

# Análise da Aplicação de um Sistema de Estratificação do Risco de Quedas em Pessoas Idosas na Prática Clínica: Um Estudo Piloto

Analysis of an Application for Fall Risk Screening in the Elderly for Clinical Practice: A Pilot Study

---

P.V.S. Moreira<sup>1</sup>, L.H.C. Shinoda<sup>2</sup>, A. Benedetti<sup>2</sup>, M.A.M.R. Staroste<sup>3</sup>, E.V.N. Martins<sup>3</sup>, Beolchi<sup>3</sup>, and F.M. Almeida<sup>2</sup>

---

### Resumo

Para testar a precisão de um aplicativo na determinação do risco de quedas, 24 mulheres idosas admitidas em um hospital de alta complexidade foram avaliadas pelo *TechOne* App, que consta de questionários, clínico ("TFQ") e de avaliações motoras subjetivas ("TMPSE"); e da medição de variáveis estabilométricas, na postura bípede estática, através do algoritmo de detecção inercial "TBM". O aplicativo *TechOne* demonstrou ser tecnicamente viável para medir variáveis estabilométricas, demonstrando clara diferença entre um voluntário que cai e um voluntário que não cai. Concluí-se que a TBM e o TFQ apresentam acurácia na predição e prevenção do risco de quedas em uma amostra de pessoas idosas.

Palavras-chave: Prevenção de quedas. Avaliação Clínica. Sensores Inerciais. Marcha. Pessoas Idosas.



# RBCEH

Revista Brasileira de Ciências  
do Envelhecimento Humano



<sup>1</sup>COPPE, Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil; <sup>2</sup>Techbalance, São Paulo, Brasil; <sup>3</sup>Amil Seguros, São Paulo, Brasil

## Introdução

A população idosa tem crescido rapidamente em todo o mundo concomitantemente com o aumento da mortalidade e morbidades devidas a quedas neste grupo etário, anualmente [1;2;6]. Quedas são a maior causa de mortes relacionadas a lesões em pessoas com 65 ou mais de idade [3]. Aproximadamente 30% das pessoas idosas caem anualmente, contribuindo por 95% das fraturas de quadril e por lesões cerebrais [4]. No Brasil a prevalência das quedas, em pessoas idosas que residem em áreas urbanas, foi de 25%; com 1,8% de fraturas do fêmur, sendo que 32% deste grupo necessitou de redução cruenta da fratura e de prótese metálica local [5]. Em 2012, no Brasil, a taxa de mortalidade devido a quedas foi de 375/100.000 pessoas idosas [8]. O objetivo deste ensaio é testar um aplicativo, desenvolvido com tecnologia de inteligência artificial, baseado em processamento algorítmico, e analisar a acurácia do mesmo em prever risco de quedas em uma amostra selecionada de pessoas idosas internadas em um hospital.

## Materiais e métodos

Vinte e quatro mulheres idosas com idade entre 60 e 85 anos, admitidas em um hospital privado de alta complexidade da cidade de São Paulo foram recrutadas para este estudo. O grupo foi dividido entre caídas (que reportaram evento de queda nos últimos 12 meses) e não caídas (que não reportaram evento de queda nos últimos 12 meses). Os critérios de inclusão no estudo foram: a) idade entre 60 e 85 anos, e b) conhecimento e registro de termo de consentimento informado para participação na pesquisa. Já os critérios de exclusão foram história de comorbidade de maior gravidade relacionada a distúrbios do equilíbrio, motores, visuais e/ou déficits cognitivos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas da Universidade de São Paulo, sob o protocolo de número CEP:3.972.825.

Os instrumentos de avaliação utilizados neste trabalho foram o aplicativo *TechOne* (desenvolvido sob licença patentada para TechBalance, São Paulo, SP, Brasil), composto de um algoritmo psicométrico (o TFP: “TechB-Fall-Prediction”), consistindo de um questionário clínico (TFQ: “TechB-Fragility-Questionnaire”) e um questionário de avaliação subjetiva da performance motora (TMPSE: “TechBMotor-Performance Subjective-Evaluation”); e por um algoritmo biomecânico de avaliação do equilíbrio (TBM: “TechB-Balanced-Measurement”), baseado no processamento de dados inerciais obtidos por sensores aportados em um smartphone (acelerômetro, giroscópio e magnetômetro). Os métodos estatísticos de análise de dados utilizados neste trabalho foram o teste de normalidade de homogeneidade de variâncias Shapiro-Wilk e Levene para os questionários TFQ e TMPSE, respectivamente. A análise dos dados comparados entre o grupo de mulheres caídas x grupo de mulheres não caídas foi processado pelo ANOVA, para medidas independentes e paramétricas, e utilizou-se o teste de Mann Whitney para as pontuações não paramétricas nos dois grupos independentes.

Para comparar a performance do ANOVA e do Mann-Whitney teste, e calcular a curva ROC foi utilizado o software SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL), considerando significância estatística de  $p < 0,05$ .

Para testar a sensibilidade, especificidade e acurácia do método proposto, os indivíduos do estudo foram classificados nas seguintes categorias possíveis: caídos verdadeiros (TF), falsos caídos (FF), não caídos verdadeiros (TN), e falsos não caídos verdadeiros (FN), com as seguintes fórmulas de cálculos:

Sensibilidade – a porcentagem de caídos classificados como realmente caídos:

$$\text{Sensitivity} = 100 \cdot TF / (TF + FN) \quad (1)$$

Especificidade – a porcentagem de não caídos classificados como realmente não caídos:

$$\text{Especificidade} = 100 \cdot TN / (TN + FF) \quad (2)$$

Acurácia – a porcentagem de indivíduos corretamente classificados em todas as categorias da base de dados:

$$\text{Acurácia} = 100 \cdot (TN + TF) / (TN + TF + FN + FF) \quad (3)$$

A coleta de dados ocorreu em 2 meses por 2 enfermeiros treinados no protocolo criado por este estudo, e consistiu em breve apresentação dos objetivos dos instrumentos de pesquisa, assim como da obtenção do termo de consentimento, para cada paciente. Os enfermeiros aplicaram os questionários TFQ e TMPSE sequencialmente, para cada paciente, que responderam e registraram suas escolhas no aplicativo. Após esta etapa, os pacientes da amostra foram instruídos à bateria dos testes da performance motora, para cada postura da sequência do TBM, capturando-se os dados inerciais. Ao final da coleta, os avaliadores clicam na opção de envio dos resultados para os interessados, pacientes e equipe de cuidado e assistência, com dados consolidados dos testes, em relação a predição de risco de quedas e de lesões biomecânicas, com orientações específicas de intervenções clínicas e fisioterápicas que mitigam e previnem novos episódios de quedas.

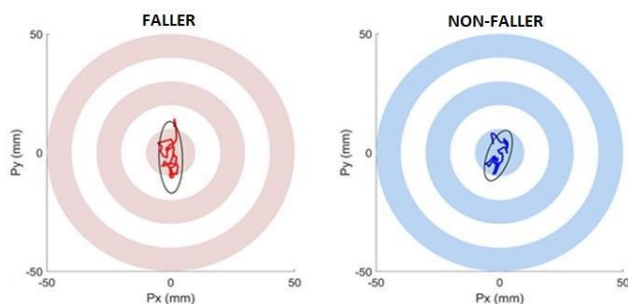
## Resultados e discussão

A tabela 1 apresenta as características gerais dos participantes da amostra do estudo

Características	Caídos	Não caídos
Frequência [n(%)]	10 (41,7%)	14 (58,3%)
Idade (anos)	73,9 ± 4,33	65,57 ± 10,08
Massa (kg)	70,5 ± 13,23	65,85 ± 8,76
Altura (cm)	153 ± 5,54	160 ± 8,68

Fonte: autoria própria

A figura 1 demonstra a curva estabilométrica medida pelos sensores inerciais do TBM comparando as mulheres idosas do grupo caído com as mulheres idosas do grupo não caído durante a postura estática bipodal por 30 segundos



Fonte: autoria própria.

A tabela 2 apresenta os resultados da análise estabilométrica para mulheres idosas caídas e não caídas na postura bipedal, por 30 segundos

Variáveis	Caidores	Não caidores
Área da elipse (mm <sup>2</sup> )	226	188
AD ML (mm)	8	9
AD AP (mm)	24,72	17,10
RMS do AD ML (mm)	1,79	2,22
RMS do AD AP (mm)	5,96	4,22
Total deslocamento (mm)	98,5	77,93
VM ML (mm/s)	12,17	6,06
VM AP (mm/s)	21,25	12,50

AD: alcance de deslocamento; ML: lateral axial médio; AP: antero-posterior; RMS: raiz do valor quadrático médio; VM: velocidade máxima

A tabela 3 demonstra os resultados de sensibilidade, especificidade e acurácia, dos algoritmos de prevenção de quedas desenvolvidos pela TechBalance

Variável	S (%)	E (%)	A (%)
TFQ	90,0	71,4	79,2
TMPSE	90,0	64,3	75,0
Escore final	90,0	64,3	75,0

S: sensibilidade; E: especificidade; A: acurácia

A análise comparativa dos escores dos questionários aplicados nas mulheres idosas do estudo demonstrou que o escore do TFQ apresentou diferenças entre caídas [M (95% CI) = 33,0 (26,3; 39,,7)] e não caídas [M (95% CI) = 17,1 (11,8;22,5)] com maior tamanho de efeito [P = 0.0005;  $\eta^2 = 0.435$ ]. O escore do TFMSE não apresentou diferenças estatísticas significantes (U: 38.5; p: 0.07;  $\eta^2 = 0.14$ ) entre os grupos de caídas e não caídas. O resultado do escore final foi significativo entre os grupos caídas e não caídas [mediana (IQR) =12.4 (11.3)], entretanto o tamanho do efeito foi baixo (U: 33.5; p:0.033;  $\eta^2 = 0.19$ ).

A maioria das variáveis biomecânicas medidas pelo aplicativo TechBalance demonstraram-se eficazes na predição de quedas nas mulheres caídas, em relação as mulheres não caídas,

inferindo o potencial de uso dos sensores inerciais para medição de alterações do balanço, marcha e equilíbrio, e consequente predição do risco de cair. Os resultados prévios obtidos em nossa casuística são semelhantes aos obtidos por Hsieh et al., destacando-se que em um plano horizontal, o RMS da aceleração no eixo antero-posterior é uma boa medida de risco de quedas, como demonstrado pelo área abaixo da curva (AUC = 0.761-0.837) ROC, em nosso estudo.

Os escores do TFQ demonstraram um maior efeito em comparação a outras medidas, maior que a área sobre a curva, e com melhor especificidade e acurácia para classificação de pacientes. Os resultados indicam que o TFQ pode ser instrumento clínico útil e válido para medir risco de quedas. Os níveis de sensibilidade obtidos pelo TFQ são similares aos obtidos pelo JHFRAT, já validado para risco de quedas. A acurácia do TFQ demonstrou-se maior que a de outras escalas, como por exemplo a JHFRAT, que demonstrou acurácia de 51,5% [7], ao passo que a acurácia do TFQ no nosso estudo foi de 79,17%.

As micro oscilações posturais e avaliações subjetivas dos questionários demandam que metodologias de avaliações mais objetivas em relação ao equilíbrio e marcha sejam pesquisadas e desenvolvidas, tendo em vista sensibilidade, acurácia e usabilidade dos equipamentos de medição [9]. A utilização de sensores inerciais aportados em dispositivos como smartphones é possibilidade promissora [6] para predição de risco de quedas e de lesões biomecânicas, tanto na população idosa como naquelas pessoas que são acometidas por deficiências motoras e até mesmo em pessoas saudáveis e atletas, para prevenção de lesões biomecânicas na execução de exercícios de alta performance.

A limitação do nosso estudo foi o tamanho da amostra submetida ao TBM (n=2) em relação ao tamanho da amostra submetida ao testes psicométricos (n=24), e o número de quesitos a responder do TFQ (39 itens).

Integrar os resultados obtidos pela análise qualitativa do risco de quedas aos valores biométricos obtidos pelo TBM, todos em um só dispositivo móvel e digital, aumenta a acurácia dos métodos e amplia o valor da intervenção que advém da análise dos dados (psicométricos e biomecânicos).

## Conclusão

Os resultados obtidos na pesquisa demonstram boa acurácia dos métodos desenvolvidos e aplicados, na amostra (24 mulheres idosas internadas em hospital de alta complexidade), em relação a predição e prevenção ao risco de cair. Enfatiza-se a necessidade de estudos adicionais para testar o método proposto, aperfeiçoando a tecnologia de inteligência artificial integrada aos smartphones, assim como desenhar estudos mais abrangentes entre populações idosas com características heterogêneas, e até mesmo estudos comparativos da aplicação do método entre populações de adultos jovens x populações de pessoas idosas.

## Agradecimentos

Agradecimentos ao Hospital do plano de saúde AMIL, por disponibilizar recursos de infra-estrutura e recursos humanos, para a realização da presente pesquisa.

---

## Referências

1. Abreu DRDOM, Novaes ES, Oliveira RRD et al. (2018). Fall-related admission and mortality in older adults in Brazil: Trend analysis. *Ciencia e Saude Coletiva* 23(4): 1131–1141
2. Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM (2013). Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas* 75(1): 51–61
3. Bergen G, Stevens MR, Burns ER (2016). Falls and Fall Injuries Among Adults Ages over 65 Years. *MMWR* 65(37): 993–998
4. Florence, C. S., Bergen, G., Atherly, A et al. (2018). Medical Costs of Fatal and Nonfatal Falls in Older Adults. *J Am Geriatr Soc* 66(4): 693–69
5. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U et al. (2010). Cost of falls in old age: A systematic review. *Osteoporos Int* 21(6): 891–902
6. Hsieh KL, Roach KL, Wajda DA et al. (2019). Smartphone technology can measure postural stability and discriminate fall risk in older adults. *Gait Posture* 67: 160-165
7. Martinez MC, Iwamoto VE, Latorre MDRDDO et al. (2019). Validade e confiabilidade da versão brasileira da Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool para avaliação do risco de quedas. *Rev Bras Epidemiol* 22: 190037
8. Pimentel WRT, Pagotto V, Stopa SR et al. (2018). Quedas entre idosos brasileiros residentes em áreas urbanas: ELSI-Brasil. *Rev Saude Publica* 52: 12
9. Roeing KL, Hsieh KL, Sosnoff JJ (2017). A systematic review of balance and fall risk assessments with mobile phone technology. *Arch Gerontol Geriatr* 73: 222-226