



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

**CAMPUS I**

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

**DIOGO PEREIRA CARDOSO DE SÁ**

**ANÁLISE BAROPODOMÉTRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CARGA E  
ESTABILOMETRIA EM ATLETAS AMADORES**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2021**

**DIOGO PEREIRA CARDOSO DE SÁ**

**ANÁLISE BAROPODOMÉTRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CARGA E  
ESTABILOMETRIA EM ATLETAS AMADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

**Área de concentração:** Inteligência Artificial aplicada à saúde e bem-estar

**Orientador:** Prof. Dr. Frederico Moreira Bublitz

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S111a Sá, Diogo Pereira Cardoso de.  
Análise baropodométrica da distribuição de carga e  
estabilometria em aletas amadores [manuscrito] / Diogo  
Pereira Cardoso de Sá. - 2021.  
50 p.

Digitado.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e  
Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba,  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2021.

"Orientação : Prof. Dr. Frederico Moreira Bublitz,  
Departamento de Computação - CCT."

1. Osteoartrite. 2. Baropodometria. 3. Atletas. 4. Joelho. I.  
Título

21. ed. CDD 613.7

**DIOGO PEREIRA CARDOSO DE SÁ**

**ANÁLISE BAROPODOMÉTRICA DA DISTRIBUIÇÃO DE CARGA E  
ESTABILOMETRIA EM ATLETAS AMADORES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia em Saúde.

**Área de concentração:** Inteligência Artificial aplicada à saúde e bem-estar

Aprovada em: 18/03/2021

**BANCA EXAMINADORA**



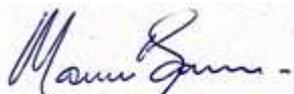
---

Prof. Dr. Frederico Moreira Bublitz  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Andrei Guilherme Lopes  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Prof. Dr. Marcio Massao Kawano  
Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB)

Dedico esta pesquisa aos meus pais, Carlos Fernando Cardoso de Sá e Silvia Pereira da Mota de Sá meus maiores e melhores orientadores da vida. Ao meu irmão, Carlos Fernando Cardoso de Sá Júnior, meu grande amigo nesta longa estrada da vida. E a minha esposa Ana Paula Rodrigues Camargo, minha grande incentivadora e base de apoio nesse projeto.

## AGRADECIMENTO

À Deus por todas as oportunidades, a Jesus por todos os ensinamentos e a Nossa Senhora Aparecida por todos os livramentos e por sempre colocar pessoas maravilhosas em meu caminho, as quais me fazem acreditar em um mundo melhor e me encorajam a prosseguir. Obrigado por nunca soltar a minha mão e me guiar em todos os momentos.

À minha mãe Silvia Pereira da Mota Sá e ao meu pai Carlos Fernando Cardoso de Sá, que palavras não são suficientes para descrever todo meu amor e gratidão por tudo que fizeram em minha vida.

À meu irmão Carlos Fernando Cardoso de Sá Júnior por seu meu grande amigo e exemplo profissional.

À minha esposa Ana Paula Rodrigues Camargo minha companheira de vida e grande inspiração.

À minha família, sinônimo de amor e união. Obrigado por acreditar no meu sonho e sempre me motivar a seguir em frente.

À duas colegas de profissão que a vida me deu como filhas, Alana Suzy de Matos Silva e Daiane Alves da Silva pelas ideias e amizade compartilhadas.

Aos meus amigos pelo apoio verdadeiro e honesto.

Ao meu orientador Prof. Dr. Frederico Moreira Bublitz, por todo conhecimento compartilhado, tempo disponibilizado e pela oportunidade de realizar este trabalho.

Aos professores do programa de pós-graduação pelos ensinamentos e troca de experiências.

Aos colegas que tive o prazer de conhecer melhor durante os estudos. Muito obrigado por toda forma de ajuda, pela companhia durante um café, pelas inúmeras conversas.

Aos voluntários da pesquisa, muito obrigado pela compreensão.

Á Marden Lucena por toda ajuda no processo, orientações e paciência na condução do programa.

Nenhum mal te sucederá, nem praga alguma chegará à tua tenda. Porque aos seus anjos dará ordem a teu respeito, para te guardarem em todos os teus caminhos.

Eles te sustentarão nas suas mãos, para que não tropeces com o teu pé em pedra.

“Salmos 91:10-12”

## RESUMO

Introdução: A estabilometria e a baropodometria são consideradas meios de quantificação das oscilações do corpo e análise da distribuição da pressão plantar e carga sobre o pé, estando relacionadas a biomecânica corporal do atleta. Objetivo: Analisar a distribuição de carga e estabilometria de atletas amadores. Metodologia: Estudo observacional, quantitativo, descritivo e de caráter transversal, realizado na cidade de Barreiras-BA. A amostra foi constituída por 80 corredores amadores. Para coleta de dados foi utilizado um notebook ligado a uma plataforma baropodométrica da marca Arkipelago, instrumento fundamental para avaliação de dados como pressão plantar e estabilometria. Resultados: Foi constatado nos corredores de rua analisados maiores valores de pressão máxima à esquerda com média de 0,873 Kgf/cm ( $\pm 0,4730$ ), já na distribuição de carga, foram encontrados valores maiores na superfície direita com 50,34% ( $\pm 4,325$ ). Referente aos dados estabilométricos, encontrou-se maior deslocamento no sentido anterior com média de 50,24% ( $\pm 5,403$ ), e direito com 50,39 ( $\pm 5,120$ ). Além disso, foi possível averiguar ao aplicar o teste-t diferença estatisticamente significativa entre a pressão máxima esquerda e a direita ( $p < 0,001$ ). No teste de Wilcoxon as variáveis da baropodometria e estabilometria não apresentaram diferenças significativas quando comparadas os lados direitos e esquerdo, anterior e posterior. Conclusão: A avaliação de atletas amadores por meio da plataforma baropodométrica faz-se necessária em decorrência do crescente número de praticantes da corrida de rua, associado aos inúmeros dados biomecânicos fornecidos por esse tipo de avaliação, que podem facilitar a identificação e prevenção de lesões nessa população.

**Palavras-chave:** Osteoartrite. Atletas. Joelho.

## ABSTRACT

**Introduction:** Stabilometry and baropodometry are considered means of quantification of body oscillations and analysis of plantar pressure distribution and load on the foot, being related to athlete's body biomechanics. **Objective:** To analyze the load distribution and stabilometry of amateur athletes. **Methodology:** Observational, quantitative, descriptive and cross-sectional study, carried out in the city of Barreiras-BA. The sample was constituted by 80 amateur runners. For data collection a notebook connected to a baropodometric platform of the Arkipelago brand was used, which is a fundamental instrument for the evaluation of data such as plantar pressure and stabilometry. **Results:** The analyzed runners had higher values of maximum pressure on the left side with an average of 0.873 Kgf/cm ( $\pm 0.4730$ ), and higher values on the right side with 50.34% ( $\pm 4.325$ ). Regarding stabilometric data, greater displacement was found in the anterior direction with an average of 50.24% ( $\pm 5.403$ ), and the right surface with 50.39 ( $\pm 5.120$ ). The T-test also revealed a statistically significant difference between left and right maximum pressures ( $p < 0.001$ ). In Wilcoxon's test the baropodometry and stabilometry variables did not present significant differences when comparing the right, left, anterior and posterior sides. **Conclusion:** The evaluation of amateur athletes using the baropodometric platform is necessary due to the growing number of street runners, associated with the numerous biomechanical data provided by this type of evaluation, which can facilitate the identification and prevention of injuries in this population.

**Keywords:** Osteoarthritis. Athletes. Knee.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Demonstra o tempo da fase de apoio e balanço em porcentagem em diferentes velocidades para o membro inferior ipsilateral (I) e contralateral (C).....	21
Figura 2 - Evidencia a relação entre o comprimento e a frequência da passada de acordo com a função da velocidade da corrida.....	21
Figura 3 - Representação da imagem obtida pela análise da estabilometria.....	26
Figura 4 - Exemplo de registro baropodométrico da distribuição de pressão plantar (software Footwork).....	30
Figura 5 – Plataforma.....	32
Figura 6 - Posicionamento do participante.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média, mediana, desvio padrão e percentile das variáveis da baropodometria e estabilometria do grupo atleta.....	39
---	----

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Box-plot relativo aos parâmetros da pressão máxima comparando os lados esquerdo e direito.....	40
Gráfico 2 -	Box-plot relativo aos parâmetros da superfície esquerda e direita.....	40
Gráfico 3 -	Box-plot relativo aos parâmetros do deslocamento anterior e posterior.....	41
Gráfico 4 -	Box-plot relativo aos parâmetros do deslocamento esquerdo e direito.....	41

## LISTA DE ABREVIACOES E SIGLAS

ACSM	American College of Sports Medicine
AHA	American Heart Association
ALL	Arco longitudinal lateral
ALM	Arco longitudinal medial
ATA	Arco transverso anterior
COM	Centro de massa corporal
CONEP	Conselho Nacional de Pesquisa com Seres Humanos
CoP	Centro de Pressão do P
CP	Comprimento da passada
CP	Controle postural
FP	Frequência da passada
FRS	Força de reao do solo
NUTES	Núcleo de Tecnologia Estratégicas em Saúde
OA	Osteoartrose
PDC	Posturografia dinâmica computadorizada
SNC	Sistema nervoso central
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNIFASB	Centro Universitário Faculdade São Francisco de Barreiras
VC	Velocidade da corrida

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	17
<b>2.1 Objetivo Geral</b> .....	17
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	17
<b>3 PROBLEMA</b> .....	18
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	19
<b>4.1 Atletas</b> .....	19
<b>4.1.1 Corredores de rua</b> .....	19
<b>4.1.2 Biomecânica da corrida</b> .....	20
<b>4.1.2.1</b> Parâmetros espaciais e temporais.....	21
<b>4.1.2.2</b> Cinemática da corrida.....	22
<b>4.1.2.3</b> Cinética da corrida.....	22
<b>4.1.2.4</b> Forças de reação do solo.....	23
<b>4.1.3 Lesões em corredores de rua</b> .....	23
<b>4.2 Semiologia na plataforma baropodométrica</b> .....	23
<b>4.2.1 Estabilometria</b> .....	23
<b>4.2.2 Baropodometria</b> .....	27
<b>4.2.3 Plataforma</b> .....	30
<b>4.2.4 Método de Avaliação</b> .....	32
<b>4.2.5 Análise postural dos corredores de rua</b> .....	34
<b>4.2.6 Distribuição plantar nos corredores de rua</b> .....	35
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	36
<b>5.1 Tipo de estudo</b> .....	36
<b>5.2 Descrição do local de pesquisa</b> .....	36
<b>5.3 População</b> .....	36
<b>5.4 Amostra</b> .....	36
<b>5.5 Critérios para a inclusão e exclusão do sujeito</b> .....	36
<b>5.6 Instrumentos de coleta de dados</b> .....	37
<b>5.7 Descrição da coleta de dados</b> .....	37
<b>5.8 Análise de dados</b> .....	38
<b>5.9 Ética e pesquisa com seres humanos</b> .....	38
<b>6 RESULTADOS</b> .....	39
<b>7 DISCUSSÃO</b> .....	42

<b>8 CONCLUSÃO</b> .....	45
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

A prática regular de exercícios físicos tem desencadeado inúmeras pesquisas visando cada vez mais ressaltar os seus benefícios. Tendo como alvo a prevenção de doenças crônicas, as duas maiores instituições de estudo em saúde e exercício físico, o *American College of Sports Medicine (ACSM)* e a *American Heart Association (AHA)* recomendam a prática de atividades físicas de longa duração, intensidade moderada, que envolvam grandes grupos musculares, que dispõem de poucas restrições. Estas características destacadas pelas instituições podem ser relacionadas com a corrida, a qual atualmente contempla um grande número de praticantes, uma vez que é de fácil acesso, apresenta baixo custo e proporciona inúmeros benefícios, como redução da quantidade de gordura corporal, triglicérides e colesterol total, aumento da massa magra e óssea, redução da pressão arterial pós-exercício e da incidência de obesidade e doenças cardiovasculares, sendo todos esses fatores cruciais na melhora da qualidade de vida (RANGEL et al., 2016; BOREL et al., 2019; NI, 2016).

Todavia, estudos mais recentes sobre corrida vêm demonstrando uma grande correlação com incidência de lesões quando realizada de maneira inadequada, as quais desencadeiam absenteísmo ao trabalho, elevada demanda por serviços de saúde e descontinuidade em treinamentos ou competições (BOREL et al., 2019). As lesões podem estar relacionadas à fatores intrínsecos, como anormalidades biomecânicas e anatômicas, flexibilidade diminuída, histórico de lesões, características antropométricas e composição corporal e extrínsecos referentes à preparação ou a própria prática da corrida, entre os quais destacam-se a duração do treino e longa quilometragem, erros no planejamento e execução do treinamento, tipo de superfície e percurso, tipo de calçado, alimentação e prática de outras modalidades esportivas (FERREIRA et al., 2012).

Com o objetivo de identificar os principais fatores relacionados às lesões em corredores, inúmeras avaliações funcionais e exames complementares podem ser utilizados, como a baropodometria e estabilometria. A distribuição da pressão plantar e o equilíbrio, avaliado pela estabilometria, estão relacionados a biomecânica corporal do atleta e, assim modificação desproporcional ou instabilidade pode desencadear comprometimento no aparelho locomotor e a perda de rendimento. A estabilometria é um método usado para avaliar os pacientes portadores com o objetivo de analisar o equilíbrio corporal e déficits funcionais, sendo avaliados por meio de um conjunto de transdutores de força responsáveis pela quantificação o vetor de reação no centro de pressão (CoP) (OLIVEIRA et al., 2016; PINTO, 2017).

A medida da pressão plantar, mensurada pela baropodometria, não é amplamente utilizada na prática clínica, sendo limitada as indicações e a sua utilização, mesmo em ambientes de pesquisa. Entretanto, seu potencial é altamente reconhecido no diagnóstico de distribuição de carga plantar e avaliação do alinhamento postural na pressão do pé (BAUMFELD et al., 2017). A baropodometria possui uma ampla aplicabilidade, podendo ser utilizada para avaliação de diferentes patologias, desde diabetes mellitus à lesões de membros inferiores e em diferentes populações, como é o caso de atletas (GONÇALVES, 2014).

Corredores que treinam e competem corridas de longa distância, podem apresentar aumento nas taxas de pressão na região do pé, que por sua vez, se dissipam para o restante do corpo (SCHMIDT; BANKOFF, 2011). A distribuição das cargas inadequada na região plantar pode desencadear modificações posturais em decorrência das compensações desencadeadas pelos desequilíbrios na tentativa corporal da manutenção do alinhamento do centro de gravidade, além de estar relacionados a desgastes articulares como a osteoartrose, dores musculares e lombalgias, distúrbios da marcha e dores de cabeça. Diante disso, a avaliação estabilométrica e da distribuição plantar são primordiais para manutenção do alinhamento normal dos segmentos corporais e prevenir distúrbios relacionados à pisada. Assim, os dados advindos da baropodometria e estabilometria são complementares para os profissionais de saúde, já que concede parâmetros que nortearão quanto as intervenções e elaboração de métodos para prevenção ou correção de alterações relacionadas com a má distribuição das cargas sobre a região plantar (PEREIRA; GONÇALVES; SILVA, 2012).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar a distribuição de carga e estabilometria de atletas amadores.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar a distribuição de carga e estabilometria de atletas amadores.
- Aplicar uma metodologia de avaliação em atletas amadores.

### **3 PROBLEMA**

Atualmente vem crescendo exponencialmente a prática de corrida de rua de forma amadora, que pode repercutir no sistema locomotor do atleta, como na distribuição plantar e controle postural. Diante disso, quais as principais características da distribuição de carga e estabilometria de corredores amadores?

## **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **4.1 Atletas**

Os atletas estão suscetíveis à lesões do sistema musculoesquelético principalmente na região de punho, ombro, quadril, joelho e tornozelo, devido a exposição das altas cargas de energias e da demanda física do esporte praticante (GOUTTEBARGE et al., 2015).

Os atletas apresentam maior prevalência de lesões principalmente na região de joelho e tornozelo, devido à sobrecarga nas articulações ocasionadas pelo mecanismo e as variáveis do esporte tais como: força de contato, impulso e distribuição de carga. O pico elevado da sobrecarga nas articulações do joelho favorecem o desgaste e fadiga da cartilagem articular propiciando o desenvolvimento da osteoartrite (MILLER, 2017).

Nos últimos anos, o Comitê Olímpico Internacional desenvolveu estudos que visam prevenir lesões e doenças no esporte ao determinar a incidência, fatores de risco, mecanismos de lesão e medidas de intervenção. Todavia, as lesões musculoesqueléticas a longo prazo em atletas foram dadas pouca atenção (HOOPER et al., 2017).

#### ***4.1.1 Corredores de rua***

Entre as variadas modalidades desportivas, a corrida de rua vem sendo uma das principais escolhas entre os indivíduos que buscam praticar uma atividade física, crescendo cada dia mais desde 1970 (BALBINOTTI et al., 2015).

Prática da corrida de rua vem aumentando gradativamente, e os praticantes com treinamento moderado são denominados como corredores de rua. A prática da corrida de rua regular apresenta benefícios físicos e mentais aos praticantes, porém devido fatores biomecânicos e externos da prática da atividade física cerca de 14 a 50% de corredores sofrem lesões durante o ano (HINO et al., 2009).

Estima-se que no Brasil cerca de 4,5 milhões de pessoas são corredores, sendo que esses dados estão em uma curva de crescimento com o passar dos anos. No estado de São Paulo, as competições de corrida de rua que são registradas pela federação esportiva aumentaram de 323 para 560.000 corredores no ano de 2013 (CAMPOS; MORAES; LIMA, 2015).

A prática regular da corrida de rua apresenta benefícios na função cardiovascular e a prevenção de doenças crônicas (PASSAGLIA, 2013). Além disso, outros benefícios aumentam os números de praticantes da modalidade, como: promoção da saúde com melhora nos índices do colesterol, prevenção da osteoporose, e controle da hipertensão arterial; sentimento de prazer

como a sensação de bem-estar; benefícios estéticos; controle do estresse; e melhora do rendimento (SANTOS; BORGES, 2010).

O American College of Sports Medicine (ACSM) e a American Heart Association (AHA), as maiores associações de estudo relacionado a saúde e exercício físico preconizam a prática de exercícios físicos de longa duração com uma moderada intensidade, para a prevenção de doenças crônicas, os exercícios físicos como a corrida envolvem grandes grupos musculares, sendo exercícios aeróbios com poucos obstáculos para a sua prática (RANGEL; FARIAS, 2016).

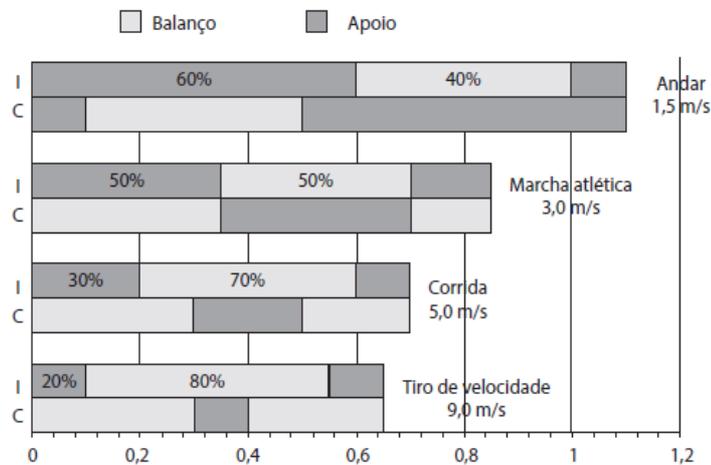
De acordo com Machado (2011), em todo o mundo é possível observar um crescente número de corredores de rua, e apesar de todos os benefícios da corrida, a incidência de lesões osteomioarticulares nos membros inferiores é elevada. Essa incidência é explicada pela desorientação de profissionais para preparar o indivíduo para a prática do esporte falta de orientação profissional para a prática da corrida (PILEGGI et al., 2010)

#### ***4.1.2 Biomecânica da corrida***

A biomecânica da corrida é analisada de acordo com o ciclo da marcha, a qual é a unidade básica dos eventos de locomoção humana. O ciclo da marcha é caracterizado pelo contato inicial do pé com o solo e finalizado no toque seguinte do mesmo pé, esse ciclo da marcha é dividido em fase de apoio e balanço. A fase de apoio é iniciada após o contato inicial e finalizada quando ocorre a retirada dos dedos do chão, denominado toe off o qual indica o início da fase de balanço, que é finalizada no retorno do pé para realizar um novo contato (FUKUCHI; DUARTE, 2016).

Conforme a figura 1, durante a marcha a velocidade interfere nos períodos das fases de apoio e balanço, no ciclo da marcha a duração da passada vai diminuindo de acordo com o aumento da velocidade, isto ocorre devido a redução do tempo da fase de apoio (FUKUCHI; DUARTE, 2017).

**Figura 1** - Tempo da fase de apoio e balanço em porcentagem em diferentes velocidades para o membro inferior ipsilateral (I) e contralateral (C).

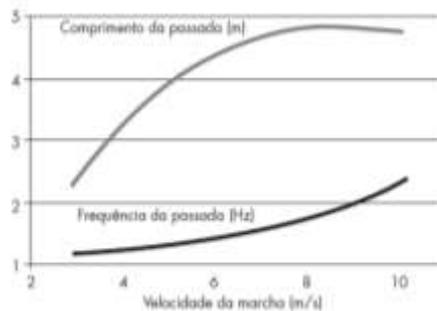


Fonte: FUKUCHI; DUARTE, 2016.

#### 4.1.2.1 Parâmetros espaciais e temporais

O comprimento e a frequência do passo são utilizados para descrever o comprimento da corrida e fazer uma comparação dos padrões. O comprimento da passada (CP) é determinado pela distância percorrida em dois toques consecutivos do mesmo pé, e o comprimento do passo é regulado entre a distância entre toques dos pés distintos. A frequência da passada (FP) é determinada pelo número das passadas e medidas pelas unidades de tempo, sendo a velocidade da corrida (VC) o resultado do produto entre o comprimento e a frequência da passada, e a duração do ciclo da passada durante a corrida é obtida através do inverso da frequência da passada (FUKUCHI; DUARTE, 2016).

**Figura 2** - Evidencia a relação entre o comprimento e a frequência da passada de acordo com a função da velocidade da corrida.



Fonte: FUKUCHI; DUARTE, 2016.

A medida que a frequência da passada é aumentada em relação à frequência confortável é possível observar uma alteração nas cargas musculares de corredores saudáveis (LENHART; THELEN; HEIDERSCHEIT, 2014). Além disso, existe uma relação significativamente negativa entre a frequência da passada e as forças de impacto e do deslocamento vertical do centro de gravidade que acontece durante a corrida (SCHUBERT; KEMPF; HEIDERSCHEIT, 2014).

#### *4.1.2.2 Cinemática da corrida*

A cinemática é a definição dos parâmetros cinemáticos do movimento, tais como o deslocamento, a velocidade, a posição e a aceleração sem calcular os resultados dos movimentos. A cinemática ainda pode ser classificada como linear e angular, e os parâmetros cinemáticos são quantificados em outras dimensões. As análises bidimensionais (2D) são as mais utilizadas e as tridimensionais (3D) são limitadas a laboratórios/centros de pesquisa, devido ao custo elevado (ROBERTSON et al., 2014).

Um dos parâmetros analisados durante a cinemática é a função do tempo durante um ponto no corpo de um corredor a corrida, por exemplo na análise bidimensionais (2D) no plano sagital é possível descrever a trajetória do CG de um corredor, onde ele se deslocará anteriormente e verticalmente de acordo com o avanço da corrida. E em relação a análise tridimensionais (3D) é possível observar que o corpo do corredor se desloca médio-lateralmente. Outro parâmetro utilizado para avaliar o desempenho da corrida é o deslocamento vertical do CG do corredor, quanto menor o deslocamento vertical, melhor é a economia da corrida (FUKUCHI; DUARTE, 2016).

#### *4.1.2.3 Cinética da corrida*

Durante a cinética ocorre a análise das forças que são medidas por um transdutor, e como elas interferem nos movimentos. As forças do movimento humano são classificadas em internas e externas, as internas agem dentro do corpo como as forças dos músculos, ligamentos fazem sob as articulações; e as forças externas atuam no corpo devido a interação do ambiente externo e do corpo (FUKUCHI; DUARTE, 2016).

#### *4.1.2.4 Forças de reação do solo*

A força de reação do solo (FRS) é a resposta da superfície de apoio sobre as ações que o corpo apresenta sobre ele, sendo medidas através da plataforma de força. Durante a fase de apoio na corrida o sistema musculoesquelético fica propício a estresses os quais favorecem as lesões, a análise da FRS é fundamental para compreender quais os fatores estão envolvidos nas lesões que ocorrem nos corredores (NIGG et al., 2015).

#### *4.1.3 Lesões em corredores de rua*

A corrida pode ocasionar diversas lesões principalmente na região dos joelhos, tornozelos e pés, acometendo cerca de 83% dos corredores de rua e prejudicar a sua qualidade de vida, temporariamente ou definitivamente (BREDEWEG et al., 2013).

Essas lesões são decorrentes de diversas etiologias, tais como sexo, idade, aptidão física, experiência, tipo de solo, uso de calçado correto, tipo de pisada, condições climáticas, entre outros (HINO et al., 2009).

A prática da corrida quando realizada de maneira inadequada ou sem orientação de um profissional pode acarretar diversas lesões no sistema musculoesquelético, nos indivíduos amadores ou profissionais, que estão expostos aos mesmos riscos eventuais. As lesões decorrentes da corrida são originadas de traumatismos por repetições nas estruturas osteo-tendinosas e articulares, as quais reduzem a distância percorrida e até mesmo a interrupção da atividade física por um ou mais dias. Os números elevados das lesões esportivas decorrentes da corrida estão relacionados a fatores intrínsecos e extrínsecos (FERREIRA et al., 2012).

## **4.2 Semiologia na plataforma baropodométrica**

### *4.2.1 Estabilometria*

A manutenção da postura em bipedestação necessita de um efetivo sistema de controle postural, isto é, um adequado equilíbrio e orientação corporal (ROGGIA et al., 2010). O controle postural é considerado como um dos constituintes do sistema de controle motor, proporcionando estabilidade e situações para o movimento como a capacidade de adquirir e

sustentar no decorrer de uma tarefa, seja essa estática ou dinâmica, a posição corporal (TEIXEIRA, 2010).

A orientação postural é definida como a capacidade de manutenção do posicionamento e o alinhamento dos segmentos corporais em relação aos outros e ao ambiente externo, mantendo assim a postura ereta. O equilíbrio, por sua vez, concerne na habilidade de manter a posição do corpo, ou seja, manter o centro de massa dentro da base de sustentação ou nos limites de estabilidade existentes entre a inter-relação e balanceamento de inúmeras forças atuantes sobre o corpo como no caso da força externa da gravidade e interna dos músculos (TEIXEIRA et al., 2010). Dessa maneira, é tido como a habilidade de manter a postura vertical ou de efetuar movimentos de aceleração e/ou rotação do corpo sem que este disponha de algumas oscilações ou desvios (SCHMIDT et al., 2010).

O equilíbrio corporal consiste em um aspecto fundamental para a orientação do sujeito no ambiente que o circunda, sendo considerado como um processo automático que permite o movimento no ambiente e resistência à perda de estabilização da força da gravidade. Diante disso, o sistema nervoso central (SNC) necessita de percepção interna da posição do corpo no espaço (BUSHATSKY et al., 2019).

O controle postural fisiológico exige uma ampla associação entre os sistemas sensoriais, centros neurais integradores, vias descendentes e sistema muscular, ou seja, integração do sistema sensorial com o sistema motor. Ressalta-se ainda, que estes elementos, tidos como intrínsecos do indivíduo, se associam com o ambiente e com condições normais culminando numa atividade específica, permitindo que o corpo se mantenha imóvel de forma estável (equilíbrio estático) ou em movimento de maneira precisa (equilíbrio dinâmico) (GHIRINGHELLI; GANANGA, 2011; SOARES, 2010; OTA; GANANÇA, 2015).

O sistema sensorial propicia ao sistema nervoso, informações do esquema interno, acerca da localização e posição do corpo em relação à gravidade e ao ambiente externo, isto é, informa sobre o endireitamento do corpo ou falta desse, sendo essas informações provenientes do sistema visual, vestibular e somatossensorial (MACKNINNON, 2018; SOARES, 2010).

O sistema visual proporciona informações sobre a posição do corpo no meio externo, dando informação sobre seus segmentos e o ambiente onde se encontra. Já o sistema vestibular fornece informações da posição da cabeça em relação à gravidade e aos movimentos da cabeça, sejam eles lineares ou rotatórios. Enquanto o sistema somatossensorial propicia noções sobre a propriocepção referentes às articulações e músculos axiais, os quais culminam em informações relativas aos movimentos e posicionamento corporal, além disso, são ainda cruciais

informações provenientes das superfícies plantares (KLEINER; SCHLITTER.; SANCHEZ-ARIAS, 2011).

O sistema motor, também relacionado ao controle postural, é encarregado pela ativação apropriada e precisa da musculatura para execução dos movimentos. Por conseguinte, o SNC interpreta as informações advindas do sistema sensorial para assim conceder potenciais nervosos aos músculos, os quais desencadeiam respostas neuromusculares (DUARTE; FREITAS, 2010), fundamentais para posição vertical e imóvel, proporcionando a manutenção do centro de gravidade dentro da base de suporte (demarcado pelas laterais dos pés), impedindo perda do equilíbrio e alterações nos movimentos (COSTA; GONÇALVES; MEEREIS, 2018).

Dessa forma, os constituintes do sistema sensorial desencadeiam informações ao SNC, que fornecem impulsos nervosos aos músculos viabilizando a coordenação e controle dos segmentos corporais (BRAGA et al., 2012). São utilizadas, ainda mecanismos para os ajustes posturais antecipatórios, na previsão e antecipação de possíveis alterações, e para os ajustes compensatórios, referentes às ações perante às modificações do equilíbrio. Portanto, postura estável, não significa apropriadamente uma postura imóvel e assim, a orientação postural e equilíbrio, devem ser analisados de forma dinâmica e estática (SOARES, 2010).

A estabilidade corporal é dependente do equilíbrio entre forças atuantes do corpo podendo ser de origem interna e externa durante a realização de atividades motoras. Ademais, o controle do corpo em ortostase necessita de torques da articulação do tornozelo, executados de forma passiva ou ativa. O centro de pressão consiste em das análises mais usuais para quantificar a resposta corporal diante de uma determinada atividade de equilíbrio, e em situações de combinação entre a velocidade de deslocamento do centro de pressão e posições de equilíbrio em pé, as peculiaridades apresentadas pelo COP vem sendo utilizadas para avaliação dos processos biomecânicos e neurológicos relacionados ao controle da postura (LEAL et al., 2015).

A forma mais comum de se analisar o controle postural consiste na avaliação do comportamento, principalmente a oscilação do corpo durante a postura ereta e estática. A avaliação pode ser qualitativa, por meio da observação, ou quantitativa, com o uso de instrumentos específicos de mensuração (DUARTE; FREITAS, 2010).

Existe disponível atualmente, inúmeras formas e recursos usados para avaliação do equilíbrio corporal, entre esses destaca-se a estabilometria. Esse método permite analisar a oscilação corporal em indivíduos portadores de patologia ou distúrbio, e indivíduos saudáveis correlacionando as informações obtidas com possíveis alterações clínicas. A avaliação é executada por intermédio da determinação e quantificação das oscilações posturais na posição

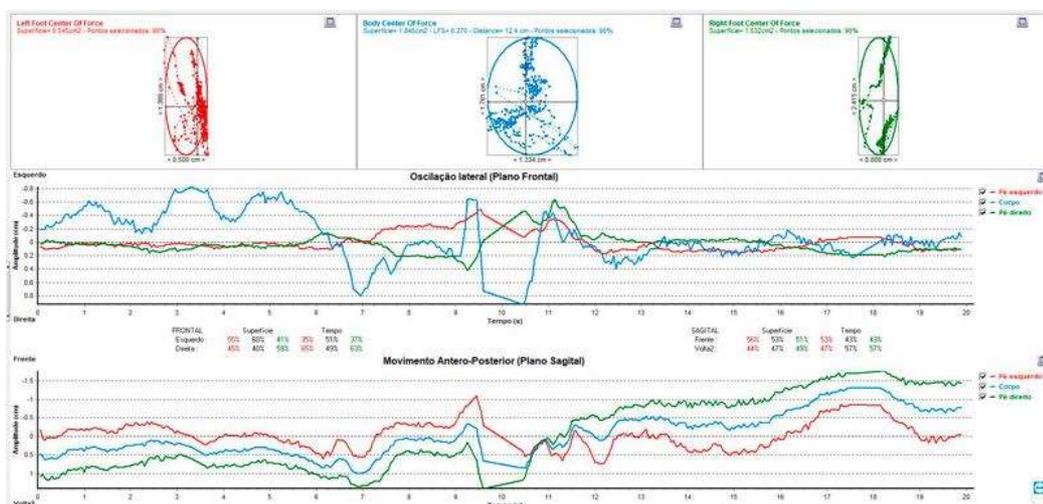
ortostática sobre uma plataforma de força, levando em consideração o deslocamento do centro de pressão para as laterais e em sentido ântero-posterior (Figura 3) (FIUSA; FREZ; PEREIRA, 2015; COSTA; GONÇALVES; MEEREIS, 2018).

A medida da estabilometria geralmente empregada para análise do controle postural, refere-se ao centro de pressão (CoP), que consiste no ponto de aplicação do vetor de força vertical sobre a base de suporte, representando uma associação entre o sistema sensorial de controle postural e da força da gravidade atuante (GHIRINGHELLI; GANANCA, 2011).

Em ortostase a posição do COP encontra-se localizada entre os dois pés e representa o controle neurológico e postural, associando também com a distribuição de peso de cada membro. De acordo ao modelo do pêndulo invertido, o centro de massa corporal (COM), o qual representa o local que simplifica a distribuição de massa do corpo inteiro, ou seja, o ponto que engloba toda a massa do corpo sem eliminação da generalidade (MIRANDA et al., 2016), é regulado por intermédio do movimento do COP e projetado sob as superfícies plantares. O movimento do centro de pressão sofre influência de vários aspectos como a idade, sexo, o tipo de doença ou das configurações de medidas. A Sociedade Internacional de Pesquisa em Postura e Marcha padronizou muitos fatores sobre as medidas de estabilometria estática em 2009, porém, uma ampla variedade de parâmetros ainda é utilizada por pesquisadores (NAGYMATE, 2014; COSTA, 2018).

Dessa maneira, a estabilometria analisada pela quantificação das oscilações do centro de gravidade e de pressão, é considerada como uma forma efetiva para mensuração do equilíbrio postural, aplicada em várias áreas como áreas de avaliação clínica, reabilitação e treinamento esportivo (MARTINS, 2010).

**Figura 3** - Representação da imagem obtida pela análise da estabilometria.



Fonte: Arquipelago, 2020.

#### **4.2.2 Baropodometria**

O equilíbrio corporal é mantido por uma cadeia cinética fechada, composto pelo membro inferior, representado pelo quadril, coxa, perna e o pé (COSTA, 2018). Os membros inferiores consistem em uma base de comunicação direta com o solo, sendo a sua posição determinada pela qualidade da base de suporte. As variações dessa base, principalmente, sua estabilidade são elementos cruciais para postura estática (FONSECA; CARDOSO; GUIMARÃES, 2015).

Considerado como a porção mais distal, o pé, corresponde a base de sustentação sobre a qual o corpo sustenta sua estabilidade, assim pode ser visto que alterações nesse segmento como déficits na mobilidade articular, na superfície de contato plantar ou nas estratégias musculares interferem no controle postural (COSTA et al. 2018). Ressalta-se ainda que três arcos constituem o pé: o arco longitudinal medial (ALM), arco longitudinal lateral (ALL) e arco transversal anterior (ATA), que se apoiam ao chão por meio de três pontos, o primeiro metatarso, o quinto metatarso e a tuberosidade do calcâneo (NEVES et al., 2020).

Sendo o pé a área de contato com o solo, é responsável por regular a distribuição da pressão plantar, o apoio, a absorção de impacto, o equilíbrio, o impulso, suporte do peso e o controle da posição vertical. Além disso, é tido como uma estrutura importante do sistema locomotor e responsável por manter a estabilidade postural e desenvolve um papel crucial na caminhada (ALVES et al., 2018).

A biomecânica adequada do pé é responsável por manter a postura e a distribuição simétrica da pressão plantar, além de apresentar um efeito importante no controle postural referente a posição ortostática e a marcha (MENEZES et al., 2012). Diante disso, a pressão plantar do pé com arco classificado como normal é, geralmente, distribuída de forma similar, sem grandes regiões de picos de pressão, culminando em um movimento estável e suave. Entretanto, no pé cavo, ou seja, com aumento do arco plantar, a pressão encontra-se elevada nas regiões laterais, necessitando de atenção clínica, já que é capaz de desencadear lesões no tecido plantar, calosidades e algias. No pé plano caracterizado pela diminuição do arco plantar, as pressões são maiores nas partes mediais, provocando assim perda do amortecimento e desperdício de energia. Dessa maneira, qualquer modificação da função normal do pé pode ocasionar situações desvantajosas como mais risco de desequilíbrio e de lesão plantar (NEVES et al., 2020).

O equilíbrio dos joelhos está intimamente ligado ao dos pés numa relação ascendente e ao quadril numa relação descendente. Esses dois primeiros conjuntos segmentares, isto é, os pés e joelhos, juntos são importantes determinantes do equilíbrio estático (FONSECA; CARDOSO; GUIMARÃES, 2015). As modificações nas estruturas do joelho resultam em interferência negativa na distribuição da pressão plantar é capaz de contribuir para a ocorrência de lesões advindas do *overtraining*. Identificar regiões de sobrecarga capazes de induzir o surgimento de microtraumas ou disfunções mecânicas podem contribuir para a integridade física e fornecimento de dados para ações preventivas (BRAZ; CARVALHO, 2010).

Elevadas pressões plantares são vistas como possível aspecto etiológico de inúmeras doenças, distúrbios e deformidades que atingem os pés como dor, fraturas por estresse, calosidades e ulcerações neuropáticas, dessa forma, a avaliação dessas pressões tornam-se cruciais para identificação de propostas para prevenção dessas ocorrências (MENEZES et al., 2012).

Baseado nessa premissa, a baropodometria é considerada uma medida favorável para mensuração da pressão plantar, assim como para auxílios de intervenções, podendo ajudar os profissionais de saúde na interpretação da postura e movimento humano. Consiste em uma avaliação fácil, rápida e de custo operacional reduzido, fazendo assim parte dos protocolos clínicos e de pesquisa. O baropodômetro permite avaliações semi-estáticas e dinâmicas e, por ser uma ferramenta promissora e pouco investigada, é necessária a implementação de estudos para avaliar as suas propriedades psicométricas (ALVES et al., 2018).

Embora a análise baropodométrica eletrônica corresponda a uma tecnologia efetiva para mensurar as características dos pés, relatadas em estudos científicos desde 1990, somente nas últimas décadas uma quantidade significativa de estudos evidenciou o uso dessa tecnologia. Esse tipo de avaliação possibilita o registro qualitativo de pressões plantares e as respectivas forças de reação do solo na área de apoio na posição vertical, sendo a mensuração dividida em pés direito e esquerdo, subdivididos, por sua vez, em três porções designadas de antepé, mediopé e retropé para cada pé. A área de suporte é explícita em centímetros quadrados (cm<sup>2</sup>) e em porcentagem do peso corporal total (Figura 4). A sustentação de peso distribuída pela superfície dos pés no decorrer do posicionamento em ortostase possibilita a indicação da porcentagem corporal total sustentada por cada um dos pés e determinação da razão existente entre esses, propiciando uma razão de simetria, coeficiente fundamental no estabelecimento das medidas e intervenções terapêuticas em programas de reabilitação. Ademais, pode ser identificado ainda informações sobre os tipos de pé (normal, cavo ou plano), os quais são obtidos por meio do índice do arco plantar estabelecido pela porcentagem da carga total em

ortostase na impressão do médio pé, principalmente (MENEZES et al., 2012; KAERCHER et al., 2011).

A baropodometria tem a finalidade de averiguar a relação existente entre o corpo e o solo durante a caminhada, o salto ou durante a permanência da postura em bipedestação, de maneira a conseguir dados acerca da oscilação postural, superfície de contato dos pés com o solo, pico de pressão de contato dentre outras variáveis. Observa-se ainda que esses aspectos são cruciais para identificar alterações funcionais que indicam possíveis fatores de risco como instabilidade do centro de pressão, discrepância na superfície de contato com os pés e aumento significativo da pressão plantar (KAERCHER et al., 2011).

A avaliação baropodométrica pode ser realizada de forma estática ou dinâmica, sendo que na estática a análise é realizada com o indivíduo posicionado em pé sobre a plataforma, a qual efetua a leitura da pressão exercida sobre uma região específica, obtendo assim variáveis relacionadas à área de contato, pico de pressão, pressão média e porcentagem de contato lateral e anteroposterior. Já a avaliação dinâmica é feita com o indivíduo deambulando, em uma das fases da marcha, com possibilidade de ser o primeiro, segundo ou terceiro passo, no momento em que pisa sobre a plataforma de análise e o software realiza os cálculos de pressão, duração e área (ABE, 2016).

A distribuição da pressão plantar, igualmente a estabilometria, sofre interferência de condições como peso, idade, sexo, estrutura anatômica plantar, amplitude de movimento articular e atividades e esportes realizados (MIURA et al., 2020). O monitoramento dessa pressão dispõe de implicações em estudos clínicos, assim como na reabilitação e na medicina esportiva. A primordial utilidade clínica encontra-se relacionada com a análise dos resultados de um tratamento específico, o acompanhamento de um indivíduo, bem como um grupo ao longo do tempo e a produção de palmilhas. Diante disso, considera-se que a maior colaboração da baropodometria consiste no fornecimento de informações concretas e na complementação das avaliações clínicas, contribuindo na tomada de decisão do tratamento e assim num melhor desfecho clínico (OLIVEIRA, 2019).

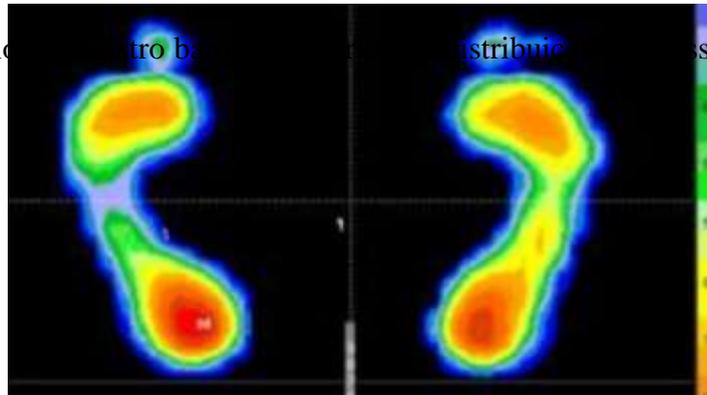
Geralmente, o padrão de distribuição da pressão plantar pode, em alguns casos, ser descrito como um padrão lateral, em que há distribuição de 10% da pressão total na região lateral do antepé e um reduzida pressão na região retro podálica, padrão central, caracterizado por uma elevada pressão abaixo do segundo e do terceiro metatarsos e carregamento amplo sobre a região retro podálica, padrão central/medial, no qual apresenta um carregamento igual por meio do primeiro e segundo metatarsos e carga mais ideal sobre a região retro podálica, e

por fim o padrão medial alto, evidenciando uma elevada pressão no calcanhar e na porção anterior dos pés simultaneamente (SCREIM, 2012).

Os equipamentos disponíveis atualmente para avaliação da distribuição da pressão plantar são divididos em três tipos: a plataforma, que mede a pressão existente entre o pé e o solo, as palmilhas, cuja função consiste na avaliação da pressão entre o pé e o calçado, e por fim uma marcha track, que, por sua vez, age de forma similar a plataforma, porém, de uma forma mais longa, nesse contexto é ideal para o estudo da marcha (ROSÁRIO, 2014).

As informações obtidas pela baropodometria são geralmente utilizadas para elucidar as particularidades de carga específicas da região plantar. Com isso, estudos da distribuição da pressão plantar possibilita a avaliação da postura biomecânica, que auxilia no diagnóstico e tratamento precoce de vários distúrbios osteomusculares (ALMEIDA et al., 2015).

**Figura 4** - Exemplo de distribuição de pressão plantar (software Footwork).



**Fonte:** Batista, 2019.

### 4.2.3 Plataforma

De maneira geral, a plataforma de força refere-se a uma placa pela qual alguns, normalmente quatro, sensores de força da espécie célula de carga ou piezoelétrico encontram-se dispostas com intuito de mensurar três componentes da força,  $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ , em que  $x$ ,  $y$  e  $z$  são respectivamente as orientações ântero-posterior, médio-lateral e vertical, e os três integrantes do torque ou momento de força, denominados por  $M_x$ ,  $M_y$  e  $M_z$ , agindo sobre a plataforma. Por avaliação dessas seis grandezas de origem físicas, essas plataformas são ditas como plataformas de seis componentes. Já o dado do CP refere-se a uma medida de posição definida por duas coordenadas na superfície da plataforma de acordo com a orientação do avaliado (DUARTE; FREITAS, 2010; COSTA; GONÇALVES; MEEREIS, 2018).

Na plataforma de força, são preconizados como domínios de avaliação a informação temporal e a frequência, todas provenientes do deslocamento da área do centro de pressão (COP) dos pés (RABELLO et al., 2014). A partir dos sinais mensurados pela plataforma, a posição do centro de pressão nas direções ântero-posterior (ap) e médio-lateral (ml) são calculados como  $CP_{ap} = (-h \cdot F_x + M_y) / F_z$  e  $CP_{ml} = (h \cdot F_y + M_x) / F_z$ , no qual h consiste na altura da base de apoio sobre a plataforma de força como o uso de um tapete sobre a plataforma de força. Os dados do CP obtidos podem ser observados por estatocinesigrama, referente ao mapa do CP na direção ap versus o CP na direção ml, ou por um estabilograma, consiste numa série temporal do CP em cada uma das direções ap e ml (DUARTE; FREITAS, 2010).

O baropodômetro consiste em uma plataforma avançada de força, utilizada para a mensuração das áreas de pressão plantar aplicadas pelo corpo imóvel ou em movimento (Figura 5). Esse instrumento usa software apropriado para elaborar imagens similares a de um podoscópio, porém, proporcionando informações com elevado valor de diagnóstico, impresso em gráficos, uma vez que dispõe de uma faixa de cores termográficas exibida pelo software, que varia dependendo da diferença de pressão. De modo geral, viabiliza dados qualitativos como sobre a morfologia da marcha, distribuição da pressão plantar nas específicas regiões do pé e a distribuição de carga na superfície plantar, além do deslocamento do centro de força, e quantitativo referente ao tempo das diferentes fases da marcha, a duração do passo, o tempo de apoio em diferentes partes do pé, valores de forças verticais em unidades de força convencionais e pressão ao longo da etapa, quando realizada de forma dinâmica. Assim, colabora na produção de palmilhas ortopédicas, além de contribuir na identificação de alterações biomecânicas na coluna vertebral, pelve e pé (ROSÁRIO, 2014; BUSHATSKY et al., 2017).

A plataforma básica refere-se ao suporte onde os sensores são acomodados, ligados por meio de um cabo USB ao computador e ao software adequado. São considerados dois tipos de sensores de pressão plantar os resistivos e os capacitivos, os quais são primordiais para a utilização de dispositivos de baropodometria. No que concerne aos sensores resistivos, há muitos tipos distintos, porém todos envolvidos com a modulação de um fluxo de corrente elétrica quando a pressão é exercida na superfície do sensor, sendo a resistência de contato o mecanismo de caráter físico mais frequente. Já outro tipo de sensor resistivo, baseia-se em um efeito de volume e não de superfície, haja vista que as partículas condutoras são espalhadas sobre uma matriz polimérica e a deformação elástica culmina em elevada condutibilidade do volume. Referente aos sensores capacitivos, são fundamentados na variável espessura de um material elástico, sendo a capacitância dependente do inverso da espessura, enquanto uma elevada pressão desencadeia um aumento proporcional da capacitância, assim a medição rápida

da capacitância não é tão fácil como a da resistência. Ademais, é resultante da alta impedância de pequenos capacitores, os quais são mais fáceis gerar problemas de ruídos e influência com esse tipo de sensor. Entretanto, o desempenho de um baropodômetro não é definido somente pelo tipo de sensor, é resultado de inúmeros fatores como montagem mecânica, eletrônica de varredura de matriz, protocolo de transferência de dados e até pelo procedimento de avaliação (ROSÁRIO, 2014).

**Figura 5 - Plataforma**



**Fonte:** Arquipelago, 2020.

#### ***4.2.4 Método de Avaliação***

A análise do controle postural pode ser efetuada em laboratório, clínica ou em ambientes abertos como ocorre nos casos da avaliação de campo. Contudo, é crucial que as condições ambientais sejam favoráveis para a análise como ocorre com a iluminação e ruídos sonoros, entre outras particularidades do ambiente. Ademais, alguns parâmetros devem ser analisados para a obtenção ideal dos dados de quando se usa a plataforma de força, esses parâmetros encontram-se relacionados à frequência, período e número de aquisições, entre outros (DUARTE; FREITAS, 2010).

Gimenez et al. (2018) buscaram conhecer os protocolos de avaliação que utilizaram a baropodometria como instrumento de análise, assim observaram que em relação à posição do corpo durante o exame, verificou-se que 53,50% dos artigos inclusos apresentavam o mesmo posicionamento para a mensuração, referindo-se ao suporte bipodal, sem calçados e com pés afastados, permanecendo com os olhos abertos e posteriormente com os olhos fechados (Figura 6), 51,16% dos artigos usavam o mesmo tempo de permanência, isto é 30 segundos e 32,55% o mesmo número de repetições, realizando assim 3 repetições com intervalo de 60 segundos entre cada uma. Essa preferência é elucidada pelos estudos de Giacomozzi et al. (2014), que

acredita que essas referidas definições são particularmente primordiais para a análise ideal, permitindo uma mensuração completa, que deve conter variáveis relacionadas aos segmentos ósseos e regiões da distribuição plantar, além de investigar o comportamento oscilatório do equilíbrio corporal por meio das repetições e permanência sobre a plataforma eletrônica.

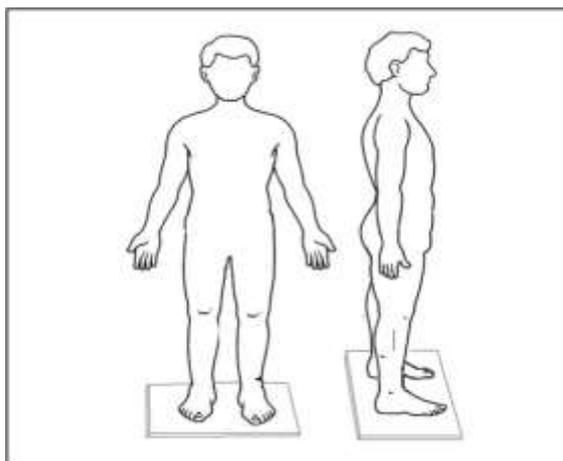
Na posição ereta, a base de sustentação equivale ao polígono formado pelas porções laterais dos pés, assim a estabilidade corporal nessa posição é proporcional à superfície da base de suporte, sendo que o aumento da base de suporte, isto é, os pés mais afastados, pode culminar no aumento da estabilidade postural. A referida estabilidade caracteriza-se por uma redução da oscilação corporal ou pelo aumento dos limites de estabilidade, com o máximo deslocamento do corpo para direção ântero-posterior, médio-lateral ou ambas, de outra forma, a diminuição da base de suporte desencadeia a redução a estabilidade corporal e amplia a oscilação postural. A padronização do posicionamento dos pés é primordial para análise do controle postural, sendo essa padronização determinada em referência à posição dos pés em função do afastamento dos calcanhares e em função do ângulo de abertura formado pela abertura dos pés. Entretanto, o uso de uma avaliação padrão não leva em consideração as particularidades de cada indivíduo e desencadeia a adesão de ajustes posturais pelo novo posicionamento dos pés, assim uma boa opção consistiria no uso de uma posição confortável escolhida pelo participante. Todavia, essa posição deve ser analisada com intuito de constatar se o distanciamento optado não excede a largura dos ombros, tida como uma posição natural. A estabilidade corporal também é considerada como inversamente à altura do CG e, dessa maneira, as medidas da avaliação são influenciadas pelas características antropométricas do indivíduo avaliado (DUARTE; FREITAS, 2010).

Outro procedimento comum durante a análise do controle postural com os olhos abertos, é solicitar a fixação do olhar em um ponto no espaço, normalmente esse ponto é demonstrado por alvo visual cerca de 3 - 5 cm de diâmetro numa parede situada 1-3 m anterior do objeto nível dos olhos, sendo que a distância dos olhos e do campo visual maior pode afetar a estabilidade postural, necessitando de atenção. Outros fatores como a acuidade visual, iluminação, barulhos existentes na sala são capazes de influenciar na estabilidade postural (DUARTE; FREITAS, 2010; YAMAMOTO, 2017).

Valores estáveis de aviação podem ser atingidos quase que imediato após o posicionamento sobre a plataforma, no entanto parâmetros confiáveis são atingidos com pelo menos 30 segundos. De forma geral, evidencia-se que a partir de um tempo de gravação entre 25 e 40 s, os parâmetros de oscilação são contínuos e de confiança, recomendando a gravação de 30 segundos com cerca de 5 segundos de tempo de ajuste antes de iniciar a gravação, seria

considerado o tempo ideal. As observações clínicas recomendam que, principalmente para pacientes portadores de algum distúrbio, manter uma postura ereta e imperturbável é uma atividade exigente, e caso haja, prolongando desse tempo de gravação ocasionaria somente alterações nos resultados obtidos em decorrência da fadiga ou pela redução da atenção (SCOPPA et al., 2013).

**Figura 6** - Posicionamento do participante.



Fonte: SCREMIM, 2012.

#### ***4.2.5 Análise postural dos corredores de rua***

As lesões musculoesqueléticas que ocorrem nos membros inferiores afetam negativamente o controle postural, favorecendo o surgimento de novas lesões. O controle postural (CP) é caracterizado pela capacidade do ser humano em exercer suas atividades mantendo o corpo em equilíbrio, adequando a estabilidade e a orientações durante tarefas motoras (SOARES, 2010). Este controle é dependente das informações sensoriais dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial, sendo assim, as ações motoras serão baseadas nas experiências e habilidades (TEIXEIRA et al., 2010).

O controle postural pode ser estudado através de vários métodos, como a posturografia dinâmica computadorizada (PDC), a qual busca avaliar as oscilações do corpo por uma pressão exercida em uma plataforma, permitindo assim analisar as reações posturais dos corredores. O estudo do CP é utilizado como padrão ouro em uma avaliação, sendo analisado as informações visuais, proprioceptivas e vestibulares, a interação com o SNC e resposta motora dos membros inferiores. Considerando que o equilíbrio adequado está correlacionado ao desempenho ideal dos corredores, e os déficits no equilíbrio estão ligados a lesões esportivas dos membros inferiores (HAN et al., 2015).

Santos e colaboradores (2014), explanam que a maior parte dos corredores de rua não consideram importante analisar e desenvolver uma boa postura durante a realização da atividade física. Sendo assim, os mesmos são submetidos a situações que provocam tensões anormais nas articulações, ocasionando diversas lesões osteomusculares, como as alterações posturais, que geram dores musculares e elevam o risco de lesões, comprometendo a qualidade da saúde dos corredores.

#### ***4.2.6 Distribuição plantar nos corredores de rua***

As pressões do contato inicial dos pés no solo, durante as corridas de rua, são transferidas para as articulações do quadril, joelho e tornozelo, sendo assim, os movimentos constantes e excessivos influenciam no surgimento de lesões em todos os grupos musculares de maneira ascendente (SOUSA; ZANETTI; JUNIOR, 2009).

Os indivíduos acometidos pela OA apresentam diminuição da informação sensorial do sistema proprioceptivo, ocasionados pelos fatores neurobiomecânicos do processo de degradação de tecidos e cartilagens da patologia. A estabilometria é um dos exames de avaliação fundamental para os portadores de OA devido às variáveis que alteram o equilíbrio corporal, a análise baropodometrica busca analisar o equilíbrio corporal, déficits funcionais e a presença de dor decorrentes da OA, através de um conjunto de transdutores de força os quais quantificam o vetor de reação no centro de pressão (CoP) (OLIVEIRA et al., 2016).

A análise através da baropodometria fornece dados sobre o tipo de pé e pressão plantar, sendo utilizada para distinguir os fatores relacionados às lesões em corredores de rua, os resultados são utilizados para orientar o corredor ao tipo de pisada correta e o calçado ideal para a prática da atividade física. É um exame não invasivo, de fácil aplicação, sendo fundamental para a prevenção e tratamento das lesões decorrentes da pisada errada que são lesivas na corrida (SANTOS; PEREIRA; CERQUEIRA, 2016).

## **5 METODOLOGIA**

### **5.1 Tipo de estudo**

O presente estudo caracteriza-se como do tipo observacional, quantitativo, descritivo e de caráter transversal.

### **5.2 Descrição do local de pesquisa**

O presente estudo foi realizado em Barreiras – BA, em um Centro universitário privado de médio porte, precisamente em sua clínica escola. Essa clínica escola possui três ginásios de Fisioterapia (ortopedia, neurologia e pediatria), uma sala de avaliação, uma sala de propriocepção e uma sala de cognição.

### **5.3 População**

Estima-se que haja cerca de 200 atletas corredores amadores na cidade de Barreiras-BA.

### **5.4 Amostras**

A amostra foi constituída por 80 atletas (corredores amadores) do sexo feminino e masculino.

### **5.5 Critérios para a Inclusão e exclusão do sujeito**

Foram inclusos indivíduos de ambos os sexos com idade entre 18 e 30 anos, que aceitassem participar da pesquisa, assinassem o Termo de Consentimento e praticassem corrida de rua de forma amadora com rotina de treinamento de 5km por treino, devendo ser realizado no mínimo dois treinos semanais. E excluídos indivíduos que possuíam hipotensão postural, diagnóstico de deformidades articulares de membros inferiores, doenças neurológicas, desvios das curvaturas vertebrais visualizado clinicamente (rotação de tronco ao realizar flexão de tronco, inspeção em perfil das curvaturas).

## 5.6 Instrumento de coleta de dados

Para coleta dos dados foi utilizado um notebook ligado a uma plataforma baropodométrica da marca Arkipelago, a qual consiste em um instrumento fundamental de avaliação que concede dados como pressão plantar e estabilometria (equilíbrio do indivíduo nos planos frontal e sagital). Portanto, não é necessária a utilização de questionário, visto que a plataforma informa os dados para a pesquisa.

## 5.7 Descrição da coleta de dados

Após a aprovação do comitê de ética, e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido pelo responsável, foi realizada a coleta de dados ao longo dos meses de novembro de 2019 à janeiro de 2021. Para a avaliação, o pesquisado permaneceu estático sobre a plataforma baropodométrica, em ortostase com apoio bipodal, sem calçados, com os pés separados, os braços posicionados ao longo do corpo, com a boca fechada e coluna vertebral ereta, mantido assim, em uma posição de máximo conforto. O tempo para avaliação seguiu as recomendações da Reunião Internacional de Pesquisa da Postura e da Marcha realizada em Bologna-Itália no ano de 2009 (SCOPPA et al., 2013), consistindo em 30 segundos, os quais eram precedidos de cerca de 5 segundos de adaptação do participante sobre a placa antes de iniciar a gravação. Segundo Gimenezes et al. (2018), esse protocolo de avaliação consiste no mais utilizado para avaliação baropodométrica, uma vez que é considerado como definições ideais para o exame, possibilitando uma análise completa e confiável.

Após o posicionamento, a plataforma efetuou a gravação da média do deslocamento do centro de gravidade látero-lateral (plano frontal) e anteroposterior (plano sagital), pontos de maior pressão na região plantar durante a pisada e distribuição de peso nos pés. Desse modo, a avaliação foi realizada três vezes e feito a média dessas avaliações de forma individual, sendo o resultado colhido de maneira precisa, instantânea e não invasiva, o que possibilitou a análise de alguma alteração no equilíbrio postural.

As informações coletadas tiveram a garantia do sigilo que assegura a privacidade e o anonimato dos sujeitos quanto aos dados envolvidos na pesquisa, cumprindo assim as Diretrizes e normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (466/12), editadas pela Comissão Nacional de Saúde.

## 5.8 Análise de dados

Foi realizada uma análise estatística descritiva da distribuição de carga e estabilometria, sendo calculadas as medidas de tendência central (média e mediana), de variabilidade (desvio-padrão, valor mínimo, valor máximo e interquartil) para as variáveis quantitativas contínuas (dados fornecidos pela plataforma baropodométrica). Em seguida, os dados quantitativos foram verificados quanto aos pressupostos de normalidade e homogeneidade das variâncias através dos testes de Kolmogorov-Smirnov e Levene, respectivamente, para guiar a escolha entre estatística paramétrica e não paramétrica, sendo observado a não normalidade dos dados optando assim pela estatística não paramétrica realizada por meio do teste de Wilcoxon, utilizado para comparação entre pressão plantar, distribuição de carga e deslocamento na superfície direita e esquerda.

O software IBM SPSS Statistics (SPSS for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp) foi utilizado para análise de dados, considerando um intervalo de confiança de 95%. O nível de significância em todas as análises foi fixado em  $p < 0,05$ .

## 5.9 Ética e pesquisa com seres humanos

Dado que os sujeitos do estudo são seres humanos, obedecemos ao previsto na Resolução 466/12 do Ministério da Saúde do Brasil, foi submetido à análise e julgamento do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Centro Universitário São Francisco de Barreiras – UNIFASB/BA, que é reconhecido pelo Conselho Nacional de Pesquisa com Seres Humanos (CONEP); O presente estudo também foi encaminhado para o consentimento da mantenedorada o UNIFASB. Após a apreciação e a anuência desses órgãos foi iniciada a coleta de dados. O pesquisador promoveu os devidos esclarecimentos da pesquisa sobre o objetivo do estudo e verificado o interesse do indivíduo em participar da pesquisa. Foi garantido o sigilo das informações e a possibilidade de interrupção da pesquisa, a qualquer momento, sem penalidades e prejuízos.

## 6 RESULTADOS

Foram inclusos 80 indivíduos praticantes de corrida de rua, sendo a maioria do sexo feminino (58,75%) e com idade média de 23,86 anos (3,07), variando de 18 a 30. Em relação aos dados da baropodometria e estabilometria, a tabela 1 exibe a média, mediana, desvio padrão e o percentil (25, 50 e 75) dos participantes. Foi constatado maiores valores de pressão máxima à esquerda, que apresentava média de 0,873 Kgf/cm ( $\pm 0,4730$ ), já na distribuição de carga, foram encontrados valores maiores na superfície direita com 50,34% ( $\pm 4,325$ ). Referente aos dados estabilométricos, encontrou-se maior deslocamento no sentido anterior, com média de 50,24% ( $\pm 5,403$ ), e direito com 50,39 ( $\pm 5,120$ ).

**Tabela 1** - Média, mediana, desvio padrão e percentile das variáveis da baropodometria e estabilometria do grupo atleta.

Atletas								
	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo	Percentis		
						25	50	75
Pressão máxima esquerda	,8730	,8700	,14730	,54	1,23	,7625	,8700	,9800
Pressão máxima direita	,8500	,8550	,16472	,52	1,24	,7125	,8550	,9900
Superfície esquerda	49,41	48,50	4,269	42	62	46,00	48,50	52,00
Superfície direita	50,34	51,00	4,325	38	58	48,00	51,00	53,75
Deslocamento anterior	50,24	50,50	5,403	38	75	47,00	50,50	54,00
Deslocamento posterior	49,76	49,50	5,403	25	62	46,00	49,50	53,00
Deslocamento esquerdo	49,61	50,00	5,120	38	69	46,00	50,00	53,00
Deslocamento direito	50,39	50,00	5,120	31	62	47,00	50,00	54,00

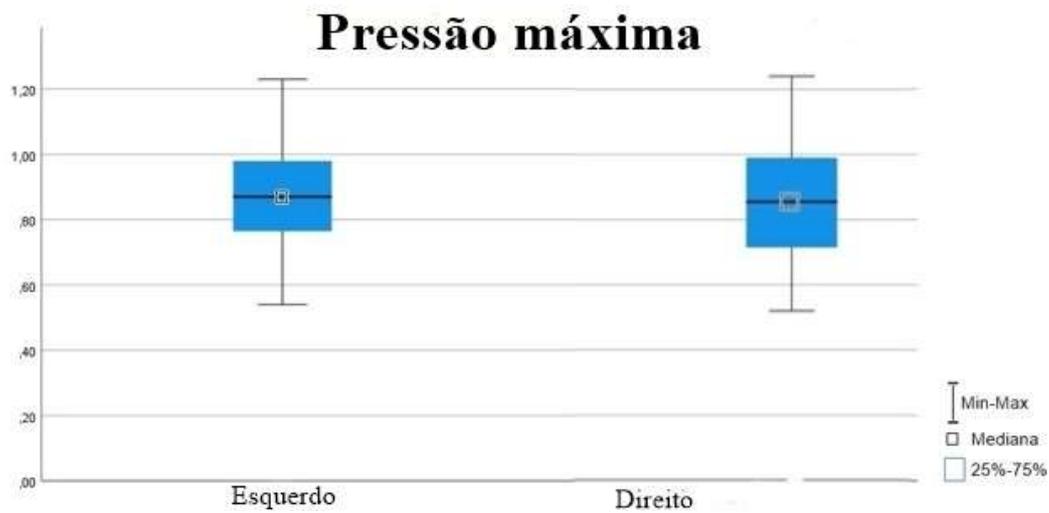
**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2021.

Referente aos dados obtidos pela estabilometria, aplicou-se o teste t nas variáveis paramétricas (pressão máxima esquerda e direita) e o teste Wilcoxon para variáveis não paramétricas (superfície esquerda e direita, deslocamento anterior e posterior, deslocamento esquerdo e direito) para comparar o lado direito e esquerdo e observar se existe diferenças entre eles. O teste-t apontou diferenças estaticamente significativas nas variáveis da pressão máxima

esquerda e a direita sendo o valor de  $t_{(79)} = 53,00$  e  $p < 0,001$ . O teste de Wilcoxon, não identificou diferenças significativas entre as demais variáveis não paramétricas.

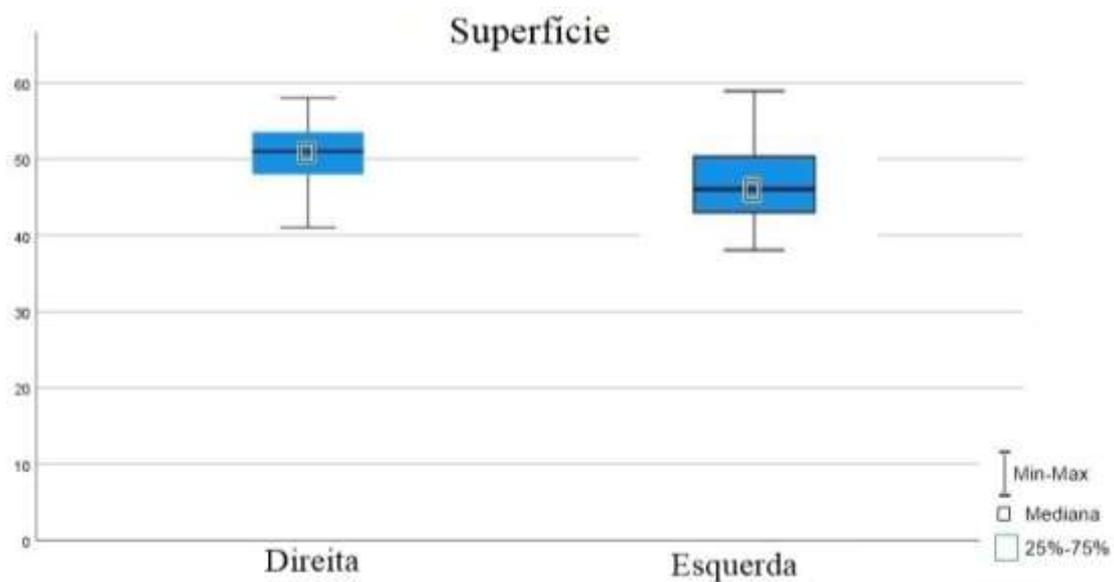
Os gráficos 1 a 4 mostram os valores da mediana, valor mínimo e máximo e percentil interquartil de todas as variáveis analisadas.

**Gráfico 1** - Box-plot relativo aos parâmetros da pressão máxima comparando os lados esquerdo e direito.



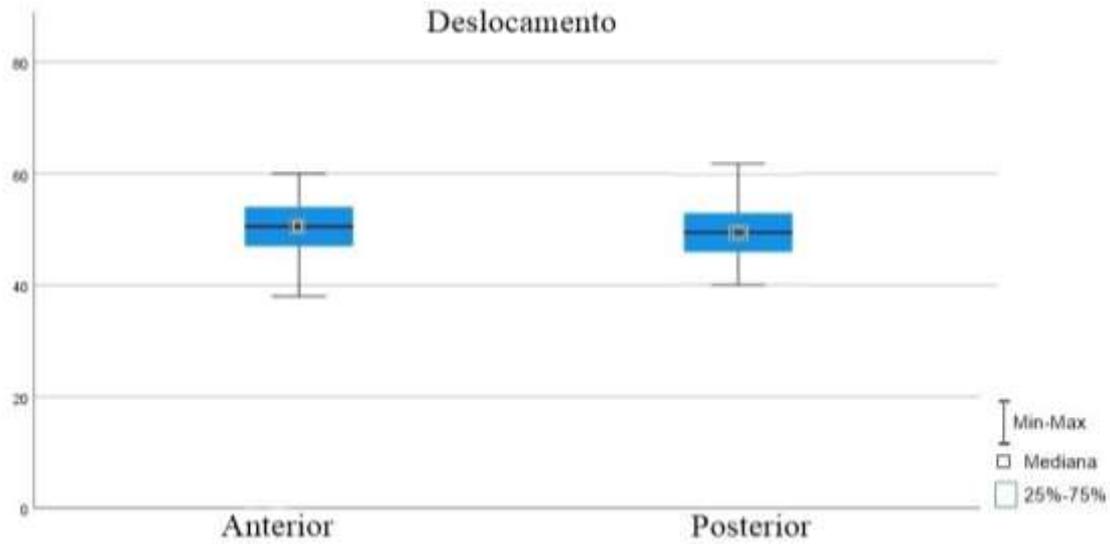
**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2021.

**Gráfico 2** - Box-plot relativo aos parâmetros da superfície esquerda e direita.



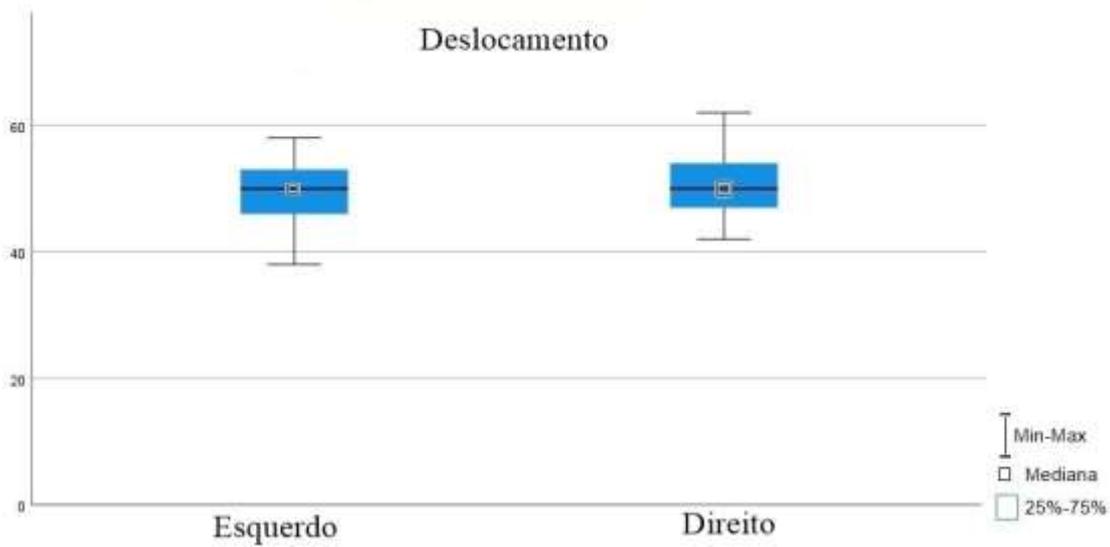
**Fonte:** Elaborada pelo autor, 2021.

**Gráfico 3** - Box-plot relativo aos parâmetros do deslocamento anterior e posterior.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

**Gráfico 4** - Box-plot relativo aos parâmetros do deslocamento esquerdo e direito.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

## 7 DISCUSSÃO

No presente estudo foi constatado no grupo de atletas média de pressão máxima na esquerda e direita no grupo atletas de 0,8730 e 0,8500 Kgf/cm, respectivamente, já na distribuição de carga foram encontrados valores de distribuição esquerda e direita com média de 49,41% e 50,34%, respectivamente. A utilização de diferentes dispositivos de mensuração e metodologias empregadas impede que sejam estabelecidos valores de pressão plantar de referência que possam ser utilizados universalmente, mas em alguns estudos são realizados nesse sentido, observa-se, que para a maioria o pico de pressão, em indivíduos normais, apresenta-se na região posterior do pé, em situação estática. Com relação aos valores de picos de pressões, é relatado que, em indivíduos normais, as pressões máximas não excedem 350 kPa em nenhuma região plantar. Quanto às pressões médias, obtiveram valores médios de 140,5 kPa em indivíduos normais, sendo registrado também em outros estudos valores similares, de 137 kPa (GONÇALVES, 2014).

Albuquerque et al. (2012) analisaram as pressões plantares dos corredores de rua de uma praça na cidade de Fortaleza/CE, sendo evidenciado que a maior parte desses eram adultos jovens pertenciam ao sexo masculino e apresentavam índice massa corpórea (IMC) na faixa de normalidade. Na análise baropodométrica, observou-se uma inversão na média das pressões plantares e uma lateralidade à direita tendo uma média de pressão no antepé de 55,15% ( $\pm 2,56$ ) e no retopé de 44,84% ( $\pm 2,56$ ). Não foi possível determinar um perfil do tipo de pé nestes participantes, uma vez que o pé plano e pé cavo exibiram equivalência nos resultados, e assim não pode ser possível afirmar que a corrida de rua influencia na morfologia dos arcos plantares. Sabe-se que alterações dos arcos plantares e a inversão das pressões plantares são um possível fator de risco para o aumento de lesões nos atletas, podendo ser caracterizada como uma das justificativas do elevado e crescente índice de lesões nessa prática esportiva (ALBUQUERQUE et al., 2012).

Já Mendonça et al. (2019), avaliaram as possíveis variações da pisada antes e depois da corrida de rua em atletas iniciantes, analisando e comparando a pressão máxima antes e depois dos atletas percorrem 5 km, sendo notado que a ocorrência de um aumento de pressão no membro inferior direito e esquerdo, e na superfície de contato também ocorreu o aumento de ambos os membros, ficando um  $p < 0,05$ . Referente ao deslocamento, esse apresentou um aumento depois de 5 km de corrida, além de maior pressão nos pés, porque quando a superfície de contato aumentou eles passaram a se deslocar mais anteriormente, o que indica que o pé tomou característica mais plano, perdendo assim a capacidade de amortecimento. De forma

geral, a análise baropodométrica revelou um aumento da pressão máxima, superfície de contato e deslocamento anterior.

O estudo da distribuição da pressão plantar engloba questões bastante complexas, pois inúmeros fatores devem ser levados em consideração. A análise estática oferece informações importantes sobre a estrutura morfofisiológica do pé humano, já na avaliação dinâmica, que é de fundamental importância, obtém-se parâmetros acerca do comportamento do pé em atividades como a corrida de longa distância, assim como, possibilidade de identificar a carga gerada sobre o pé e conseqüentemente a transmitida para todo membro inferior e tronco. Schmidt e Bankoff (2011) observaram 17 corredores de longa distância do sexo masculino, com idade média de 28,5 ( $\pm$  9,5) anos (variando de 18 a 50 anos). Na comparação entre as variáveis estudadas no teste estático e dinâmico correndo, foi observado aumento significativo da pressão plantar quando os atletas passavam correndo sobre a plataforma baropodométrica. Na comparação entre os testes estático e dinâmico também notou-se diminuição da superfície de apoio dos atletas durante a corrida, tanto na região anterior e posterior como na superfície total dos pés direito e esquerdo. Apesar do teste baropodométrico com os atletas descalços não consista na realidade do dia a dia nos treinos e competições, pode caracterizar as condições estruturais e funcionais dos pés, as quais são fundamentais para a prescrição adequada e segura do treinamento. Dessa forma, foi notado cargas significativamente elevadas no decorrer dos testes dinâmicos de corrida, em comparação aos testes estáticos e durante a marcha.

Atletas que treinam e/ou competem em corridas de longa distância e duração, apresentam um aumento da pressão na região plantar, que por sua vez se dissipa por todo o corpo. Sendo os treinos de corrida semanais ou mensais altos e repetitivos, ocorrerá uma distribuição inadequada da pressão na superfície plantar ocasionando deformações e comprometimentos no sistema locomotor, principalmente nos membros inferiores. Essas modificações quando não constatadas e prevenidas ou tratadas de forma inadequada, podem piorar, fazendo com que o atleta interrompa ou, em situações extremas, abandone definitivamente a prática dessa modalidade (SCHMIDT; BANKOFF, 2011).

Além de dados sobre a distribuição da pressão plantar, a plataforma também fornece dados sobre a estabilometria, que é um sistema de avaliação da estabilidade postural, através da mensuração das oscilações corporais. Este método quantitativo permite mensurar valores sucessivos de deslocamento do centro de pressão dos pés. A principal variável relacionada à estabilidade postural é o CP, através da mensuração de sua oscilação ântero-posterior (AP) e látero-lateral (LL). A movimentação do corpo causa variação na distribuição do peso nos pontos

de suporte na plataforma, permitindo que as oscilações corporais sejam identificadas (GONÇALVES, 2014).

Referente aos dados obtidos pela estabilometria, observou-se maior deslocamento anterior com média de 50,24% e direito com 50,39. Em indivíduos saudáveis os valores normais de oscilação do CP no sentido LL (eixo x) seriam de 1.1 cm com os olhos abertos, e de 0.3 cm com os olhos fechados. Já os valores de oscilação AP (eixo y), seriam de -2.9 cm com os olhos abertos e de -2.7 cm com os olhos fechados. Por ser a estabilidade postural uma habilidade física que depende da interação entre os sistemas vestibular, visual e somatossensorial, trabalhando de forma integrada para manter o corpo em constante equilíbrio, seja em condições estáticas ou dinâmicas, lesões músculoesqueléticas podem provocar desequilíbrios nesta interação (GONÇALVES, 2014).

Barbosa et al. (2019) analisaram uma amostra composta por 50 participantes, sendo 62% do sexo masculino, com idade média de 39,3 anos, com intuito de observar o perfil estabilométrico de corredores recreacionais, encontrando que a oscilação corporal variou entre 11,1 a 331,5 mm<sup>2</sup>, com mediana de 46,7 mm<sup>2</sup>. A velocidade de oscilação variou de 5,9 a 11,3 mm/s, com média de 8,1mm/s ( $\pm 1,2$ ). Quanto à oscilação laterolateral, houve variação de 3,6 a 5,9 mm, com mediana de 1,6 mm, enquanto que a oscilação antero-posterior variou de 5,4 a 1,9 mm, com mediana 1 mm e com intensa variação em área e velocidade de oscilação corporal. Esses resultados podem ser decorrentes à grande amplitude na idade, pois a idade interfere no padrão de oscilação e, assim gerando um aumento da área e a velocidade de oscilação, isto é, o controle postural tende a piorar com o avançar da idade, isso ocorre porque a área de oscilação do COP é um índice direto da qualidade do controle postural, quanto maior for a variabilidade da oscilação, menor será a eficácia do controle postural, com a estabilidade postural reduzida (SARAGIOTTO et al., 2016).

## **8 CONCLUSÃO**

Na presente pesquisa foi avaliado a distribuição de carga e estabilometria através da plataforma baropodométrica, sendo observado maiores valores de pressão máxima à esquerda e distribuição de carga maior na superfície direita, e já na estabilometria maior deslocamento no sentido anterior e direito.

A avaliação de atletas amadores por meio da plataforma baropodométrica faz-se necessário devido ao crescente número de praticantes da corrida de rua, associado aos inúmeros dados biomecânicos fornecidos por esse tipo de avaliação, que podem facilitar a identificação e prevenção de lesões, possibilitado ao profissional um arsenal de condutas terapêuticas ou preventivas como readequação do movimento de corrida, reequilíbrio muscular, estimulação de neuroreceptores periféricos e confecções de palmilhas. No entanto, destaca-se ainda a crescente necessidade de novas pesquisas, uma vez que são escassos os estudos disponíveis sobre o tema em questão, sendo recomendado, principalmente, estudos com amostras maiores e análise da correlação entre sexo, peso, idade e tempo de treinamento.

## REFERÊNCIAS

- ABE, E. Y. Baropodometria dinâmica de atletas remadores, com sinais e sintomas de disfunção temporomandibular, pré e pós tratamento, com placa oclusal estabilizadora e exercício terapêutico de movimento mandibular: estudo piloto. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas)-Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- ALMEIDA, P. O. et al. Postural and Load Distribution Asymmetries in Preschoolers. **Motri.**, Ribeira de Pena, v. 11, n. 4, p. 58-70, dez. 2015.
- BARBOSA, R. S. S. Perfil estabilométrico de corredores recreacionais no município de Salvador (BA). **Rev. Ciênc. Méd. Biol.**, Salvador, v. 18, n. 3, p. 386-390, set. /dez. 2019.
- BATISTA, A. M. F. C.; MARCON, S. J. S. Efeito da atividade física sobre a estabilometria de idosos com doença de parkinson. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Educação Física) -Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium– UniSALESIANO, Lins, São Paulo, 2019.
- BAUMFELD, D. et al. Reliability of Baropodometry on the Evaluation of Plantar Load Distribution: A Transversal Study. **Biomed Res Int.** 2017:5925137, 2017.
- BOREL, W. P. et al. Prevalence of Injuries in Brazilian Recreational Street Runners: Meta-Analysis. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 161-167, abr, 2019.
- BRAGA, A. B. et al. Comparação do equilíbrio postural estático entre sujeitos saudáveis e lombálgicos. **Acta ortop. bras.**, São Paulo , v. 20, n. 4, p. 210-212, 2012.
- BRAZ, R. G.; CARVALHO, G. A. Relação entre o ângulo quadriciptal (ÂQ) e a distribuição da pressão plantar em jogadores de futebol. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 14, n. 4, p. 296-302, Aug. 2010
- BREDEWEG, S.W. M. L. et al. Differences in kinetic variables between injured and noninjured novice runners: a prospective cohort study. **J Sci Med Sports**, v. 16, n. 3, p. 205–10, 2013.
- BUSHATSKY, A. et al. Fatores associados às alterações de equilíbrio em idosos residentes no município de São Paulo em 2006: evidências do Estudo Saúde, Bem-Estar e Envelhecimento (SABE). **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 21, n. Suppl 02, e180016, 2019.
- CAMPOS, T. M.; MORAES, M. B.; LIMA, E. Um estudo sobre a caracterização dos empreendedores das redes ligados aos circuitos de corrida de rua. **Latin American Journal of Business Management**, Taubaté, v. 6, n. 3, p. 70-92, jul. /dez. 2015.
- COSTA, A. M. F. C. Relação entre o tipo de pé, controle postural e parâmetros cinemáticos da marcha. Dissertação (Mestrado em Exercício Físico e Bem-Estar Exercício) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Faculdade de Exercício Físico e Desporto, 2018.

COSTA, C. S. T.; GONÇALVES, G C. S.; MEEREIS, E. C. W. Avaliação do equilíbrio postural em idosos utilizando plataforma de força: uma revisão sistemática. **Revista Kairós-Gerontologia**, V. 21, n.1, p. 461-478, 2018.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Rev. bras. fisioter.**, São Carlos, v. 14, n. 3, p. 183-192, jun. 2010 .

FERREIRA, A. C. et al. Prevalence and associated risks of injury in amateur street runners from Belo Horizonte, MG. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 252-255, Aug. 2012

FIUSA, J. M.; FREZ, A. R.; PEREIRA, W. M. Análise estabilométrica após exercícios proprioceptivos: estudo clínico controlado randomizado. **Rev. bras. Crescimento desenvolv. hum.**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 63-67, 2015.

FONSECA, M. P. M.; CARDOSO, F.; GUIMARAES, A. Fundamentos biomecânicos da postura e suas implicações na performance da flauta. **Per musi**, Belo Horizonte, n. 31, p. 86-107, jun. 2015.

FREITAS, S. M. S. F.; DUARTE, M. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Rev. bras. Fisioter**, v. 14, n.3, p. 183-192, 2010.

FUKUCHI, R. K.; DUARTE, M. Biomecânica da Corrida. In: BERTUZZI, Rômulo et al. (Org.). *Aptidão Aeróbia: Desempenho Esportivo, Saúde e Nutrição*. Barueri, SP: Manole, 2017. Cap. 15. p. 212-239.

GHIRINGHELLI, R.; GANANCA, C. F. Posturografia com estímulos de realidade virtual em adultos jovens sem alterações do equilíbrio corporal. **J. Soc. Bras. Fonoaudiol.**, São Paulo, v. 23, n. 3, p. 264-270, set. 2011.

GIACOMOZZI, C. Hardware performance assessment recommendations and tools for baropodometric sensor systems. **Ann Ist Super Sanità**, 2010, v.46, n. 2, p. 58-167, 2010.

GIMENEZES, F. V.; STADNIK, A. M. W.; MALDANER, M. Analyses of Baropodometry Protocol Through Bibliometric Research. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.* 3882-3885, 2018.

GONÇALVES, L. S. Estabilidade Postural e Distribuição das Pressões Plantares em Indivíduos com Osteoartrose de Quadril (2014). Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, 2014.

GOUTTEBARGE, V. et al. Prevalence of osteoarthritis in former elite athletes: a systematic overview of the recent literature. **Rheumatol Int**, v. 35, p. 405–418, 2015.

HAN, J. et al. The Role of Ankle Proprioception for Balance Control in relation to Sports Performance and Injury. **Biomed Res Int**. 2015: 842804, 2015.

HINO A.A.F., et al. Prevalência de lesões em corredores de rua e fatores associados. **Rev Bras Med Esporte**, v. 15, n.1, p. 36–9, 2009.

HOOPER, D.R., et al. The presence of symptoms of testosterone deficiency in the exercise-hypogonadal male condition and the role of nutrition. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 7, p. 1349–1357, 2017.

KAERCHER, C. W.; GENRO, V. K.; SOUZA, C. A.; et al. Baropodometry on women suffering from chronic pelvic pain – a cross-sectional study. **BMC Women's Health**, v. 11, p. 5, 2011.

KLEINER, A. F. R.; SCHLITTER, D. X. C.; SANCHEZ-ARIAS, M. D. R. O papel dos sistemas visual, vestibular, somatosensorial e auditivo para o controle postural. **Rev Neurocienc**, v.19, n. 2, p. 349-357, 2011.

LEAL, K. A. S. et al. A importância do centro de pressão (COP) no equilíbrio e na percepção de qualidade de vida durante o processo de envelhecimento. **Revista CPAQV**, v. 7, n.1, p. 2-19, 2015.

LENHART, R.; THELEN, D.; HEIDERSCHEIT, B. Hip muscle loads during running at various step rates. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 44, n. 10, p. 766-74, A761-764, 2014.

MARTINS, M. S. E. M. Eficiência da estabilometria e baropodometria estática na avaliação do equilíbrio em pacientes vestibulopatas. 2010. 69 f., il. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) -Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

MENDONÇA, M. F. et al. Influência da Corrida de Rua na Distribuição Plantar e Força Muscular de Corredores Amadores. **Atena Editora**, p. 175-188, 2019. DOI 10.22533/at.ed.28219180219 188.

MENEZES, L. T. et al. Baropodometric technology used to analyze types of weight-bearing during hemiparetic upright position. **Fisioter. mov.**, Curitiba, v. 25, n. 3, p. 583-594, Sept. 2012.

MILLER, R. H. Joint loading in runners does not initiate knee osteoarthritis. **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v. 45, n. 2, p. 87–95, 2017.

MIRANDA, P. J. et al. Estudo do centro de massa e estabilidade de quatro posturas básicas de Kung-fu Pak Hok. **Rev. Bras. Ensino Físico**. São Paulo, v. 38, n. 4, e4304, 2016.

MIURA, N. et al. Plantar pressure distribution during standing in women with end-stage hip osteoarthritis. **Gait Posture**, v. 76, p. 39-43, 2020.

NAGYMATÉ, G. et al. The impact of the severity of knee osteoarthritis on the postural stability. **Materials Today: Proceedings**, v. 3, n. 4, p.1069-1073, 2014.

NEVES, J. C. et al. Influência do arco longitudinal medial na distribuição plantar e na flexibilidade posterior. **Fisioter. Pesqui.**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 16-21, Jan. 2020.

NI, G. X. Development and Prevention of Running-Related Osteoarthritis. **Curr Sports Med Rep**, n. 15, v.5, p. 342-9, 2016.

NIGG, B.M. et al. Running shoes and running injuries: mythbusting and a proposal for two new paradigms: “preferred movement path” and “comfort filter”. **Br J Sports Med**. 2015.

OLIVEIRA, B. L. et al. Avaliação da marcha em indivíduos saudáveis por meio de baropodometria associada a sistema sem fio. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2019.

OLIVEIRA, J.M. et al. Statokinesigram normalization method. *Behav Res Methods*. 2016.  
PASSAGLIA, D. G. et al. Efeitos agudos do exercício físico prolongado: avaliação após ultramaratona de 24 horas. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 100, n. 1, p. 21-28, 2013.

PINTO, J. F. M. C. Análise da Capacidade de Equilíbrio Estático em Atletas de Diferentes Modalidades: Revisão de Literatura. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina Seminário de trabalho de conclusão de curso, EFD 380, do curso de Educação Física – Bacharelado, da Universidade Federal de Ouro Preto como pré-requisito parcial para aprovação da mesma, 2017.

RABELLO, L. M. et al. Relação entre testes funcionais e plataforma de força nas medidas de equilíbrio em atletas. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 219-222, June 2014.

RANGEL, G. M. M.; FARIAS, J. M. Incidência de Lesões em praticantes de corrida de rua no município de Criciúma, Brasil. **Rev Bras Med Esporte**, São Paulo, v. 22, n. 6, p. 496-500, Dec, 2016.

ROBERTSON, D.G.E. et al. Research methods in biomechanics. **Champaign: Human Kinetics**; 2014.

ROGGIA, B. et al. Controle postural de escolares com respiração oral em relação ao gênero. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v. 22, n. 4, p. 433-438, Dec. 2010.

SANTOS, A. O.; PEREIRA, G. S.; CERQUEIRA, F. L. Influência da corrida de rua na pressão plantar e alinhamento de passada em corredores: uma análise baropodométrica. In: Anais 2016: 18ª Semana de Pesquisa da Universidade Tiradentes. “A prática interdisciplinar alimentado a Ciência”. 24 a 28 de outubro de 2016. ISSN: 1807-251.

SANTOS, J. P. M. et al. Análise da funcionalidade de idosos com osteoartrite. **Revista Fisioterapia e Pesquisa**, v. 22, nº. 2, 2014.

SANTOS, M.L.; BORGES, G. F. Exercício físico no tratamento e prevenção de idoso com osteoporose: uma revisão sistemática. **Revista Fisioterapia em Movimento**, v. 23, p. 289-99, 2010.

SARAGIOTTO, B. T. et al. Desequilíbrio muscular dos flexores e extensores do joelho associado ao surgimento de lesão musculoesquelética relacionada à corrida: um estudo de coorte prospectivo. **Rev Bras Ciênc Esporte**, v. 38, n.1, p.64-68, 2016.

SCHMIDT, A.; BANKOFF, A. D. P. Análise da distribuição da pressão plantar em corredores de longa distância. **EFDeportes**, v.16, n.160, 2011.

SCHMIDT, P. M. S. et al. Avaliação do equilíbrio em alcoólicos. **Braz. j. otorhinolaryngol.** (Impr.), São Paulo, v. 76, n. 2, p. 148-155, Apr. 2010.

SCHUBERT, A. G.; KEMPF, J.; HEIDERSCHEIT, B. C. Influence of stride frequency and length on running mechanics: a systematic review. **Sports Health**, v. 6, n.3, p.210-7, 2014.

SCOPPA, F. et al. Clinical stabilometry standardization Basic definitions – Acquisition interval–Sampling frequency. **Gait & Posture**, v. 37, p. 290–292, 2013.

SCREMIM, R. D. Aparelho de baropodometria para uso na reabilitação de alterações de marcha. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SOARES, A.V. A contribuição visual para o controle postural. **Rev Neurocienc**, v. 18, n. 3, p. 370-79, 2010.

TEIXEIRA, C. L. Equilíbrio e Controle Postural. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 11, n.20, p. 30-40, 2010.

TEIXEIRA, C. S. et al. A influência dos sistemas sensoriais na plataforma de força: estudo do equilíbrio corporal em idosas com e sem queixa de tontura. **Rev CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1025-32, 2010.

YAMAMOTO, M. et al. Japanese standard for clinical stabilometry assessment: Current status and future directions. **Auris Nasus Larynx**, 2017.