

UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE FISIOTERAPIA

MIKAELLE MARIA DE CASTRO QUEIROZ

**O USO DA BAROPODOMETRIA COMO FORMA DE AVALIAÇÃO DO
EQUILIBRIO POSTURAL E PISADA**

RIO VERDE, GO

2020

MIKAELLE MARIA DE CASTRO QUEIROZ

**O USO DA BAROPODOMETRIA COMO FORMA DE AVALIAÇÃO DO
EQUILIBRIO POSTURAL E PISADA**

Trabalho de Conclusão do Curso de
Fisioterapia da Universidade de Rio
Verde (UniRV), como exigência parcial
para obtenção de nota.

Orientador: Prof. Me. Marcos Marcondes de Godoy

RIO VERDE, GO

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação - (CIP)

Q45u Queiroz, Mikaelle Maria de Castro

O uso da baropodometria como forma de avaliação do equilíbrio postural e pisada. / Mikaelle Maria de Castro Queiroz. — 2020.

56f. : il.

Orientador: Prof^o. Me. Marcos Marcondes de Godoy.

Monografia (Graduação) — Universidade de Rio Verde - UniRV, Faculdade de Fisioterapia, 2020.

Inclui índice de figuras.

1. Baropodometria. 2. Avaliação Baropodométrica. 3. Equilíbrio Corporal. 4. Pisada. I Godoy, Marcos Marcondes.

CDD:

615.82

MIKAELLE MARIA DE CASTRO QUEIROZ

**O USO DA BAROPODIOMETRIA COMO FORMA DE AVALIAÇÃO DO
EQUILIBRIO POSTURAL E PISADA**

Monografia apresentada à Banca Examinadora do Curso de Fisioterapia da Universidade de Rio Verde (UniRV) como exigência parcial para a obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Rio Verde, GO , 08 de Dezembro de 2020

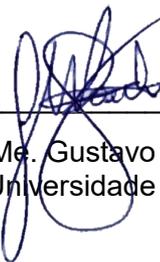
BANCA EXAMINADORA



Prof. Me. Marcos Marcondes de Godoy
Orientador (Universidade de Rio verde)



Prof. Esp. Thiago da Silva Nobre
Membro convidado



Prof. Me. Gustavo Melo De Paula
Professor (Universidade de Rio verde)

Dedico esse trabalho a toda a minha família, mas especialmente aos meus pais, Ivanilda e Marcio, e a minha irmã, Michelle, por estarem presentes na minha vida e sempre acreditarem e me incentivarem a continuar me dedicando aos estudos e por apoiarem todas as minhas decisões.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por tudo que me foi concedido até hoje e por ter me guiado a este momento.

A toda a minha família novamente, pelo apoio incondicional e pelos ensinamentos sobre companheirismo, amor e amizade. A minha mãe, Ivanilda de Castro Silva de Queiroz por sempre estar presente na minha vida e me ajudar em todos os momentos. Ao meu pai, Marcio José de Castro que nunca duvidou da minha capacidade e que me incentivou a seguir o meu caminho. E aos meus irmãos Mauricio de Castro Queiroz e Michelle Maria Nazaré de Castro Queiroz, pelo amor e paciência que me dedicaram.

Ao meu orientador, Prof. Me. Marcos Marcondes de Godoy, que se mostrou tão paciente e atencioso ao explicar os assuntos que ainda não eram compreendidos e pelo apoio e incentivos dedicados a esta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, por todos os conselhos, sugestões e experiência.

Aos demais professores envolvidos em todo o período de graduação, agradeço por todos os ensinamentos, conselhos e experiência passados que foram imprescindíveis para meu próprio incentivo.

E aos meus amigos que formei ao longo da graduação, agradeço por essas amizades inesquecíveis que tive o prazer de conhecer e de estar junto e aprender sobre todos os assuntos, vou leva-los no meu coração para o resto da minha vida.

Obrigada por tudo, a todos.

*“A persistência é o menor caminho do
êxito”*

Charles Chaplin

RESUMO

O objetivo da pesquisa é uma revisão da literatura sobre a utilização da baropodometria como um instrumento avaliativo do equilíbrio postural e da pisada. Para manter a estabilidade corporal, é necessário um conjunto de forças sobre uma base de suporte, ou seja, os pés. O pé é um meio de referência importante para o sistema postural e para análise da pressão plantar. Existem diversas formas de avaliação que podem ser utilizadas para atuar de forma preventiva nas disfunções estruturais ortopédicas e a avaliação baropodométrica é um dos meios de avaliação sendo possível verificar a distribuição do peso corporal sobre os pés apresentando em porcentagem se existe um deslocamento no equilíbrio estático permitindo também uma análise detalhada da pisada por meio quantificação dos picos de pressão e o deslocamento do centro de massa durante o passo. A coleta de dados foi através de consultas e publicações relacionadas a temática da pesquisa presente nas bases de dados SciELO, LILACS, ScienceDirect e o Google Acadêmico. Foi verificado que o exame de baropodometria apresenta com precisão a variação da distribuição e pressão plantar, além de informações precisas sobre a oscilação corporal em diversas populações.

PALAVRAS CHAVES: Baropodometria. Avaliação Baropodométrica. Equilíbrio Corporal. Pisada.

ABSTRACT

The objective of the research is to review the literature on the use of baropodometry as an instrument for evaluating postural balance and stepping. To maintain body stability, a set of forces is required on a support base, that is, the feet. The foot is an important reference method for the postural system and for the analysis of plantar pressure. There are several forms of assessment that can be used to act preventively in orthopedic structural disorders, the baropodometric evaluation is one of the evaluation methods being possible to verify the distribution of the body weight on the feet showing in percentage if there is a displacement in the static balance allowing also a detailed analysis of the step by means of quantification of the pressure peaks and the displacement of the center of dough during the step. Data collection was carried out through consultations and publications related to the research theme present in the SciELO, LILACS, ScienceDirect and Google Scholar databases. It was verified that the baropodometry exam accurately presents the variation of the distribution and plantar pressure, in addition to accurate information about the body sway in different populations.

Keywords: Baropodometry. Baropodometric Evaluation. Body Balance. Stepped.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pisada Neutra.....	16
Figura 2 – Pisada Supinada.....	17
Figura 3 – Pisada Pronada.....	17
Figura 4 - Palmilha.....	19
Figura 5 - Plataforma.....	20
Figura 6 – Pista de marcha.....	20
Figura 7 – Estabilometria.....	21
Figura 8 - Análise estática.....	22
Figura 9 – Análise dinâmica.....	22
Figura 10 - Baropodometria estática.....	23
Figura 11 - Baropodometria dinâmica.....	23

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVOS GERAL.....	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
3.1 EQUILIBRIO CORPORAL.....	14
3.1.1 Equilíbrio corporal relacionado a locomoção.....	15
3.2 PRESSÃO PLANTAR.....	15
3.2.1 Pisada neutra.....	16
3.2.2 Pisada supinada.....	17
3.2.3 Pisada pronada.....	17
3.2.4 Avaliação da pisada.....	18
3.3 BAROPODOMETRIA.....	19
3.4 AVALIAÇÃO BAROPODOMÉTRICA NO EQUILIBRIO POSTURAL.....	24
3.5 ANÁLISE BAROPODOMÉTRICA NA PISADA.....	27
4 METODOLOGIA	31
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	31
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
6 REFERENCIAS	33
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

Constantemente o corpo humano sofre com oscilações posturais, isso acontece devido à necessidade em manter os segmentos corporais alinhados entre si a todo momento, e conseqüentemente para manter a estabilidade corporal, mas para isso é necessário um conjunto de forças sobre uma base de suporte, ou seja, os pés.

O pé é um meio de referência importante para o sistema postural, ele recebe e distribui o peso corporal, se adapta às irregularidades do próprio corpo ou do meio externo, e é o meio de contato com o solo que atua como uma alavanca que impulsiona o corpo durante a locomoção (CANTALINO; MATTOS, 2008; DORNELES; MOTTA, 2016).

A ação resultante entre o contato dos pés e uma superfície chama-se pressão plantar, reação do solo impactando os membros inferiores (FRANCO, 2016). A pressão plantar é uma das variáveis que pode ser usada como estudo, auxiliando em análises sobre o tipo de pisada. A estrutura anatômica do pé determina a estabilidade da pisada, e para a medição da pressão plantar, são necessários dispositivos instrumentados que possam apresentar seu resultado e variação conforme o contato dos pés na superfície (VIEIRA, 2018).

Existem diversas formas de avaliação que podem ser utilizadas para atuar de forma preventiva nas disfunções estruturais ortopédicas, dentre elas a baropodometria que avalia a pisada através da dinâmica e da forma estática apresentando a distribuição de cargas na região plantar dos pés, sendo assim, baropodometria objetiva avaliar os distúrbios da pressão e distribuição plantar, é um dos recursos que pode ser utilizado para a avaliação postural

Considerando esses aspectos, por meio da avaliação baropodométrica é possível verificar a distribuição do peso corporal sobre os pés, o que resulta em apresentar em porcentagem se existe um equilíbrio entre os dois pés ou uma carga maior em um dos membros representando um deslocamento no equilíbrio corporal, o qual é apresentado pelo deslocamento do centro de pressão, detectadas por sensores e analisadas nas condições sensórias de cada sujeito, e também permite a análise detalhada da pisada por meio da quantificação dos picos de pressão e o deslocamento do centro de massa durante o passo.

O presente estudo torna-se relevante à medida realiza uma revisão de literatura e reúne informações sobre a utilização da baropodometria como um recurso de avaliação do equilíbrio postural e da pisada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAL

Realizar uma revisão da literatura sobre a utilização da baropodometria como um instrumento de avaliação para o equilíbrio postural e pisada.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os tipos de estudos em que a baropodometria foi utilizada;
- Verificar como são realizadas as análises do equilíbrio postural e da pisada;
- Descrever a contribuição da análise baropodométrica em diferentes faixas etárias;
- Relacionar a utilização do equipamento com patologias.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 EQUILÍBRIO CORPORAL

Seja na prática esportiva ou em atividades do dia-a-dia do ser humano, o equilíbrio corporal estático e dinâmico é imprescindível (SCHMIDT, 2006).

Segundo Woollacott e Tang (1997), o equilíbrio corporal consiste na manutenção do centro de massa corporal dentro da base de suporte, e pode se manifestar como equilíbrio corporal estático e dinâmico. No equilíbrio estático, a base de suporte permanece em repouso e apenas o centro de massa corporal se movimenta, o equilíbrio mantém o centro de massa corpóreo dentro da base de suporte. No equilíbrio dinâmico, o centro de massa corporal e a base de suporte se movimentam e nunca se aliam durante a fase de apoio unipodal do movimento.

A avaliação do equilíbrio corporal acontece através da utilização de instrumentos como escalas funcionais e equipamentos por sistema. Os testes funcionais mais utilizados são, o teste de alcance funcional, a escala de equilíbrio e mobilidade orientada pelo desempenho, o teste de levantar e caminhar cronometrado e as escala de equilíbrio de Berg. Também é possível mensurar o equilíbrio por equipamentos eletrônicos, como a plataforma de força (SABCHUK, BENTO, RODACKI, 2012).

A maioria dos testes funcionais são escolhidos pelo baixo custo e pela facilidade de aplicação, porém pouco se sabe como tais testes se correlacionam entre si e como podem ser relacionados com a de plataforma de força. As avaliações nas plataformas de força avaliam o equilíbrio estático baseado no deslocamento do centro de pressão sobre a base de suporte. Sendo assim, a avaliação do equilíbrio na plataforma permite a verificação das modificações na postura por ser altamente sensível e podem atuar como referência para determinar modificações do controle postural (SABCHUK, BENTO e RODACKI, 2012).

Antonello, et al. (2019), resume que, o equilíbrio corporal postural representa a capacidade que o ser humano tem de desempenhar suas atividades e manter o corpo em equilíbrio, possibilitando estabilidade e orientação durante tarefas motoras.

3.1.1 Equilíbrio corporal relacionado a locomoção

A locomoção é caracterizada por movimentos regulares e repetitivos, resultado de uma combinação de forças musculares e movimentos articulares, gerando então o deslocamento (SANTOS, 2018).

A demanda de controle da postura está presente nas atividades mais variadas, desde a postura em pé até a marcha e a corrida, essa demanda responde ao somatório de habilidades motoras desenvolvidas para manter o equilíbrio e a estabilidade corporal (SANTOS, 2018).

O controle postural apresenta dois fatores que devem ser considerados, um envolve a orientação postural, ou seja, a manutenção da posição dos segmentos corporais em relação aos próprios segmentos e ao meio ambiente, e o outro, envolve o equilíbrio postural, representado por relações entre as forças que agem sobre o corpo na busca de um equilíbrio corporal durante as ações motoras, no entanto, apresentam relações dependentes (BANKOFF et al., 2006).

A coordenação entre a postura e a marcha envolve um controle do centro de massa dentro da base de suporte, que ocorre devido a ativação de receptores visuais, vestibulares, cutâneos e o proprioceptivo, que desencadeiam ajustes automáticos posturais (SOUSA, 2010). Somado a isso é necessário enfatizar a individualidade de cada pessoa frente aos diversos acontecimentos existentes, que desenvolve uma determinada postura corporal envolvendo conceitos de equilíbrio, de coordenação neuromuscular e adaptação representando determinados movimentos corporais individuais (BANKOFF et al., 2006).

3.2 PRESSÃO PLANTAR

Determinar a pressão da região plantar é muito importante para obtermos conhecimento sobre forma e características da sobrecarga mecânica no aparelho locomotor humano e seu comportamento em diversos movimentos (CARNIEL; IMANO; SILVA. 2010). A pressão plantar representa as forças que são distribuídas sobre o pé e traz informações sobre a estrutura do pé do indivíduo. A medição da pressão plantar pode ser utilizada em várias aplicações, uma delas é para verificar os picos de pressão plantar (SCHMIDT, 2006).

O pé é composto por vinte e oito ossos, e um grande número de articulações e ligamentos de sustentação. O pé apresenta o arco longitudinal e o arco transversal que são estruturas de tecidos moles que fornecem suporte às articulações e as formas do pé. O arco longitudinal se estende posteriormente do calcâneo até anteriormente às cabeças dos metatarsos, na região medial e lateral de todo o pé. O arco transversal também é uma estrutura contínua, sendo mais proeminente no tarso anterior e tornando-se gradualmente menos côncavo distalmente e quase retificado sobre as cabeças dos metatarsos (HOUGLUM; BERTOTI. 2014 P. 520-521).

As características anatômicas individuais do pé determinam o tipo de pisada, então o tipo de pisada representa a região plantar com o maior pico de pressão, ou seja, a área plantar que mais tem contato com o solo, e são classificadas como, neutra, supinada e pronada (MARINELLI, 2016).

3.2.1 Pisada neutra

A pisada do tipo neutra é caracterizada pelo tamanho do arco longitudinal normal, favorecendo uma melhor distribuição de carga sobre o pé, melhor amortecimento e contribuindo para uma maior estabilidade (Figura 1) (MARINELLI,

Figura 1 – Pisada Neutra



2016).

FONTE: WEBRUN, adaptado por Schmidt (2006).

3.2.2 Pisada supinada

A pisada supinada não proná o suficiente quando toca o solo, é caracterizada por um arco longitudinal mais alto, pela supinação do pé ou inversão, favorecendo uma insuficiência de absorção de impacto (Figura 2) (MARINELLI, 2016).

Figura 2 – Pisada Supinada



FONTE: WEBRUN, adaptado por Schmidt (2006).

3.2.3 Pisada pronada

A pisada pronada é caracterizado pelo baixo arco longitudinal, está associada com a pronação no ato de caminhar, ou eversão do pé. A pronação excessiva pode



gerar lesões e levar a uma pior estabilidade (Figura 3) (MARINELLI, 2016).

FONTE: WEBRUN, adaptado por Schmidt (2006).

3.2.4 Avaliação da pisada

Segundo Santos (2016), as articulações do tornozelo e pé promovem equilíbrio e adaptações posturais necessárias para receber impactos repetitivos, suportar os períodos de treino e se adaptar aos terrenos irregulares. Assim, a baropodometria é uma das tecnologias indicadas para avaliar esse complexo precocemente.

É possível quantificar a pressão plantar aplicada durante a marcha ou a condição estática, dentre as possibilidades habitualmente utilizadas estão a Plantigrafia, Podoscopia, e mais recentemente, a Baropodometria (SILVA, 2015).

Na plantigrafia é impresso a superfície plantar dos pés no papel. O Plantígrafo, é constituído de duas pranchas retangulares intermediadas por uma lâmina de borracha estruturada na face inferior em quadrados preenchidos por quadrados menores onde é aplicada uma tinta solúvel em água. Um papel em branco é colocado sob a borracha para que a impressão plantar registre-se ao receber o apoio do pé (SILVA, 2015).

A Podoscopia, consiste em uma estrutura formada por um par de espelhos que refletem as plantas dos pés, podendo ser fotografado ou apenas visualizado pelo avaliador. Entretanto este método e a plantigrafia já citada anteriormente são incapazes de aferir de forma direta o comportamento da pressão plantar, apenas visualizar sua área de distribuição (SILVA, 2015).

A avaliação por meio da baropodometria consegue visualizar a pressão da superfície plantar indicando alterações das disfunções da pisada e indiretamente apontando alterações posturais ascendentes. Portanto, esse método é importante para compreender a posição ortostática disfuncional adotada que pode gerar uma adaptação postural incorreta (ULBRICHT et al., 2014; SILVA, 2015; NERY et al., 2018). Levando em consideração a podoscopia e baropodometria, Macedo et al. (2020) observaram uma excelente concordância entre os métodos para avaliação da pisada e tipo de pé.

3.3 BAROPODOMETRIA

A baropodometria é descrita como o estudo da distribuição das pressões plantares, por meio de uma plataforma de registro eletrônico. O termo vem do grego: baros, peso, podos, pé e metron, medir. Este método passou por grandes avanços nos últimos 20 anos, graças a um processo contínuo de pesquisa e a desenvolvimento de melhores programas e plataformas de pressão (PADILLA, 2006).

É um equipamento que pode ser utilizado no diagnóstico, na mensuração e avaliação da pressão plantar, registrando os pontos de pressão exercidos do corpo (SILVA, 2015; BRUGNERA, et al.,2018). Além disso, o método é vantajoso por ser repetível, quantificável, não invasivo e demonstrativo para o sujeito avaliado (PADILLA, 2006).

No mercado estão disponíveis três tipos diferentes de equipamentos de baropodometria para avaliação da pressão plantar: as palmilhas, que medem a



Figura 4 - Palmilha

pressão entre o pé e o calçado (Figura 4); as plataformas, que medem a pressão entre o pé e o solo (Figura 5); e a pista de marcha, que funciona como uma versão mais longa da plataforma e é mais apropriada para o estudo da marcha (Figura 6) (ZAMMIT et al. 2010).

FONTE: VIEIRA, (2018).

Figura 5 - Plataforma



Figura 6 - Pista de marcha



FONTE: ARKIPELAGO.

FONTE: VIEIRA, (2018).

Além disso, o equipamento conta com alguns tipos de sensores: resistivos, capacitivos e piezoelétricos. Os sensores resistivos, envolvem a modulação de um fluxo de corrente elétrica quando a pressão é exercida na superfície do sensor. Esses sensores podem ser de efeito de superfície, que devido ao aumento de pressão na superfície do sensor causa um aumento de condutividade elétrica, ou de efeito de volume, onde as partículas condutoras são dispersas em uma matriz polimérica e a deformação elástica resulta em um aumento de volume condutibilidade (ROSÁRIO, 2013).

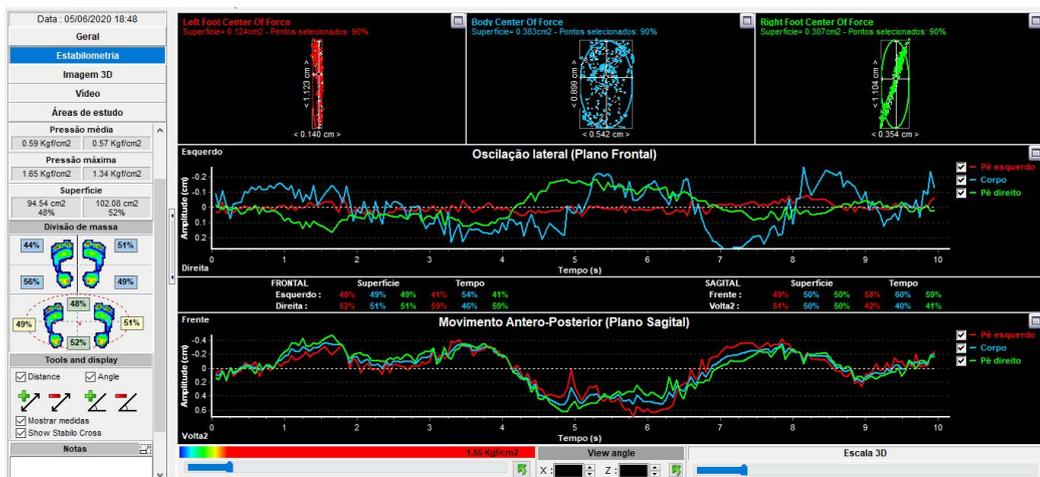
Os sensores capacitivos permitem a detecção sem contato e a medição contínua de pequenos deslocamentos, um aumento da pressão gera um aumento proporcional e contínuo de armazenamento de energia entre um sensor capacitor e a distância entre as duas placas. Como resultado da alta sensibilidade dos capacitores, é mais fácil produzir ruído e interferência problemas com esse tipo de sensor (ROSÁRIO, 2013).

Os sensores piezoelétricos possuem a característica de apresentar uma mudança de carga elétrica proporcional a direção aplicada ao estresse mecânico. O

contrário também ocorre, ou seja, haverá uma deformação proporcional a uma aplicação de um campo elétrico (VIEIRA, 2018).

Por meio da avaliação baropodométrica mensura-se também as oscilações posturais, ou seja, a estabilometria, o qual é referente ao deslocamento do centro de pressão na fase estática e dinâmica do ciclo do andar ou correr, com o uso de calçados ou não, sendo assim, quanto menor o controle postural, maior é a

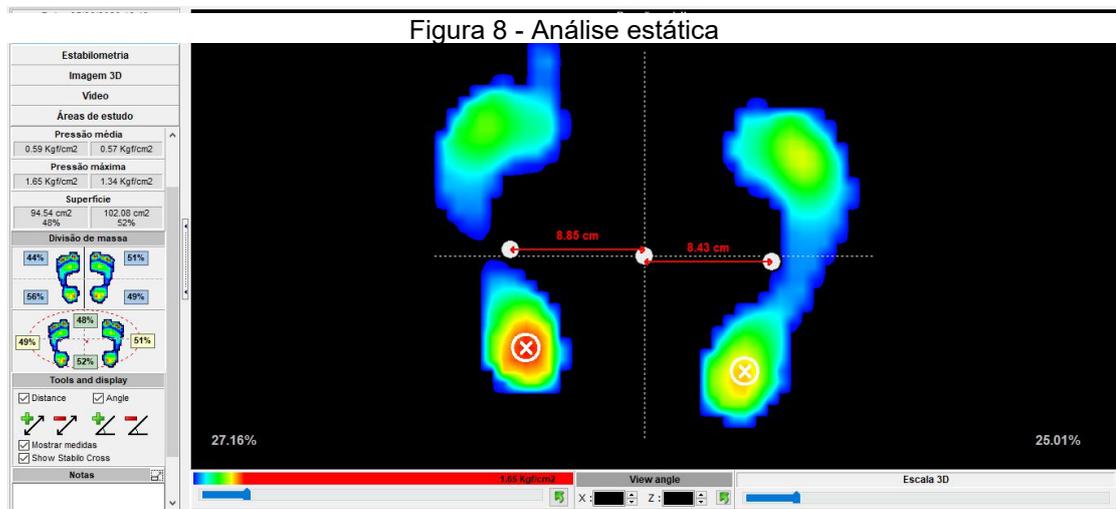
Figura 7 – Estabilometria



oscilação corporal (Figura 7) (SCHMIDT, 2006; SILVA 2015; NERY et al., 2018).

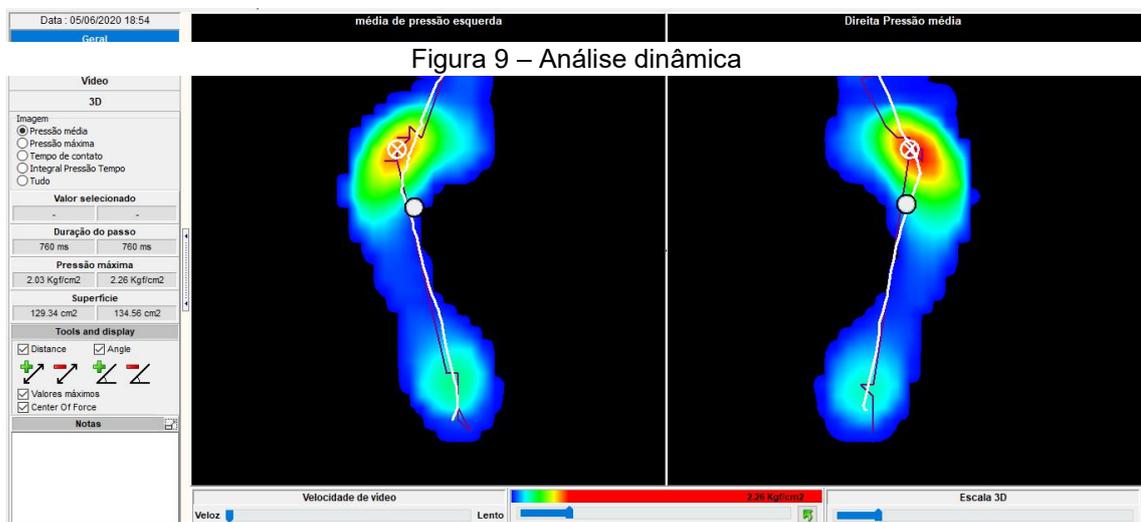
FONTE: Elaborada pelos autores.

Ao pisar sobre a plataforma baropodométrica, são geradas imagens no software de análise formada por uma gama de cores termográficas que variam de acordo com a diferença de pressão, o software divide os pés direito e esquerdo e subdivide-o ainda em antepé e retropé. Isto permite a determinação da porcentagem do peso suportado por cada parte dos pés e a relação de simetria entre eles, essa técnica pode ser utilizada na forma estática e dinâmica (Figura 8) (SILVA, 2015).



FONTE: Elaborada pelos autores.

É possível visualizar em tempo real o desenvolvimento das pressões exercidas por toda a superfície plantar, seja em estático ou dinâmico. Na fase estática, o baropodômetro registra a imagem da pisada, define a localização do centro de gravidade, bem como os pontos máximos de pressão para cada membro e a distribuição das cargas entre o antepé e o retopé. Na fase dinâmica, permite visualizar o registro consecutivo em função de tempo, de todos os dados relacionados ao pé durante o desenvolvimento da marcha normal. Também é possível registrar a pressão máxima exercida em cada etapa durante o desenvolvimento do passo, a velocidade de movimento do pé em cada fase e a



força exercida pelo corpo durante as fases de apoio e impulso (Figura 9) (PADILLA, 2006).

FONTE: Elaborada pelos autores.

Os dados são apresentados de forma qualitativa e quantitativa. Na forma qualitativa: imagem da morfologia da marcha; distribuição de pressão plantar no retropé, mediopé e antepé; a distribuição de carga na superfície plantar e o deslocamento do centro de força. E na forma quantitativa: o tempo das diferentes fases da marcha; a duração do passo; o tempo de apoio em diferentes partes do pé; valores de forças verticais e a pressão ao longo do passo (ROSÁRIO, 2013).

Na análise estática, o indivíduo posiciona-se em pé sobre uma plataforma,



que realiza a leitura da pressão exercida sobre uma determinada área onde são obtidas variáveis relacionadas à área de contato, pico de pressão, pressão média porcentagem de contato lateral e anteroposterior (Figura 10) (ABE, 2016).

FONTE: ABE, (2016).

A análise dinâmica é realizada com o indivíduo andando, o registro acontece



em uma das fases da marcha, que podem ser o primeiro, segundo ou terceiro passo,

então no momento em que pisa sobre a plataforma de análise o software realiza os cálculos de pressão, duração e área (Figura 11) (BUS; LANGE, 2005).

FONTE: HOCHHEIM, (2016).

3.4 AVALIAÇÃO BAROPODOMÉTRICA NO EQUILÍBRIO POSTURAL

A baropodometria é apenas mais uma ferramenta, ela não substitui a avaliação clínica, mas ajuda a diagnosticar e permite um acompanhamento adequado em cada situação. Esse método de análise está sendo amplamente utilizado em diversas áreas e contextos como, na ortopedia, esportiva, neurologia, na avaliação de intervenções, no estudo de padrões de movimento em uma população e para classificação de grupos específicos (FRANCO, 2016).

Alguns estudos demonstram a importância da utilização da baropodometria em sujeitos com e sem desordens temporomandibulares, a fim de comparar as alterações posturais relacionada às interfências oclusais que podem alterar as curvaturas da coluna vertebral e acabar prejudicando o equilíbrio estático e dinâmico. Além disso, a baropodometria pode ser indicada como mais um recurso de avaliação entre a interação dos sistemas estomatognático e postural, e em comparação ao antes e depois de exercícios terapêuticos voltados para desordens temporomandibulares (OHLENDORF et al, 2014; SOUZA, 2014; ABE, 2016;).

Lafayette (2005), demonstra uma variação entre as medidas da baropodometria nos indivíduos antes e após exercícios de fortalecimento da musculatura flexora do 1º e do 5º metatarso e após os exercícios de oscilação do tornozelo, proporcionando um aumento da base de apoio e uma melhor distribuição plantar, facilitando para o indivíduo um melhor alinhamento do centro de gravidade, aumento da estabilização do indivíduo, favorecendo um posicionamento ereto com o mínimo de esforço, tornando a baropodometria um método de avaliação onde as informações decorrentes desta análise podem ser associadas ao exame clínico, ao diagnóstico e na monitorização dos exercícios.

A análise do equilíbrio postural por meio da baropodometria também é utilizada em adolescentes para verificar a relação entre o diagnóstico de distúrbios

posturais com o equilíbrio, no estudo de Farro-Uceda et al. (2016) dentre os adolescentes avaliados foi encontrado uma maior porcentagem de hiperlordose lombar entre os distúrbios posturais e associado a isso, um pior controle postural.

A análise do equilíbrio estático de crianças com paralisia cerebral demonstra grandes oscilações no controle postural (COSTA, CARVALHO, BRACCIALLI, 2011). A intervenção com jogos de realidade virtual influencia positivamente no controle motor de crianças com paralisia cerebral, no estudo de Santos et al. (2018), a oscilação anteroposterior e laterolateral apresentou uma redução de valores com relação ao momento de antes da intervenção. Portanto, a prática de jogos com realidade virtual influencia no equilíbrio estático de uma criança com paralisia cerebral, o que pode aumentar as possibilidades terapêuticas na recuperação funcional de crianças com disfunções neuropsicomotoras.

Os estudos sobre o equilíbrio, envolvendo patologias neurológicas, como a paraparesia espástica tropical é um grande recurso a ser explorado, tanto na clínica prática, em pesquisas para avaliação do centro de gravidade e oscilações posturais e em estudos de acompanhamento. No estudo de Lago et al. (2020), os indivíduos avaliados demonstraram instabilidade postural devido ao padrão espástico afetando os membros inferiores, e quando comparados aos indivíduos que não apresentavam a patologia neurológica tiveram um pior controle das oscilações posturais.

No caso de pessoas com diabetes ou neuropatias diabéticas, as análises baropodométricas apresentam a relação de pouco equilíbrio postural, e um resultado significativo para oscilação anteroposterior (BACARIN, SACCO, HENNIG, 2009). No entanto, ao analisar o equilíbrio postural de indivíduos neuropatas diabéticos, por meio da baropodometria, Nozabiel et al (2012), não encontraram diferenças na análise do equilíbrio estático, os autores relacionam a influência do sobrepeso com uma maior estabilidade corporal e pelo rebaixamento do centro de gravidade. Na análise do equilíbrio dinâmico foi encontrado um maior tempo de apoio no ciclo da marcha de total apoio e duplo apoio, causado pela diminuição da sensibilidade plantar e da força de plantiflexão, justificando a estratégia de maior tempo de apoio para manutenção da estabilidade.

Assim como no estudo de Boza et al. (2007) e Menezes et al. (2012), os pacientes com hemiplegia e hemiparesia, decorrente de acidente vascular cerebral, tem um pior equilíbrio, na avaliação baropodométrica estática e dinâmica há um

maior deslocamento do peso corporal sobre o lado sadio, maiores oscilações anteroposteriores e maior pressão plantar do lado saudável, esses resultados podem ser úteis na montagem das condutas terapêuticas e em pesquisas envolvendo sujeitos com essa incapacidade.

Em uma análise estática no baropodômetro entre jovens sedentários e bailarinos, foi encontrado um aumento na descarga de peso na região do antepé das bailarinas enquanto que nos jovens sedentários o maior percentual de descarga de peso acometeu o retopé, mas isso explica-se pelo fato das bailarinas serem submetidas a excessivos períodos de treinos, e devido a isso sofreram uma adaptação corporal, tornando-os aptos a receberem essa sobrecarga na região sem comprometer necessariamente o equilíbrio postural (AMARAL, HIGASHIAMA, OLIVEIRA, 2006).

A análise baropodométrica também pode ser utilizada para verificar a influência da crioterapia no equilíbrio estático dos atletas de futsal, no entanto, no estudo de Freire et al (2015), o equilíbrio estático dos atletas não sofreu alteração significativa, os autores sugerem que o tempo de crioterapia foi pouco, e que apesar da crioterapia prejudicar a propriocepção, os outros componentes que controlam o equilíbrio podem suprir a deficiência na propriocepção.

No estudo da avaliação de corredores com calcâneo valgo, a baropodometria estática auxiliou na tomada de decisões sobre a utilização das palmilhas termodeladas, durante três meses de uso ficou constatado uma melhora no equilíbrio do centro de pressão e maior estabilidade corporal, além disso, foram apresentados resultados positivos quanto às correções posturais (RITA, 2019). Na avaliação do equilíbrio corporal de idosos praticantes e não praticantes de corrida por meio da baropodometria, não foi demonstrado diferença no equilíbrio entre os dois grupos, mas ainda assim sugere-se atividades com diferentes apoios e solos e mudanças rápidas de direção e velocidade com saltos, giros e paradas para o treinamento do equilíbrio (ZANCHETA et al., 2011).

Vermand (2019), utilizando um baropodômetro compara a distribuição de pressão plantar antes, durante e depois de uma corrida ultramaratona, todas as avaliações foram dotadas com a posição ortostática sobre a plataforma. Ao longo da corrida foi demonstrado aumento na distribuição da pressão plantar na região do

antepé, a pesquisa traz que relacionado a isso está o deslocamento anterior do centro de gravidade, que também demonstrou aumento ao longo da ultramaratona.

O estudo do equilíbrio estático e da pisada nos atletas de voleibol é grande valia, desde que esses sujeitos sofrem um grande desgaste físico devido aos longos períodos de treinos, além disso, as posições de jogo desses atletas também podem influenciar a avaliação da distribuição plantar. Sendo assim, saber quais posições de jogo apresentam maior descarga de peso e onde esse peso fica direcionado pode diminuir as chances do desenvolvimento de dor e patologias nessa região, além de contribuir para um melhor treinamento desses atletas (FERNANDES et al, 2011).

A avaliação estática e dinâmica no baropodômetro sobre a influência do encurtamento muscular de cadeia posterior de coxa na distribuição de carga nos pés demonstrou um aumento na área de distribuição plantar após o alongamento dessas estruturas (BAUMFELD et al, 2017). Assim como na análise do equilíbrio corporal de indivíduos saudáveis, Bankoff (2004), constatou que, independente do indivíduo estar com ou sem calçado, na postura dinâmica o porcentual de carga e a área de superfície nas regiões plantar anterior, posterior e plantar total são maiores quando comparadas com a postura estática.

3.5 ANÁLISE BAROPODOMÉTRICA NA PISADA

Uma importante contribuição da baropodometria é o estudo das pressões plantares, tanto em fase dinâmica quanto estática em indivíduos saudáveis, que leva à compreensão da biomecânica do pé normal e sua aplicação posterior em processos patológicos. Assim como foi descrito no estudo de Franco (2016), em que foi avaliado a repetibilidades da pressão plantar em crianças, adultos e idosos, e somente no grupo dos idosos foi apresentado diferenças no pico de pressão, em todos os dias diferentes da avaliação o pico de pressão se mostrava variável, sendo necessário um estudo mais profundo sobre possíveis lesões nos pés, e no estudo de Lopes et al (2016), onde alterações dos pés podem aumentar o risco para quedas devido ao aumento da pressão plantar, deixando estes indivíduos mais suscetíveis a esses eventos e às suas consequências.

A análise baseada na baropodometria é essencial, uma vez que não só oferece informações sobre o tipo de pé e superfície de contato, mas também dados

quantitativos da variação das pressões ao longo do tempo, sendo assim a indústria calçadista pode utilizar desse método para uma melhor produção de calçados uma vez que também permite detectar a influência de diferentes tipos de sola e palmilha na distribuição de pressões (ECHEVERRY, et al. 2018).

Já no estudo de Mesquita (2015), a análise da distribuição da pressão plantar durante a marcha e a corrida de crianças, entre as idades de quatro a dez anos, foi relatado uma correlação entre a idade e as variáveis morfológicas com a pressão plantar, durante a corrida houve aumento da pressão plantar em relação a marcha, mas durante a marcha a região do calcanhar apresentou maior pressão quando comparado ao momento da corrida, na pesquisa foi encontrado que com o avançar da idade e das variações morfológicas existe uma tendência aos aumentos das pressões plantares nas crianças.

E no estudo de Azevedo e Nascimento (2009), as crianças avaliadas tinham idade entre seis a nove anos, novamente foi associado que o desenvolvimento infantil, os casos de sobrepeso e obesidade podem estar relacionadas a distribuição de pressão plantar, nesse estudo a maior prevalência encontrada foi de pés planos e maior força plantar na região do mediopé. O pé tem papel fundamental na evolução postural da criança, Neves et al, (2020), obteve resultados que as crianças com pisada supinada apresentam maior flexibilidade dos músculos posteriores de membro inferior e também estão associados a maior descarga de peso em região de calcâneo.

E no estudo da distribuição da pressão plantar de crianças com paralisia cerebral, que apresentaram o desempenho locomotor preservado ou com alguma disfunção, relataram uma anteriorização do centro de gravidade corporal e conseqüentemente maior descarga de peso em antepé, e prevalência do pé plano, em comparação às crianças com desenvolvimento típico (RIGHI, et al., 2017).

A baropodometria na avaliação da pisada dos corredores amadores, Albuquerque (2012) obteve resultados de maior pressão plantar no antepé, essa inversão das pressões plantares representa um possível fator de aumento para as lesões nesses corredores, sendo uma das justificativas pelo índice crescente de lesões nessa prática esportiva.

A pelve promove a estabilidade e alinhamento entre os membros inferiores e o tronco, sendo assim, no estudo de Nova et al, (2020) a instabilidade da pelve pode

acontecer devido a vários fatores como o mau alinhamento, déficit de forma muscular ou falta de controle neuromuscular, causando compensações como o drop pélvico, além disso, pode provocar alterações nas pressões plantares, levando a uma maior incidência de descarga de peso no antepé e uma tendência a uma pisada pronada.

A análise baropodométrica em relação ao tipo de pisada e aos picos de hiperpressão plantar, tem sido de grande ajuda no manejo de paciente com neuropatia diabética com ou sem úlceras nos pés e paciente com distúrbios da sensibilidade, seja com intuito de conhecer as áreas de maior pressão ou alterações dinâmicas nos pés que causem essas lesões, e o monitoramento em casos de novas ulcerações dos pacientes que já foram acometidos. Isso permite que o planejamento de procedimentos seja mais cuidadoso, como estratégias para minimizar a distribuição da carga plantar, seja pela reeducação da marcha ou pela redistribuição de cargas de áreas mais insensíveis para áreas mais sensíveis, auxiliando na prevenção de úlceras de pressão (BACARIN, SACCO, HENNIG, 2009; HAK-CHOL, 2019).

As deformidades causadas pelo desequilíbrio dos músculos intrínsecos do pé, juntamente com a falta de sensibilidade levaram ao reajuste do apoio que a sola do pé tem com o solo, promovendo assimetrias na distribuição da pressão plantar. Oliveira, Marchi e Leguisamo (2016), avaliaram a distribuição da pressão em três momentos, primeiro descalço, segundo calçado e terceiro com o calçado específico para o pé diabético com tecnologia assistiva. Nas avaliações com calçados os picos de pressão plantar foram reduzidos, mas o calçado com a tecnologia assistiva foi capaz de reduzir significativamente os picos de pressão plantar dos pacientes com neuropatia diabética.

No estudo de Braz e Carvalho (2010), a mensuração do ângulo quadricipital associado a análise da distribuição da pressão plantar de jogadores de futebol facilita a identificação de regiões com sobrecarga capazes de induzir o surgimento de microtraumas ou disfunções mecânicas, contribuindo para a manutenção da integridade física e fornecendo dados para trabalhos preventivos. Nos jogadores avaliados foi demonstrado relação entre a diminuição do ângulo quadricipital e aumento na pressão plantar nas bordas laterais dos pés, ou seja, sugere um alinhamento em varo de joelhos e distribuição plantar supinada.

A obesidade aumenta a área de contato do pé com o solo, altera a distribuição da pressão plantar e induz picos de pressão em certas partes dos pés. No estudo de Ferreira, Ávila e Mastroeni (2015), com a análise baropodométrica antes e após a proposta de intervenção do uso da palmilha no adulto obeso, antes da intervenção havia maior pico de pressão no antepé devido ao deslocamento do centro de gravidade para frente, após a intervenção foi destacada a redução de pico de pressão plantar, dor musculoesquelética e desvios laterais. E nos casos de cirurgia redução de estômago, em que a perda de massa corporal é muito rápida, a análise baropodométrica após seis meses de cirurgia, apresentou diminuição da pressão plantar no antepé e retropé e nas forças de reação do solo, no estudo de Bacha (2013).

Sugere-se que as palmilhas podem afetar a distribuição das cargas plantares, reduzindo a absorção de choques, visto que uma melhor distribuição da massa corporal sobre a área plantar fornece alinhamento adequado à pelve e, conseqüentemente, à coluna vertebral e, assim, poderiam diminuir as algias de membros inferiores e coluna lombar. Nesse estudo, sobre a pressão plantar de mulheres que trabalham a maior parte do tempo em posição ortostática, o uso da palmilha afetou a distribuição da plantar, houve aumento de pressão máxima e média das pressões nos pés e redução de área de superfície plantar, além disso, reduziram os níveis dos sintomas algícos na coluna lombar e no pé (ALMEIDA, et al., 2009).

4 METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, a coleta de dados foi através de consultas e publicações relacionadas a temática da pesquisa. Foram incluídas referências bibliográficas de trabalhos publicados nos idiomas português, inglês e espanhol presentes nas bases de dados SciELO, LILACS, ScienceDirect e o Google Acadêmico.

Foram definidos os seguintes descritores para a busca bibliográfica, na língua portuguesa, inglesa e espanhola, respectivamente: Baropodometria, Avaliação Baropodométrica, Equilíbrio Corporal e Pisada; Baropodometry, Baropodometric Evaluation, Body Balance, and Stepped; Baropodometría, Evaluación baropodométrica, Equilibrio corporal y Stepping.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma revisão bibliográfica conclui-se que a baropodometria pode ser utilizada para avaliação do equilíbrio corporal e da pisada. O equipamento de baropodometria funciona por meio de sensores que captam com precisão a variação da distribuição plantar fornecendo dados sobre a pisada e equilíbrio. Conforme foi relatado no estudo, a análise baropodométrica pode ser utilizada em diversas áreas e contextos, demonstrando sua contribuição individual em cada um deles.

Por ser um recurso com medidas instantâneas, acessíveis, não invasivas e que vêm sendo utilizada cada vez mais na prática clínica, o baropodômetro é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de teorias inovadoras. Entretanto, os achados das análises baropodométricas devem ser interpretados com cautela na prática clínica e em pesquisa científica, assim como a padronização das avaliações, a cerca de instruções de posicionamento dos pés, direção do olhar, ritmo do passo ou quantidade dos passos, que são algumas das variáveis que podem interferir nos resultados.

Por fim, as pesquisas relacionadas ao uso da baropodometria estão crescendo cada vez mais, porém, atualmente essa ainda é uma linha de pesquisa que terá muito a acrescentar em iniciações científicas futuras.

6 REFERENCIAS

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.* 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas). Universidade de São Paulo – Faculdade de Odontologia. São Paulo, 2016

ALBUQUERQUE, K. A. et al. *Análise baropodométrica dos corredores de rua na cidade de Fortaleza/CE.* HU Revista, v. 38, n. 3 e 4, p. 151-157, 2012.

ALMEIDA, J. S. et al. Comparação da pressão plantar e dos sintomas osteomusculares por meio do uso de palmilhas customizadas e pré-fabricadas no ambiente de trabalho. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, ISSN 1413-3555, v. 13, n. 6, p. 542-8, nov./dez. 2009.

AMARAL, A. S; HIGASHIAMA, T; OLIVEIRA, C. S. *Análise baropodométrica estática plantar comparativa entre adultos jovens sedentários e bailarinos.* IN: X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VI Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

ANTONELLO, A. C. et al. *Análise do controle postural de corredores de rua.* Revista Brasileira Ciência e Movimento, v. 27, n. 3, 2019;

AZAVEDO, L. A. P. NASCIMENTO, L. F. C. *A distribuição da força plantar está associada aos diferentes tipos de pés?.* Rev Paul Pediatr v. 27; n. 3; 2009.

BACARIN, T. A; SACCO, I. C. N; HENNIG, E. M. *Plantar pressure distribution patterns during gait in diabetic neuropathy patients with a history of foot ulcers.* Clinical Science, v. 64, n. 2, 2009.

BACHA, I. L. *Análise Baropodométrica de pacientes submetidos à cirurgia bariátrica.* 63 f. (Dissertação). São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, 2013.

BANKOFF, A. D. P. et al. *Estudo do equilíbrio corporal postural através do sistema de baropodometria eletrônica.* Revista Conexões, v.2, n.2, 2004.

BANKOFF, A. D. P. et al. Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existente. *Movimento & Percepção*, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 6, n. 9, jul./dez. 2006 – ISSN 1679-8678.

BAUMFELD, D. et al. *Reliability of Baropodometry on the Evaluation of Plantar Load Distribution: A Transversal Study.* BioMed Research International, v.17, p. 4, 2017 - DOI: 10.1155/2017/5925137

BOZA, R. et al. *Estudio baropodométrico em el hemiplégico vascular: relación com la discapacidad, equilibrio y capacidade de marcha.* Rehabilitación (Madr), v. 41, n. 1, 2007.

- 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, jul./ago. 2010 ISSN 1413-3555.
- BRUGNERA, A. et al. A utilização da baropodometria como instrumento de avaliação do equilíbrio. *Destaques Acadêmicos*, Lajeado, v. 10, n. 3, p. 128-139, 2018. ISSN 2176-3070.
- BUS, S. A; LANGE, A. A. *A comparison of the 1-step, 2-step, and 3-step protocols for obtaining barefoof plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot*. Clin Biomech (Bistol, Avon), v. 20, n. 9, Nov; 2005.
- CANTALINO, J. L. R; MATTOS, H. M. *Análise das impressões plantares emitidas por dois equipamentos distintos*. ConScientiae Saúde, v. 7, n. 3, 2008.
- CARNIEL, C. G; IMANO, J. T; SILVA, K. F. *Resposta baropodométrica aguda após uma sessão de mat pilates em indivíduos saudáveis*. 86 f. Monografia – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium. Lins – São Paulo, 2010.
- COSTA, T. D. A. CARVALHO, S. M. R. BRACCIALLI, L. M. P. Análise do equilíbrio estático e de deformidades nos pés de crianças com paralisia cerebral. *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo, v.18, n.2, p. 127-32, abr/jun. 2011 ISSN 1809-2950.
- DORNELES, P. P; MOTA, C. B. *Relação das dimensões dos pés com o equilíbrio postural em adolescentes*. Multiciência, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Santiago, 2016 - ISSN 2448-4148
- ECHEVERRY, L. L. G. et al. *La antropometría y la baropodometría como técnicas de caracterización del pie y herramientas que proporcionan criterios de ergonomía y confort en el diseño y fabricación de calzado: una revisión sistemática*. PROSPECTIVA Vol. 16 - No. 1 / Enero - Junio de 2018.
- FARRO-UCEDA, L. et al. *Relación entre hiperlaxitud articular, dismetría de miembros inferiores y control postural con los trastornos posturales*. Rev Med Hered. V. 27, P. 216-222, 2016.
- FERNANDES, O. L. et al. *Distribuição de força plantar e oscilação do centro de gravidade em atletas de voleibol por posição de jogo*. Revista Eletrônica Saúde e Ciência, v. 1, p. 53-64, 2011.
- FERREIRA, E. I.; AVILA, C. A. V.; MASTROENI, M. F. Use of custom insoles for redistributing plantar pressure, decreasing musculoskeletal pain and reducing postural changes in obese adults. *Fisioter. mov.* vol.28, n.2, p.213-221, 2015. ISSN 1980-5918.
- FRANCO, P. S. *Análise da repetibilidade na pressão plantar durante a marcha de crianças, adultos e idosos*. 64f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.
- FREIRE, T. R. et al. *Análise do desempenho físico e do equilíbrio sob influência da crioterapia em atletas de futsal*. Rev Bras Med Esporte – Vol. 21, Nº 6 – Nov/Dez, 2015.

HAK-CHOL, R. et al. *Plantar pressure changes in diabetic peripheral neuropathy*. Menoufia Medical Journal, Korea, v. 32. December, 2019.

HOUGLUM, P. A; BERTOTI, D. B. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. 6. ed. São Paulo: Manole, 2014.

LAFAYETTE, K. C. S; MATTOS, H. M; PACHECO, M. T. T. *A influência podal na postura analisada através da baropodometria*. IN: IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2005.

LAGO, V. et al. Center of gravity oscillations in HTLV-1-associated myelopathy/tropical spastic paraparesis. *Fisioter. Mov*, v. 33, Curitiba, 2020. ISSN 0103-5150.

LOPES, M. L. V. et al. Relação da pressão plantar e amplitude de movimento de membros inferiores com o risco de quedas em idosos. *Fisioter. Pesqui.* ISSN 2316-9117, vol.23, n.2, p.172-177, 2016.

MACEDO, R. R. et al. *Concordância interobservadores dos métodos estáticos de avaliação dos tipos de pisada em praticantes de corrida*. Rev Bras Ortop, v. 55, n. 4, 2020.

MARINELLI, T. S. *BIOMECÂNICA DA CORRIDA: análise de calçados esportivos sua relevância com as variações funcionais do arco plantar*. 56 f. Monografia (Licenciatura em Educação Física) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

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, jul./set. 2012, ISSN 0103-5150

MESQUITA, P. R. *Distribuição da pressão plantar durante o andar e correr em crianças*. 2015. 68 f. Dissertação (Mestre em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NERY, C. et al. *Advances of baropodometry in human health*. Annals of Musculoskeletal Disorders, v. 2, n. 2, São Paulo, 2018 - ISSN: 2578-3599.

NEVES, J. C. J. et al. *Influência do arco longitudinal medial na distribuição plantar e na flexibilidade posterior*. *Fisioter. Pesqui*, vol.27, n.1, pp.16-21. Apr 06, 2020. ISSN 2316-9117.

NOVA, A. M. et al. *Estabilidad dinámica de la pélvis y su relación com las pressiones plantares*. Rev. Esp. Pod. 2020. doi: 10.20986/revesspod.2020.1558/2020.

NOZABIELI, A. J. et al. *Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria*. Motricidade, vol. 8, n. 3, p. 30-39, 2012.

OHLENDORF, D. et al. *The effects of a temporarily manipulated dental occlusion on the position of the spine: a comparison during standing and walking*. Spine J, v. 14. N. 10, Oct, 2014.

OLIVEIRA, A. F; MARCHI, A. C. B; LEGUISAMO, C. P. Diabetic footwear: is it an assistive technology capable of reducing peak plantar pressures in elderly patients with neuropathy? *Fisioter. Mov.*, Curitiba, ISSN 0103-5150, v. 29, n. 3, p. 469-476, Jul./Set. 2016.

PADILLA, A. H. *Uso de la baropodometria*. Oct. –Dic. 2006. Volumen 2, Número 4, 2006.

RIGHI, N. C. et al. Distribuição da pressão plantar e morfologia do pé de crianças com paralisia cerebral e crianças com desenvolvimento típico. *Fisioter. Pesqui.* ISSN 2316-9117, vol.24, n.3, p.321-326, 2017.

RITA, F. O. S. *Benefícios da aplicação de palmilhas posturoológicas na biomecânica, parâmetros baropodométricos e estabilométricos de corredores de rua com calcâneo valgo*. 82 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia Desportiva) – Universidade Fernando Pessoa FCS/ESS, 2019.

ROSÁRIO, J. L. P. *A review of the utilization of baropodometry in postural assessment*. Journal of bodywork and movement therapies, v. 18, n. 2, p. 215–219, 2013.

SABCHUK, R. A. C; BENTO, P. C. B; RODACKI, A. L. F. *Comparação entre testes de equilíbrio de campo e plataforma de força*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte – Vol. 18, No 6 – Nov/Dez, 2012.

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, F. F. U. J. et al. *Efeitos de uma intervenção com realidade virtual no controle motor de uma criança com paralisia cerebral: um relato de caso*. Motricidade, vol. 14, n. 1, p. 351-354, 2018.

SANTOS, G.R.S. *Efeitos agudos da corrida na sensibilidade, pressão plantar e estabilidade corporal de corredores recreacionais*. 2018. 68 f. Dissertação (Mestre em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

SCHMIDT, A. *Estudo da Distribuição da pressão plantar e do equilíbrio corporal em corredores de longa distância*. 2006. 113 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade de Campinas, Campinas, 2006.

SCHMIDT, Robson. *Pedigráfo para análise dinâmica (pedigrama)*. 2006. 56 f. Monografia. Centro Universitário Positivo – Núcleo de Ciências Exatas e Tecnológicas. Curitiba, 2006.

SILVA, J. L. K. M. *Análise da correlação de métodos de avaliação da pisada relacionada à ativação neuromuscular*. 100 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Engenharia biomédica da universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SOUSA, A. S. P. *Controle Postural e marcha humana: análise multifatorial*. 2010. 86 f. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto, 2010.

SOUZA, J; PASINATO, F; CORREA, E. C. R. *Global body posture and plantar pressure distribution in individuals with and without temporomandibular disorder: a preliminar study*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. DOI: 37.10.1016/j.jmpt.2014.July, 2014.

ULBRICHT, L. et al. *Recursos para avaliação e diagnóstico biomecânico da pisada*. Revista UniAndrade; v. 15, n. 3, 2014.

VERMAND, S. et al. *Changes in foot measurements, plantar pressure and postural position during a mountain ultra-marathon race*. Science & Sports v. 34, n. 4, September 2019.

VIEIRA, M. E. M. *Dispositivo para auxílio de identificação do tipo de pisada baseada em sensores piezoelétricos e redes neurais artificiais*. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

WOOLLACOTT, M.H. TANG, P. *Balance control during walking in the older adult: research and its implications*. Phys Ther. v. 77, n. 6, 1997.

ZAMMIT, H. B.; MENZ, S. H.; MUNTEANU. *Reliability of the TekScan MatScan(R) system for the measurement of plantar forces and pressures during barefoot level walking in healthy adults*. Journal of Foot and Ankle Surgery, v. 3, n. 11, 2010.

ZANCHETA, S. C. et al. *Análise do equilíbrio postural em idosos saudáveis praticantes e não praticantes de corrida de longa distância*. Geriatria & Gerontologia, v. 5, n. 4, 2011.

ANEXOS

ANEXO I - ARTIGO

O USO DA BAROPODOMETRIA COMO FORMA DE AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO POSTURAL E PISADA

Mikaelle Maria de Castro Queiroz¹

Marcos Marcondes de Godoy²

RESUMO

O objetivo da pesquisa é uma revisão da literatura sobre a utilização da baropodometria como um instrumento avaliativo do equilíbrio postural e da pisada. Para manter a estabilidade corporal, é necessário um conjunto de forças sobre uma base de suporte, ou seja, os pés. O pé é um meio de referência importante para o sistema postural e para análise da pressão plantar. Existem diversas formas de avaliação que podem ser utilizadas para atuar de forma preventiva nas disfunções estruturais ortopédicas e a avaliação baropodométrica é um dos meios de avaliação sendo possível verificar a distribuição do peso corporal sobre os pés apresentando em porcentagem se existe um deslocamento no equilíbrio estático permitindo também uma análise detalhada da pisada por meio quantificação dos picos de pressão e o deslocamento do centro de massa durante o passo. A coleta de dados foi através de consultas e publicações relacionadas a temática da pesquisa presente nas bases de dados SciELO, LILACS, ScienceDirect e o Google Acadêmico. Foi verificado que o exame de baropodometria apresenta com precisão a variação da distribuição e pressão plantar, além de informações precisas sobre a oscilação corporal em diversas populações.

PALAVRAS CHAVES: Baropodometria. Avaliação Baropodométrica. Equilíbrio Corporal. Pisada.

¹ Graduanda em Fisioterapia pela Universidade de Rio Verde, Campus Rio Verde, GO.

² Orientador, Fisioterapeuta Doutorando em Motricidade Humana pela Universidade de Lisboa - Lisboa PT.

INTRODUÇÃO

Constantemente o corpo humano sofre com oscilações posturais, isso acontece devido à necessidade em manter os segmentos corporais alinhados entre si a todo momento, e conseqüentemente para manter a estabilidade corporal, mas para isso é necessário um conjunto de forças sobre uma base de suporte, ou seja, os pés.

O pé é um meio de referência importante para o sistema postural, ele recebe e distribui o peso corporal, se adapta às irregularidades do próprio corpo ou do meio externo, e é o meio de contato com o solo que atua como uma alavanca que impulsiona o corpo durante a locomoção (CANTALINO; MATTOS, 2008; DORNELES; MOTTA, 2016).

A ação resultante entre o contato dos pés e uma superfície chama-se pressão plantar, reação do solo impactando os membros inferiores (FRANCO, 2016). A pressão plantar é uma das variáveis que pode ser usada como estudo, auxiliando em análises sobre o tipo de pisada. A estrutura anatômica do pé determina a estabilidade da pisada, e para a medição da pressão plantar, são necessários dispositivos instrumentados que possam apresentar seu resultado e variação conforme o contato dos pés na superfície (VIEIRA, 2018).

Existem diversas formas de avaliação que podem ser utilizadas para atuar de forma preventiva nas disfunções estruturais ortopédicas, dentre elas a baropodometria que avalia a pisada através da dinâmica e da forma estática apresentando a distribuição de cargas na região plantar dos pés, sendo assim, baropodometria objetiva avaliar os distúrbios da pressão e distribuição plantar, é um dos recursos que pode ser utilizado para a avaliação postural

Considerando esses aspectos, por meio da avaliação baropodométrica é possível verificar a distribuição do peso corporal sobre os pés, o que resulta em apresentar em porcentagem se existe um equilíbrio entre os dois pés ou uma carga maior em um dos membros representando um deslocamento no equilíbrio corporal, o qual é apresentado pelo deslocamento do centro de pressão, detectadas por sensores e analisadas nas condições sensórias de cada sujeito, e também permite a

análise detalhada da pisada por meio da quantificação dos picos de pressão e o deslocamento do centro de massa durante o passo.

O presente estudo torna-se relevante à medida realiza uma revisão de literatura e reúne informações sobre a utilização da baropodometria como um recurso de avaliação do equilíbrio postural e da pisada.

REVISÃO DE LITERATURA

Equilíbrio corporal

Segundo Woollacott e Tang (1997), o equilíbrio corporal consiste na manutenção do centro de massa corporal dentro da base de suporte, e pode se manifestar como equilíbrio corporal estático e dinâmico. No equilíbrio estático, a base de suporte permanece em repouso e apenas o centro de massa corporal se movimenta, o equilíbrio mantém o centro de massa corpóreo dentro da base de suporte. No equilíbrio dinâmico, o centro de massa corporal e a base de suporte se movimentam e nunca se aliam durante a fase de apoio unipodal do movimento.

A avaliação do equilíbrio corporal acontece através da utilização de instrumentos como escalas funcionais e equipamentos por sistema. Os testes funcionais mais utilizados são, o teste de alcance funcional, a escala de equilíbrio e mobilidade orientada pelo desempenho, o teste de levantar e caminhar cronometrado e as escala de equilíbrio de Berg. Também é possível mensurar o equilíbrio por equipamentos eletrônicos, como a plataforma de força (SABCHUK, BENTO, RODACKI, 2012).

A maioria dos testes funcionais são escolhidos pelo baixo custo e pela facilidade de aplicação, porém pouco se sabe como tais testes se correlacionam entre si e como podem ser relacionados com a de plataforma de força. As avaliações nas plataformas de força avaliam o equilíbrio estático baseado no deslocamento do centro de pressão sobre a base de suporte. Sendo assim, a avaliação do equilíbrio na plataforma permite a verificação das modificações na

postura por ser altamente sensível e podem atuar como referência para determinar modificações do controle postural (SABCHUK, BENTO e RODACKI, 2012).

Sendo assim, Antonello, et al. (2019), resume que, o equilíbrio corporal postural representa a capacidade que o ser humano tem de desempenhar suas atividades e manter o corpo em equilíbrio, possibilitando estabilidade e orientação durante tarefas motoras.

A demanda de controle da postura está presente nas atividades mais variadas, desde a postura em pé até a marcha e a corrida, essa demanda responde ao somatório de habilidades motoras desenvolvidas para manter o equilíbrio e a estabilidade corporal (SANTOS, 2018).

O controle postural apresenta dois fatores que devem ser considerados, um envolve a orientação postural, ou seja, a manutenção da posição dos segmentos corporais em relação aos próprios segmentos e ao meio ambiente, e o outro, envolve o equilíbrio postural, representado por relações entre as forças que agem sobre o corpo na busca de um equilíbrio corporal durante as ações motoras, no entanto, apresentam relações dependentes (BANKOFF et al., 2006).

A coordenação entre a postura e a marcha envolve um controle do centro de massa dentro da base de suporte, que ocorre devido a ativação de receptores visuais, vestibulares, cutâneos e o proprioceptivo, que desencadeiam ajustes automáticos posturais (SOUSA, 2010). Somado a isso é necessário enfatizar a individualidade de cada pessoa frente aos diversos acontecimentos existentes, que desenvolve uma determinada postura corporal envolvendo conceitos de equilíbrio, de coordenação neuromuscular e adaptação representando determinados movimentos corporais individuais (BANKOFF et al., 2006).

Pressão plantar

Determinar a pressão da região plantar é muito importante para obtermos conhecimento sobre forma e características da sobrecarga mecânica no aparelho locomotor humano e seu comportamento em diversos movimentos (CARNIEL; IMANO; SILVA. 2010). A pressão plantar representa as forças que são distribuídas sobre o pé e traz informações sobre a estrutura do pé do indivíduo. A medição da

pressão plantar pode ser utilizada em várias aplicações, uma delas é para verificar os picos de pressão plantar (SCHMIDT, 2006).

O pé é composto por vinte e oito ossos, e um grande número de articulações e ligamentos de sustentação. O pé apresenta o arco longitudinal e o arco transversal que são estruturas de tecidos moles que fornecem suporte às articulações e as formas do pé. O arco longitudinal se estende posteriormente do calcâneo até anteriormente às cabeças dos metatarsos, na região medial e lateral de todo o pé. O arco transversal também é uma estrutura contínua, sendo mais proeminente no tarso anterior e tornando-se gradualmente menos côncavo distalmente e quase retificado sobre as cabeças dos metatarsos (HOUGLUM; BERTOTI. 2014 P. 520-521).

As características anatômicas individuais do pé determinam o tipo de pisada, então o tipo de pisada representa a região plantar com o maior pico de pressão, ou seja, a área plantar que mais tem contato com o solo, e são classificadas como, neutra, supinada e pronada (MARINELLI, 2016).

É possível quantificar a pressão plantar aplicada durante a marcha ou a condição estática, dentre as possibilidades habitualmente utilizadas estão a Plantigrafia, Podoscopia, e mais recentemente, a Baropodometria (SILVA, 2015).

Na plantigrafia é impresso a superfície plantar dos pés no papel. O Plantígrafo, é constituído de duas pranchas retangulares intermediadas por uma lâmina de borracha estruturada na face inferior em quadrados preenchidos por quadrados menores onde é aplicada uma tinta solúvel em água. Um papel em branco é colocado sob a borracha para que a impressão plantar registre-se ao receber o apoio do pé (SILVA, 2015).

A Podoscopia, consiste em uma estrutura formada por um par de espelhos que refletem as plantas dos pés, podendo ser fotografado ou apenas visualizado pelo avaliador. Entretanto este método e a plantigrafia já citada anteriormente são incapazes de aferir de forma direta o comportamento da pressão plantar, apenas visualizar sua área de distribuição (SILVA, 2015).

A avaliação por meio da baropodometria consegue visualizar a pressão da superfície plantar indicando alterações das disfunções da pisada e indiretamente apontando alterações posturais ascendentes. Portanto, esse método é importante para compreender a posição ortostática disfuncional adotada que pode gerar uma

adaptação postural incorreta (ULBRICHT et al., 2014; SILVA, 2015; NERY et al., 2018).

Baropodometria

A baropodometria é descrita como o estudo da distribuição das pressões plantares, por meio de uma plataforma de registro eletrônico. O termo vem do grego: baros, peso, podos, pé e metron, medir. Este método passou por grandes avanços nos últimos 20 anos, graças a um processo contínuo de pesquisa e a desenvolvimento de melhores programas e plataformas de pressão (PADILLA, 2006).

É um equipamento que pode ser utilizado no diagnóstico, na mensuração e avaliação da pressão plantar, registrando os pontos de pressão exercidos do corpo (SILVA, 2015; BRUGNERA, et al.,2018). Além disso, o método é vantajoso por ser repetível, quantificável, não invasivo e demonstrativo para o sujeito avaliado (PADILLA, 2006).

No mercado estão disponíveis três tipos diferentes de equipamentos de baropodometria para avaliação da pressão plantar: as palmilhas, que medem a pressão entre o pé e o calçado; as plataformas, que medem a pressão entre o pé e o solo; e a pista de marcha, que funciona como uma versão mais longa da plataforma e é mais apropriada para o estudo da marcha (ZAMMIT et al. 2010).

Além disso, o equipamento conta com alguns tipos de sensores: resistivos, capacitivos e piezoelétricos. Os sensores resistivos, envolvem a modulação de um fluxo de corrente elétrica quando a pressão é exercida na superfície do sensor. Os sensores capacitivos permitem a detecção sem contato e a medição contínua de pequenos deslocamentos (ROSÁRIO, 2013). E os sensores piezoelétricos, que possuem a característica de apresentar uma mudança de carga elétrica proporcional a direção aplicada ao estresse mecânico (VIEIRA, 2018).

Ao pisar sobre a plataforma baropodométrica, são geradas imagens no software de análise formada por uma gama de cores termográficas que variam de acordo com a diferença de pressão, o software divide os pés direito e esquerdo e subdivide-o ainda em antepé e retropé. Isto permite a determinação da porcentagem

do peso suportado por cada parte dos pés e a relação de simetria entre eles, essa técnica pode ser utilizada na forma estática e dinâmica (SILVA, 2015).

Os dados são apresentados de forma qualitativa e quantitativa. Na forma qualitativa: imagem da morfologia da marcha; distribuição de pressão plantar no retropé, mediopé e antepé; a distribuição de carga na superfície plantar e o deslocamento do centro de força. E na forma quantitativa: o tempo das diferentes fases da marcha; a duração do passo; o tempo de apoio em diferentes partes do pé; valores de forças verticais e a pressão ao longo do passo (ROSÁRIO, 2013).

Na análise estática, o indivíduo posiciona-se em pé sobre uma plataforma, que realiza a leitura da pressão exercida sobre uma determinada área onde são obtidas variáveis relacionadas à área de contato, pico de pressão, pressão média porcentagem de contato lateral e anteroposterior (ABE, 2016).

A análise dinâmica é realizada com o indivíduo andando, o registro acontece em uma das fases da marcha, que podem ser o primeiro, segundo ou terceiro passo, então no momento em que pisa sobre a plataforma de análise o software realiza os cálculos de pressão, duração e área (BUS; LANGE, 2005).

Avaliação baropodométrica no equilíbrio corporal

A baropodometria é apenas mais uma ferramenta, ela não substitui a avaliação clínica, mas ajuda a diagnosticar e permite um acompanhamento adequado em cada situação. Esse método de análise está sendo amplamente utilizado em diversas áreas e contextos como, na ortopedia, esportiva, neurologia, na avaliação de intervenções, no estudo de padrões de movimento em uma população e para classificação de grupos específicos (FRANCO, 2016).

Alguns estudos demonstram a importância da utilização da baropodometria em sujeitos com e sem desordens temporomandibulares, a fim de comparar as alterações posturais relacionada às interfências oclusais que podem alterar as curvaturas da coluna vertebral e acabar prejudicando o equilíbrio estático e dinâmico. Além disso, a baropodometria pode ser indicada como mais um recurso de avaliação entre a interação dos sistemas estomatognático e postural, e em comparação ao

antes e depois de exercícios terapêuticos voltados para distúrbios temporomandibulares (OHLENDORF et al, 2014; SOUZA, 2014; ABE, 2016;).

Lafayette (2005), demonstrou uma variação entre as medidas da baropodometria nos indivíduos antes e após exercícios de fortalecimento da musculatura flexora do 1º e do 5º metatarso e após os exercícios de oscilação do tornozelo, proporcionando um aumento da base de apoio e uma melhor distribuição plantar, facilitando para o indivíduo um melhor alinhamento do centro de gravidade, aumento da estabilização do indivíduo, favorecendo um posicionamento ereto com o mínimo de esforço, tornando a baropodometria um método de avaliação onde as informações decorrentes desta análise podem ser associadas ao exame clínico, ao diagnóstico e na monitorização dos exercícios.

A análise do equilíbrio estático de crianças com paralisia cerebral demonstra grandes oscilações no controle postural (COSTA, CARVALHO, BRACCIALLI, 2011). A intervenção com jogos de realidade virtual influencia positivamente no controle motor de crianças com paralisia cerebral, no estudo de Santos et al. (2018), a oscilação anteroposterior e laterolateral apresentou uma redução de valores com relação ao momento de antes da intervenção. Portanto, a prática de jogos com realidade virtual influencia no equilíbrio estático de uma criança com paralisia cerebral, o que pode aumentar as possibilidades terapêuticas na recuperação funcional de crianças com disfunções neuropsicomotoras.

No caso de pessoas com diabetes ou neuropatias diabéticas, as análises baropodométricas apresentam a relação de pouco equilíbrio postural, e um resultado significativo para oscilação anteroposterior (BACARIN, SACCO, HENNIG, 2009). No entanto, ao analisar o equilíbrio postural de indivíduos neuropatas diabéticos, por meio da baropodometria, Nozabiel et al (2012), não encontraram diferenças na análise do equilíbrio estático, os autores relacionam a influência do sobrepeso com uma maior estabilidade corporal e pelo rebaixamento do centro de gravidade. Na análise do equilíbrio dinâmico foi encontrado um maior tempo de apoio no ciclo da marcha de total apoio e duplo apoio, causado pela diminuição da sensibilidade plantar e da força de plantiflexão, justificando a estratégia de maior tempo de apoio para manutenção da estabilidade.

Assim como no estudo de Boza et al. (2007) e Menezes et al. (2012), os pacientes com hemiplegia e hemiparesia, decorrente de acidente vascular cerebral, tem um pior equilíbrio, na avaliação baropodométrica estática e dinâmica há um maior deslocamento do peso corporal sobre o lado sadio, maiores oscilações anteroposteriores e maior pressão plantar do lado saudável, esses resultados podem ser úteis na montagem das condutas terapêuticas e em pesquisas envolvendo sujeitos com essa incapacidade.

A análise baropodométrica também pode ser utilizada para verificar a influência da crioterapia no equilíbrio estático dos atletas de futsal, no entanto, no estudo de Freire et al (2015), o equilíbrio estático dos atletas não sofreu alteração significativa, os autores sugerem que o tempo de crioterapia foi pouco, e que apesar da crioterapia prejudicar a propriocepção, os outros componentes que controlam o equilíbrio podem suprir a deficiência na propriocepção.

Análise baropodométrica na pisada

Uma importante contribuição da baropodometria é o estudo das pressões plantares, tanto em fase dinâmica quanto estática em indivíduos saudáveis, que leva à compreensão da biomecânica do pé normal e sua aplicação posterior em processos patológicos. Assim como foi descrito no estudo de Franco (2016), em que foi avaliado a repetibilidades da pressão plantar em crianças, adultos e idosos, e somente no grupo dos idosos foi apresentado diferenças no pico de pressão, em todos os dias diferentes da avaliação o pico de pressão se mostrava variável, sendo necessário um estudo mais profundo sobre possíveis lesões nos pés, e no estudo de Lopes et al (2016), onde alterações dos pés podem aumentar o risco para quedas devido ao aumento da pressão plantar, deixando estes indivíduos mais suscetíveis a esses eventos e às suas consequências.

A análise baseada na baropodometria é essencial, uma vez que não só oferece informações sobre o tipo de pé e superfície de contato, mas também dados quantitativos da variação das pressões ao longo do tempo, sendo assim a indústria calçadista pode utilizar desse método para uma melhor produção de calçados uma vez que também permite detectar a influência de diferentes tipos de sola e palmilha na distribuição de pressões (ECHEVERRY, et al. 2018).

Já no estudo de Mesquita (2015), a análise da distribuição da pressão plantar durante a marcha e a corrida de crianças, entre as idades de quatro a dez anos, foi relatado uma correlação entre a idade e as variáveis morfológicas com a pressão plantar, durante a corrida houve aumento da pressão plantar em relação a marcha, mas durante a marcha a região do calcanhar apresentou maior pressão quando comparado ao momento da corrida, na pesquisa foi encontrado que com o avançar da idade e das variações morfológicas existe uma tendência aos aumentos das pressões plantares nas crianças.

E no estudo da distribuição da pressão plantar de crianças com paralisia cerebral, que apresentaram o desempenho locomotor preservado ou com alguma disfunção, relataram uma anteriorização do centro de gravidade corporal e conseqüentemente maior descarga de peso em antepé, e prevalência do pé plano, em comparação às crianças com desenvolvimento típico (RIGHI, et al., 2017).

A baropodometria na avaliação da pisada dos corredores amadores, Albuquerque (2012) obteve resultados de maior pressão plantar no antepé, essa inversão das pressões plantares representa um possível fator de aumento para as lesões nesses corredores, sendo uma das justificativas pelo índice crescente de lesões nessa prática esportiva.

A pelve promove a estabilidade e alinhamento entre os membros inferiores e o tronco, sendo assim, no estudo de Nova et al, (2020) a instabilidade da pelve pode acontecer devido a vários fatores como o mau alinhamento, déficit de forma muscular ou falta de controle neuromuscular, causando compensações como o drop pélvico, além disso, pode provocar alterações nas pressões plantares, levando a uma maior incidência de descarga de peso no antepé e uma tendência a uma pisada pronada.

A análise baropodométrica em relação ao tipo de pisada e aos picos de hiperpressão plantar, tem sido de grande ajuda no manejo de paciente com neuropatia diabética com ou sem úlceras nos pés e paciente com distúrbios da sensibilidade, seja com intuito de conhecer as áreas de maior pressão ou alterações dinâmicas nos pés que causem essas lesões, e o monitoramento em casos de novas ulcerações dos pacientes que já foram acometidos. Isso permite que o planejamento de procedimentos seja mais cuidadoso, como estratégias para minimizar a distribuição da carga plantar, seja pela reeducação da marcha ou pela

redistribuição de cargas de áreas mais insensíveis para áreas mais sensíveis, auxiliando na prevenção de úlceras de pressão (BACARIN, SACCO, HENNIG, 2009; HAK-CHOL, 2019).

Sugere-se que as palmilhas podem afetar a distribuição das cargas plantares, reduzindo a absorção de choques, visto que uma melhor distribuição da massa corporal sobre a área plantar fornece alinhamento adequado à pelve e, conseqüentemente, à coluna vertebral e, assim, poderiam diminuir as algias de membros inferiores e coluna lombar. Nesse estudo, sobre a pressão plantar de mulheres que trabalham a maior parte do tempo em posição ortostática, o uso da palmilha afetou a distribuição da plantar, houve aumento de pressão máxima e média das pressões nos pés e redução de área de superfície plantar, além disso, reduziram os níveis dos sintomas algícos na coluna lombar e no pé (ALMEIDA, et al., 2009).

METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, a coleta de dados foi através de consultas e publicações relacionadas a temática da pesquisa. Foram incluídas referências bibliográficas de trabalhos publicados nos idiomas português, inglês e espanhol presentes nas bases de dados SciELO, LILACS, ScienceDirect e o Google Acadêmico.

Foram definidos os seguintes descritores para a busca bibliográfica, na língua portuguesa, inglesa e espanhola, respectivamente: Baropodometria, Avaliação Baropodométrica, Equilíbrio Corporal e Pisada; Baropodometry, Baropodometric Evaluation, Body Balance, and Stepped; Baropodometría, Evaluación baropodométrica, Equilibrio corporal y Stepping.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma revisão bibliográfica conclui-se que a baropodometria pode ser utilizada para avaliação do equilíbrio corporal e da pisada. O equipamento de

baropodometria funciona por meio de sensores que captam com precisão a variação da distribuição plantar fornecendo dados sobre a pisada e equilíbrio. Conforme foi relatado no estudo, a análise baropodométrica pode ser utilizada em diversas áreas e contextos, demonstrando sua contribuição individual em cada um deles.

Por ser um recurso com medidas instantâneas, acessíveis, não invasivas e que vêm sendo utilizada cada vez mais na prática clínica, o baropodômetro é uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de teorias inovadoras. Entretanto, os achados das análises baropodométricas devem ser interpretados com cautela na prática clínica e em pesquisa científica, assim como a padronização das avaliações, a cerca de instruções de posicionamento dos pés, direção do olhar, ritmo do passo ou quantidade dos passos, que são algumas das variáveis que podem interferir nos resultados.

Por fim, as pesquisas relacionadas ao uso da baropodometria estão crescendo cada vez mais, porém, atualmente essa ainda é uma linha de pesquisa que terá muito a acrescentar em iniciações científicas futuras.

THE USE OF BAROPODOMETRY AS A FORM OF EVALUATION OF POSTURAL BALANCE AND STEPPING

ABSTRACT

The objective of the research is to review the literature on the use of baropodometry as an instrument for evaluating postural balance and stepping. To maintain body stability, a set of forces is required on a support base, that is, the feet. The foot is an important reference method for the postural system and for the analysis of plantar pressure. There are several forms of assessment that can be used to act preventively in orthopedic structural disorders, the baropodometric evaluation is one of the evaluation methods being possible to verify the distribution of the body weight on the feet showing in percentage if there is a displacement in the static balance allowing also a detailed analysis of the step by means of quantification of the pressure peaks and the displacement of the center of dough during the step. Data collection was carried out through consultations and publications related to the research theme present in the SciELO, LILACS, ScienceDirect and Google Scholar databases. It was verified that the baropodometry exam accurately presents the variation of the distribution and plantar pressure, in addition to accurate information about the body sway in different populations.

Keywords: Baropodometry. Baropodometric Evaluation. Body Balance. Stepped.

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. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas). Universidade de São Paulo – Faculdade de Odontologia. São Paulo, 2016
- ALBUQUERQUE, K. A. et al. *Análise baropodométrica dos corredores de rua na cidade de Fortaleza/CE*. HU Revista, v. 38, n. 3 e 4, p. 151-157, 2012.
- ALMEIDA, J. S. et al. Comparação da pressão plantar e dos sintomas osteomusculares por meio do uso de palmilhas customizadas e pré-fabricadas no ambiente de trabalho. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, ISSN 1413-3555, v. 13, n. 6, p. 542-8, nov./dez. 2009.
- ANTONELLO, A. C. et al. *Análise do controle postural de corredores de rua*. Revista Brasileira Ciência e Movimento, v. 27, n. 3, 2019;
- BACARIN, T. A; SACCO, I. C. N; HENNIG, E. M. *Plantar pressure distribution patterns during gait in diabetic neuropathy patients with a history of foot ulcers*. Clinical Science, v. 64, n. 2, 2009.
- BANKOFF, A. D. P. et al. *Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existente*. Movimento & Percepção, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 6, n. 9, jul./dez. 2006 – ISSN 1679-8678.
- BOZA, R. et al. *Estudio baropodométrico em el hemiplégico vascular: relación com la discapacidad, equilibrio y capacidade de marcha*. Rehabilitación (Madr), v. 41, n. 1, 2007.
- BRUGNERA, A. et al. *A utilização da baropodometria como instrumento de avaliação do equilíbrio*. Destaques Acadêmicos, Lajeado, v. 10, n. 3, p. 128-139, 2018. ISSN 2176-3070.
- BUS, S. A; LANGE, A. A. *A comparison of the 1-step, 2-step, and 3-step protocols for obtaining barefoof plantar pressure data in the diabetic neuropathic foot*. Clin Biomech (Bistol, Avon), v. 20, n. 9, Nov; 2005.
- CANTALINO, J. L. R; MATTOS, H. M. *Análise das impressões plantares emitidas por dois equipamentos distintos*. ConScientiae Saúde, v. 7, n. 3, 2008.

CARNIEL, C. G; IMANO, J. T; SILVA, K. F. *Resposta baropodométrica aguda após uma sessão de mat pilates em indivíduos saudáveis*. 86 f. Monografia – Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium. Lins – São Paulo, 2010.

COSTA, T. D. A. CARVALHO, S. M. R. BRACCIALLI, L. M. P. Análise do equilíbrio estático e de deformidades nos pés de crianças com paralisia cerebral. *Fisioterapia e Pesquisa*, São Paulo, v.18, n.2, p. 127-32, abr/jun. 2011 ISSN 1809-2950.

DORNELES, P. P; MOTA, C. B. *Relação das dimensões dos pés com o equilíbrio postural em adolescentes*. Multiciência, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Santiago, 2016 - ISSN 2448-4148

ECHEVERRY, L. L. G. et al. *La antropometría y la baropodometría como técnicas de caracterización del pie y herramientas que proporcionan criterios de ergonomía y confort en el diseño y fabricación de calzado: una revisión sistemática*. PROSPECTIVA Vol. 16 - No. 1 / Enero - Junio de 2018.

FRANCO, P. S. *Análise da repetibilidade na pressão plantar durante a marcha de crianças, adultos e idosos*. 64f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2016.

FREIRE, T. R. et al. *Análise do desempenho físico e do equilíbrio sob influência da crioterapia em atletas de futsal*. Rev Bras Med Esporte – Vol. 21, Nº 6 – Nov/Dez, 2015.

HAK-CHOL, R. et al. *Plantar pressure changes in diabetic peripheral neuropathy*. Menoufia Medical Journal, Korea, v. 32. December, 2019.

HOUGLUM, P. A; BERTOTI, D. B. *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. 6. ed. São Paulo: Manole, 2014.

LAFAYETTE, K. C. S; MATTOS, H. M; PACHECO, M. T. T. *A influência podal na postura analisada através da baropodometria*. IN: IX Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e V Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba. 2005.

LOPES, M. L. V. et al. *Relação da pressão plantar e amplitude de movimento de membros inferiores com o risco de quedas em idosos*. *Fisioter. Pesqui.* ISSN 2316-9117, vol.23, n.2, p.172-177, 2016.

MARINELLI, T. S. *BIOMECÂNICA DA CORRIDA: análise de calçados esportivos sua relevância com as variações funcionais do arco plantar*. 56 f. Monografia (Licenciatura em Educação Física) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

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, jul./set. 2012, ISSN 0103-5150

MESQUITA, P. R. *Distribuição da pressão plantar durante o andar e correr em crianças*. 2015. 68 f. Dissertação (Mestre em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

NERY, C. et al. *Advances of baropodometry in human health*. Annals of Musculoskeletal Disorders, v. 2, n. 2, São Paulo, 2018 - ISSN: 2578-3599.

NOVA, A. M. et al. *Estabilidad dinámica de la pélvis y su relación com las pressiones plantares*. Rev. Esp. Pod. 2020. doi: 10.20986/revesppod.2020.1558/2020.

NOZABIELI, A. J. et al. *Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria*. Motricidade, vol. 8, n. 3, p. 30-39, 2012.

OHLENDORF, D. et al. *The effects of a temporarily manipulated dental occlusion on the position of the spine: a comparison during standing and walking*. Spine J, v. 14. N. 10, Oct, 2014.

PADILLA, A. H. *Uso de la baropodometria*. Oct. –Dic. 2006. Volumen 2, Número 4, 2006.

RIGHI, N. C. et al. Distribuição da pressão plantar e morfologia do pé de crianças com paralisia cerebral e crianças com desenvolvimento típico. *Fisioter. Pesqui.* ISSN 2316-9117, vol.24, n.3, p.321-326, 2017.

ROSÁRIO, J. L. P. *A review of the utilization of baropodometry in postural assessment*. Journal of bodywork and movement therapies, v. 18, n. 2, p. 215–219, 2013.

SABCHUK, R. A. C; BENTO, P. C. B; RODACKI, A. L. F. *Comparação entre testes de equilíbrio de campo e plataforma de força*. Revista Brasileira de Medicina do Esporte – Vol. 18, No 6 – Nov/Dez, 2012.

SANTOS, F. F. U. J. et al. *Efeitos de uma intervenção com realidade virtual no controle motor de uma criança com paralisia cerebral: um relato de caso*. Motricidade, vol. 14, n. 1, p. 351-354, 2018.

SANTOS, G.R.S. *Efeitos agudos da corrida na sensibilidade, pressão plantar e estabilidade corporal de corredores recreacionais*. 2018. 68 f. Dissertação (Mestre em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Maria, 2018.

SCHMIDT, A. *Estudo da Distribuição da pressão plantar e do equilíbrio corporal em corredores de longa distância*. 2006. 113 f. Tese (Doutorado em Educação Física) – Faculdade de Educação Física, Universidade de Campinas, Campinas, 2006.

SILVA, J. L. K. M. *Análise da correlação de métodos de avaliação da pisada relacionada à ativação neuromuscular*. 100 f. Dissertação (Mestre em Ciências) – Engenharia biomédica da universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

SOUSA, A. S. P. *Controle Postural e marcha humana: análise multifatorial*. 2010. 86 f. Tese (Doutorado em Engenharia Biomédica) – Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto, 2010.

SOUZA, J; PASINATO, F; CORREA, E. C. R. *Global body posture and plantar pressure distribution in individuals with and without temporomandibular disorder: a preliminar study*. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. DOI: 37. 10.1016/j.jmpt.2014.04.003.July, 2014.

ULBRICHT, L. et al. *Recursos para avaliação e diagnóstico biomecânico da pisada*. Revista UniAndrade; v. 15, n. 3, 2014.

VIEIRA, Mário Elias Marinho. *Dispositivo para auxílio de identificação do tipo de pisada baseada em sensores piezoelétricos e redes neurais artificiais*. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2018.

WOOLLACOTT, M.H. TANG, P. *Balance control during walking in the older adult: research and its implications*. Phys Ther. v. 77, n. 6, 1997.

ZAMMIT, H. B.; MENZ, S. H.; MUNTEANU. *Reliability of the TekScan MatScan(R) system for the measurement of plantar forces and pressures during barefoot level walking in healthy adults*. Journal of Foot and Ankle Surgery, v. 3, n. 11, 2010.