorientador Lucas Monezi por toda ajuda dada para conclusão desse trabalho.

"Equilíbrio é a habilidade de olhar para a vida a partir de uma perspectiva clara - fazer a coisa certa no momento certo.

Uma pessoa equilibrada será capaz de apreciar a beleza e o significado de cada situação seja ela adversa ou favorável.

Equilíbrio é a habilidade de aprender com a situação e de prosseguir com sentimentos positivos. É estar sempre alerta, ser totalmente focado, e ter uma visão ampla.

Equilíbrio vem do entendimento, humildade e tolerância.

O mais elevado estado de equilíbrio é voar livre de tudo e, ainda assim, manter-se firmemente enraizado na realidade do mundo."

Brahma Kumaris

## RESUMO

O nosso corpo deve ser capaz de controlar um desequilíbrio para readquirir o equilíbrio e, dessa forma, somos capazes de nos deslocarmos. O simples ato de caminhar nada mais é que nos desequilibrarmos e readquirirmos o equilíbrio e, caso não houvesse esse reequilíbrio, nós cairíamos. Em outras palavras, o deslocamento é uma sucessão de equilíbrio-desequilíbrio. Nesse Trabalho de Conclusão de Curso iremos descrever a relação das condições de equilíbrio durante o deslocamento no Slackline, através do modelo antropométrico sugerido por ZATSIORSKY, SELUYANOV e CHUGNOVA (1990) foram analisados dois indivíduos, um praticante experiente e um não praticante de Slackline, os voluntários inicialmente foram submetidos ao protocolo de medidas antropométricas, sendo elas massa corporal, estatura, circunferências e comprimentos dos segmentos corporais, os indivíduos foram marcados com os marcadores de LED de acordo com o modelo proposto para segmentação por Zatsiorsky *et al.* (1990). Posteriormente foi feita uma coleta de um vídeo dos indivíduos em deslocamento sobre a fita, para ser analisado. Para a realização deste trabalho de conclusão de curso, foi utilizado o sistema DVídeo de análise cinemática (BARROS *et al.*, 1999, FIGUEROA *et al.*, 2003), que permite a obtenção das coordenadas tridimensionais de marcadores ativos (LEDs). Com este estudo os resultados sugerem que o Sujeito 1, o atleta de Slackline, teve um equilíbrio e domínio do caminhar sobre o Slackline maior do que o Sujeito 2, devido sua maior variação de deslocamento lateral do que o Sujeito 1, sugere um maior desequilíbrio do Sujeito 2 ao Sujeito 1.

Palavra Chave: Equilíbrio, Equilíbrio Postural, Ciências do Esporte.

## ABSTRACT

Our body is able to control unbalance to reacquire balance and, that way, we are able to dislocate ourselves. The simple act of walking is nothing but unbalancing to balancing over again and, in case we couldn't reestablish that balance, we would fall. In other words, dislocating is a sequence of balancing-unbalancing. In this course conclusion paper we'll describe the conditions of balancing during the dislocations on Slackline, through the Anthropometrical Model suggested by ZATSIORSKY, SELUYANOV and CHUGNOVA (1990). Two individuals were analyzed, one of them an experienced slack-liner and the other with no experience whatsoever, the volunteers were originally subjected to the anthropometric measurement protocol based on body mass, standing height, circumference measures and body segments length. The individuals were marked with LED markers according to the model proposed to segmentation by Zatsiorsky et al. (1990). Subsequently a video of the two individuals dislocating over the slackline was recorded to be investigated. To achieve the final work of this paper we used the DVideo cinematic analyzing system (BARROS et al., 1999, FIGUEROA et al., 2003), that allows the acquirement of the active markers tridimensional coordinates (LEDs). In this study the results suggests us that Subject 1, the slack-liner, had more balance and control through the slacklining than Subject 2, due the better lateral dislocation variability compared to Subject 1, suggesting a bigger unbalance on Subject 2 than on Subject 1.

Key Words: Balance, Postural Balance, Sports Science.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Representação dos marcadores de LED utilizados na coleta.....	25
<b>Figura 2</b> – Vista anterior do sujeito modelo de representação dos 26 pontos dos segmentos corporais com marcadores de LED.....	26
<b>Figura 3</b> - Vista posterior do sujeito modelo de representação dos 26 pontos dos segmentos corporais com marcadores de LED.....	27
<b>Figura 4</b> - Fita de Slackline marca Gibbon <sup>®</sup> , modelo <i>Surfer Line x13</i> utilizado durante as coletas.....	30
<b>Figura 5</b> – Desenho representativo do local de coleta.....	30
<b>Figura 6</b> – Câmera utilizada para obtenção dos dados.....	31
<b>Figura 7</b> – Câmera utilizada para obtenção dos dados.....	31
<b>Figura 8</b> – Representação do programa Dvideo.....	33

## LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** – Coordenada horizontal dos pés direitos e esquerdo durante, o caminhar do Sujeito 1.....37
- Gráfico 2** – Coordenada horizontal dos pés direitos e esquerdo, durante o caminhar do Sujeito 2.....37
- Gráfico 3** – Coordenada látero-lateral dos pés do Sujeito 2 durante a caminhada..38
- Gráfico 4** – Coordenada látero-lateral dos pés do Sujeito 1 durante a caminhada..38
- Gráfico 5** – Representa a amplitude da movimentação da mão direita de ambos os sujeitos durante o caminhar.....39
- Gráfico 6** – Representa a amplitude da movimentação da mão esquerda de ambos os sujeitos durante o caminhar.....40
- Gráfico 7** – Representa a movimentação do início do tronco, durante a caminhada.....41

## LISTA TABELA

- Tabela 1** - Caracterização do sujeito 1 contendo Estatura (m), Massa (kg), Idade (anos) e Medidas antropométricas dos segmentos corporais (cm), segundo proposto por Zatsiorsky *et al.* (1990).....24
- Tabela 2** - Caracterização do sujeito 2 contendo Estatura (m), Massa (kg), Idade (anos) e Medidas antropométricas dos segmentos corporais (cm), segundo proposto por Zatsiorsky *et al.* (1990).....24
- Tabela 3** - Pontos anatômicos com os marcadores utilizados na coleta.....28
- Tabela 4** – Representa a amplitude da movimentação do Slackline no deslocamento dos sujeitos.....34
- Tabela 5** – Representa a amplitude da movimentação do pé direito no deslocamento dos sujeitos.....35
- Tabela 6** – Representa a amplitude da movimentação do pé direito no deslocamento dos sujeitos.....35
- Tabela 7** – Tabela de amplitude de movimentação da mão direita durante o descolamento dos sujeitos.....35
- Tabela 8** – Tabela de amplitude de movimentação da mão esquerda durante o descolamento dos sujeitos.....36
- Tabela 9** – Amplitude da movimentação do tronco durante o caminhar.....36

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. OBJETIVO GERAL</b> .....	<b>13</b>
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>14</b>
<b>4. SLACKLINE</b> .....	<b>15</b>
4.1. HISTÓRIA .....	15
4.2. MODALIDADES DO SLACKLINE.....	16
4.3. GETS – GRUPO DE TREINAMENTO DE SLACKLINE .....	17
<b>5. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
5.1. O CONCEITO DE EQUILÍBRIO .....	19
5.2. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O SLACKLINE.....	20
<b>6. METODOLOGIA</b> .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
6.1 AMOSTRA.....	23
6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS .....	24
6.3. REPRESENTAÇÃO DOS SEGMENTOS CORPORAIS .....	25
6.4 Coleta de dados.....	29
6.5 MATERIAIS E AMBIENTE DE COLETA .....	29
6.6 CALIBRAÇÃO E SINCRONIZAÇÃO DAS CAMÊRAS.....	32
6.7 Medição dos pontos de início e fim dos segmentos.....	32
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>8. CONCLUSÃO</b> .....	<b>43</b>
<b>9. REFERENCIAS</b> .....	<b>44</b>
<b>10. ANEXOS</b> .....	<b>47</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O nosso corpo deve ser capaz de controlar um desequilíbrio para readquirir o equilíbrio e, dessa forma, somos capazes de nos deslocarmos. O simples ato de caminhar nada mais é que nos desequilibrarmos e readquirirmos o equilíbrio e, caso não houve esse reequilíbrio, nós iríamos cair. Em outras palavras, o deslocamento é uma sucessão de equilíbrio-desequilíbrio, caracterizada como equilíbrio dinâmico, onde desenvolvemos a habilidade de buscar a manutenção da projeção do centro de massa corporal dentro da base de sustentação.

No dia a dia o equilíbrio é tão presente e quase tão importante quanto respirar. Se pensarmos no que ele representa ou até mesmo como ele ocorre, o corpo humano se equilibra, desequilibra e readquire o equilíbrio de maneira automática, porém, é uma capacidade fundamental do ser humano. Tal capacidade é tão fundamental que o simples caminhar não ocorreria se não tivéssemos a capacidade de se equilibrar e readquirir o equilíbrio. Até mesmo um olhar para o lado pode ser o bastante para uma queda. Não conseguiríamos nem ficar sentado para realizar uma alimentação sem nos equilibrarmos. O equilíbrio é tão fundamental e presente no dia a dia que é só lembrarmos de um recém nascido e o quão difícil é para ele ficar sentado, pois o peso de sua cabeça já é suficiente para ele perder o equilíbrio. Desde cedo os bebês começam a construir mentalmente esquemas de ação, onde eles passam a entender o meio, e as noções de espaço e tempo são construídas pela ação. O simples ato de pegar algo e levar até a boca, entre várias outras experiências infantis, acaba gerando experiências e irá ajudá-lo a ganhar noção espacial, que com seu crescimento vai sendo aprimorada e auxiliando-o a ter equilíbrio corporal.

O equilíbrio é um dos sentidos que permite o ajustamento dos indivíduos ao meio. O controle postural é um aspecto básico para compreender a capacidade que o ser humano tem para exercer suas atividades e manter o corpo em equilíbrio nas situações de repouso (equilíbrio estático) e movimento, quando submetido a diversos estímulos (equilíbrio dinâmico), proporcionando estabilidade e orientação (LOPEZ & FERNANDEZ, 2004).

Até nas coisas que parecem ser mais simples como se manter na posição ereta, passam a ser muito complexas quando nós tratamos o equilíbrio

fisiologicamente. A manutenção do equilíbrio do corpo é atribuída ao sistema de controle postural, um conceito utilizado para se referir às funções dos sistemas nervoso, sensorial e motor, que desempenham esse papel. O sistema sensorial fornece informações sobre a posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente. O sistema motor é responsável pela ativação correta e adequada de músculos para a realização dos movimentos. O sistema nervoso central integra informações provenientes dos sistema sensorial para, então, enviar impulsos nervosos aos músculos que geram respostas neuromusculares. As respostas neuromusculares são necessárias para garantir, por exemplo, que, na postura ereta e com os pés imóveis, a projeção vertical do centro de gravidade (CG) do corpo seja mantida dentro da base de suporte. (DUARTE; FREITAS, 2010)

Segundo PEDALINI et al. (1999), o equilíbrio corporal é a capacidade do ser humano de manter-se ereto ou executar movimentos de aceleração e rotação do corpo sem oscilação ou queda. A manutenção da postura é garantida pela interação sensório-motora.

No dicionário o desequilíbrio é classificado como: falta ou perda de equilíbrio.

O equilíbrio é a capacidade mais importante em diferentes modalidades esportivas, entre elas, o Slackline. Durante minha graduação no curso de Ciências do Esporte, na Faculdade de Ciências Aplicadas de Limeira (FCA), fui apresentado a essa nova modalidade que vem ganhando cada vez mais espaço e gosto pela população. O Slackline nada mais é do que a prática de caminhar e realizar manobras sobre uma fita geralmente feita de nylon, ancorada em dois pontos fixos, podendo ter a largura de 2,5 a 5cm. A prática de tal modalidade me chamou muita atenção por envolver diversas capacidades como: equilíbrio e concentração, por exemplo.

Essa ligação com o Slackline levou-me, junto com amigos graduandos do curso de Ciências do Esporte da FCA, a criar um Grupo de Estudos e Treinamento de Slackline, o GETS, onde estamos desenvolvendo e ministrando uma metodologia de ensino e treinamento para iniciantes da prática, aplicada a alunos da FCA. A evolução e dedicação ao GETS e ao Slackline, despertou-me a vontade de estudar e pesquisar mais profundamente tal prática e dedicar o tema ao meu Trabalho de Conclusão de Curso, afim de analisar as condições de equilíbrio durante o

deslocamento no Slackline por cinematria, utilizando a posição do Centro de Massa (CM), do corpo do praticante. Durante a prestação de serviço da modalidade, notamos que a medida que um atleta adquire experiência por tempo de treinamento, as estratégias corporais para o deslocamento sobre a fita vão evoluindo, no sentido da diminuição da movimentação na direção látero-lateral do sistema sujeito-fita, bem como na movimentação dos segmentos corporais.

Nesse Trabalho de Conclusão de Curso iremos descrever relação das condições de equilíbrio durante o deslocamento no Slackline, sua relação com o equilíbrio entre um atleta da modalidade de longline e outro que nunca teve contato com o Slackline.

## **2. OBJETIVO GERAL**

O objetivo deste trabalho foi de descrever e comparar a movimentação dos segmentos corporais de um atleta experiente e um não praticante, durante o deslocamento no Slackline.

### **3. JUSTIFICATIVA**

O Slackline é uma modalidade que vem cada vez mais ganhando adeptos, que buscam uma atividade física diferenciada e muito prazerosa, em que não se exclui nenhum praticante, seja pela idade ou sexo. Sendo assim, pode abranger um largo espectro de praticantes e de objetivos da prática. Por outro lado, a importância do equilíbrio corporal para a qualidade de vida, evidenciada na introdução deste trabalho, e seu papel na prática do Slackline, são aspectos importantes na escolha dos objetivos. Por isso, e pelo meu envolvimento com a modalidade, resolvemos investigar e comparar a maior habilidade envolvida durante a prática, o equilíbrio.

Na literatura praticamente não se encontram pesquisas relacionadas ao equilíbrio no Slackline. O que se encontra nesse sentido, são alguns poucos artigos com trabalhos qualitativos sobre diferentes aspectos da modalidade, que estão apresentados na revisão de literatura deste trabalho.

O equilíbrio, por ser o fator determinante e decisivo para o sucesso da prática e claramente definido na Mecânica pelas relações entre o centro de massa e a superfície de apoio, carece de investigações a partir de variáveis precisas que caracterizem esta capacidade física no Slackline.

## 4. SLACKLINE

### 4.1. HISTÓRIA

O Slackline surgiu de uma mistura entre artes circenses e alpinismo. Sua prática começou nos anos 80 no parque de *Yosemite Valley*, localizado na Califórnia, local frequentado por muitos alpinistas que se reúnem para a prática da escalada. Os alpinistas passavam semanas acampados em buscas de novas vias para a escalada e, nos tempos vagos em dias de chuva, buscavam o aperfeiçoamento de técnicas de equilíbrio. No início, utilizavam correntes esticadas e corrimões, depois passaram a utilizar fitas tubulares de escalada, depois passaram a se equilibrar e caminhar sobre as elas, daí o surgimento do Slackline.

No Brasil, é um esporte recente, que vem ganhando muitos adeptos, virando febre nas praias dos Rio de Janeiro em meados de 2010. Hoje a popularidade do esporte é conhecida por todo do território brasileiro, tendo grande número de praticantes no estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo.

Slackline, conhecido também como corda bamba, vem do significado Slack = bamba, frouxa, folgada; Line = linha, fita. Pode ser comparado com o cabo de aço da corda bamba usado por artistas circenses, tendo em comum o objetivo da manutenção do equilíbrio sobre a fita/cabo. A fita mais usada no Slackline é geralmente feita de nylon, podendo ter a largura de 2,5cm a 5cm, e a prática mais comum consiste em caminhar sobre a fita ancorada em dois pontos distintos, praticado geralmente a 30cm do chão.

Com a evolução do Slackline, não são mais utilizadas fitas de escaladas, mas sim equipamentos desenvolvidos especificamente para esse esporte. Hoje ele não é apenas praticado por escaladores. Atletas de outras modalidades vem utilizando o Slackline para treinamento, por trabalharem a mesma capacidade física, o equilíbrio.

Por ser Slackline uma prática que não tem restrições quanto a idade, podendo ser praticado por crianças de 5 anos e até mesmo idosos, vem ganhado cada vez mais adeptos. Oferece muitos benefícios que podem ser divididos em benefícios físicos e mentais. Os benefícios físicos podem ser exemplificados pelos fortalecimentos musculares, tendo destaque o quadríceps como o mais utilizado

entre os músculos dos membros inferiores, e os músculos estabilizadores localizados no abdômen e quadril, que são os responsáveis pela manutenção da postura e do equilíbrio. Entre os benefícios mentais, podemos destacar a concentração, são constantemente exigidos e trabalhados na prática do Slackline. Entre as principais capacidades físicas devemos destacar o equilíbrio com maior destaque, mas também a consciência corporal, a velocidade de reação e a coordenação motora.

## 4.2. MODALIDADES DO SLACKLINE

Com a evolução do Slackline foram surgindo novas modalidades além do simples caminhar sobre a fita, até mesmo o highline, vamos abordar a diferença entre as modalidades por se ter a necessidade de um equilíbrio diferentes envolvidos, passando do simples caminhar até o Trickline, no qual se tem um equilíbrio muito diferente do caminhar, por se trata de uma sequência de saltos sobre a fita com execução de manobras, ou até mesmo o Highline onde o medo passa a ter influência na prática, ou então no Waterline em que o chão passa a ser móvel(movimentação da água) atrapalhando no equilíbrio, hoje encontramos quatro sendo praticadas, que são elas:

- **Trickline** - *Trick* = Manobra; *Line* = linha, onde são realizadas manobras sobre a linha. Utiliza fitas mais elásticas, normalmente com 50mm de largura, e uma média de 15 a 25m de comprimento, entre as ancoragens. Tem caráter mais competitivo e de espetáculo, pela dinâmica, criatividade e dificuldade das manobras onde o praticante busca o equilíbrio dinâmico e recuperado, com vôos, giros, e *combos* (seqüência de manobras). Na fixação da fita são usadas catracas com dente reforçada e alça manual alongada, específicas para essa categoria.
- **Longline** - *Long* = Longa *Line* = Linha, são fitas a partir de 20m de comprimento e, geralmente, de 25mm de espessura. O praticante precisa de maior controle e consciência corporal, concentração e tempo de treinamento para praticar com qualidade. Nesta categoria não se usa um sistema de catraca, e sim sistemas de redução chamados de primitivo, ou de polias. A tensão exercida no sistema para esticar fitas longas é alta, e, com a catraca, não é possível exercer tal tensão de forma eficiente, correta e segura.

- **Highline** - *High* = Alto; *Line* = Linha, praticado a partir de 10 metros de altura do solo. Envolve muito mais questões técnicas e específicas. É necessário o uso de mais equipamentos específicos para a prática, para suportar a tensão e as forças que são exercidas no sistema redução-fita-praticante. Também é usado um sistema de *backup* para segurança do praticante, neste caso, totalmente individual, onde é montado um highline sobre o outro, mas com diferentes ancoragens. O uso do *backup* é fundamental e obrigatório para a prática segura do highline. O praticante deve ainda usar o *baudrier* (cadeirinha de escalada) acompanhado do *leash*, uma corda amarrada com nó oito nas duas extremidades, na fita e na cadeirinha, para segurá-lo em caso de queda. Nesta prática, além de preparo físico e concentração, o controle mental é fundamental para sua realização, pois sentimentos como medo, ansiedade e adrenalina estão presentes.

**Waterline** – *Water* = Água; *Line* = Linha, como o próprio nome já diz, é a prática realizada sobre piscinas, rios, lagos ou praias. Podendo realizar manobras do *trickline*, esta modalidade atrai muitos praticantes por ser a mais descontraída e refrescante delas. (Gibbon Slacklines Brasil © 2011 KTRAX, 2011)

#### 4.3. GETS – GRUPO DE TREINAMENTO DE SLACKLINE

Junto com alunos de Ciências de Esporte da Faculdade de Ciências Aplicadas, surgiu a ideia de criar um local onde se pudesse se praticar o Slackline na FCA e realizar estudos e discussões sobre a modalidade. Foi daí que surgiu a ideia de criar um Projeto de Extensão, junto com o coordenador Prof. Luciano Allegretti Mercadante, responsável pelo Grupo de Pesquisa em Biomecânica Aplicada ao Esporte, credenciado no CNPq. A partir do Projeto de Extensão com alunos de Ciências de Esporte da FCA, foi criado o Grupo de Treinamento de Slackline (GETS) e, dentro desse grupo, os alunos começaram a discutir, planejar e desenvolver uma metodologia de iniciação ao Slackline, que é utilizada nas aulas do Projeto de Extensão. O GETS, além de ministrar aulas de iniciação na FCA, realizaram diversas atividades relacionadas ao Slackline, desde vivências na própria faculdade e escolas da região, até uma participação na semana cultural com uma

apresentação de atletas de Highline do alto nível nacional, entre os prédios da faculdade.

## 5. REVISÃO DE LITERATURA

### 5.1. O CONCEITO DE EQUILÍBRIO

Até nas coisas que parecem ser mais simples como se manter na posição ereta, passam a ser muito complexas quando nós tratamos o equilíbrio fisiologicamente. A manutenção do equilíbrio do corpo é atribuída ao sistema de controle postural, um conceito utilizado para se referir às funções dos sistemas nervoso, sensorial e motor, que desempenham esse papel. O sistema sensorial fornece informações sobre a posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos e ao ambiente. O sistema motor é responsável pela ativação correta e adequada de músculos para a realização dos movimentos. O sistema nervoso central integra informações provenientes dos sistemas sensorial para, então, enviar impulsos nervosos aos músculos que geram respostas neuromusculares. As respostas neuromusculares são necessárias para garantir, por exemplo, que, na postura ereta e com os pés imóveis, a projeção vertical do centro de gravidade (CG) do corpo seja mantida dentro da base de suporte. (DUARTE; FREITAS, 2010)

“Na manutenção do equilíbrio corporal, o sistema vestibular, o sistema óptico e o sistema proprioceptivo precisam estar funcionalmente entrosados. A manutenção do equilíbrio geral é realizada pelo sistema vestibular. Esse sistema detecta as sensações de equilíbrio, sendo composto de um sistema de tubos ósseos e câmaras na porção petrosa do osso temporal, chamado de labirinto ósseo, e dentro dele um sistema de tubos membranosos e câmaras, chamado de labirinto membranoso (ou membranáceo), que é a parte funcional do sistema vestibular” (GUYTON, 1986).

Segundo Allison e Fuller (2004), o equilíbrio corporal é um processo complexo que envolve uma integração de recepção e respostas de estímulos recebidos. Como resposta, executa uma série de movimentos para controlar o centro de massa sobre a base de suporte, que passa para o sistema vestibular, dos receptores visuais e do sistema somatosensorial.

Para Freitas e Duarte (2006), o sistema sensorial fornece o posicionamento dos segmentos corporais em relação ao ambiente, o sistema motor é o responsável por recrutar os músculos necessários para realizar os

movimentos, enquanto o sistema nervoso central faz a ligação das informações. (Freitas, S. et al 2006)

Já para Rosa Neto (2002 p. 17) “o equilíbrio estático é o estado de um corpo quando forças distintas que atuam sobre ele se compensam e anulam-se mutuamente.”

No equilíbrio estático, a base de suporte se mantém fixa enquanto o centro de massa corporal se movimenta. Neste caso, o senso de equilíbrio deve manter o centro de massa corporal dentro da base de suporte. A simples decisão de ficar parado na posição ereta, estática, na verdade é tecnicamente imprecisa, pois por mais que o corpo esteja parado, o centro de massa (CM<sub>c</sub>) está em constante variação para se manter em equilíbrio). (Rebelatto, Castro, Sako, & Aurichio, 2008)

## **5.2. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O SLACKLINE**

Neste trabalho a revisão da literatura foi realizada nas bases de dados SCIELO, PUMED, SCOPUS, MEDLINE e LILACS, utilizando a palavra chave “Slackline”. Foram encontrados um total de dez trabalhos, sendo dez trabalhos no SCOPUS, oito trabalhos no PUBMED, sete MEDLINE, sendo que maioria repetidos, e nenhum encontrado em LILACS e SCIELO. Com essa revisão bibliográfica, podemos ver que os autores tratam de temas diferentes em seus trabalhos, e pela diversidade quanto pela quantidade de artigos encontrados, fica clara a carência literária sobre o assunto, e o quanto conhecimento científico pode ser importante se produzido para contribuir com a área.

Dos trabalhos encontrados os que tiveram menor semelhança com o presente estudos foram os de Granacher *et al.* (2010) e Gabel, Osborne e Burkett (2013), tratam da prevenção e reabilitações de lesões com a utilização do Slackline, através da promoção da força e ativação/recrutamento muscular. Donath *et al.* (2013), observaram a melhora do equilíbrio e a atividade muscular durante a posição estática. Pfusterschmied *et al.* (2013) comparam o treinamento do equilíbrio no Slackline com outras formas de treinamento de equilíbrio. Já Scharli *et al.* (2013), compararam a qualidade dos sistemas de controle corporal, o comportamento do

olhar e variáveis cinemáticas do corpo durante as ações no Slackline. No estudo de Keller *et al.* (2013), os autores avaliam a excitabilidade dos H-reflexos e a melhora do controle postural induzidos pelo treinamento de Slackline. No estudo realizado por Thomann (2013), o autor propõe e discute uma metodologia de ensino/treinamento de Slackline.

A maioria dos trabalhos encontrados tratam de habilidades desenvolvidas no Slackline, e as semelhanças com nossos estudos estão descritas a seguir, dentre os trabalhos encontrados, Donath *et al.* (2013), investigaram os efeitos da prática de Slackline e o desempenho do equilíbrio no salto vertical e na atividade muscular em crianças. No estudo, participaram 34 crianças sendo 13 do grupo controle. Os treinamentos no Slackline foram realizados por um período de seis semanas, cinco vezes por semana durante dez minutos por dia. Foi observada a redução do balanço, a melhora do equilíbrio e a diminuição da atividade muscular durante a posição estática no *Slackline* para os músculos sóleo e tibial anterior. Os autores concluíram que com apenas dez minutos diários de prática, podemos observar adaptações neuromusculares em tarefas específicas, que podem melhorar o desempenho do equilíbrio em crianças das escolas primária.

No estudo de Scharli *et al.* (2013), um total de 31 participantes saudáveis participaram em dois grupos, sendo um grupo com 20 crianças e outro com dez adultos jovens. Os participantes praticaram Slackline durante três sessões em três dias, espaçados por cinco a dez dias de intervalo. As sessões 1 e 2 foram sessões de treinos de 45min cada, e a sessão 3 foi realizada com 15min de treinamento e antecederam as coletas de teste do tempo de permanência em cima da fita. Neste estudo, se comparar a qualidade dos sistemas de controle postural, o comportamento do olhar e a cinemática do corpo durante as ações na fita. Na comparação entre as crianças e os adultos jovens, os autores verificaram que as crianças permaneceram menos tempo em cima da fita, por apresentarem coordenação intersegmental mais imatura, um controle postural inferior, e uma falta de estabilização do olhar e do balanço da cabeça em relação ao tronco. Concluíram que um programa de formação no Slackline pode acelerar o desenvolvimento do sistema de controle postural como um todo, com ênfase na posição da cabeça e na estabilidade do olhar.

Keller *et al.* (2013), propuseram que quatro semanas de treinamento de Slackline diminui a excitabilidade dos H-reflexos e melhora o controle postural em diferentes condições. Neste estudo, participaram 24 indivíduos, num total de dez sessões em dias não consecutivos, de 90 minutos cada. Os participantes foram orientados a posicionar os pés paralelos à fita para todos os exercícios de caminhada e de pé. Nas primeiras sessões de treinamento, os indivíduos foram orientados a executar os movimentos básicos com assistência e, com a melhora do desempenho, a assistência era reduzida, até que praticassem sozinhos, e com isso, o comprimento da fita foi aumentando a partir da 4ª sessão. No estudo foram encontradas melhorias induzidas pelo treinamento de Slackline no controle postural, tanto para a tarefa específica (o Slackline) como para tarefa na plataforma de posturografia. Os autores afirmaram que melhorias induzidas pelo treinamento no Slackline pode ser transferidas para outras tarefas de equilíbrio que sejam desafiadoras, e apontaram o Slackline como uma atividade adequada para o treino de equilíbrio, por ser interessante, divertida e exigente.

Pfusterschmied *et al.* (2013), compararam o treinamento de Slackline para equilíbrio com outros implementos, que também são usados para treinamento de equilíbrio. Desta forma, no estudo foi discutida a importância de saber usar os implementos e conhecer seus benefícios na sua aplicação prática. Também foram comparadas diferenças nas variáveis cinemáticas para cada implemento usado, discutindo o uso das articulações e a ativação muscular em três situações: no *Slackline*, em uma prancha de equilíbrio multifuncional e numa almofada de ar. No estudo 14 indivíduos foram submetidos por 12 segundos a tarefa de manter o equilíbrio em cima da fita com apoio unipodal. Os valores mais elevados observados depois da aplicação do Slackline foram para velocidade angular do quadril, joelho e tornozelo, e ativação do reto femoral. Os autores concluíram que o Slackline amplia as possibilidades de treinamento atlético e terapêutico. Além disso, os resultados fornecem uma base científica para educadores e terapeutas tomarem decisões sobre o uso intencional do Slackline em treinamento e terapia.

## **6. METODOLOGIA**

Nesta metodologia são apresentadas a amostra, com a experiência dos sujeitos no Slackline e as características antropométricas de cada um, segundo proposto por Zatsiorsky et al. (1990); os materiais utilizados; os procedimentos de aquisição das imagens, incluindo calibração e sincronização das câmeras; a descrição do modelo antropométrico proposto, com o posicionamento dos marcadores de LED utilizados; e por fim, os conceitos para obtenção das variáveis calculadas para comparação. Vale ressaltar que a coleta de dados realizada a partir das filmagens, e que envolvem os sujeitos, os protocolos de marcação dos pontos anatômicos e as medições, foram utilizados para o desenvolvimento desse trabalho de conclusão de curso e, também, para o trabalho de Ribeiro (2014).

### **6.1 AMOSTRA**

Trata-se de um estudo de caso observacional que foi composto pela seleção de indivíduos com características semelhantes no que se diz respeito a atividades físicas e fisicamente (altura e peso), ambos são destros, mas divergem no contato com a prática do Slackline, que é objeto de estudo do trabalho. Ambos os indivíduos são alunos inscritos na graduação do curso de Ciências do Esporte da Faculdade de Ciências Aplicadas da Unicamp. Os voluntários não apresentaram histórico de doenças e/ou lesões que pudessem alterar os resultados da pesquisa. Os voluntários foram esclarecidos quanto aos procedimentos realizados no estudo e assinaram termo de consentimento livre esclarecido (anexo 1).

O sujeito 1 é praticante do Slackline desde 2012 (aproximadamente 2 anos de prática), e o sujeito 2 não tinha tido qualquer experiência significativa com o Slackline.

## 6.2 CARACTERIZAÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS

Os voluntários foram caracterizados pelas medidas antropométricas dos segmentos corporais, segundo proposto por Zatsiorsky et al. (1990), e pela idade, massa e estatura, apresentados nas tabelas a seguir:

**Tabela 1:** Caracterização do sujeito 1 contendo Estatura (m), Massa (kg), Idade (anos) e Medidas antropométricas dos segmentos corporais (cm), segundo proposto por Zatsiorsky *et al.* (1990).

<b>Sujeito 1; Estatura 1,68m; Massa 67kg; Idade 23 anos</b>		
	<b>Circunferência (cm)</b>	<b>Comprimento (cm)</b>
<b>Cabeça</b>	54,0	21,6
<b>Tronco</b>	88,5	50,3
<b>Braço Direito</b>	31,0	26,5
<b>Antebraço Direito</b>	26,3	25,0
<b>Mão Direita</b>	21,0	16,2
<b>Coxa Direita</b>	57,0	37,3
<b>Perna Direita</b>	36,0	41,2
<b>Pé Direito</b>	24,3	24,3
<b>Braço Esquerdo</b>	29,0	26,1
<b>Antebraço Esquerdo</b>	25,0	24,2
<b>Mão Esquerdo</b>	21,0	17,1
<b>Coxa Esquerdo</b>	55,0	36,4
<b>Perna Esquerdo</b>	35,5	41,5
<b>Pé Esquerdo</b>	24,2	24,5
<b>Quadril</b>	96,2	
<b>Cintura</b>	80,0	

**Tabela 2:** Caracterização do sujeito 2 contendo Estatura (m), Massa (kg), Idade (anos) e Medidas antropométricas dos segmentos corporais (cm), segundo proposto por Zatsiorsky *et al.* (1990).

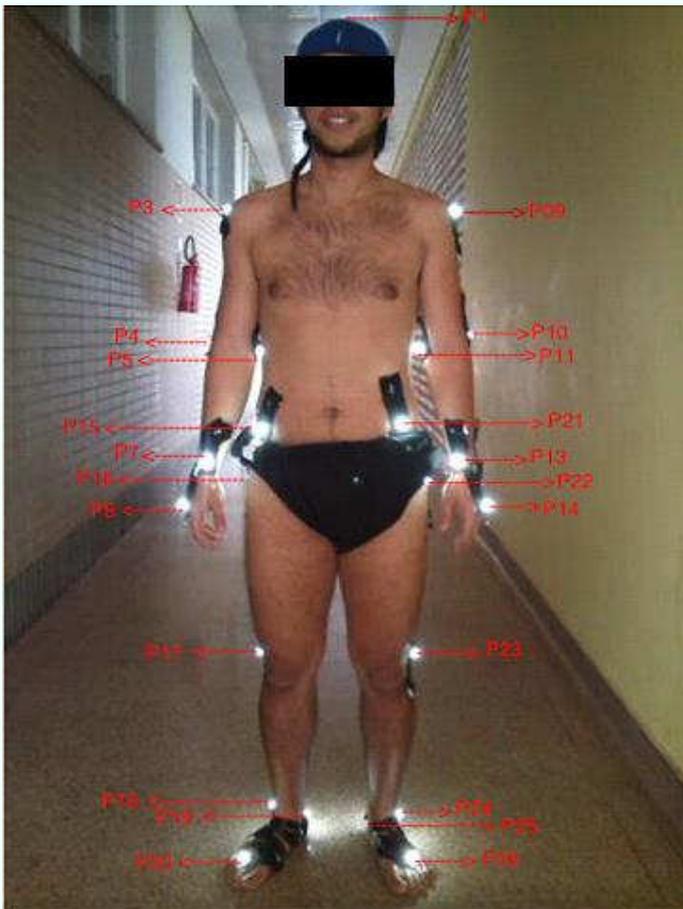
<b>Sujeito 2; Estatura 1,65m; Massa 60kg; Idade 18 anos</b>		
	Circunferência (cm)	Comprimento (cm)
<b>Cabeça</b>	53,0	25,2
<b>Tronco</b>	86,3	45,0
<b>Braço Direito</b>	28,3	26,0
<b>Antebraço Direito</b>	25,5	23,6
<b>Mão Direita</b>	20,5	18,5
<b>Coxa Direita</b>	52,0	37,2
<b>Perna Direita</b>	34,5	40,6
<b>Pé Direito</b>	22,5	24,2
<b>Braço Esquerdo</b>	28,0	26,2
<b>Antebraço Esquerdo</b>	25,3	23,0
<b>Mão Esquerdo</b>	20,7	19,0
<b>Coxa Esquerdo</b>	52,0	37,5
<b>Perna Esquerdo</b>	34,3	39,0
<b>Pé Esquerdo</b>	23,0	24,5
<b>Quadril</b>	91,6	
<b>Cintura</b>	75,0	

### 6.3. REPRESENTAÇÃO DOS SEGMENTOS CORPORAIS

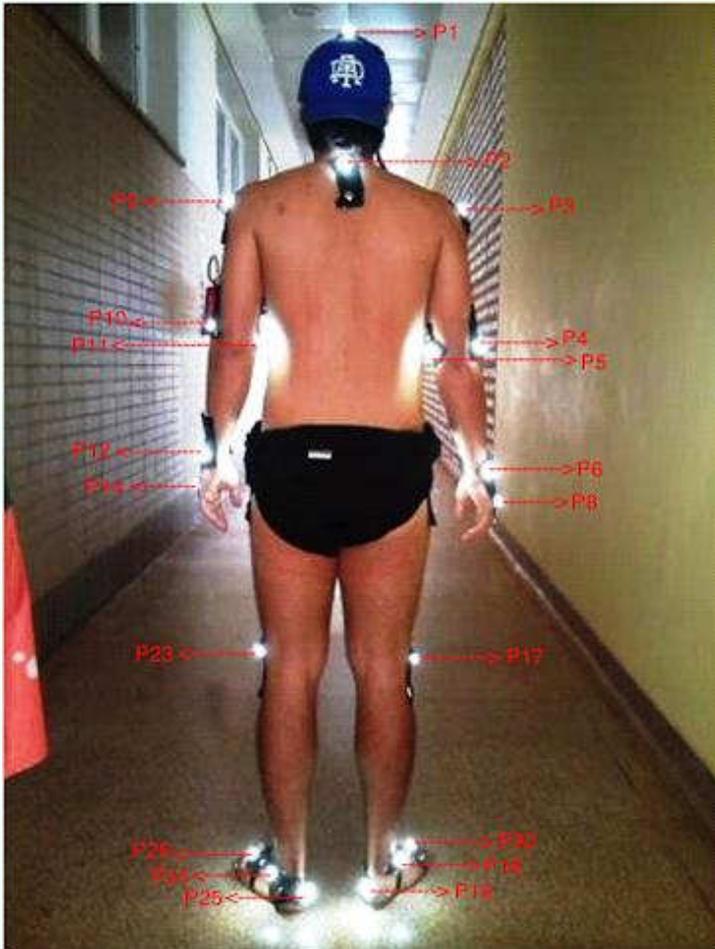
Os indivíduos foram marcados com os marcadores de LED de acordo com o modelo proposto para segmentação do corpo humano consiste em 14 segmentos corporais, considerados rígidos e articulados por juntas ideais, e definidos por 26 que correspondem aos pontos iniciais e finais destes segmentos. A figura 1 representa os marcadores de LED utilizados na coleta e as figuras 2 e 3 apresentam um dos sujeitos com os marcadores colocados.



**Figura 1** – Representação dos marcadores de LED utilizados na coleta.



**Figura 2** – Vista anterior do sujeito modelo de representação dos 26 pontos dos segmentos corporais com marcadores de LED.



**Figura 3-** Vista posterior do sujeito modelo de representação dos 26 pontos dos segmentos corporais com marcadores de LED

**Tabela 3:** Pontos anatômicos com os marcadores utilizados na coleta.

<b>P1</b>	Vertex
<b>P2</b>	Proeminência da 7 <sup>a</sup> vértebra cervical
<b>P3</b>	Cabeça do úmero direito
<b>P4</b>	Epicôndilo lateral direito
<b>P5</b>	Não utilizado
<b>P6</b>	Processo Estilóide direito
<b>P7</b>	Não utilizado
<b>P8</b>	3 <sup>o</sup> Metacarpo da mão direita
<b>P9</b>	Cabeça do Úmero esquerdo
<b>P10</b>	Epicôndilo lateral esquerdo
<b>P11</b>	Não utilizado
<b>P12</b>	Processo Estilóide esquerdo
<b>P13</b>	Não utilizado
<b>P14</b>	3 <sup>o</sup> Metacarpo da mão esquerda
<b>P15</b>	Crista ilíaca ântero superior direita
<b>P16</b>	Trocanter maior do Fêmur direito
<b>P17</b>	Côndilo lateral da Tíbia direita
<b>P18</b>	Maléolo lateral direito
<b>P19</b>	Calcâneo direito
<b>P20</b>	Extremidade distal do 2 <sup>o</sup> metatarso direito
<b>P21</b>	Crista ilíaca ântero superior esquerda
<b>P22</b>	Trocanter maior do Fêmur esquerdo
<b>P23</b>	Côndilo lateral da Tíbia esquerda
<b>P24</b>	Maléolo lateral esquerdo
<b>P25</b>	Calcâneo esquerdo
<b>P26</b>	Extremidade distal do 2 <sup>o</sup> metatarso esquerdo

Os pontos 5, 7, 11 e 13, correspondem a posições mediais do cotovelo e punho, que apresentaram muitas oclusões durante a filmagem. Seriam utilizados para realizarmos ajustes no modelo antropométrico de Zatsiorsky *et al.* (1990), que aproxima o início e fim dos segmentos aos centros articulares. Além disto, os pontos

iniciais e finais do tronco foram calculados pelos pontos médios entre as articulações dos ombros e entre as cristas ilíacas ântero-superiores, respectivamente.

#### **6.4 Coleta de dados**

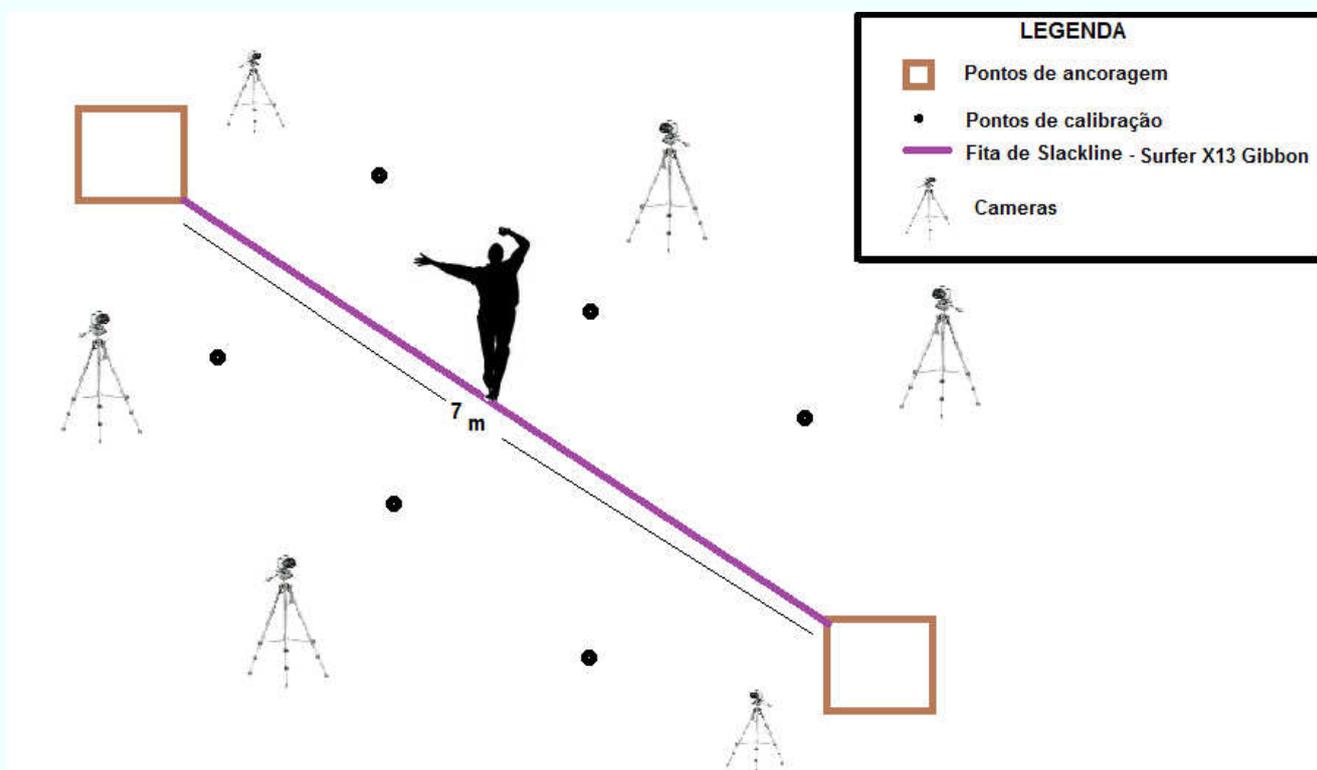
A coleta de dados foi realizada pelo Laboratório de Biomecânica e Instrumentação (LABIN), da Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP. Os voluntários inicialmente foram submetidos ao protocolo de medidas antropométricas, sendo elas massa corporal, estatura, circunferências e comprimentos dos segmentos corporais (Tabelas 1 e 2). Após essa etapa foi realizada a marcação dos pontos anatômicos utilizados para fixação dos marcadores biomecânicos de LED, segundo proposto por ZATSIORSKY et al (1990) (Figuras 2 e 3). O modelo antropométrico proposto pelos autores define o número de segmentos corporais, os pontos anatômicos de início e fim dos segmentos, a massa e a posição do centro de massa dos segmentos corporais, a partir das medidas antropométricas utilizadas.

#### **6.5 MATERIAIS E AMBIENTE DE COLETA**

A fita utilizado para o experimento foi da marca Gibbon<sup>®</sup>, modelo *Surfer Line x13* (Figura 1), com 30 m de comprimento, trama plana de 50 mm, tensão máxima 3 toneladas, confeccionada de Polyester, com catraca de aço inoxidável de alavanca longa. Para o registro das imagens foram utilizadas 6 câmeras digitais marca JVC, modelo GZ-HD10U (2 câmeras utilizadas), modelo JVC GZ-HD620BU (04 câmeras utilizadas), posicionada conforme figura abaixo:



**Figura 5-** Fita de Slackline marca Gibbon®, modelo *Surfer Line x13* utilizado durante as coletas.



**Figura 6:** Local de coleta, fita armada à 60 cm de altura do chão e distância de 7m.



**Figura 7** – Câmera JVC GZ-HD620BU utilizada para obtenção dos dados 4.



**Figura 8** – Câmera utilizada para obtenção dos dados 2.

Para a realização da coleta sujeitos foram orientados para realizar um breve aquecimentos de 5 minutos livres em sobre a fita e após o aquecimento foram orientados para realizar o deslocamento de 10 metros sobre o Slackline, com início e fim pré-estabelecidos.

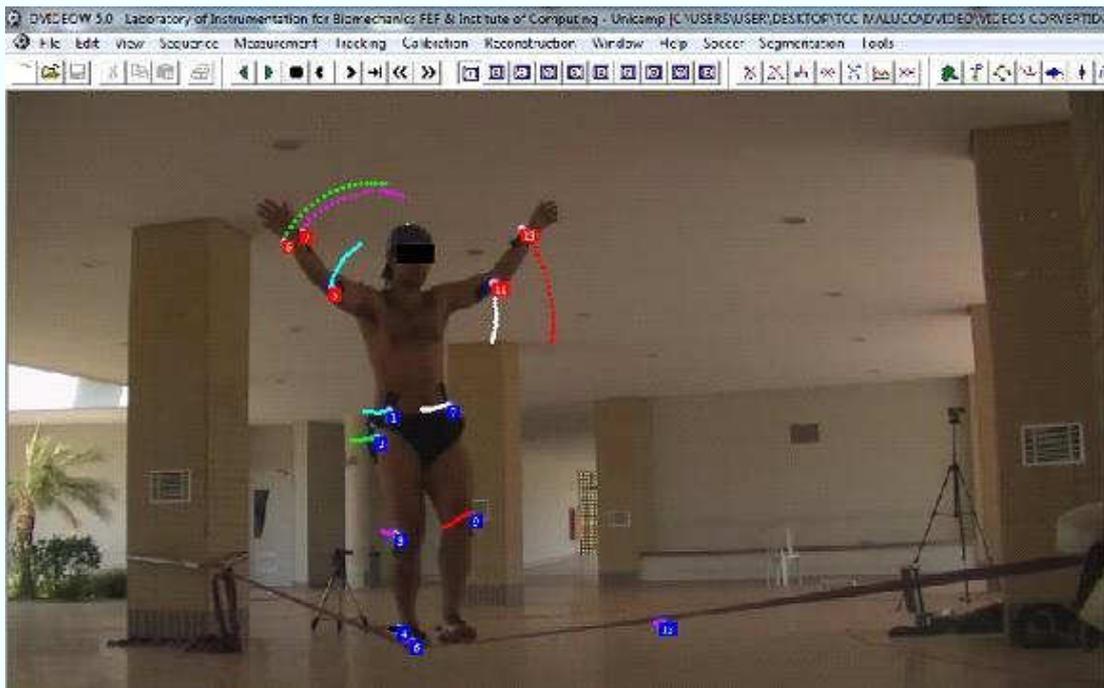
## **6.6 CALIBRAÇÃO E SINCRONIZAÇÃO DAS CÂMERAS**

Os processos de calibração e sincronização das câmeras também foram realizados no sistema DVideo. A sincronização das câmeras foi realizada pelo início de um sinal luminoso, visto por todas câmeras, garantindo a correspondência entre os frames. A calibração foi feita por 36 pontos com coordenadas reais conhecidas conforme mostra figura 6. Para cada um dos 6 pontos do chão foi colocado um bastão telescópico com seis marcadores distribuídos na vertical. O volume de calibração corresponde a um paralelepípedo de 3,50 x 1,80 x 2,30 m.

O modelo antropométrico sugerido por ZATSIORSKY, SELUYANOV e CHUGNOVA (1990), utilizou jovens caucasianos e radiação Gamma para determinação das densidades dos segmentos corporais e cálculo dos parâmetros inerciais do corpo, entre eles, a posição dos centros de massa dos segmentos de sujeitos, em função de comprimentos L e circunferências C. O modelo antropométrico foi utilizado apenas para definir a segmentação do corpo dos sujeitos e para os pontos de início e fim dos segmentos.

## **6.7 Medição dos pontos de início e fim dos segmentos.**

Para a realização deste trabalho de conclusão de curso, foi utilizado o sistema DVideo de análise cinemática (BARROS et al.,1999, FIGUEROA et al., 2003), que permite a obtenção das coordenadas tridimensionais de marcadores ativos (LEDs), a partir das coordenadas de tela destes pontos. A medição das coordenadas de tela foram realizadas automaticamente, permitindo a reconstrução 3D das coordenadas reais dos pontos de interesse. O sistema DVideo permite o uso de câmeras integrando recursos de detecção automática de marcadores (*tracking*), baseado nos conceitos de processamento de imagens e morfologia matemática além de algoritmos para a calibração das câmeras e reconstrução tridimensional das coordenadas dos pontos de interesse. A figura a seguir (Figura 8), apresenta a interface do sistema com o rastreamento de alguns pontos utilizados.



**Figura 8:** Representação do sistema Dvideo 5.0.

## 6.8 Variáveis utilizadas nas análises

A partir das coordenadas 3D das posições dos pontos que definem o início e fim de cada segmento corporal (Zatsiorsky *et al.*, 1990), obtidas em função do tempo, podemos calcular diferentes variáveis cinemática. Em função das características da movimentação dos sujeitos na fita, foram analisados os membros superiores, inferiores, e tronco. Os segmentos quadril e cabeça não apresentaram diferenças na movimentação quando comparados com o tronco e, portanto, não foram utilizados nas análises deste trabalho. A posição da fita foi definida por um marcador colocado no ponto médio da direção horizontal.

Foram calculadas as amplitudes máximas de movimento em cada uma das direções x, horizontal na direção da fita, y, lateral, e z, vertical (Tabelas de 4 a 9). Para as mãos e tronco são apresentadas apenas as amplitudes laterais e verticais, pois a direção da caminhada esta alinhada com a direção horizontal x. A posição do membros inferiores foi dada pelo ponto final do pé não apoiado na fita (ponto 20 para o pé direito e 26 para o pé esquerdo); a posição dos membros superiores foi dada pela posição das mãos (ponto 8 para a mão direita e 14 para a mão esquerda), que representam a extremidade dos membros superiores; e a posição tronco dada pelo

ponto inicial (ponto médio entre os pontos 3 e 9). Estes pontos representam membros superiores, inferiores e tronco, e puderam mostrar diferenças que sugerem estratégias de equilíbrio diferentes. A seguir, são apresentados gráficos da coordenada horizontal  $x$  dos dois pés, em função do número do frame, que corresponde ao tempo, um para cada sujeito (Gráficos 1 e 2). Depois, a coordenada lateral  $y$ , em função também do número do frame, dos dois pés, também para cada sujeito (Gráficos 3 e 4). Dois gráficos com a movimentação das mãos são apresentados, sendo que o gráfico 5 apresenta as trajetórias das mãos direita dos dois sujeitos, e o gráfico 6 da mão esquerda. Por fim, o gráfico 7 com a movimentação do ponto inicial do tronco dos dois sujeitos.

## **7. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste trabalho descrevemos e comparamos a movimentação dos segmentos corporais de um atleta experiente e um não praticante, durante o deslocamento previamente estabelecido no Slackline (7m), através de marcadores de LED definindo estes segmentos. Desta forma, analisamos os resultados da movimentação dos segmentos a partir de amplitudes máximas das movimentações dos segmentos em cada direção,  $x$ ,  $y$  e  $z$ , e gráficos das coordenadas de posição dos segmentos, que objetivaram as seguintes comparações: movimentação dos pés no deslocamento dos dois indivíduos, movimentação das mãos de ambos no deslocamento, movimentação do ponto início dos troncos dos indivíduos, coordenada horizontal dos pés de ambos, coordenadas látero-lateral dos pés de ambos. A utilização desses gráficos nos permitiu a comparação dos dois sujeitos utilizados no estudo, para facilitar as análises, sobreposamos as trajetórias de ambos os sujeitos.

Abaixo iremos apresentar as tabelas com os dados das máximas amplitudes dos movimentos durante o caminhar. A seguir, apresentamos a tabela 4 com a amplitude da movimentação da fitado Slackline no deslocamento dos sujeitos.

**Tabela 4** – Representa a amplitude da movimentação da fita do Slackline no deslocamento dos sujeitos.

Amplitude de movimento - Fita caminhada			
	x(m) horizontal	y(m) lateral	z(m) vertical
Sujeito 1	0,02	0,03	0,12
Sujeito 2	0,02	0,06	0,15

Está tabela evidencia o maior controle e equilíbrio do Sujeito 1. No deslocamento lateral destacamos a amplitude maior na movimentação da fita na direção lateral e vertical. Não encontramos diferença na direção horizontal, dado que a fita é fixa nessa direção. Podemos observar que Sujeito 2 tem um maior deslocamento lateral que o Sujeito 1, o dobro, evidenciando uma maior movimentação do Slackline e dificuldade no equilíbrio durante o deslocamento. Na direção lateral podemos ver uma variação de 0,03m do Sujeito 1 para o Sujeito 2, que nos mostra um maior domínio do Sujeito 1 em absorver a força exercida pela fita. A seguir, as tabelas 5 e 6 apresentam as amplitudes da movimentação dos pés direito e esquerdo no deslocamento dos sujeitos.

**Tabela 5** – Representa a amplitude da movimentação do pé direito no deslocamento dos sujeitos.

Amplitude de movimento - Pé direito caminhada			
	x(m) horizontal	y(m) lateral	z(m) vertical
Sujeito 1	3,80	0,46	0,12
Sujeito 2	3,93	0,73	0,20

**Tabela 6** – Representa a amplitude da movimentação do pé esquerdo no deslocamento dos sujeitos

Amplitude de movimento - Pé esquerdo caminhada			
	x(m) horizontal	y(m) lateral	z(m) vertical
Sujeito 1	4,52	0,37	0,18
Sujeito 2	4,22	0,53	0,17

Nas tabelas anteriores (5 e 6), que correspondem a amplitude da movimentação dos pés durante o caminhar, o eixo horizontal x corresponde a direção da caminhada, não estando relacionado à manutenção do equilíbrio. O Sujeito 2 apresenta menor amplitude na direção lateral, para ambos apoios, direito e esquerdo, durante o deslocamento, sendo uma diferença de 0,27m no deslocamento

lateral máximo do pé direito e de 0,16m no pé esquerdo, durante o caminhar sobre o Slackline, entre os sujeitos.

Porém, quando comparamos o apoio direito e esquerdo do mesmo sujeito, podemos destacar pelas menores amplitudes, um maior domínio de ambos os indivíduos com o pé esquerdo, tendo em vista que ambos são destros, isto sugere que esse domínio se deve por ambos utilizarem a perna esquerda como perna de apoio, desta forma, tendo maior domínio e força na perna esquerda. A seguir, as tabelas 7 e 8 apresentam as amplitudes da movimentação das mãos direita e esquerda durante o deslocamento dos sujeitos, nas direções lateral y e vertical z.

**Tabela 7** – Tabela de amplitude de movimentação da mão direita durante o descolamento dos sujeitos.

Amplitude de movimento - Mão direita caminhada		
	y(m) lateral	z(m) vertical
Sujeito 1	1,04	0,81
Sujeito 2	1,27	1,32

**Tabela 8** – Tabela de amplitude de movimentação da mão esquerda durante o descolamento dos sujeitos.

Amplitude de movimento - Mão esquerda caminhada		
	y(m) lateral	z(m) vertical
Sujeito 1	1,12	1,12
Sujeito 2	0,85	1,45

Nas tabelas 7 e 8 analisamos as amplitudes máximas da mãos durante o deslocamento sobre o Slackline, e podemos evidenciar que não existe o mesmo padrão da movimentação das mãos no eixo lateral durante o caminhar, encontrados no pés de apoio e na fita. O dado de maior evidencia é no eixo vertical em que se tem um maior deslocamento das mãos, tendo em vista que o Sujeito 2, não praticante, tem um maior deslocamento das mãos no eixo vertical que o Sujeito 1. A seguir, a tabela 9 apresenta as amplitudes da movimentação do tronco durante o deslocamento dos sujeitos, nas direções lateral y e vertical z.

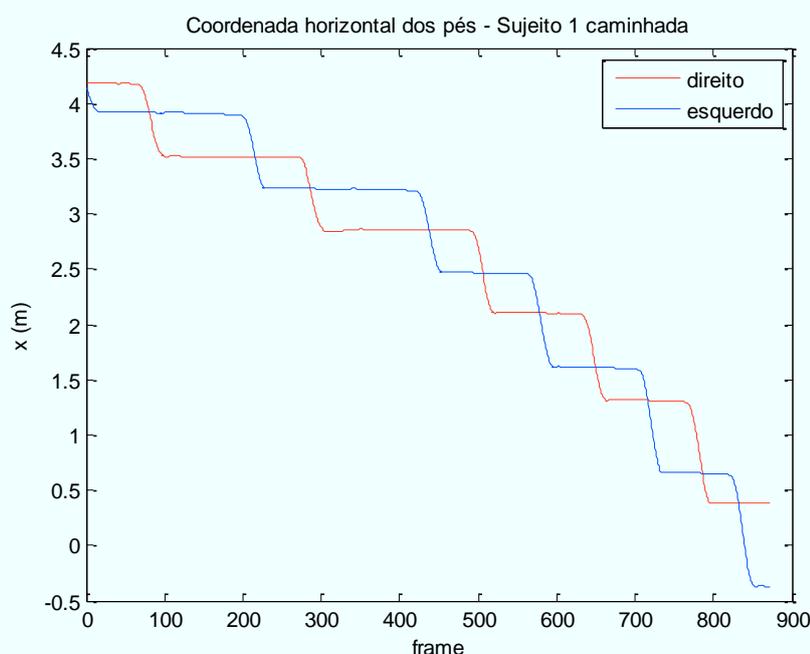
**Tabela 9** – Amplitude da movimentação do tronco durante o caminhar.

Amplitude de movimento - Tronco caminhada		
	y(m) lateral	z(m) vertical
Sujeito 1	0,26	0,29
Sujeito 2	0,73	0,24

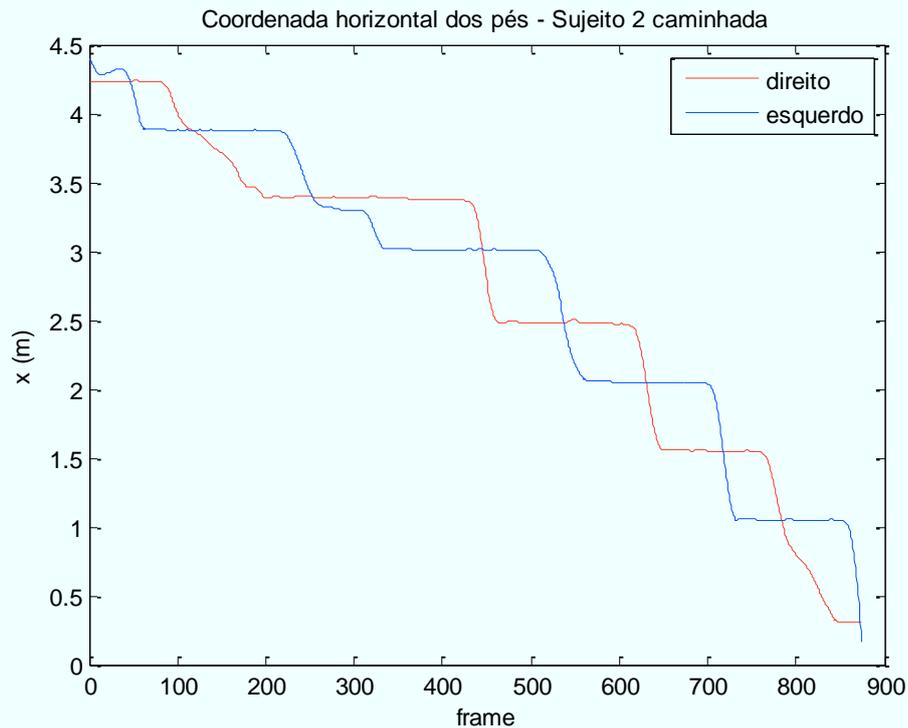
Nesta tabela analisamos a amplitude da movimentação do tronco durante o caminhar dos sujeitos, o dado de maior relevância a ser analisado é no eixo lateral, que nos mostra uma diferença de 0,47m de deslocamento lateral do tronco em comparação do Sujeito 1 para o Sujeito 2, evidenciando que o Sujeito 2 tem um maior desequilíbrio corporal que o Sujeito 1 durante o caminhar no Slackline. No eixo vertical o Sujeito 1 tem um maior deslocamento, porém a amplitude do movimento não tem relação com o desequilíbrio. Importante lembrar a importância do tronco na recuperação do equilíbrio, uma vez que é o segmento corporal de maior massa.

Quando é realizada a análise por amplitudes máximas, é importante lembrar que ela representa apenas um instante de toda a tarefa realizada. O que significa que apenas um instante não representa o conjunto, e que, muitas vezes, foi possível notar que as estratégias utilizadas pelo sujeito experiente são muito variáveis. Desta forma, é importante observar a movimentação dos segmentos corporais em função do tempo, que pode ser descrita pela trajetória dos pontos que definem cada segmento.

A seguir, iremos apresentar os gráficos referentes às movimentações dos pontos que definem os segmentos corporais analisados. O gráfico 1 apresenta a coordenada horizontal dos pés do Sujeito 1, e o gráfico 2 do Sujeito 2..

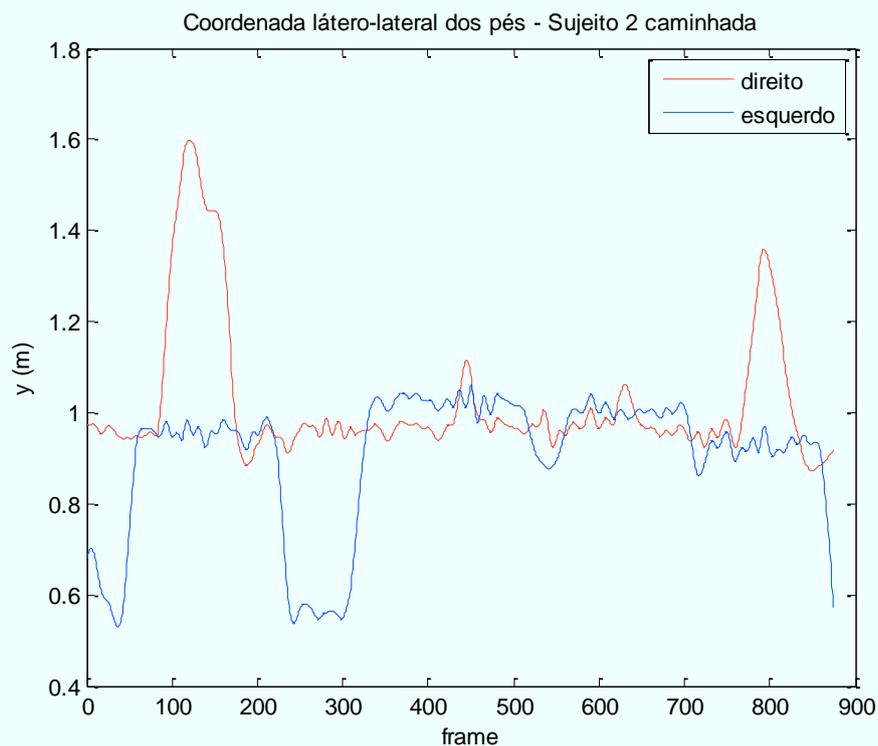


**Gráfico 1** – Coordenada horizontal dos pés direitos e esquerdo durante, o caminhar do Sujeito 1.

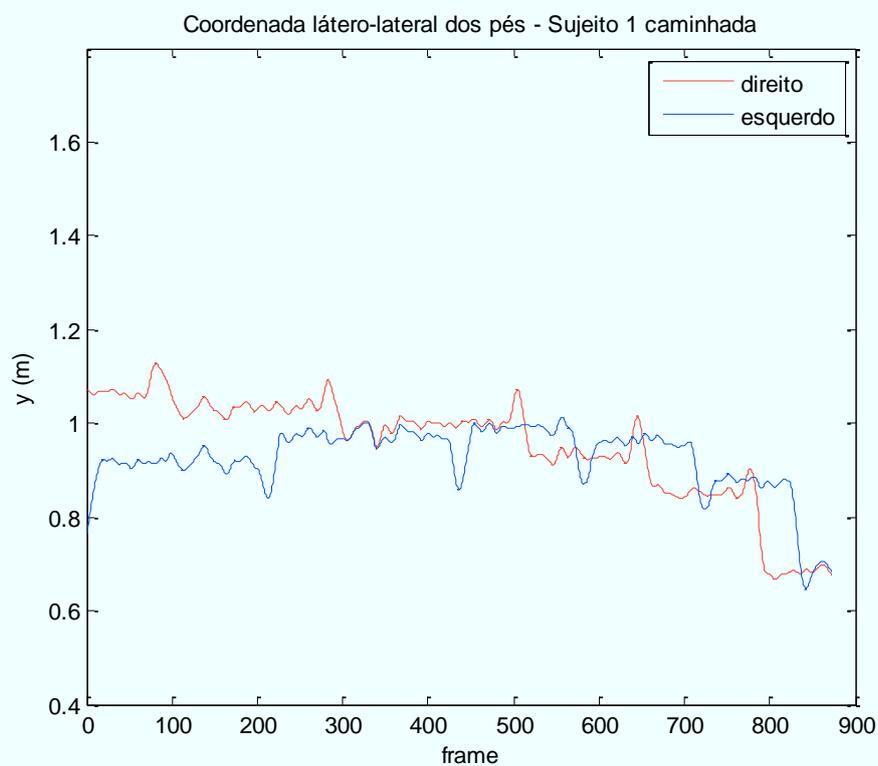


**Gráfico 2** – Coordenada horizontal dos pés direitos e esquerdo, durante o caminhar do Sujeito 2.

Na comparação entre os gráficos 1 e 2 podemos ressaltar que até o frame 400, que corresponde aos primeiros 7 segundos, aproximadamente, em ambos os Sujeitos ocorre um período de adaptação, tendo em conta que o início e o fim da fita são os locais de maior tensão, tendo assim uma resposta mais rápida e de pouca amplitude de movimentação da fita, causando maior desequilíbrio, se comparada a movimentação mais ampla e com menor frequência de movimentação na parte média desta. Após esse período, os dois sujeitos entram em um padrão próprio de movimento. O sujeito experiente, 1, realizou maior número de passos que o Sujeito 2 (10 x 9). O sujeito experiente 1, possui um deslocamento com passadas mais curtas e regulares que o Sujeito 2, em que é possível verificar uma passada mais larga e menos linear. A seguir, os gráficos 3 e 4 mostram a coordenada látero-lateral dos pés direito e esquerdo, respectivamente para os sujeitos 2 e 1, durante a caminhada.



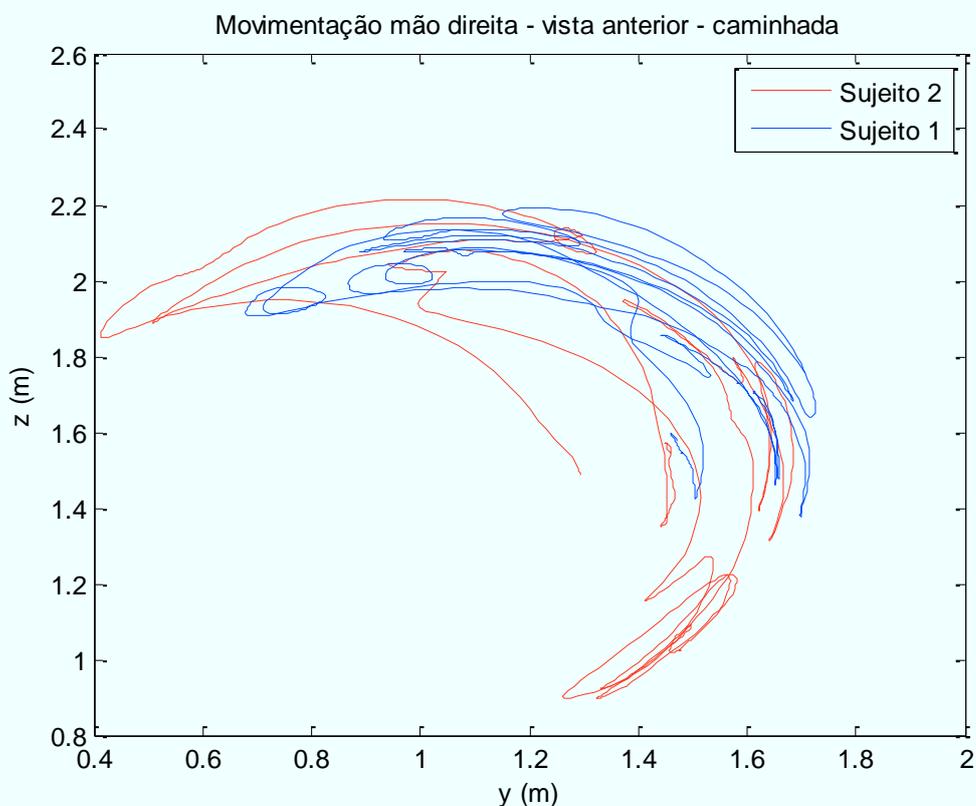
**Gráfico 3** – Coordenada látero-lateral dos pés do Sujeito 2 durante a caminhada.



**Gráfico 4** – Coordenada látero-lateral dos pés do Sujeito 1 durante a caminhada.

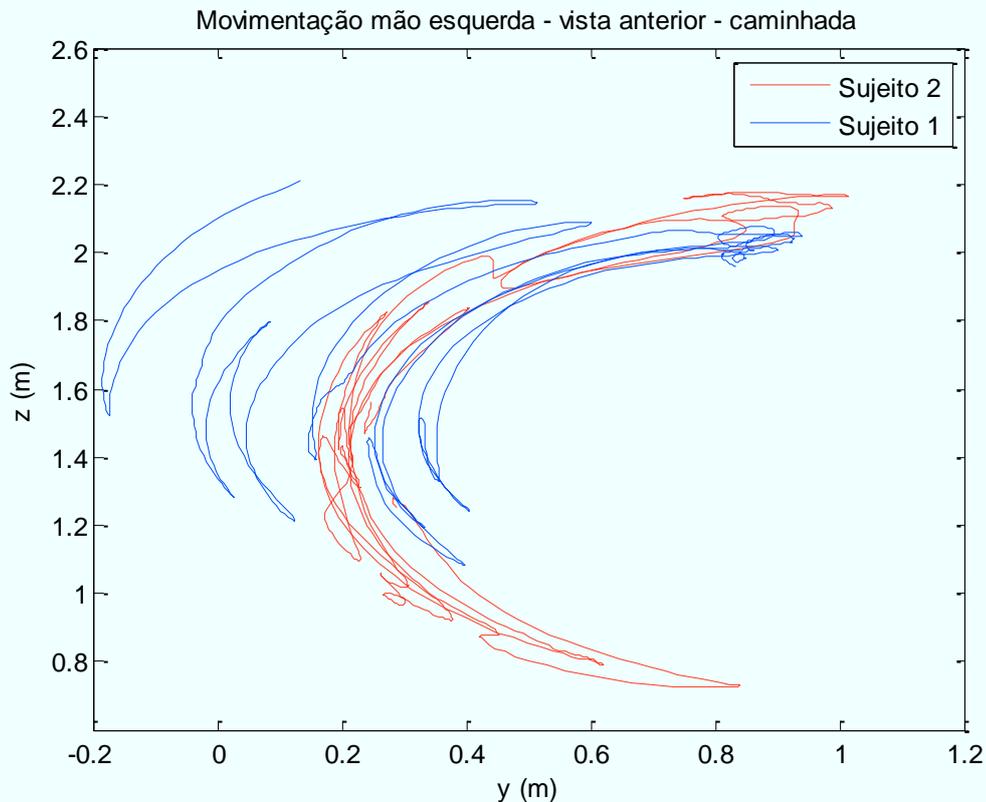
Nos gráficos (3 e 4) anteriores, que representam as coordenadas látero-lateral dos pés de ambos os sujeitos durante o caminhar, deixa evidente o

maior domínio do equilíbrio do Sujeito 1, em comparação com o Sujeito 2, tendo em vista que o Sujeito 1 teve uma menor amplitude de movimentação lateral dos pés durante o caminhar que o Sujeito 2, não apresentando movimentações bruscas, enquanto que para o sujeito 2, há alternância de movimentos com pequenas e grandes amplitudes. A seguir, os gráficos 5 e 6 apresentam a movimentação das mãos direita e esquerda, respectivamente, dos dois sujeitos. Também evidenciamos o uma maior variação no início, o período de adaptação ao trecho de maior tensão da fita em ambos os Sujeitos durante o caminhar.



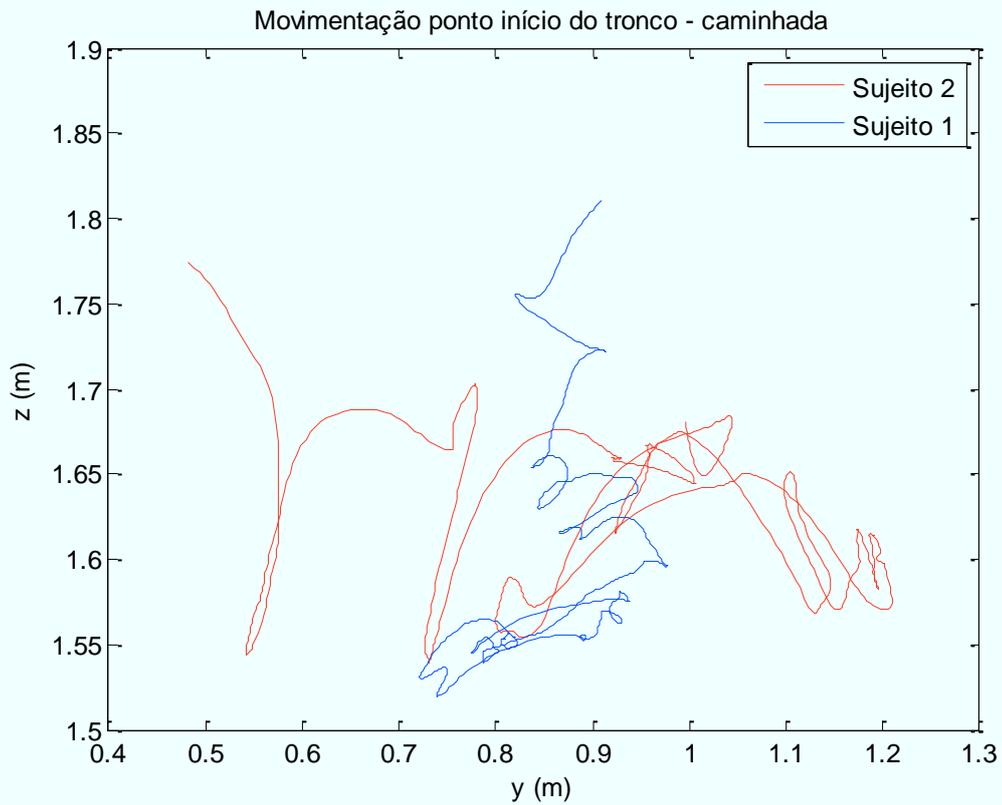
**Gráfico 5** – Representa a amplitude da movimentação da mão direita de ambos os sujeitos durante o caminhar.

O gráfico acima, que representa a movimentação da mão direita dos sujeitos durante o caminhar, evidencia o argumento apresentado anteriormente que o Sujeito 2, tem um maior dificuldade de equilíbrio, com maiores amplitudes de movimento, devido ao padrão de movimento “aviãozinho”, onde o sujeito movimenta ao mesmo tempo os membros superiores e tronco, sincronizados, exemplo: quando abaixa o braço direito ele sobe o braço esquerdo, diferente do Sujeito 1, que tem um maior domínio dos segmentos corporais.



**Gráfico 6** – Representa a amplitude da movimentação da mão esquerda de ambos os sujeitos durante o caminhar.

O gráfico acima, que representa a movimentação da mão esquerda dos sujeitos durante o caminhar, como já foi dito sobre o gráfico anterior, o Sujeito 2, tem um maior desequilíbrio e com isso um maior deslocamento vertical da mão direita, em relação ao Sujeito 1. Em relação a direção vertical o Sujeito 1 apresentou maiores amplitudes que do Sujeito 2, podendo ser causada por estratégias diferentes de extensão/flexão do cotovelo, em função do seu maior controle do equilíbrio. Por fim, o gráfico 7 apresenta a movimentação do ponto inicial do tronco dos dois sujeitos.



**Gráfico 7** – Representa a movimentação do início do tronco, durante a caminhada.

No gráfico anterior, que representa a movimentação do início do tronco dos Sujeitos durante o caminhar, este gráfico nos mostra que o Sujeito 2 teve um maior desequilíbrio corporal que o Sujeito 1, devido sua maior variação na amplitude lateral realizada durante o deslocamento sobre o Slackline, enquanto o Sujeito 1 teve uma variação muito menor em comparação ao Sujeito 2. Este gráfico evidencia o maior desequilíbrio do Sujeito 2, o inexperiente.

## 8. CONCLUSÃO

A observação desde estudo nos possibilitou a levantar inúmeras possibilidades de estudo sobre Slackline, tendo em vista que pouco se tem na literatura sobre esse assunto, o que colabora significativamente com informações quantitativas sobre essa nova modalidade.

As análises feitas sobre o Sujeito 1 (experiente) e o Sujeito 2 (não praticante), sugerem que o Sujeito 1 possui um deslocamento muito mais preciso e de passada curtas do que e controladas do que o Sujeito 2. Além do Sujeito 2 ter um maior deslocamento vertical das mãos durante o deslocamento, em relação ao Sujeito 1, porém, não é um dado que evidência o maior equilíbrio durante o caminhar.

Gostaríamos de dar destaque para os dados obtidos sobre o tronco dos sujeitos durante o deslocamento, pois esse dado deixa claro o sujeito com maior equilíbrio, por se tratar do deslocamento lateral do tronco o movimento chave para se manter o centro de gravidade em cima da fita, sendo assim, quanto mais alinhado com a fita o tronco estiver menor vai ser o desequilíbrio durante o deslocamento.

Podemos destacar um maior domínio de ambos os indivíduos com o pé esquerdo, tendo em vista que ambos são destros, isto sugere que esse domínio se deve por ambos utilizarem a perna esquerda como perna de apoio.

Portanto, os resultados deste estudo puderam verificar que o Sujeito 1, o atleta de Slackline, com o treinamento uma diminuição da movimentação na direção látero-lateral do sistema sujeito-fita e maior domínio dos segmentos corporais, sendo assim teve um maior equilíbrio e domínio do caminhar sobre o Slackline maior do que o Sujeito 2, devido sua menor amplitude de movimentação lateral, que sugere um maior desequilíbrio do Sujeito 2 ao Sujeito 1. Desta forma orientamos que se deve ter um maior domínio independente dos segmentos corporais quando se trata de um treinamento de Slackline para iniciantes e um maior controle lateral do tronco durante o deslocamento.

## 9. REFERENCIAS

AMADIO, A. C. et al. **Métodos de medição em biomecânica do esporte: descrição de protocolos para aplicação nos centros de excelência esportiva.** ANO 2008. 23 p. Documento elaborado pelo Grupo de Biomecânica para a Rede do Centro de Excelência Esportiva do Ministério de Esporte e Turismo (CENESP-MET)

ANJOS, S. M. D. **Avaliação da Propriocepção do Joelho em Praticantes de Musculação.** 2011. 23 p. Artigo para Conclusão de Curso Apresentado ao Curso de Graduação em Fisioterapia da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba.

DONATH, L. et al. **Effects of Slackline Training on Balance, Jump Performance & Muscle Activity in Young Children.** *Int J Sports Med*, New York, v. 34, p. 1093-1098, fev. 2013.

DUARTE, Marcos; FREITAS, Sandra M. S. F.. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v. 14, n. 3, p.183-192, maio/jun 2010.

FREITAS, S. M. S. F.; DUARTE, M. **Métodos de Análise do Controle Postural. Laboratório de Biofísica da Escola de Educação Física e Esporte**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007

GABEL, C. P.; OSBORNE, J.; BURKETT, B. **The influence of ‘Slacklining’ on quadriceps rehabilitation, activation and intensity.** *J Sci Med Sport*, Austrália, p.1-5, dec. 2013.

GRANACHER, U. et al. **Slackline training for balance and strength promotion.** *Int J Sports Med*, New York, v. 31, p. 717-723, jun. 2010.

RIBEIRO, Gustavo Alves. **Descrição da movimentação corporal durante o apoio unipodal no Slackline: Estudo Comparativo entre praticante e iniciante.** 2014. 55 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências do Esporte, Faculdade de Ciências Aplicadas, Limeira, 2014.

KELLER, M. et al. **Improved postural control after slackline training is accompanied by reduced H-reflexes.** *Scand J Med Sci Sports*, v. 22, p. 471–477, 2012.

LEMOS, L. F. C.; TEIXEIRA C. S.; MOTA, C.B. **Uma revisão sobre centro de gravidade e equilíbrio corporal.** R. bras. Ci. e Mov, v. 17, p. 83-90, 2009.

LEVA, Paolo de. Adjustments to Zartsiorsky - Seluyanov's Segment Inertia Parameters. **Biomechanics.** Bloomington, u.s.a, p. 1223-1230. Nov 1995.

LÓPEZ, J. R.; FERNÁNDEZ, N. P. Caracterización de la interacción sensorial en posturografía. **Acta Otorrinolaringol.**, Esp. n. 55. p. 62-66, 2004.

PEDALINI, M.E.; BITTAR, R.S.M. Reabilitação vestibular: uma proposta de trabalho. Pró- fono, v. 11, n. 1, p. 140-144, 1999.

PEREIRA, D. W.; MASCHIÃO, J. M. **Primeiros passos no slackline.** *EFDeportes, Revista Digital*, Buenos Aires, v. 17, p. 1- 11, jun. 2012. Disponível em : <http://www.efdeportes.com>>.

PEREIRA, D. W.; POLI, J. J. C. **O Slackline na formação em Educação Física.** In: RESUMOS CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA E MOTRICIDADE HUMANA XIV SIMPÓSIO PAULISTA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, 8., 2013, Rio Claro. Anais... Rio Claro: 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/motriz/article/view/7469/pdf>> Acesso em 4 de junho de 2013.

PFUSTERSCHMIED, J. et al. **Effects of 4-week slackline training on lower limb joint motion and muscle activation.** *J Sci Med Sport*, Austrália, v. 16, p. 562–566, 2013.

PFUSTERSCHMIED, J. et al. **Effect of instability training equipment on lower limb kinematics and muscle activity.** *Sportverletz Sportschaden*, v. 27, p. 28–33, 2013.

ROSA NETO, **Manual de avaliação motora.** Porto Alegre: Artmed, 2002. 136 p.

SCHÄRLI, A. M. et al. **Balancing on a slackline: 8-year-olds vs. adults.** *Frontiers in Psychology | Movement Science and Sport Psychology*, v.4, p. 1-11, abr. 2013.

THOMANN, Andreas. **“Methodik im slacklinesport – Wie geht guter**

**Slacklineunterricht?**“ Anlässlich des 1. JDAV Slackline Symposium „TALK THE LINE“ 08./09. Juni 2013

ZATSIORSKY V. M.; SELUYANOV, V.; CHUGUNOVA, L. In vivo body segment inertial parameters determination using a Gamma-scanner method. In Berne, N.; Cappozzo, **A. Biomechanics of human movement: Applications in rehabilitation, sports and ergonomics**. USA: Bertec,1990. pp. 186-202.

## 10. ANEXOS

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(MAIOR DE 18 ANOS)

Eu, JOÃO GUILHERME FERREIRA HENRI SOARES,  
portador do RG nº 3499113-7, residente à  
Rua Ezequiel José Rizzato nº 114  
complemento F bairro Jd. Nova Holanda cidade  
Limoeiro Estado SP Telefone nº 11 957 97607 declaro que

aceitei participar da pesquisa intitulada "Descrição da movimentação corporal durante o apoio unipodal no Slackline: estudo comparativo entre praticante e iniciante". A Proposta desse estudo é avaliar a movimentação do centro de massa e dos segmentos corporais durante o apoio unipodal direito e esquerdo no Slackline, comparando um sujeito experiente e um iniciante.

Nesta unidade fui devidamente informado sobre os procedimentos a serem realizados e estou ciente que:

- Serão colocados 26 marcadores afixados externamente na pele de maneira não invasiva, sem efeitos colaterais, não trazendo qualquer risco para a minha integridade física;
- Contribuirei para a coleta adequada dos meus dados, estando ciente dos trajes a serem utilizados durante a pesquisa, mesmo que segmentos corporais apresentem-se expostos;
- Antes da realização da filmagem será feita uma avaliação antropométrica de comprimentos e circunferência dos segmentos corporais;
- As imagens obtidas durante da coleta serão exclusivamente utilizadas para análise e tratamento dos dados, pelo próprio pesquisador com finalidade científica, sendo posteriormente eliminadas;
- A pesquisa é de caráter voluntário e poderei, a qualquer momento, retirar-me da pesquisa, sem que com isso venha me prejudicar nos demais serviços realizados na UNICAMP.
- Receberei uma cópia deste termo de consentimento.

Limeira, SP, 01 de Dezembro de 2014

Bruno L. Lourenço

**Bruno Liu Lourenço**

[Assinatura]

**Voluntário**

Bruno Liu Lourenço : (19)99729-6379  
Rua: Egisto José Ragazzo, Jd Nova Italia, CEP 13484-407  
Email: bruninhospk@hotmail.com  
Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante : (11)981365551  
R. Pedro Zaccaria, 1300 – Jd. Santa Luiza – Limeira/SP - CEP 13.484-350  
Telefones: (19)3701-6713 FAX: (019) 37016680  
Email: luciano.mercadante@fca.com.br

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(MAIOR DE 18 ANOS)

Eu, André Marana Bastos,

portador do RG nº 384531799, residente à

R. Reno nº 130

complemento 75 bairro V. Morinho Velho cidade

de São Paulo, Estado SP, Telefone nº 1111973396389 declaro que

aceitei participar da pesquisa intitulada "Descrição da movimentação corporal durante o apoio unipodal no Slackline: estudo comparativo entre praticante e iniciante". A Proposta desse estudo é avaliar a movimentação do centro de massa e dos segmentos corporais durante o apoio unipodal direito e esquerdo no Slackline, comparando um sujeito experiente e um iniciante.

Nesta unidade fui devidamente informado sobre os procedimentos a serem realizados e estou ciente que:

- Serão colocados 26 marcadores afixados externamente na pele de maneira não invasiva, sem efeitos colaterais, não trazendo qualquer risco para a minha integridade física;
- Contribuirei para a coleta adequada dos meus dados, estando ciente dos trajés a serem utilizados durante a pesquisa, mesmo que segmentos corporais apresentem-se expostos;
- Antes da realização da filmagem será feita uma avaliação antropométrica de comprimentos e circunferência dos segmentos corporais;
- As imagens obtidas durante da coleta serão exclusivamente utilizadas para análise e tratamento dos dados, pelo próprio pesquisador com finalidade científica, sendo posteriormente eliminadas;
- A pesquisa é de caráter voluntário e poderei, a qualquer momento, retirar-me da pesquisa, sem que com isso venha me prejudicar nos demais serviços realizados na UNICAMP.
- Receberei uma cópia deste termo de consentimento.

Limeira, SP, 01 de dezembro de 2014

Bruno L. Lourenço

**Bruno Liu Lourenço**

André Morana Bastos

**Voluntário**

Bruno Liu Lourenço : (19)99729-6379

Rua: Egisto José Ragazzo, Jd Nova Italia, CEP 13484-407

Email: bruninhospk@hotmail.com

Prof. Dr. Luciano Allegretti Mercadante : (11)981365551

R. Pedro Zaccaria, 1300 – Jd. Santa Luiza – Limeira/SP - CEP 13.484-350

Telefones: (19)3701-6713 FAX: (019) 37016680

Email: luciano.mercadante@fca.com.br