DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO PLANTAR E ESTABILIDADE POSTURAL EM PARTICIPANTE TABAGISTA E NÃO TABAGISTA: ESTUDO DE CASO

Thaís Santos Pinto, Julia Molina Peneluppi Vidal Dias, Alessandra de Almeida Fagundes, Fernanda Maria Garcia Gonzaga

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, diasjulia9087@gmail.com, thaissantospinto4@gmail.com, alefa@univap.br, gonzaga@univap.br

Resumo

O tabagismo está associado a alterações respiratórias e musculoesqueléticas que podem repercutir sobre o controle postural e a distribuição da pressão plantar. O presente estudo teve como objetivo avaliar o equilíbrio estático e a distribuição da pressão plantar em participantes tabagista e não tabagista. Foram analisados dados de duas participantes do sexo femininocom 48 e 52 anos, sendo uma tabagista e uma não tabagista. Foram realizadas avaliações de baropodometria estática e estabilometria, com análise da distribuição das cargas plantares, superfície de contato, pressões plantares e comportamento do centro de pressão. Os dados foram organizados em tabelas e analisados de forma descritiva. A participante não tabagista apresentou maior assimetria na distribuição lateral das cargas, com predominância no pé direito, enquanto a participante tabagista apresentou distribuição mais equilibrada entre os pés. Na estabilometria, a participante tabagista apresentou maior oscilação ântero-posterior, enquanto a não tabagista apresentou maior oscilação látero-lateral. Conclui-se que o tabagismo pode estar associado a diferentes padrões de distribuição de carga plantar e de controle postural, evidenciados pela comparação entre a participante tabagista e não tabagista.

Palavras-chave: Tabagismo. Equilíbrio postural. Baropodometria.

Área do Conhecimento: Fisioterapia.

Introdução

A avaliação da distribuição das pressões plantares e do comportamento do centro de pressão corporal constitui um importante recurso para a análise do equilíbrio, da postura e da dinâmica da marcha (BANKOFF *et al*., 2006). Nesse contexto, a baropodometria permite avaliar a distribuição das cargas exercidas sobre a superfície plantar bem como possíveis assimetrias entre os membros inferiores durante a posição ortostática e a marcha (DUARTE; FREITAS, 2010). Essas alterações podem estar relacionadas ao alinhamento corporal e às estratégias utilizadas pelo indivíduo para manutenção do equilíbrio (DE BLASIIS *et al*., 2023). A avaliação pode ser realizada de forma estática e dinâmica, possibilitando analisar diferentes parâmetros relacionados à distribuição das pressões plantares e ao comportamento postural (ORLIN; MCPOIL, 2000; OLIVEIRA *et al.,* 2021).

Associada à baropodometria, a estabilometria possibilita analisar o deslocamento do centro de pressão corporal e as oscilações nos sentidos ântero-posterior e látero-lateral, contribuindo para a compreensão do controle postural e do equilíbrio durante a posição ortostática (MANCINI; HORAK, 2010). Alterações respiratórias também podem interferir nesse controle, uma vez que o aumento do esforço respiratório, a dispneia e a redução da mobilidade torácica podem provocar adaptações musculoesqueléticas e posturais (GONÇALVES *et al.,* 2017; MUHAMMED *et al*., 2020).

Nesse contexto, o tabagismo pode comprometer progressivamente a função respiratória e desencadear adaptações biomecânicas compensatórias. O aumento do esforço ventilatório e o recrutamento da musculatura acessória podem contribuir para alterações na mobilidade torácica e no alinhamento corporal, como protrusão da cabeça, projeção anterior dos ombros e aumento da cifose torácica (PORTO *et al.,* 2015; GONÇALVES *et al.,* 2017; MUHAMMED *et al.,* 2020). Essas modificações podem influenciar o alinhamento do tronco, o centro de massa e as estratégias utilizadas

pelos membros inferiores para a manutenção do equilíbrio, repercutindo na distribuição das cargas plantares e nas oscilações corporais (PORTO *et al.,* 2015; MIRANDO *et al.,* 2025).

Diante disso, torna-se relevante investigar a relação entre o tabagismo, as alterações respiratórias e o controle postural, utilizando instrumentos capazes de quantificar essas variáveis. Assim, o presente estudo tem como objetivo avaliar o equilíbrio estático e a distribuição da pressão plantar em participantes tabagistas, comparando-os a participantes não tabagistas.

Metodologia

Foram analisados os dados de duas participantes submetidas a avaliações baropodométricas e estabilométricas realizadas em ambiente universitário, provenientes de uma coleta previamente realizada para fins de pesquisa acadêmica. Para garantir o anonimato, não foram identificados os responsáveis pela coleta nem os nomes das participantes.

O estudo foi realizado mediante consentimento das participantes por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob parecer número 8.545.073.

Foram analisados os dados de duas participantes do sexo feminino. As participantes foram identificadas como participante 1 e participante 2, preservando-se suas identidades. Foram consideradas participantes capazes de realizar a marcha e permanecer em ortostatismo de forma independente, conforme os critérios estabelecidos na coleta original.

As avaliações foram realizadas por meio de baropodometria estática e estabilometria. Para a avaliação utilizou-se um sistema computadorizado de baropodometria (BAROSCAN, HS Technology, Brasil), constituído por uma plataforma de pressão com 4096 sensores, área ativa de 50 × 50 cm e frequência de aquisição de 200 Hz. A plataforma foi calibrada em kgf/cm².

Na avaliação baropodométrica estática, foram analisadas a distribuição da carga corporal entre os pés, a distribuição ântero-posterior, a superfície de contato e as pressões plantares média e máxima.

Para a avaliação estabilométrica, a participante permaneceu descalça, em apoio bipodal e com os olhos abertos, sobre a plataforma barossensível durante 30 segundos. Foram analisados os deslocamentos do centro de pressão (COP) nos sentidos ântero-posterior e látero-lateral, bem como as respectivas velocidades de deslocamento e a área de oscilação. Durante o exame, as participantes foram orientadas a comunicar qualquer desconforto que impedisse a continuidade do procedimento, possibilitando sua interrupção imediata.

Os dados foram organizados em tabelas e analisados de forma descritiva, considerando as diferenças observadas entre as participantes quanto à distribuição das cargas, às pressões plantares e ao comportamento do COP.

Resultados

A Tabela 1 apresenta os resultados da avaliação baropodométrica estática das participantes 1 e 2, permitindo a comparação da distribuição da carga plantar, da superfície de contato e das pressões plantares entre os pés direito e esquerdo.

Tabela 1 – Resultados da avaliação baropodométrica estática das participantes 1 e 2.

Parâmetros	Participante 1	Participante 2
Distribuição de carga - PE (%)	50,64	41,70
Distribuição de carga - PD (%)	49,36	58,30
Carga anterior global (%)	54,79	43,10
Carga posterior global (%)	45,21	56,90
Superfície de contato - PE (cm²)	106,81	104,98
Superfície de contato – PD (cm²)	114,14	107,42
Pressão média – PE (kgf/cm²)	0,49	0,32
Pressão média – PD (kgf/cm²)	0,45	0,44
Pressão máxima – PE (kgf/cm²)	1,26	1,03
Pressão máxima – PD (kgf/cm²)	1,06	1,59

Legenda: PE = pé esquerdo; PD = pé direito; cm² = centímetro quadrado; kgf/cm² = quilograma-força por centímetro quadrado.
Fonte: Autoria própria

Na avaliação baropodométrica estática, a Participante 1 apresentou distribuição de carga lateral mais equilibrada entre os pés, com 50,64% no pé esquerdo e 49,36% no pé direito. Na distribuição ântero-posterior, observou-se maior concentração de carga na região anterior (54,79%), em comparação à região posterior (45,21%).

As pressões médias foram semelhantes entre os pés (0,49 kgf/cm² no pé esquerdo e 0,45 kgf/cm² no pé direito), assim como as pressões máximas, que apresentaram valores próximos (1,26 kgf/cm² e 1,06 kgf/cm², respectivamente).

A Participante 2 apresentou maior assimetria na distribuição da carga lateral, com predominância no pé direito (58,30%), enquanto o pé esquerdo recebeu 41,70% da carga. Observou-se também maior concentração de carga na região posterior (56,90%), em comparação à região anterior (43,10%).

As pressões médias foram de 0,32 kgf/cm² no pé esquerdo e 0,44 kgf/cm² no pé direito, enquanto as pressões máximas foram de 1,03 kgf/cm² e 1,59 kgf/cm², respectivamente.

De modo geral, a Participante 1 apresentou distribuição lateral da carga plantar mais equilibrada entre os pés, enquanto a Participante 2 apresentou maior assimetria, com predominância de carga no membro inferior direito e maior concentração de carga na região posterior.

Esses resultados evidenciam diferenças no padrão de distribuição das cargas e das pressões plantares entre as participantes.

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação estabilométrica das participantes, considerando a oscilação e a velocidade média do deslocamento do centro de pressão (COP) nos sentidos ântero-posterior (AP) e látero-lateral (LL).

Tabela 2 – Oscilação e velocidade do centro de pressão nos sentidos ântero-posterior (AP) e látero-lateral (LL).

Participante	Oscilação AP (mm)	Velocidade AP (mm/s)	Oscilação LL (mm)	Velocidade LL (mm/s)
Participante 1 (fumante)	6,83	1,60	1,83	0,75
Participante 2 (não fumante)	6,14	1,57	2,22	0,73

Legenda: AP = ântero-posterior; LL = látero-lateral; mm= milímetro; mm/s = milímetro por segundo.
Fonte: Autoria própria.

Observa-se que a Participante 1 apresentou maior oscilação e velocidade no sentido ântero-posterior (6,83 mm e 1,60 mm/s, respectivamente) em comparação à Participante 2 (6,14 mm e 1,57 mm/s). No sentido látero-lateral, a Participante 2 apresentou maior amplitude de oscilação (2,22 mm) em comparação à Participante 1 (1,83 mm), enquanto a velocidade de deslocamento foi discretamente maior na Participante 1 (0,75 mm/s) em relação à Participante 2 (0,73 mm). Esses achados indicam comportamentos distintos quanto à oscilação postural, com maior oscilação ântero-posterior na Participante 1 e maior oscilação látero-lateral na Participante 2.

Discussão

Os achados do presente estudo evidenciam distinções no comportamento biomecânico e na distribuição das pressões plantares ao comparar a participante tabagista (Participante 1) e a não tabagista (Participante 2). Enquanto a participante não tabagista (Participante 2) apresentou uma assimetria na distribuição de carga látero-lateral (58,30% no membro inferior direito) e maior pico de pressão plantar estático (1,59 kgf/cm²) e dinâmico (3,05 kgf/cm²), a participante tabagista (Participante 1) manteve uma distribuição de peso simétrica entre os membros (50,64% no pé esquerdo e 49,36% no pé direito) com pressões máximas mais homogêneas e distribuídas.

A assimetria observada na participante não tabagista pode ser atribuída à dominância de membro inferior e a variações anatômicas normais da população assintomática (DUARTE; FREITAS, 2010). Em contrapartida, a distribuição mais equilibrada das pressões plantares observada na participante tabagista, associada à maior oscilação no sentido ântero-posterior, pode indicar uma estratégia postural distinta em relação à participante não tabagista. Conforme apontam Porto *et al.* (2015), o consumo crônico do tabaco induz o aumento do trabalho ventilatório e a diminuição da mobilidade torácica, levando ao recrutamento contínuo da musculatura acessória da inspiração (como escalenos e

peitorais). Para contrabalançar essa alteração no centro de gravidade e a consequente instabilidade, o indivíduo tabagista tende a adotar estratégias de coativação muscular periférica, enrijecendo a base de suporte para manter o equilíbrio ortostático (MUHAMMED *et al*., 2020; PORTO *et al.,* 2015).

Em resumo, alterações respiratórias e musculoesqueléticas associadas ao tabagismo podem interferir no alinhamento corporal e no controle postural, conforme descrito por Porto *et al*. (2015), Gonçalves *et al.* (2017) e Muhammed *et al.* (2020). Entretanto, os achados do presente estudo devem ser interpretados com cautela, uma vez que foram avaliadas apenas duas participantes.

Em relação à distribuição ântero-posterior, a variação na concentração de carga entre as participantes demonstra diferentes estratégias de ajuste postural. A projeção anterior do tronco — frequentemente adotada por indivíduos com maior esforço ventilatório para favorecer a mecânica do diafragma — altera a relação do centro de pressão (CoP) com a base de suporte (GONÇALVES *et al*., 2017). De acordo com Mirando *et al.* (2025), o deslocamento do vetor de reação do solo exige modificações constantes no apoio entre o antepé e o retropé para conter o deslocamento da massa corporal durante a permanência em ortostatismo.

Em relação à estabilometria, a participante tabagista apresentou maior oscilação no sentido ântero-posterior (6,83 mm) em comparação à participante não tabagista (6,14 mm), enquanto a participante não tabagista apresentou maior oscilação no sentido látero-lateral (2,22 mm) em relação à tabagista (1,83 mm). Esses achados indicam diferentes padrões de oscilação postural entre as participantes, embora os valores observados sejam próximos. A maior oscilação ântero-posterior observada na participante tabagista pode estar relacionada às alterações posturais e musculoesqueléticas associadas ao comprometimento respiratório descritas na literatura (GONÇALVES *et al*., 2017; MUHAMMED *et al*., 2020). Entretanto, considerando o número reduzido de participantes, esses resultados devem ser interpretados com cautela e não permitem estabelecer uma relação direta entre o tabagismo e as alterações observadas no controle postural.

Conclusão

A análise dos parâmetros baropodométricos e estabilométricos demonstrou diferenças entre as duas participantes quanto à distribuição das cargas plantares, às pressões exercidas sobre os pés e ao comportamento do centro de pressão. A participante não fumante apresentou maior assimetria na distribuição lateral das cargas, com predominância no pé direito, enquanto a participante fumante apresentou distribuição mais equilibrada entre os pés.

Em relação à estabilometria, a participante fumante apresentou maior oscilação no sentido ântero-posterior, enquanto a participante não fumante apresentou maior oscilação no sentido látero-lateral, indicando diferenças no comportamento do controle postural entre as participantes.

Dessa forma, os resultados sugerem diferenças individuais na distribuição das cargas plantares e no comportamento postural entre a participante fumante e a não fumante. Entretanto, devido ao número reduzido de participantes, não é possível estabelecer uma relação conclusiva entre o tabagismo e as alterações observadas, sendo necessários estudos com amostras maiores para confirmar e ampliar esses achados.

Referências

BANKOFF, A. D. P. *et al.* Análise do equilíbrio corporal estático através de um Baropodômetro eletrônico. **Revista Conexões**, v. 4, n. 2, 2006. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/conexoes/article/download/8637971/18144/0. Acesso em: 23 ago. 2026.

DE BLASIIS, P. *et al.* Postural stability and plantar pressure parameters in healthy subjects: variability, correlation analysis and differences under open and closed eye conditions. **Bioengineering**, v. 10, n. 1, p. 80, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/bioengineering10010080. Acesso em: 23 ago. 2026.

DUARTE, M.; FREITAS, S. M. S. F. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 14, n. 3, p. 183-192, 2010.

Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1413-35552010000300003. Acesso em: 23 ago. 2026.

GONÇALVES, M. A.; FRANCISCO, D. S.; MEDEIROS, C. S.; BRÜGGEMANN, A. K. V.; MAZO, G. Z.; PAULIN, E. Postural alignment of patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. **Fisioterapia em Movimento,** v. 30, n. 3, p. 549-558, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1980-5918.030.003.ao13. Acesso em: 23 ago. 2026.

MANCINI, M.; HORAK, F. B. The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 46, n. 2, p. 239-248, 2010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20485226/. Acesso em: 23 ago. 2026.

MIRANDO, M.; PAVESE, C.; PINGUE, V.; SOZZI, S.; NARDONE, A. Can plantar pressure distribution during gait be estimated from quiet stance in healthy individuals? **Journal of Functional Morphology and Kinesiology,** v. 10, n. 3, p. 301, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/jfmk10030301. Acesso em: 23 ago. 2026.

MUHAMMED, A.; MOIZ, J. A.; SINGLA, D.; ALI, M. S.; TALWAR, D. Postural abnormalities in phenotypes of chronic obstructive pulmonary disease. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 24, n. 4, p. 325-332, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2019.05.002. Acesso em: 23 ago. 2026.

OLIVEIRA, L. B.; MARANHO, D. A.; CLIQUET, A.; DINATO, M. C. M.; PAGNANO, R. G. Reliability of wireless insole baropodometry of normal individual's gait. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 238-241, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-785220212905243134. Acesso em: 23 ago. 2026.

ORLIN, M. N.; MCPOIL, T. G. Plantar pressure assessment**. Physical Therapy**, v. 80, n. 4, p. 399-409, 2000. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ptj/80.4.399. Acesso em: 23 ago. 2026.

PORTO, E. F.; CASTRO, A. A. M.; SCHMIDT, V. G. S.; RABELO, H. M.; KÜMPEL, C.; NASCIMENTO, O. A.; JARDIM, J. R. Postural control in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. **International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease**, v. 10, p. 1233-1239, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.2147/COPD.S63955. Acesso em: 23 ago. 2026.

Agradecimentos

À FAPESP, pelo apoio financeiro e institucional. Processo n° 2023/15999-5.