

## MANUSCRITO 1

Influência do estilo de vida fisicamente ativo e sem comportamento sedentário no controle postural de idosos residentes na comunidade.

Este manuscrito será submetido ao periódico Journal of Aging and Physical Activity (JAPA). As instruções para autores estão disponíveis em: <https://journals.humankinetics.com/page/authors/japa>.

## **Influência do estilo de vida fisicamente ativo e sem comportamento sedentário no controle postural de idosos residentes na comunidade**

Uanderson Silva Pirôpo<sup>1,2</sup>, Rafael Pereira<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Integrative Physiology Research Center, Biological Sciences Department, State University of Southwest Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brazil.

<sup>2</sup>Postgraduate Program in Nursing & Health, State University of Southwest Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brazil.

Corresponding author:

Rafael Pereira, Biological Sciences Department, State University of Southwest of Bahia. Rua José Moreira Sobrinho, s/n, Jequiezinho / Jequié 45210-506, Bahia, Brazil.

Email: [rafaelpereira@uesb.edu.br](mailto:rafaelpereira@uesb.edu.br)

### **Resumo**

A manutenção do equilíbrio postural é fundamental para a execução das atividades da vida diária bem como para a prática de exercício físico, entretanto o envelhecimento provoca alterações nos diversos sistemas biológicos, o que pode levar a comprometimentos do equilíbrio postural, aumentando o risco de quedas, de modo que a atividade física se apresenta como fator de proteção contra essas alterações, do mesmo modo que a comportamento sedentário se apresenta como fator agravante, sendo necessário conhecer as influências desses fatores sobre o equilíbrio postural. O objetivo deste estudo é investigar a influência do comportamento sedentário no controle postural em idosos residentes em comunidade. Trata-se de um estudo epidemiológico transversal, com caráter analítico, representando um recorte temporal dos dados da pesquisa epidemiológica e censitária incluiu indivíduos com 60 anos ou mais, de ambos os sexos e residentes habituais em domicílios do município de Aiquara-BA. Foram coletadas informações sobre características sócio-demográficas, nível de atividade física e comportamento sedentário e condições de

saúde. O controle postural foi avaliado através da estabilometria, sendo a análise das oscilações do centro de pressão realizadas nos domínios do tempo e da frequência. O nível de atividade física e o comportamento sedentário foram avaliados a partir do Questionário Internacional de Atividade Física. O grupo de indivíduos que era suficientemente ativo e sem comportamento sedentário apresentaram melhor controle postural ( $4.85 \pm 0.93$ ) comparado aos insuficientemente ativos e com comportamento sedentário ( $5.19 \pm 0.88$ ). Conclui-se que o comportamento sedentário somado a inatividade física piora o controle postural.

**Palavras-Chave:** Controle postural, comportamento sedentário, estabilometria, envelhecimento.

## Introdução

A adoção de um estilo de vida fisicamente mais ativo é entendida na atualidade como um importante fator para manutenção da saúde ao longo da vida. Para além dos benefícios cardiovasculares (WIRTH et al., 2017; AGGIO et al., 2016), há também benefícios psicológicos (ZHU et al., 2018), cognitivos (EDWARDS & LOPRINZI, 2017) e também para o sistema muscular esquelético (SEGUIN et al., 2014; AGGIO et al., 2016; Da SILVA COQUEIRO et al., 2017; KEHLER et al., 2018), o que é especialmente relevante para a população idosa.

Conceitualmente, uma pessoa pode ser classificada como fisicamente ativa tendo como base seus hábitos de vida, desde que, despenda ao menos 150 minutos por semana, ou ao menos 30 minutos diários, com atividades de intensidade moderada a vigorosa (WHO, 2011). Não obstante, uma pessoa com este perfil pode, simultaneamente, ser classificada como tendo comportamento sedentário (WILLOUGHBY & COPELAND, 2015; WU al., 2017), visto que pode dedicar boa parte do tempo remanescente do dia com atividades de baixo gasto energético ( $\leq 1.5$  equivalente metabólico (MET)), como permanecer sentado para leitura, ver TV, conversar, ficar na postura deitada, usar computador (CARSON et al., 2016), o que justifica o fato do termo “comportamento sedentário” ter sido reportado na literatura como *sitting time* (MARTINEZ-GOMES et al., 2016; REZENDE et al., 2016).

Diferentemente da classificação quanto ao nível de atividade física, que já está bem estabelecida a vários anos, a literatura recente tem cunhado o termo “comportamento sedentário”, bem como tem buscado um ponto de corte de horas dedicadas a atividades de baixo gasto energético para a classificação da população quanto a esta variável (Da SILVA COQUEIRO et al., 2017; MOLINA et al., 2018). No que tange à mortalidade, especificamente na população idosa, o ponto de corte de 11 horas / dia são apontados nos estudos de Pavey, Peeters, Brown, (2015) e de Seguin et al., (2014) como significativamente associados à mortalidade em idosos.

Willoughby & Copeland, (2015) avaliaram o efeito da adoção de um estilo de vida fisicamente ativo ao classificar 49 mulheres, com idade entre 50 – 67 anos, de acordo com dois critérios: a adoção de um comportamento sedentário e o nível de atividade física com intensidade moderada a vigorosa. Os referidos autores investigaram desfechos cardiovasculares, bem como a força muscular e o controle postural, no entanto, a análise foi conduzida de forma separada quanto aos critérios

de classificação. Desta forma, os autores puderam concluir que o comportamento sedentário se mostrou um importante fator de risco para doença cardiometabólica, enquanto um estilo de vida com dispêndio de mais horas com atividades de intensidade moderada a alta parece ser mais importante para os desfechos neuromusculares (i.e., força muscular e controle postural).

A abordagem de Willoughby & Copeland, (2015) é interessante, pois considera a avaliação de estilo de vida fisicamente ativo baseado nos conceitos de um padrão suficientemente ativo, bem como com um comportamento sedentário. Adicionalmente, incluiu mulheres ainda jovens. Neste ponto é possível apontar duas lacunas a serem preenchidas a partir do estudo de Willoughby & Copeland, (2015): 1) A adoção de um estilo de vida fisicamente mais ativo, agrupando os indivíduos em quatro grupos, tendo como base os critérios para classificação dos indivíduos como suficientemente ativos e para classificação quanto ao comportamento sedentário, pode influenciar o controle postural?; 2) Visto que o envelhecimento acarreta piora do controle postural, esta avaliação em uma população idosa (i.e.,  $\geq 60$  anos) pode trazer novos conhecimentos para a área de controle postural.

De fato, em decorrência do envelhecimento biológico, várias alterações acometem os sistemas sensoriais (e.g., vestibular, visual, proprioceptivo), bem como o sistema osteomioarticular (NAVARATNARAJAH e JACKSON, 2017), comprometendo o controle postural e conseqüentemente o equilíbrio, predispondo a indivíduo idoso a quedas.

Considerando as conseqüências advindas da falta de atividade física e do comportamento sedentário, bem como as alterações do controle postural em decorrência do processo de envelhecimento, o presente estudo objetivou avaliar a influência de um estilo de vida fisicamente ativo sobre o controle postural em idosos.

## **Materiais e Métodos**

Trata-se de um estudo epidemiológico transversal, com caráter analítico, representando um recorte temporal dos dados da pesquisa epidemiológica e censitária, de base domiciliar intitulada “Condições de Saúde e Estilo de Vida de Idosos Residentes em Município de Pequeno Porte” realizado na cidade de Aiquara-BA, população estimada para o ano de 2015 correspondem a 4.767 habitantes. Dessa

população total, apenas (13,42%) está representada por idosos que residem no município (IBGE, 2010).

A coleta dos dados foi realizada no período de janeiro a julho de 2015, após autorização e apoio da Secretaria Municipal de Saúde de Aiquara. Os dados foram coletados em três etapas: 1) inquérito domiciliar com aplicação dos questionários; 2) realização das medidas antropométricas, testes motores, funcionais e medidas baropodométricas e estabilométricas, além de medidas de parâmetros cardiovasculares; 3) coleta de 10 ml de sangue venoso.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). A participação foi voluntária, e os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

#### *Amostra*

A população do estudo foi formada por indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos de ambos os sexos, residentes na zona urbana do município de Aiquara, Bahia, Brasil, que foram identificados após busca ativa em todos os domicílios, totalizando 379 idosos. Foram excluídos os idosos que residiam na zona rural, que se recusaram a participar do estudo, e os indivíduos que não foram localizados nas suas residências após três visitas em dias, horários e turnos alternados (caracterizando perdas), totalizando 90 idosos. Sendo assim, 289 participaram das entrevistas domiciliares, sendo que, 29 idosos foram excluídos por apresentarem score <13 pontos no Mini Exame do Estado Mental (MEEM) e 38 foram perdas, desta forma, 222 idosos compareceram à Secretaria Municipal de Saúde para realização avaliação estabilométrica. Destes, 14 idosos foram excluídos por não apresentarem todos os dados necessários para a análise proposta neste estudo, remanescendo assim 208 idosos que constituíram a população de estudo.

#### *Classificação quanto ao nível de atividade física e o comportamento sedentário*

O nível de atividade física e o comportamento sedentário serão avaliados por meio do Questionário Internacional de Atividades Físicas (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*), versão adaptada para idosos, que é utilizado para estimar o gasto energético semanal nas atividades físicas. O IPAQ adaptado para

idosos consta de cinco domínios e quinze questões referentes à atividade física no trabalho, como meio de transporte, em casa (tarefas domésticas e família), recreação e lazer e tempo gasto sentado (MAZO & BENEDETTI, 2010).

Para categorização quanto ao nível de atividade física os dados foram dicotomizados de acordo com o ponto de corte proposto de  $\geq 150$  min / semana de atividade moderada e vigorosa (ou seja,  $\geq 150$  min / semana, suficientemente ativo,  $<150$  min / semana, insuficientemente ativo) (WHO, 2011).

O comportamento sedentário também foi determinado a partir do IPAQ (CRAIG et al., 2003; BENEDETTI et al., 2007), o qual considera o tempo (horas/dia) que os idosos permanecem sentados em diferentes lugares, incluindo em casa, no grupo vivo para adultos mais velhos, consultório médico, bem como o tempo sentado enquanto descansa, assistindo TV, visitando amigos e parentes, lendo, fazendo chamadas telefônicas e comendo. Mas não inclui tempo sentado durante o transporte (por exemplo, ônibus ou carro). Os dados do comportamento sedentário foram dicotomizados de acordo com o ponto de corte de 11 horas / dia (ou seja,  $\geq 11$  horas / dia, comportamento sedentário,  $<11$  horas / dia, comportamento não sedentário), considerando os achados de Pavey, Peeters, Brown. (2015) e de Seguin et al. (2014) que observaram que este ponto de corte se associa a mortalidade em idosos.

Visando analisar de forma conjunta a influência de um estilo de vida fisicamente ativo, optou-se por agrupar os idosos em 4 categorias:

- Idosos sem comportamento sedentário e suficientemente ativos (i.e., com estilo de vida fisicamente adequado);
- Idosos sem comportamento sedentário, mas insuficientemente ativos;
- Idosos suficientemente ativos, mas com comportamento sedentário;
- Idosos insuficientemente ativos e com comportamento sedentário (i.e., com estilo de vida fisicamente inadequado);

As características dos idosos de cada um dos quatro grupos são apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1.** Dados de idade, estatura, massa corporal total, distribuição de sexo e diagnóstico de diabetes da população de estudo estratificado quanto ao estilo de vida fisicamente ativo.

Variáveis	Grupos				Valor de P	
	Adequado	Sem comport. Sedentário	Suficientemente ativo	Inadequado		
Idade (anos)	70.0±11.0	73.5±9.7	68.0±11.0	75.0±15.5	0.005**	
Estatura (cm)	155.7±8.3	153.4±8.2	157.7±8.3	154.2±8.2	0.062	
MCT (Kg)	61.4±12.1	63.6±13.9	68.1±13.5	60.1±15.1	0.034*	
Sexo	M	29 (45.3%)	14 (31.8%)	23 (46.9%)	22 (42.3%)	0.449
	F	35 (54.7%)	30 (68.2%)	26 (53.1%)	30 (57.7%)	
Diabetes	Não	52 (81.3%)	35 (79.5%)	39 (79.6%)	40 (76.9%)	0.954
	Sim	12 (18.8%)	9 (20.5%)	10 (20.4%)	12 (23.1%)	
Catarata	Não	45 (71.4%)	29 (65.9%)	35 (71.4%)	39 (75.0%)	0.809
	Sim	18 (28.6%)	15 (34.1%)	14 (28.6%)	13 (25.0%)	

MCT = massa corporal total; (\*) Teste t de Student, dados reportados como média±desvio padrão; (\*\*) Teste de Kruskal-Wallis, dados reportados como mediana±amplitude interquartil.

### Medidas Estabilométricas

Foi utilizada uma plataforma de força piezoelétrica (Footwork Pro AM CUBE, France) para obtenção das coordenadas do CP corporal. Elas foram coletadas durante 30 segundos de posição em pé estática, de pés descalços. Os voluntários permaneceram com os braços relaxados ao longo do corpo e foram orientados a manter os pés paralelos, separados por uma distância similar à largura dos ombros, olhando para um ponto posicionado na altura dos olhos a cerca de 2 metros de distância (MAEDA et al., 1998). O equipamento em questão gera informações sobre o CP de cada pé, permitindo a obtenção da medida da largura da base de suporte, que foi usada juntamente com a altura dos indivíduos para gerar um índice “altura/largura da base de suporte” usado para normalizar os deslocamentos do CP do corpo, uma vez que uma maior altura e menor largura de base de suporte criam uma tendência de amplitude aumentada do deslocamento do CP.

Os voluntários foram posicionados sobre a plataforma de baropodometria e orientados a permanecer numa postura confortável, com os pés posicionados na

largura dos ombros, braços ao longo do corpo e cabeça ereta. Os indivíduos estavam posicionados a 2 metros de uma parede onde foi fixado um ponto de referência na altura do olhar de cada voluntário para servir de referência visual (MAEDA et al., 1998). Para análise foram consideradas as coletas do sinal da plataforma de piezoelétrica realizadas com os olhos abertos. Cada registro teve duração de 30 segundos e taxa de amostragem foi de 40 Hz.

A análise foi conduzida no domínio do tempo, de modo a se obter a área de oscilação (AREA) do CP, o deslocamento da oscilação total (DOT) e a velocidade média total (VMT) do deslocamento do centro de pressão (DUARTE & FREITAS, 2010). Visando minimizar fatores intervenientes nas medidas estabilométricas, todos os parâmetros temporais serão normalizados pela estatura de cada indivíduo para gerar um índice “altura/largura da base de suporte”. As análises do sinal gerado pelas medidas estabilométricas foram realizadas através de rotinas desenvolvidas no software Matlab versão 7.0.

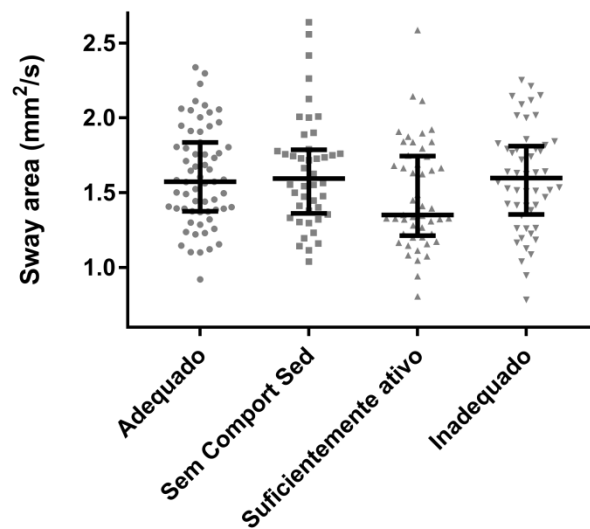
Do inquérito domiciliar foram extraídas informações relacionadas ao diagnóstico de Diabetes Mellitus (DM) e catarata, visto que são variáveis que podem influenciar no controle postural de idosos (CAMARGO et al., 2015; MOGHADAM et al., 2015). Desta forma, as variáveis idade, DM, catarata e índice estatura/base foram usadas para ajustar os parâmetros estabilométricos através a aplicação de um modelo misto (*mixed model*) pelo software SPSS. Este procedimento visa ajustar os parâmetros estabilométricos para fatores potencialmente intervenientes.

### *Análise Estatística*

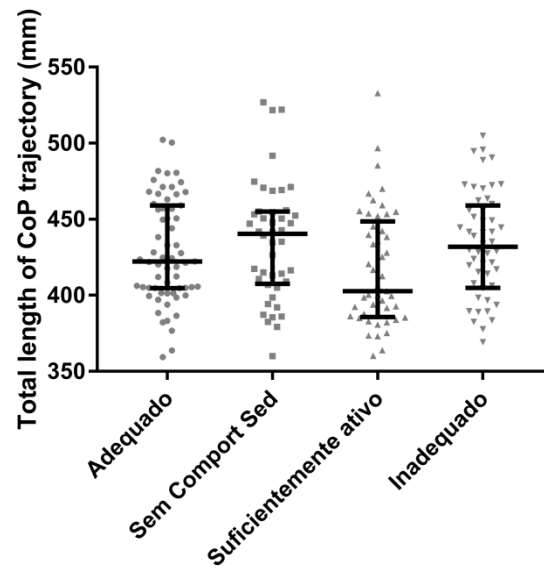
Foi realizada a verificação da distribuição dos dados de cada variável quanto à sua normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Visto que as variáveis idade, AREA, DOT e VMT não apresentaram distribuição normal, as comparações entre grupos para estas variáveis foi feita mediante a aplicação do teste de Kruskal-Wallis, seguida do teste *post-hoc* de Dunn, quando necessário. Já as variáveis estatura e MCT foram comparadas com ANOVA One-way, seguida por teste *post-hoc* de Bonferroni, quando necessário. Adicionalmente, a comparação da distribuição das variáveis categóricas (sexo, DM, catarata) entre os grupos foi feita com o teste Qui-quadrado. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software GraphPad Prisma v.7.0 e o nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

## Resultados

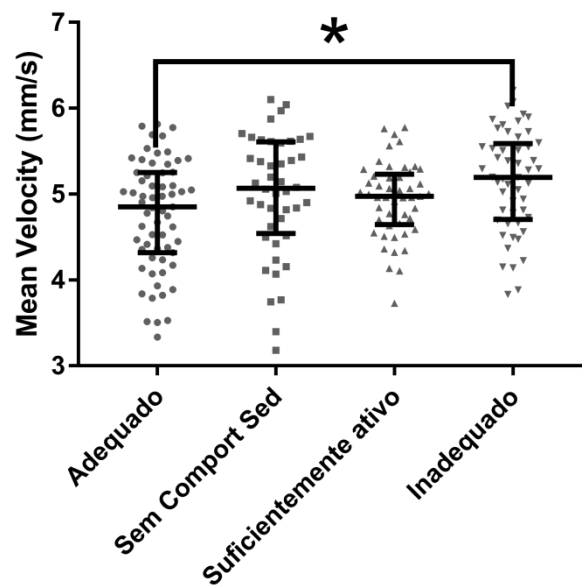
A área de oscilação (AREA) do CP, o deslocamento da oscilação total (DOT) e a velocidade média total (VMT) do deslocamento do CP dos grupos são apresentados nas figuras 1-3. A análise estatística demonstrou que houve diferença significativa ( $p < 0.05$ ) entre os grupos para o parâmetro estabilométrico VMT (figura 3). O teste *post-hoc* indicou que a VMT do deslocamento do centro de pressão foi maior no grupo denominado inadequado ( $5.19 \pm 0.88$  mm/s), quando comparado ao grupo adequado ( $4.85 \pm 0.93$  mm/s).



**Figura 1.** Mediana $\pm$ intervalo interquartil da área de oscilação (AREA) do CP dos grupos de idosos agrupados de acordo com o nível de atividade física e comportamento sedentário.



**Figura 2.** Mediana $\pm$ intervalo interquartil da deslocamento da oscilação total (DOT) do centro de pressão dos grupos de idosos agrupados de acordo com o nível de atividade física e comportamento sedentário.



**Figura 3.** Mediana $\pm$ intervalo interquartil da velocidade média total (VMT) do deslocamento do centro de pressão dos grupos de idosos agrupados de acordo com o nível de atividade física e comportamento sedentário.

## Discussão

O objetivo deste estudo foi de avaliar a influência de um estilo de vida fisicamente ativo sobre o controle postural em idosos. Para isso, optou-se por realizar uma análise conjunta dos conceitos de estilo de vida suficientemente ativo e de comportamento sedentário, estratificando a população de estudo em quatro grupos.

Nossos resultados mostraram que um estilo de vida com menos de 30 minutos diários dedicados a atividades de intensidade moderada a vigorosa e com mais de 11 horas por dia dedicado a atividades de baixo gasto energético estão associados a um padrão de deslocamento do CP com maior velocidade.

A medida da VMT de deslocamento do CP é considerada uma das variáveis estabilométricas mais confiáveis (LAFOND et al., 2004), sendo reportado que, maiores valores são associados ao envelhecimento, sob condições saudáveis ou patológicas (RAYMAKERS et al., 2005; RUHE et al., 2011). Adicionalmente, a velocidade média de deslocamento do COP é a variável mais discriminativa no que tange a avaliação de mudanças da estabilidade postural e o risco de queda relacionados à idade (ERA & HEIKKINEN, 1985; MAKI et al., 1990; PRIETO et al., 1992).

Neste caso, nossos resultados apontam para um pior controle postural entre os idosos com um estilo de vida com menos de 30 minutos diários dedicados a atividades de intensidade moderada a vigorosa e com mais de 11 horas por dia dedicado a atividades de baixo gasto energético no que tange ao estilo de vida uma maior velocidade de deslocamento do CP, quando comparado a um estilo de vida completamente oposto a este.

Interessante notar que os idosos que apresentavam critérios para ser considerado suficientemente ativo, mas com comportamento sedentário, bem como aqueles classificados sem comportamento sedentário, mas como insuficientemente ativos, tiveram valores de VMT intermediários, em relação aos dois grupos extremos, permitindo postular que ambos os critérios podem influenciar no controle postural, mas a adoção de um estilo de vida mais adequado, segundo o critério arbitrado aqui, parecer proteger os idosos contra o declínio no controle postural.

De fato, o comportamento sedentário independe do nível de atividade física de intensidade moderada a vigorosa do indivíduo (WILLOUGHBY & COPELAND, 2015; WU et al. 2017), a proposta de categorização aqui nesse estudo viabiliza uma nova forma de analisar a influência do estilo de vida fisicamente ativo sobre variáveis biológicas de idosos.

## **Conclusão**

Os resultados deste estudo permitiram inferir que idosos com um estilo de vida caracterizado por menos de 30 minutos diários dedicados a atividades de intensidade moderada a vigorosa e com mais de 11 horas por dia dedicado a atividades de baixo gasto energético apresentam um padrão de deslocamento do CP com maior velocidade, o que pode representar um padrão de ajuste postural típico o envelhecimento e de condições patológicas diversas.

## Referências

Aggio, D., Smith, L., Fisher, A., & Hamer, M. (2016). Context-specific associations of physical activity and sedentary behavior with cognition in children. *American journal of epidemiology*, 183(12), 1075-1082.

Benedetti, T. R. B., Antunes, P. D. C., Rodriguez-Añez, C. R., Mazo, G. Z., & Petroski, E. L. (2007). Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em homens idosos. *Rev Bras Med Esporte*, 13(1), 11-6.

Brasil. Sinopse do censo demográfico de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=12&uf=00>>. Acesso em: 24 jan 2018.

Camargo, M. R., Barela, J. A., Nozabiel, A. J., Mantovani, A. M., Martinelli, A. R., & Fregonesi, C. E. (2015). Balance and ankle muscle strength predict spatiotemporal gait parameters in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 9(2), 79-84.

Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J. P., ... & Kho, M. E. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6), S240-S265.

Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjoström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine and science in sports and exercise*, 35(8), 1381-1395.

Da Silva, C. R., de Queiroz, B. M., Oliveira, D. S., das Mercês, M. C., Oliveira, C. J., Pereira, R., & Fernandes, M. H. (2017). Cross-sectional relationships between sedentary behavior and frailty in older adults. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 57(6), 825.

Duarte, M., & Freitas, S. M. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183-192.

Edwards, M. K., & Loprinzi, P. D. (2017). The association between sedentary behavior and cognitive function among older adults may be attenuated with adequate physical activity. *Journal of Physical Activity and Health*, 14(1), 52-58.

Era, P., & Heikkinen, E. (1985). Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *Journal of Gerontology*, 40(3), 287-295.

Kehler, D. S., Clara, I., Hiebert, B., Stammers, A. N., Hay, J. L., Schultz, A., ... & Duhamel, T. A. The association between bouts of moderate to vigorous physical

activity and patterns of sedentary behavior with frailty. *Experimental gerontology*, 104, 28-34, 2018.

Lafond, D., Corriveau, H., Hébert, R., & Prince, F. (2004). Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(6), 896-901.

Maeda, A., Nakamura, K., Otomo, A., Higuchi, S., & Motohashi, Y. (1998). Body support effect on standing balance in the visually impaired elderly. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 79(8), 994-997.

Maki, B. E., Holliday, P. J., & Fernie, G. R. (1990). Aging and postural control. *Journal of the American Geriatrics Society*, 38(1), 1-9.

Martinez-Gomez, D., Guallar-Castillon, P., & Rodríguez-Artalejo, F. (2016). Sitting time and mortality in older adults with disability: a national cohort study. *Journal of the American Medical Directors Association*, 17(10), 960-e15.

Mazo, G. Z., & Benedetti, T. R. B. (2010). Adaptação do questionário internacional de atividade física para idosos. *Rev bras cineantropom desempenho hum*, 12(6), 480-4.

Moghadam, A. N., Goudarzian, M., Azadi, F., Hosseini, S. M., Mosallanezhad, Z., Karimi, N., ... & Yaghmaei, P. (2015). Falls and postural control in older adults with cataracts. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, 29, 311.

Molina, S. O., García-Gonzalez, L., Pardo, B. M., Casterad, J. Z., & Solana, A. A. (2018). Physical activity programmes in the elderly: a successful strategy for healthy ageing. *European Journal of Human Movement*, 39, 48-64.

Navaratnarajah, A., & Jackson, S. H. (2017). The physiology of ageing. *Medicine*, 45(1), 6-10.

Pavey, T. G., Peeters, G. G., & Brown, W. J. (2012). Sitting-time and 9-year all-cause mortality in older women. *Br J Sports Med*, bjsports-2012.

Prieto, T. E., Myklebust, J. B., Myklebust, B. M., & Kreis, D. U. (1992). Intergroup sensitivity in measures of postural steadiness. *Posture and gait: Control mechanisms*, 2, 122-125.

Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter (s). *Gait & posture*, 21(1), 48-58.

Rezende, L. F. M., Sá, T. H., Mielke, G. I., Viscondi, J. Y. K., Rey-López, J. P., & Garcia, L. M. T. (2016). All-cause mortality attributable to sitting time. *American journal of preventive medicine*, 51(2), 253-263.

Ruhe, A., Fejer, R., & Walker, B. (2011). Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European Spine Journal*, 20(3), 358-368.

Seguin, R., Buchner, D. M., Liu, J., Allison, M., Manini, T., Wang, C. Y., ... & Stefanick, M. L. (2014). Sedentary behavior and mortality in older women: The Women's Health Initiative. *American journal of preventive medicine*, 46(2), 122-135.

WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health. 2011. Disponível em <http://www.who.int/dietphysicalactivity/physical-activity-recommendations-65years.pdf?ua=1>. Acesso em 09.06.2018.

Willoughby, T., & Copeland, J. L. (2015). Sedentary time is not independently related to postural stability or leg strength in women 50–67 years old. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 40(11), 1123-1128.

Wirth, K., Klenk, J., Brefka, S., Dallmeier, D., Faehling, K., i Figuls, M. R., ... & Rothenbacher, D. (2017). Biomarkers associated with sedentary behaviour in older adults: a systematic review. *Ageing research reviews*, 35, 87-111.

Wu, F., Wills, K., Laslett, L. L., Oldenburg, B., Jones, G., & Winzenberg, T. (2017). Moderate-to-vigorous physical activity but not sedentary time is associated with musculoskeletal health outcomes in a cohort of Australian middle-aged women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 32(4), 708-715.

Zhu, Y., Blumenthal, J. A., Shi, C., Jiang, R., Patel, A., Zhang, A., ... & Wu, Y. (2018). Sedentary Behavior and the Risk of Depression in Patients With Acute Coronary Syndromes. *The American journal of cardiology*, 121(12), 1456-1460.

## MANUSCRITO 2

Influência da catarata no controle postural de idosos residentes na comunidade.

Este manuscrito será submetido ao periódico Journal of Aging and Health. As instruções para autores estão disponíveis em: <https://us.sagepub.com/en-us/sam/journal/journal-aging-and-health#submission-guidelines>.

## **Influência da catarata no controle postural de idosos residentes na comunidade**

Uanderson Silva Pirôpo<sup>1,2</sup>, Rafael Pereira<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Integrative Physiology Research Center, Department of Biological Sciences, State University of Southwest Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brazil.

<sup>2</sup>Postgraduate Program in Nursing & Health, State University of Southwest Bahia (UESB), Jequié 45210-506, Bahia, Brazil.

Corresponding author:

Rafael Pereira, Biological Sciences Department, State University of Southwest of Bahia. Rua José Moreira Sobrinho, s/n, Jequiezinho / Jequié 45210-506, Bahia, Brazil.

Email: [rafaelpereira@uesb.edu.br](mailto:rafaelpereira@uesb.edu.br)

### **Resumo**

A manutenção do equilíbrio postural é fundamental para a execução das atividades da vida diária bem como para a prática de exercício físico, entretanto o envelhecimento provoca alterações nos diversos sistemas vestibular, proprioceptivo e visual, o que pode levar a comprometimentos do equilíbrio postural, aumentando o risco de quedas, de modo que redução da acuidade visual associado à catarata pode se apresentar como fator de agravante para essas alterações, sendo necessário conhecer as influências da catarata sobre o equilíbrio postural. O objetivo deste estudo

é avaliar a influência da catarata sobre o controle postural em idosos residentes em comunidade. Trata-se de um estudo epidemiológico transversal, com caráter analítico, representando um recorte temporal dos dados da pesquisa epidemiológica e censitária incluiu indivíduos com 60 anos ou mais, de ambos os sexos e residentes habituais em domicílios do município de Aiquara-BA. Foram coletadas informações sobre características sócio-demográficas, condições de saúde. O controle postural foi avaliado através da estabilometria, sendo a análise das oscilações do centro de pressão realizadas nos domínios do tempo e da frequência. Os idosos com catarata apresentaram uma maior velocidade média total do deslocamento do centro de pressão ( $5.2 \pm 0.8$  mm/s) quando comparados aos idosos sem catarata ( $4.9 \pm 0.8$  mm/s), representando um pior desempenho. Conclui-se que os idosos com catarata obtiveram piores respostas do controle postural.

**Palavras-Chaves:** Controle postural, catarata, envelhecimento

## Introdução

O envelhecimento humano cursa com diversas alterações nos sistemas sensoriais, como os sistemas visual, vestibular e proprioceptivo, além do sistema osteomioarticular (NAVARATNARAJAH & JACKSON, 2017). Tais alterações levam a mudanças adaptativas no controle postural, o que pode comprometer a capacidade de manutenção do equilíbrio postural (HOWCROFT et al., 2017). De fato, a manutenção do equilíbrio postural adequado está na dependência da integração das informações dos sistemas visual, vestibular e proprioceptivo em nível do sistema nervoso (MASSION, 1994; PIRÔPO et al., 2016).

Devido ao envelhecimento populacional, observa-se um aumento da prevalência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como resultado desta transição epidemiológica. Neste contexto, a catarata é uma condição clínica de alta prevalência na população idosa, e é definida como qualquer opacidade da lente do cristalino dentro do olho, que leva a uma redução da acuidade visual, podendo chegar à cegueira se não for realizado o tratamento adequado. Estimativas em nível mundial atestam que, cerca de 253 milhões de pessoas vivem com deficiência visual: 36 milhões são cegas e 217 milhões têm comprometimento da visão moderado a grave do ano de 2015 (BOURNE et al., 2017). Fato relevante é que a catarata e o erro de refração não corrigido, combinados, contribuíram para 55% da cegueira e 77% do comprometimento da visão em adultos com 50 anos ou mais em 2015 (FLAXMAN et al., 2017).

Estudos prévios têm demonstrado o quanto modificações transitórias nos sistemas sensoriais (e.g., fechar os olhos, uso de lentes que diminuem a acuidade visual, uso de superfícies de suporte instáveis) podem modificar o controle postural, o que tem sido investigado através da medida de deslocamentos do centro de pressão

(HEASLEY et al., 2004, HELBOSTAD et al., 2009, CHENG et al., 2014, BOROS & FREEMONT, 2017).

De fato, através da estabilometria, é possível quantificar e assim analisar diversas variáveis derivadas dos deslocamentos do centro de pressão (CP) nos eixos anteroposterior (AP) e médio-lateral (ML), o qual está diretamente relacionado com os deslocamentos do centro de gravidade (CG), viabilizando assim uma avaliação objetiva do controle postural, que por sua vez, pode identificar alterações sensoriais (HASAN et al., 1996; DUARTE e FREITAS, 2010; PIRÔPO et al., 2016; ANDRADE et al., 2017).

O processamento dos dados de deslocamento do CP pode ser realizado no domínio do tempo, a partir da do qual é possível a obter a amplitude (centímetros), a distância de deslocamento e a velocidade (centímetros/segundos) de deslocamento do CP, viabilizando inferir o desempenho para realizar determinada tarefa (manter-se em ortostase) (DUARTE & FREITAS, 2010; PIRÔPO et al., 2016). Em contrapartida, a análise do domínio da frequência (i.e., análise espectral) informa a frequência de oscilação (Hertz) do CP, permitindo extrair informações acerca da integração sensorial realizada pelo sistema nervoso visando a manutenção do equilíbrio postural (DUARTE & FREITAS, 2010; PIRÔPO et al., 2016; ANDRADE et al., 2017).

Considerando que a redução da acuidade visual associada à catarata pode comprometer o controle postural e que os parâmetros estabilométricos podem viabilizar métodos que permitam avaliar o desempenho relacionado à manutenção do equilíbrio postural, bem como as estratégias de integração sensorial relacionada a esta tarefa, o presente estudo objetivou avaliar a influência da catarata sobre o controle postural em idosos residentes na comunidade.

## **Materiais e Métodos**

Trata-se de um estudo epidemiológico transversal, com caráter analítico, representando um recorte temporal dos dados da pesquisa epidemiológica e censitária, de base domiciliar intitulada “Condições de saúde e estilo de vida de idosos residentes em município de pequeno porte” realizado na cidade de Aiquara-BA, população estimada para o ano de 2015 correspondem a 4.767 habitantes. Dessa população total, apenas (13,42%) está representada por idosos que residem no município (IBGE, 2010).

A coleta dos dados foi realizada no período de janeiro a julho de 2015, após autorização e apoio da Secretaria Municipal de Saúde de Aiquara-BA. Os dados foram coletados em três etapas: 1) inquérito domiciliar com aplicação dos questionários (Anexo 3); 2) realização das medidas antropométricas, testes motores, funcionais e medidas baropodométricas e estabilométricas, além de medidas de parâmetros cardiovasculares; 3) coleta de 10 ml de sangue venoso.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). A participação foi voluntária, e os indivíduos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

### *Amostra*

A população do estudo foi formada por indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos de ambos os sexos, residentes na zona urbana do município de Aiquara, Bahia, Brasil, que foram identificados após busca ativa em todos os domicílios, totalizando 379 idosos. Foram excluídos os idosos que residiam na zona rural, que se recusaram a participar do estudo, e os indivíduos que não foram localizados nas suas residências após três visitas em dias, horários e turnos alternados (caracterizando

perdas), totalizando 90 idosos. Sendo assim, 289 participaram das entrevistas domiciliares, sendo que, 29 idosos foram excluídos por apresentarem escore <13 pontos no Mini Exame do Estado Mental (MEEM).

Desta forma, 222 idosos, que compareceram à Secretaria Municipal de Saúde para realização avaliação estabilométrica. Destes, 7 idosos foram excluídos por não apresentarem todos os dados necessários para a análise proposta neste estudo, remanescendo assim 215 idosos que constituíram a população de estudo.

#### *Classificação quanto à catarata*

A informação quanto à catarata foi obtida a partir do inquérito de condições de saúde, onde o idoso era questionado acerca do diagnóstico prévio de catarata por um oftalmologista. Sendo assim, os idosos foram agrupados em duas categorias, quanto ao diagnóstico de catarata (catarata - vs catarata +).

As características dos idosos de cada grupo são apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1.** Dados de idade, estatura, massa corporal total, distribuição de sexo e diagnóstico de diabetes da população de estudo estratificado quanto ao diagnóstico de catarata.

<b>Variáveis</b>		<b>Catarata (-)</b>	<b>Catarata (+)</b>	<b>Valor de P</b>
Idade (anos)		70.0±11.00	75.0±9.0	0.001*
Estatura (cm)		155.6±8.9	154.3±6.6	0.269**
MCT (Kg)		63.0±18.4	62.8±16.7	0.972**
Sexo	M	68 (43.9%)	21 (35.0%)	0.151
	F	87 (56.1%)	39 (65.0%)	
Diabetes	Não	122 (78.7%)	47 (78.3%)	0.543
	Sim	33 (21.3%)	13 (21.7%)	

MCT = massa corporal total; (\*) Teste t de Student, dados reportados como média±desvio padrão; (\*\*)

Teste de Kruskal-Wallis, dados reportados como mediana±amplitude interquartil.

### *Medidas Estabilométricas*

Foi utilizada uma plataforma de força piezoelétrica (Footwork Pro AM CUBE, France) para obtenção das coordenadas do CP corporal. Elas foram coletadas durante 30 segundos de posição em pé estática, de pés descalços. Os voluntários permaneceram com os braços relaxados ao longo do corpo e foram orientados a manter os pés paralelos, separados por uma distância similar à largura dos ombros, olhando para um ponto posicionado na altura dos olhos a cerca de 2 metros de distância (MAEDA et al., 1998). O equipamento em questão gera informações sobre o CP de cada pé, permitindo a obtenção da medida da largura da base de suporte, que foi usada juntamente com a altura dos indivíduos para gerar um índice “altura/largura da base de suporte” usado para normalizar os deslocamentos do CP do corpo, uma vez que uma maior altura e menor largura de base de suporte criam uma tendência de amplitude aumentada do deslocamento do CP.

Os voluntários foram posicionados sobre a plataforma de baropodometria e orientados a permanecer numa postura confortável, com os pés posicionados na largura dos ombros, braços ao longo do corpo e cabeça ereta. Os indivíduos estavam posicionados a 2 metros de uma parede onde foi fixado um ponto de referência na altura do olhar de cada voluntário para servir de referência visual (MAEDA et al., 1998). Para análise foram consideradas as coletas do sinal da plataforma de piezoelétrica realizadas com os olhos abertos. Cada registro teve duração de 30 segundos e taxa de amostragem foi de 40 Hz.

A análise foi conduzida no domínio do tempo, de modo a se obter a área de oscilação (AREA) do CP, o deslocamento da oscilação total (DOT) e a velocidade média total (VMT) do deslocamento do centro de pressão (DUARTE & FREITAS, 2010). Visando minimizar fatores intervenientes nas medidas estabilométricas, todos

os parâmetros temporais serão normalizados pela estatura de cada indivíduo para gerar um índice “altura/largura da base de suporte”. Adicionalmente foi realizada a análise da oscilação do CP no domínio da frequência, onde os deslocamentos do CP nos sentidos anteroposterior e mediolateral foram submetidos à transformada rápida de Fourier (Fast Fourier Transform - FFT), seguido da quantificação da contribuição das bandas de 0 a 0.3Hz e 1 a 3Hz, as quais estão relacionadas com a contribuição dos sistemas visual e vestibular (banda 0-0.3Hz) e proprioceptivo (banda 1-3Hz) (WADA et al., 2001; PIRÔPO et al., 2016). As análises do sinal gerado pelas medidas estabilométricas foram realizadas através de rotinas desenvolvidas no software Matlab versão 7.0. As análises do sinal gerado pelas medidas estabilométricas foram realizadas através de rotinas desenvolvidas no software Matlab versão 7.0.

Do inquérito domiciliar foram extraídas informações relacionadas ao diagnóstico de Diabetes Mellitus (DM), visto que são variáveis que podem influenciar no controle postural de idosos (CAMARGO et al., 2015). Desta forma, as variáveis: idade, DM e índice estatura/base foram usadas para ajustar os parâmetros estabilométricos através a aplicação de um modelo misto (*mixed model*) pelo software SPSS. Este procedimento visa ajustar os parâmetros estabilométricos para fatores potencialmente intervenientes.

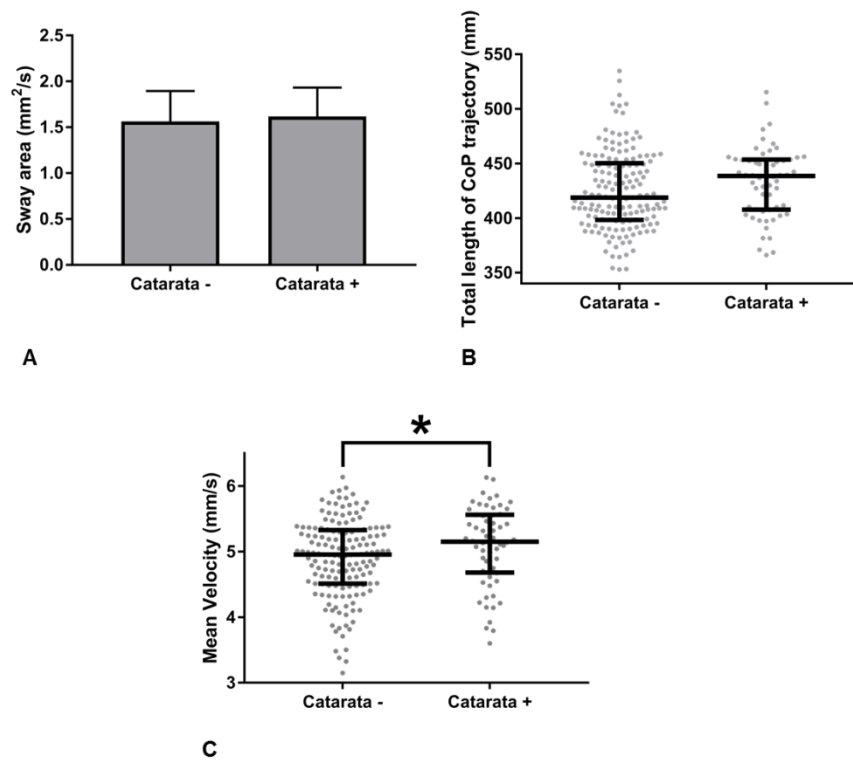
### *Análise Estatística*

Foi realizada a verificação da distribuição dos dados de cada variável quanto à sua normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Visto que as variáveis idade, massa corporal total, DOT, VMT, as bandas Sub03 Hz e 1-3 Hz nos eixos AP e ML não apresentaram distribuição normal, as comparações entre grupos para estas variáveis foi feita mediante a aplicação do teste de Kruskal-Wallis, seguida do teste

*post-hoc* de Dunn, quando necessário. Já as variáveis estatura e AREA foram comparadas com ANOVA One-way, seguida por teste *post-hoc* de Bonferroni, quando necessário. Adicionalmente, a comparação da distribuição das variáveis categóricas (sexo, DM) entre os grupos foi feita com o teste Qui-quadrado. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software Graphpad Prisma v.7.0 e o nível de significância adotado foi de  $p \leq 0,05$ .

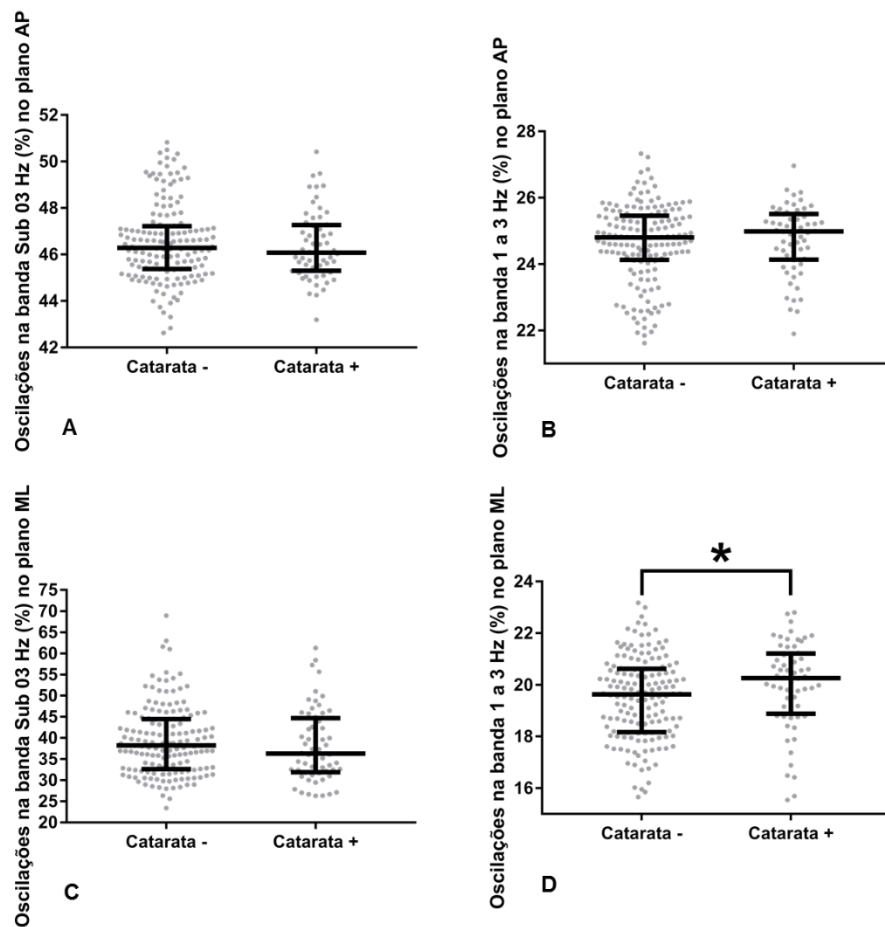
## **Resultados**

A comparação dos parâmetros obtidos no domínio do tempo demonstrou diferença significativa ( $p < 0.05$ ) apenas para a variável velocidade média total (VMT) do deslocamento do CP, conforme apresentado na figura 1. A VMT do deslocamento do centro de pressão dos idosos com catarata ( $5.2 \pm 0.8$  mm/s) foi maior quando comparado ao grupo sem catarata ( $4.9 \pm 0.8$  mm/s).



**Figura 1.** Média $\pm$ desvio padrão da área de oscilação (A) do centro de pressão, mediana $\pm$ amplitude interquartil do deslocamento da oscilação total (B) e da velocidade média total (C) do deslocamento do CP de idosos com e sem catarata.

A comparação dos parâmetros estabilométricos obtidos no domínio da frequência demonstrou diferença significativa apenas na banda 1-3 Hz no eixo ML (Figura 2). A contribuição da banda 1-3 Hz no eixo ML foi maior no grupo de idosos com catarata ( $20.2\pm 2.3\%$ ) quando comparado ao grupo sem catarata ( $19.6\pm 2.4\%$ ).



**Figura 2.** Mediana $\pm$ amplitude interquartil da contribuição das bandas Sub03 Hz (A e C) e 1-3 Hz (B e D) nos eixos AP (A e B) e ML (C e D) de idosos com e sem catarata.

## Discussão

O presente estudo objetivou avaliar a influência da catarata sobre o controle postural em idosos residentes na comunidade através de medidas estabilométricas obtidas com análises no domínio do tempo e no domínio da frequência. Os resultados mostraram que idosos com catarata apresentaram maior velocidade de deslocamento total do centro de pressão, bem como maior oscilação do centro de pressão na banda 1-3 Hz no eixo ML.

A medida da VMT de deslocamento do CP é reportada como uma das variáveis estabilométricas mais confiáveis, dentre as obtidas no domínio do tempo (LAFOND et al., 2004), sendo que, maiores valores de VMT de deslocamento do CP tem sido reportados como associados ao envelhecimento, sob condições saudáveis ou patológicas (LEINONEN et al., 2003; RAYMAKERS et al., 2005; RUHE et al., 2011). De fato, estudos prévios afirmam que a velocidade média de deslocamento do COP é a variável mais discriminativa no que tange a avaliação de mudanças da estabilidade postural e o risco de queda relacionadas à idade (ERA & HEIKKINEN, 1985; MAKI et al., 1990; PRIETO et al., 1992).

Mediante o exposto, é plausível inferir que a catarata induz mudanças significativas na integração sensorial, levando a mudanças no padrão de ajustes posturais, caracterizado por uma maior velocidade de deslocamento do CP. Este achado corrobora com os resultados obtidos no domínio da frequência, visto que, no eixo ML, houve maior oscilação na banda 1-3 Hz.

Wada et al., (2001) identificaram que a análise espectral das oscilações do CP pode trazer informações adicionais quanto aos mecanismos de integração sensorial relacionados ao controle postural. Em seu estudo, os autores citados identificaram que as oscilações na banda 0 a 0.3Hz (i.e., Sub03 Hz) estão relacionadas a ajustes posturais na dependência das informações dos sistemas visual e vestibular, enquanto as oscilações na banda 1-3 Hz estão relacionadas aos ajustes posturais na dependência das informações proprioceptivas, o que veio a ser confirmado nos resultados do estudo de Pirôpo et al., (2016).

A maior oscilação na banda 1-3 Hz pode então indicar um redirecionamento da integração sensorial pelo sistema nervoso central, aumentando o peso da contribuição das informações proprioceptivas, em detrimento das informações do sistema visual,

para a realização de ajustes posturais. Este mecanismo de redirecionamento da integração sensorial para manutenção do controle postural foi investigado por Thedon et al., (2011) ao aumentar o *input* sensorial advindo dos membros inferiores após a indução de fadiga muscular.

A influência da visão sobre o controle postural tem sido amplamente estudada (HELBOSTAD et al., 2009; MOHAPATRA, KRISHNAN, ARUIN, 2012; PIRÔPO, et al., 2016). No entanto, os desenhos experimentais têm avaliado o efeito imediato da retirada da informação visual, como no estudo de Heasley et al., (2004), que avaliou o efeito da visão turva a partir do uso de lentes de dispersão de luz, que por sua vez simula o efeito da catarata. Contudo, sabe-se que a capacidade adaptativa do sistema nervoso é grande e os efeitos temporários da visão turva usando as lentes de simulação de catarata podem ser diferentes do indivíduo com a catarata sendo desenvolvida ao longo do tempo. Neste contexto, nossos resultados apontam para a adoção de um padrão de ajuste postural baseado prioritariamente nas informações proprioceptivas, em detrimento às informações visuais pouco confiáveis.

## **Conclusão**

Os resultados deste estudo permitiram inferir a influência da catarata sobre o controle postural em idosos residentes na comunidade, indicando que, adicionalmente além das mudanças naturais no controle postural advindas do processo de envelhecimento e a redução da acuidade visual em consequência da catarata induz mudanças nos padrões integração sensorial e de ajuste postural, culminando em um estado de maior propensão a risco de quedas.

## Referências

Andrade, H. B., Costa, S. M., Pirôpo, U. S., Schettino, L., Casotti, C. A., & Pereira, R. (2017). Lower limb strength, but not sensorial integration, explains the age-associated postural control impairment. *Muscles, ligaments and tendons journal*, 7(4), 598.

Boros, K., & Freemont, T. (2017). Physiology of ageing of the musculoskeletal system. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*.

Bourne, R. R., Flaxman, S. R., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., Das, A., Jonas, J. B., ... & Naidoo, K. (2017). Magnitude, temporal trends, and projections of the global prevalence of blindness and distance and near vision impairment: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(9), e888-e897.

IBGE. Sinopse do censo demográfico de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

Disponível em:

<<https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=12&uf=00>>. Acesso em: 24 jan 2018.

Camargo, M. R., Barela, J. A., Nozabieli, A. J., Mantovani, A. M., Martinelli, A. R., & Fregonesi, C. E. (2015). Balance and ankle muscle strength predict spatiotemporal gait parameters in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 9(2), 79-84.

Cheng, Y. Y., Weng, S. C., Chang, S. T., Tan, S. H., & Tang, Y. J. (2014). Evaluating Functional Independence in older adults using subscales of the Berg Balance Scale. *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics*, 5(4), 111-116.

Duarte, M., & Freitas, S. M. (2010). Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14(3), 183-192.

Era, P., & Heikkinen, E. (1985). Postural sway during standing and unexpected disturbance of balance in random samples of men of different ages. *Journal of Gerontology*, 40(3), 287-295.

Flaxman, S. R., Bourne, R. R., Resnikoff, S., Ackland, P., Braithwaite, T., Cicinelli, M. V., ... & Leasher, J. (2017). Global causes of blindness and distance vision impairment 1990–2020: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Global Health*, 5(12), e1221-e1234.

Hasan, S. S., Robin, D. W., Szurkus, D. C., Ashmead, D. H., Peterson, S. W., & Shiavi, R. G. (1996). Simultaneous measurement of body center of pressure and center of gravity during upright stance. Part II: Amplitude and frequency data. *Gait & posture*, 4(1), 11-20.

Heasley, K., Buckley, J. G., Scally, A., Twigg, P., & Elliott, D. B. (2004). Stepping up to a new level: effects of blurring vision in the elderly. *Investigative ophthalmology & visual science*, 45(7), 2122-2128.

Helbostad, J. L., Vereijken, B., Hesseberg, K., & Sletvold, O. (2009). Altered vision destabilizes gait in older persons. *Gait & posture*, 30(2), 233-238.

Howcroft, J., Lemaire, E. D., Kofman, J., & McIlroy, W. E. (2017). Elderly fall risk prediction using static posturography. *PLoS one*, 12(2), e0172398.

Lafond, D., Corriveau, H., Hébert, R., & Prince, F. (2004). Intrasession reliability of center of pressure measures of postural steadiness in healthy elderly people<sup>1</sup>. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(6), 896-901.

Leinonen, V., Kankaanpää, M., Luukkonen, M., Kansanen, M., Hänninen, O., Airaksinen, O., & Taimela, S. (2003). Lumbar paraspinal muscle function, perception of lumbar position, and postural control in disc herniation-related back pain. *Spine*, 28(8), 842-848.

Maeda, A., Nakamura, K., Otomo, A., Higuchi, S., & Motohashi, Y. (1998). Body support effect on standing balance in the visually impaired elderly. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 79(8), 994-997.

Maki BE, Holliday PJ, Fernie GR. (1990). Aging and postural control: a comparison of spontaneous- and induced-sway balance tests. *J Am Geriatr Soc*, 38(1), 1-9.

Massion, J. (1994). Postural control system. *Current opinion in neurobiology*, 4(6), 877-887.

Mohapatra, S., Krishnan, V., & Aruin, A. S. (2012). The effect of decreased visual acuity on control of posture. *Clinical Neurophysiology*, 123(1), 173-182.

Navaratnarajah, A., & Jackson, S. H. (2017). The physiology of ageing. *Medicine*, 45(1), 6-10.

Pirôpo, U. S., dos Santos Rocha, J. A., da Silva Passos, R., Couto, D. L., dos Santos, A. M., Argolo, A. M. B., ... & Pereira, R. (2016). Influence of visual information in postural control: Impact of the used stabilometric analysis methods. *European Journal of Human Movement*, 37, 21-29.

Prieto TE, Myklebust JB, Myklebust BM, Kreis DU. Intergroup sensitivity in measures of postural steadiness. In: Woollacott M, Horak F, editors. *Posture and gait: control mechanisms*. Vol 2. Portland (OR): Univ Oregon Books; 1992. p 122-5.

Raymakers, J. A., Samson, M. M., & Verhaar, H. J. J. (2005). The assessment of body sway and the choice of the stability parameter (s). *Gait & posture*, 21(1), 48-58.

Ruhe, A., Fejer, R, Walker, B. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *Eur Spine J* (2011) 20:358–368.

Thedon, T., Mandrick, K., Foissac, M., Mottet, D., & Perrey, S. (2011). Degraded postural performance after muscle fatigue can be compensated by skin stimulation. *Gait & Posture*, 33(4), 686-689.