

BIOMECÂNICA DA DANÇA DE SALÃO: ADAPTAÇÕES CORPORAIS COM DIFERENTES CALÇADOS

BIOMECHANIC OF BALLROOM DANCE: CORPORATE ADAPTATIONS WITH DIFFERENT FOOTWEAR

Laís dos Santos Saraiva do Pilar¹, Karini Borges dos Santos^{1,2}, André Luis Felix Rodacki¹ e Jerusa Petróvna Resende Lara¹

¹Universidade Federal do Paraná, Paraná-PR, Brasil.

²Universidade de Brasília, Brasília-DF, Brasil.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar a amplitude articular, angulação da coluna e deslocamento do centro de massa durante execução do samba de gafieira com e sem salto alto em diferentes velocidades. Adicionalmente, a reprodutibilidade do movimento foi testada. Quinze dançarinas experientes realizaram uma sequência de passos de samba de gafieira nas condições: salto alto (7,5 cm) e sapatilha em duas velocidades de execução de acordo com o compasso das músicas (72 e 96bpm). A análise cinemática foi realizada no sistema Vicon® com 11 câmeras (100 Hz). Vinte e um marcadores reflexivos foram posicionados sobre o corpo das participantes a fim de calcular o centro de massa e ângulos articulares dos membros inferiores e coluna. A reprodutibilidade foi determinada pelo coeficiente de correlação intraclasse e a comparação entre condições foi testada por uma análise de variância Two way, com os fatores calçados e velocidade. Os resultados indicaram para uma reprodutibilidade de moderada a muito alta em todas as variáveis analisadas. Não foram encontradas diferenças entre as curvaturas da lombar, torácia e deslocamento do centro de massa. Não houve interação entre tipos de calçado e velocidade de execução dos passos, porém analisando os fatores principais, ocorreu uma diminuição do ângulo de plantiflexão do tornozelo esquerdo com o aumento da velocidade. Os ângulos de tornozelo apresentaram diminuição significativa em situação do uso de sapatilhas, quando comparados ao salto. Conclui-se que o salto alto não altera a curvatura da lombar, deslocamento de centro de massa e amplitude articular do joelho e quadril na execução do samba de gafieira.

Palavras-chave: Dança. Cinemática. Salto alto.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the joint amplitude, spine angulation and displacement of the center of mass during the execution of gafieira samba with and without high heels at different speed. In addition, the reproducibility of the movement was tested. Fifteen experienced dancers performed a sequence of gafieira samba steps under the conditions: high heels (7.5cm) and flats at two speeds according to the beat of music (72 and 96bpm). Kinematic analysis was performed on the Vicon® system with 11 cameras (100 Hz). Twenty-one reflective markers were positioned over the participants' bodies to calculate the center of mass and joint angles of the lower limbs and spine. Reproducibility was determined by the intraclass correlation coefficient and the comparison between conditions was tested by a Two-way Analysis of Variance, with the factors footwear and speed. The results indicated to a moderate to very high reproducibility in all variables analyzed. No differences were found between lumbar curvature, thoracic and displacement of the center of mass. There was no interaction between types of footwear and step execution speed, but analyzing the main factors, there was a decrease in the left ankle plantiflexion angle with increasing speed. The ankle angles showed a significant decrease under the condition flats when compared to high heels. In conclusion, high heels do not alter lumbar curvature, displacement of the center of mass and knee and hip joint amplitude in the execution of gafieira samba.

Keywords: Dance. Kinematics. High heels.

Introdução

O samba de gafieira é uma dança popular, executada em pares, que exige constantes ajustes corporais para manutenção da postura e do equilíbrio¹. Entre as mulheres essa manutenção pode ser ainda mais desafiadora pelo uso de salto alto. De fato, estudos realizados com variação da altura do calcanhar em relação ao antepé, tanto na marcha quanto na postura ereta, revelam que o uso de salto alto pode causar alterações no alinhamento da coluna vertebral, principalmente na região da lombar, no padrão de movimento e no equilíbrio^{2,3}. Porém, não há consenso sobre as alterações ocorridas no comportamento da

coluna. Pegoretti e colaboradores⁴ reportaram retificação da lordose lombar com aumento progressivo da altura do salto, em situação em que os voluntários caminharam em esteira ergométrica. Por outro lado, Minossi et al.⁵, ao analisarem jovens em posição ortoestática, não verificaram diferenças significativas para ângulos de coluna torácica e lombar na postura ereta com uso de salto com 9 cm comparado com descalço.

Possível desalinhamento da coluna vertebral, somados a manutenção da flexão plantar imposta pelo uso do salto e a constante movimentação da coluna, podem constituir obstáculos para a estabilidade da postura, já que podem interferir diretamente no centro de massa do corpo humano. Cada pessoa possui sua individualidade sobre o equilíbrio e alinhamento lateral e anteroposterior da coluna que pode variar conforme a idade, peso, sexo e, principalmente, morfologia corporal⁶. Estudos relacionados à manutenção do equilíbrio geralmente buscam identificar as causas da instabilidade para a prevenção de quedas, estratégias de manutenção da postura e interação dos sistemas sensoriais envolvidos nesta manutenção^{7,8} e entre os fatores externos que podem interferir nesse equilíbrio conjunto, destaca-se o aumento da altura do calcanhar em relação ao antepé⁹.

O estudo do deslocamento do centro de massa em relação a base de suporte dos pés pode fornecer informações para controlar riscos e efeitos adversos como: desconforto, fadiga, desequilíbrio e alteração durante movimentos como a caminhada¹⁰. Segundo Tencer¹¹, sapatos com saltos superiores a 2,5 cm, aumentam a dificuldade de controle corporal e o risco de desequilíbrio lateral. Portanto, a postura, o alinhamento da coluna e a variação da posição do centro de massa estão associados. O distúrbio no equilíbrio e controle corporal provocado pela utilização do salto alto talvez seja maximizado na execução de movimentos mais desafiadores que a caminhada, como no exemplo da dança.

Em situação real da dança de salão é comum a execução dos movimentos em distintas velocidades, que são dependentes do compasso da música e podem influenciar na amplitude articular dos gestos motores. Estudos confirmam que o aumento da velocidade causa mudanças no padrão de execução dos movimentos, por exemplo, a relação da alteração da velocidade com a angulação da curvatura da lombar ou o padrão biomecânico normal dos movimentos, tendo como base a marcha^{12,13}. O efeito do calçado com a velocidade de execução dos passos, na dança de salão, ainda não foi explorado na literatura e diante das discrepâncias relatadas sobre as adaptações da coluna lombar em função da altura dos saltos, o estudo se torna interessante com o intuito de ampliar o conhecimento científico na área, considerando a variedade de calçados a serem vendidos, consumidores e praticantes da dança.

Dessa forma o objetivo deste estudo foi comparar a amplitude articular, angulação da coluna e deslocamento do centro de massa durante execução do samba de gafieira com e sem utilização de salto alto em diferentes velocidades. Todavia, para análise de possíveis influências dos calçados e velocidade de execução, é necessário que as diferenças encontradas sejam inerentes aos mesmos e não à variabilidade do sujeito analisado, portanto o segundo objetivo deste estudo foi avaliar a reprodutibilidade das variáveis de interesse, a fim de garantir uma maior confiabilidade nas medições dos dados.

A hipótese do estudo é que haverá uma retificação das curvaturas lombar e torácica, durante a execução dos passos de dança de salão, com a dependência da velocidade de execução dos passos.

Métodos

Participantes

A amostra foi composta por 15 voluntárias do sexo feminino (idade: $27,0 \pm 4,1$ anos, estatura: $1,60 \pm 0,72$ m, massa: $52,0 \pm 8,0$ Kg), praticantes de samba de gafieira e com experiência em outras danças de salão ($5,0 \pm 3,2$ anos de experiência). As participantes

assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e os procedimentos experimentais do estudo foram aprovados pelo comitê de Ética Institucional (CAAE: 00679418.3.0000.0102).

Procedimentos e análise de dados

Cada dançarina realizou uma sequência de passos samba de gafeira (*passo base, puladinho, manteiga, saída*) em duas velocidades (72 e 96 rpm), com dois tipos de calçados: i) salto alto (7,5 cm de altura) e ii) sapatilha. A velocidade de execução de cada passo foi controlada pelos batimentos por minuto (bpm) de duas músicas distintas. Os batimentos foram calculados usando o software Abyssmedia BPM Couter 1.6.0.0. As participantes foram estruídas a executarem os passos no ritmo das músicas selecionadas com 72 e 96bpm.

A escolha da sequência do calçado combinado à velocidade foi feita randomicamente. As voluntárias utilizaram calçados próprios e foram conduzidas pelo mesmo parceiro. Para determinar a reprodutibilidade, uma dançarina foi convidada a repetir os procedimentos experimentais por cinco dias, com um intervalo de 24 horas entre eles.

Para a análise cinemática foi utilizado o sistema Vicon ® com 11 câmeras (VICON ® Motion Systems Ltd) com frequência de aquisição de 100 Hz. Foram fixados, ao corpo das voluntárias 21 marcadores refletivos nos seguintes pontos anatômicos bilateralmente: acrômio (P1,P2), epicôndilo lateral da ulna (P3,P4)), processo estilóide (P5,P6), espinha ilíaca (P18,P19), sacro (P9), epicôndilo lateral do fêmur (P12,P13), maléolo lateral (P16,P17), cabeça do primeiro metatarso (P20,P21), calcâneos (P7,P8) pontos de reconhecimento (coxas e pernas entre os pontos anatômicos (P10,P11,P14,P15), conforme a Figura 1A. Para a composição dos 21 marcadores foi utilizado o Plug and Gait sacro para membros inferiores (15 marcadores) e um modelo para membros superiores apenas para definição de começo e fim de segmento, afim de calcular o centro de massa do corpo (+6 marcadores). Além destes, foram construídas 3 hastes contendo dois marcadores cada (conforme Figura 1B), fixadas a coluna nas vértebras C7, T12 e L5. Os cálculos dos ângulos das curvaturas torácica e lombar foram feitos através do ângulo entre os vetores, definidos pelas hastes fixadas nas prominências citadas. Através das coordenadas tridimensionais ao longo do tempo de cada um dos marcadores de cada haste, foi possível obter um vetor para C7, T12 e L5 Figura 1C).

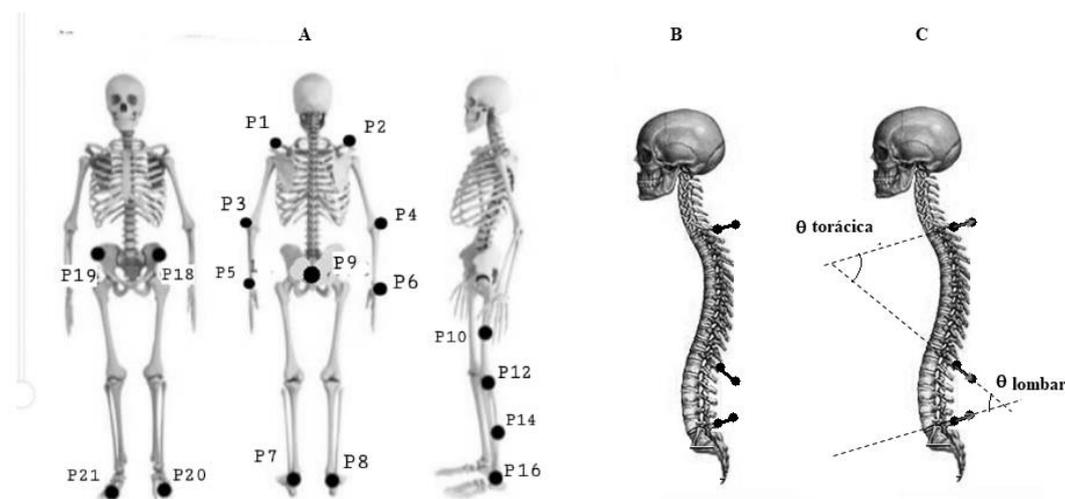


Figura 1. A: Ilustração do protocolo para marcadores dos membros superiores e inferiores; B: hastes para definição de marcadores da coluna. C: Vetores associados as hastes e cálculo dos ângulos da torácica e lombar

Fonte: Os autores

As coordenadas tridimensionais foram filtradas com um filtro passa baixa Butterworth de segunda ordem, com frequência de corte de 10Hz. Os cálculos dos ângulos da coluna vertebral e do centro de massa (CM), levando em consideração os segmentos dos membros inferiores e superiores, foram realizados em ambiente Matlab. Os ângulos articulares bilaterais do tornozelo, joelho, quadril e pelve foram calculados pelo software Nexus. As variáveis analisadas foram: Deslocamento tridimensional do CM, ângulos máximos e mínimos articulares do tornozelo, joelho, quadril e pelve, ângulos máximos, mínimos e médios da curvatura lombar e torácica durante todo movimento.

Para análise da reprodutibilidade os coeficientes de correlação intraclasse¹⁴ foram calculados para as variáveis: ângulos da coluna (torácica e lombar), deslocamento do centro de massa e ângulos articulares do quadril, joelho, tornozelo e pelve. Para fins interpretativos, a confiabilidade foi considerada pequena (até 0,25), baixa (0,26 - 0,49), moderada (0,50 - 0,69), alta (0,70 - 0,89) e muito alta (acima de 0,90), de acordo com os valores de referência descritos por Domholdt¹⁵.

Análise estatística

Inicialmente, os dados foram tratados por meio de estatística descritiva padrão (média e desvio padrão) para cada uma das condições: tipos de calçados e velocidade. Para testar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste Shapiro Wilk. A análise de variância (Anova two way), onde os fatores foram: tipos de calçados (salto e sapatilha) e diferentes velocidades (72 e 96 rpm), foi utilizada para comparação dos grupos. Em adição o coeficiente de variação foi calculado. O η^2 (eta squared) foi calculado para mensurar o tamanho de efeito. SPSS Inc., Chicago, IL) com nível de significância $p < 0,05$.

Resultados

Reprodutibilidade

Os resultados para reprodutibilidade dos dois tipos de calçados avaliados (salto e sapatilha), nas duas velocidades de movimento, durante a sequência de samba de gafieira (lento e rápido), para centro de massa, ângulos da coluna e para ângulos articulares estão ilustrados na Figura 2. Podemos observar valores de ICC entre 0,98 na direção médio lateral e 1,00 na direção anteroposterior do deslocamento do CM, o que classifica uma confiabilidade muito alta. Em relação a coluna torácica e lombar os valores foram categorizados com reprodutibilidade alta para torácica (0,81 - 0,87) e variaram entre moderada e alta para lombar (0,53 - 0,82), enquanto para os ângulos articulares foram classificados como muito altos (0,92 - 1,00) independente da articulação. Os valores de reprodutibilidade para as variáveis deslocamento de centro de massa, ângulos de coluna e amplitude articular foram independentes das condições analisadas (calçados e velocidade).

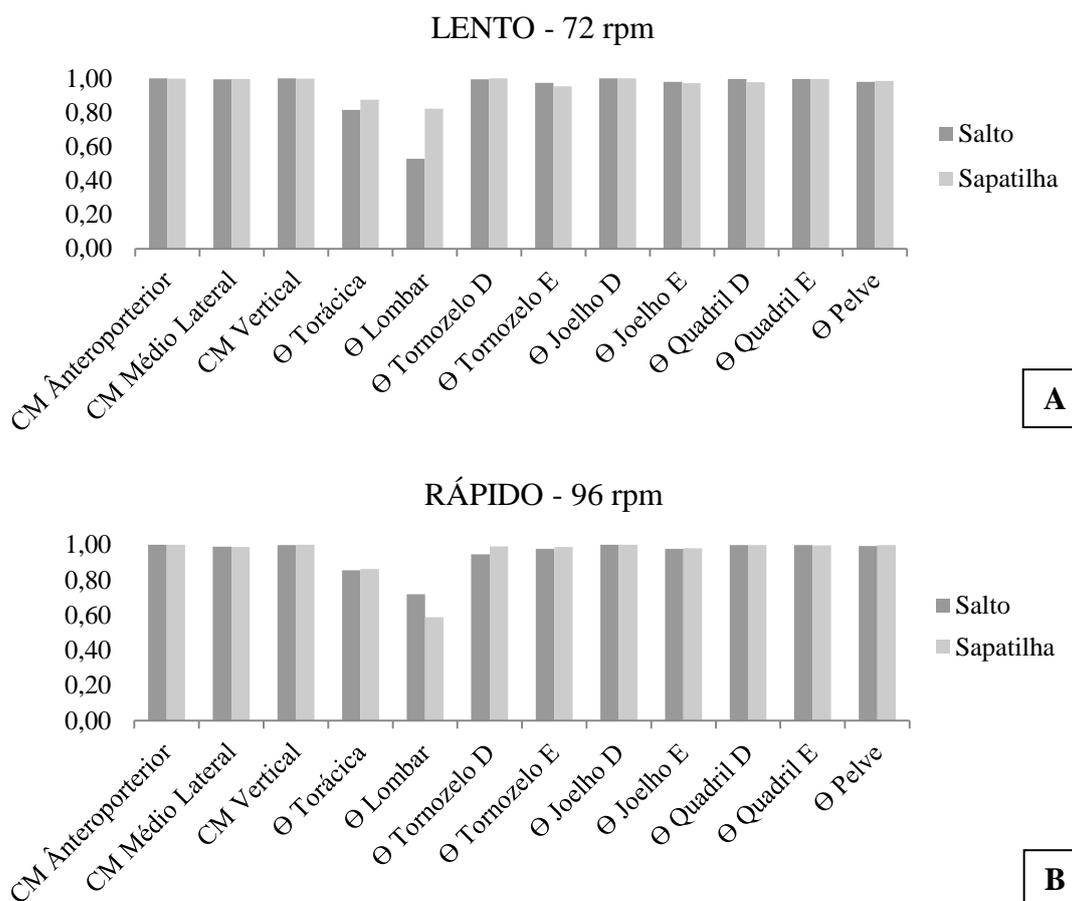


Figura 2. Reprodutibilidade (ICC) do deslocamento de centro de massa, ângulos da coluna e amplitudes articulares dos membros inferiores para as duas velocidades de execução dos passos da dança de salão: Lento (A) e Rápido (B)

Fonte: Os autores

Interação entre tipos de calçado e velocidade de execução dos passos

Não foram encontradas interações significativas ($p < 0,05$) entre o tipo de calçado e a velocidade de execução dos passos para nenhuma das variáveis estudadas, porém houve diferenças nos fatores principais: tipos de calçados e velocidade de execução.

Comparação: Sapatilha x Salto alto

Não foram encontradas diferenças significativas ao comparar o deslocamento do centro de massa e angulação da coluna entre os calçados (salto e sapatilha) nas diferentes velocidades (Tabela 1).

Ao comparar ângulos dos membros inferiores foram encontradas diferenças significativas somente para valores de angulação de tornozelo (Tabela 2). Para o tornozelo direito tais resultados foram relacionados ao calçado (valores mínimos e máximos). Os ângulos de plantiflexão, na situação em que as dançarinas usaram a sapatilha, foram menores significativamente ($p = 0,05$; TE 0,09) em relação a situação com o uso de salto alto, independentemente da velocidade de execução dos passos. O ângulo de dorsiflexão (ângulos máximos), na situação com o uso de sapatilhas, foi maior ($p = 0,00$; TE=0,61) comparado ao salto alto, independentemente da velocidade.

Para o tornozelo esquerdo, apenas o ângulo de dorsiflexão, na situação com o uso de sapatilhas, foi maior ($p = 0,00$; TE=0,73) comparado ao salto alto, independentemente da velocidade (Figura 3).

Comparação: Velocidade de execução do passo (72 e 96 bpm)

Foram encontradas diferenças significativas ($p=0,05$ e $TE=0,07$) entre as velocidades de execução do passo, independentemente do calçado utilizado, para o ângulo mínimo do tornozelo esquerdo. Para ambos calçados, o ângulo de plantiflexão em velocidade rápida (96bpm) foi menor ($p=0,07$; $TE 0,73$) do que em velocidade lenta (Figura 3).

Tabela 1. Comparação do deslocamento do Centro de Massa, valores máximos, mínimos, médios e amplitude média dos ângulos da torácica e lombar durante uma sequência de samba de gafeira em diferentes velocidades e calçados

		Lento (72rpm)		Rápido (96rpm)		Calçado	Vel	Inter		
		Salto	Sapatilha	Salto	Sapatilha	<i>p</i> (TE)	<i>p</i> (TE)	<i>p</i> (TE)		
Deslocamento CM [m]	AP	média(DP)	2,13 (0,17)	2,21 (0,24)	2,18 (0,17)	2,22 (0,15)	0,18	0,57	0,70	
		CV	7,98	10,86	7,80	6,76	(0,32)	(0,01)	(0,00)	
	ML	média(DP)	0,33 (0,09)	0,33 (0,09)	0,31 (0,10)	0,35 (0,08)	0,40	0,89	0,49	
		CV (%)	27,27	27,27	32,26	22,86	(0,01)	(0,00)	(0,01)	
	VT	média(DP)	0,33 (0,09)	0,10 (0,02)	0,10 (0,02)	0,10 (0,02)	0,51	0,37	0,44	
		CV (%)	27,27	20,00	20,00	20,00	(0,01)	(0,01)	(0,01)	
Ângulo torácica [°]	Mín	média(DP)	21,12 (10,93)	19,84 (10,45)	22,52 (10,33)	21,84 (10,23)	0,70	0,53	0,91	
		CV	51,75	52,67	45,87	46,84	(0,00)	(0,01)	(0,00)	
	Max	média(DP)	47,23 (10,32)	47,23 (7,93)	48,88 (10,38)	52,90 (21,62)	0,57	0,30	0,57	
		CV	21,85	16,79	21,24	40,87	(0,01)	(0,02)	(0,01)	
	Méd	média(DP)	33,49 (9,23)	33,63 (8,87)	34,39 (8,81)	34,54 (8,06)	0,95	0,69	1,00	
		CV	27,56	26,38	25,62	23,34	(0,00)	(0,00)	(0,00)	
	Ampl	média(DP)	26,12 (10,08)	27,39 (6,21)	26,36 (9,27)	31,05 (22,68)	0,40	0,58	0,63	
		CV	38,59	22,67	35,17	73,04	(0,01)	(0,01)	(0,00)	
	Ângulo Lombar [°]	Mín	média(DP)	15,92 (8,68)	15,43 (7,52)	15,58 (8,14)	15,66 (8,41)	0,92	0,98	0,89
			CV	54,52	48,74	52,25	53,70	(0,00)	(0,00)	(0,00)
		Máx	média(DP)	35,98 (9,48)	36,02 (8,10)	38,33 (10,63)	37,70 (9,14)	0,90	0,41	0,89
			CV	26,35	22,49	27,73	24,24	(0,00)	(0,01)	(0,00)
Méd		média(DP)	24,3 (8,76)	24,8 (8,82)	24,69 (8,36)	24,33 (8,93)	0,98	0,99	0,85	
		CV	36,05	35,56	33,86	36,70	(0,00)	(0,00)	(0,00)	
Ampl		média(DP)	20,06 (7,43)	20,59 (5,93)	22,75 (8,17)	22,04 (9,73)	0,97	0,32	0,77	
		CV	37,04	28,80	35,91	44,15	(0,00)	(0,02)	(0,00)	

Nota: CM – Centro de Massa; AP - Anteroposterior; ML - Médio lateral; VT - Vertical; CV - Coeficiente de variação; Vel - velocidade; Int - interação; TE - Tamanho de efeito; $p<0,05$

Fonte: Os autores

Tabela 2. Valores de amplitude angular máximos e mínimos das articulações dos membros inferiores durante uma sequência de samba de gafeira em diferentes velocidade e calçados

		Lento		Rápido		Calçado		
		Salto	Sapatilha	Salto	Sapatilha	Vel	Int	Int
Variável						<i>p</i> (TE)	<i>p</i> (TE)	<i>p</i> (TE)
Tornozelo D	Mín	média(DP) -51,12 (19,42)	-35,28 (17,02)	-45,01 (12,56)	-41,22 (16,73)	0,05	0,99	0,21
	Máx	CV 37,99	48,24	27,90	40,59	(0,09)	(0,00)	(0,03)
Tornozelo E	Mín	média(DP) 8,90 (9,30)	34,69 (8,39)	10,34 (14,78)	34,43 (8,21)	0,00	0,83	0,79
	Máx	CV 104,49	24,25	142,94	23,85	(0,61)	(0,00)	(0,00)
Joelho D	Mín	média(DP) -36,37 (17,04)	-30,59 (18,64)	-29,69 (8,24)	-21,12 (13,13)	0,08	0,05	0,73
	Máx	CV 46,85	60,93	27,75	62,17	(0,06)	(0,07)	(0,00)
Joelho E	Mín	média(DP) 7,63 (6,85)	36,32 (8,52)	9,99 (5,66)	38,28 (12,47)	0,00	0,37	0,93
	Máx	CV 89,78	23,46	56,66	32,58	(0,73)	(0,02)	(0,00)
Quadril D	Mín	média(DP) -18,41 (11,22)	-18,13 (11,22)	-16,99 (11,39)	-17,91 (10,60)	0,91	0,78	0,84
	Máx	CV 60,95	61,89	67,04	59,18	(0,00)	(0,00)	(0,00)
Quadril E	Mín	média(DP) 137,21 (14,53)	137,65 (16,58)	133,34 (18,50)	137,58 (12,78)	0,61	0,67	0,68
	Máx	CV 10,59	12,05	13,87	9,29	(0,01)	(0,00)	(0,00)
Tornozelo D	Mín	média(DP) -13,39 (4,81)	-13,87 (5,37)	-12,70 (6,60)	-13,28 (6,27)	0,75	0,70	0,97
	Máx	CV 35,92	38,72	51,97	47,21	(0,00)	(0,00)	(0,00)
Tornozelo E	Mín	média(DP) 40,21 (15,00)	41,88 (14,45)	41,51 (14,64)	45,40 (15,22)	0,52	0,57	0,79
	Máx	CV 37,30	34,50	35,27	33,52	(0,01)	(0,01)	(0,00)
Quadril D	Mín	média(DP) -10,19 (5,14)	-875,00 (5,94)	-8,14 (6,11)	-11,45 (12,17)	0,68	0,89	0,30
	Máx	CV 50,44	0,68	75,06	106,29	(0,00)	(0,00)	(0,02)
Quadril E	Mín	média(DP) 35,07 (6,65)	37,75 (13,19)	37,17 (6,37)	44,56 (17,41)	0,15	0,20	0,50
	Máx	CV 18,96	34,94	17,14	39,07	(0,05)	(0,04)	(0,01)
Tornozelo D	Mín	média(DP) -12,96 (8,15)	-15,17 (8,13)	-12,89 (8,01)	-17,68 (16,09)	0,15	0,81	0,79
	Máx	CV 62,88	53,59	62,14	91,01	(0,04)	(0,00)	(0,00)
Tornozelo E	Mín	média(DP) 28,77 (16,68)	42,70 (37,91)	30,10 (17,72)	34,96 (21,14)	0,15	0,62	0,48
	Máx	CV 57,98	88,78	58,87	60,47	(0,04)	(0,00)	(0,01)
Pelve	Mín	média(DP) -15,46 (11,42)	-22,09 (12,16)	-19,44 (12,51)	-23,93 (20,59)	0,15	0,46	0,78
	Máx	CV 73,87	55,04	64,35	86,04	(0,04)	(0,01)	(0,00)
Pelve	Mín	média(DP) 17,09 (10,10)	69,19 (132,34)	16,45 (10,03)	21,74 (13,70)	0,13	0,96	0,78
	Máx	CV 59,10	191,27	60,97	63,02	(0,04)	(0,00)	(0,00)

Nota: DP – desvio padrão; CV - Coeficiente de variação; Vel - velocidade; Int - Interação; TE - Tamanho de efeito; p<0,05
 Fonte: Os autores.

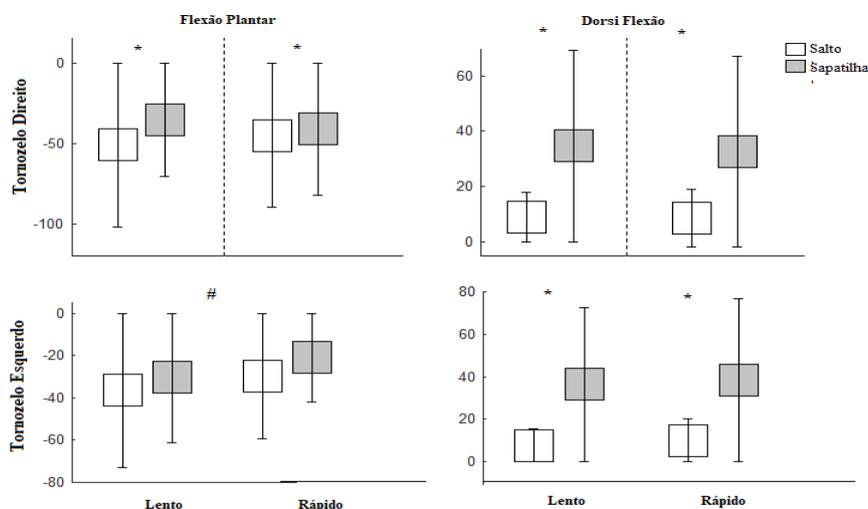


Figura 3. Comparação entre calçados e velocidades de execução dos passes no samba

Nota: *Diferença significativa entre os calçados. #Diferença significativa entre as velocidades

Fonte: Os autores

Discussão

O presente estudo teve como objetivo verificar possíveis influências dos calçados sobre amplitude articular, curvatura da coluna e deslocamento do centro de massa durante a execução do samba de gafieira. Em adição reprodutibilidade da execução do movimento foi testada.

A reprodutibilidade foi de moderada a muita alta, sugerindo uma baixa variabilidade na reprodução dos movimentos executados, fato este que pode ser atribuído a experiência tanto na dança de salão quanto no uso de salto alto. Em adição, as dançarinas utilizaram calçados próprios, o que reduz possíveis variações relacionadas à familiarização. Carter et al.¹⁶ verificaram coeficientes de correlação intraclasse $\geq 0,70$ durante a execução de uma sequência de balé para a articulação metatarsofalângica no plano sagital e em todos os ângulos inter-segmentais, exceto para o planos frontais da tibia-retropé e do retropé-medio-pé. Por outro lado, a reprodutibilidade interavaliador no referido estudo variou de fraca a excelente para as rotações do segmento 3D atribuídas à inconsistências no posicionamento dos marcadores realizado por dois pesquisadores distintos. No presente estudo, a colocação dos marcadores foi realizada por uma única pessoa, a fim de evitar variabilidade de medida inter-avaliador.

A alta reprodutibilidade encontrada assegura que os resultados das comparações referem-se as condições testadas (calçado e velocidade) e não a variabilidade do sujeito na execuções dos movimentos. As comparações mostraram que independente do calçado e da velocidade de execução os valores não alteram significativamente o equilíbrio ao realizar a sequência da dança. Sabe-se que durante uma caminhada, o apoio do pé se divide em 60% para o antepé e 40% para o retropé, sendo que quando é utilizado o calçado de salto o apoio no antepé aumenta conforme aumenta a altura do salto¹⁷. Ou seja, o centro de massa do corpo é projetado para frente e desencadeiam alterações compensatórias¹⁸. Todavia, no presente estudo o deslocamento do centro de massa não apresentou alterações significativas entre as condições analisadas, podendo ser justificado pelo nível de experiência das participantes em dança de salão e no uso de salto alto.

Para valores de angulação da coluna lombar e torácica, não foram encontradas diferenças significativas em ambas as situações, calçados e velocidade. Na literatura foram encontrados resultados equivalentes em avaliações da marcha. No estudo de Minossi⁵ a angulação da coluna não apresentou diferenças significativas ao comparar a marcha com e sem salto alto (9 cm). Por outro lado, Baaklini e colaboradores¹⁹ reportaram diminuição nos ângulos da coluna torácica lombar ao comparar a marcha com salto baixo e alto (4 cm e 10 cm, respectivamente). Diferentes métodos de avaliar a curvatura lombar, modelo de calçado e altura do salto utilizado podem explicar os resultados controversos. Não foram encontrados outros estudos que avaliassem a influência do salto na movimentação da dança. Parece que salto de 7,5cm não são suficientes para alterar angulação da coluna em dançarinas experientes.

Para análise de ângulos articulares dos membros inferiores, não foram encontradas interações significativas entre o tipo de calçado e a velocidade de execução dos passos para nenhuma das variáveis estudadas, sugerindo que os resultados analisados não tem dependência do tipo de calçado se o passo é executado em velocidades diferentes. Porém ao comparar as velocidades, independentemente do calçado utilizado, verificou-se que o ângulo de plantiflexão do tornozelo, em situação em que os passos são executados mais rápidos, foi menor do que em situações lentas. O achado sugere que as dançarinas por executarem os passos mais rapidamente, não possuem tempo suficiente de aumentar a amplitude articular no tornozelo tendo que mudar para o passo seguinte enquanto que nas execuções mais lentas, essa amplitude aumenta.

Em relação ao ângulo dos membros inferiores somente o tornozelo apresentou diferenças significativas entre condições. Tal resultado era esperado uma vez que o salto alto força uma flexão plantar acentuada¹⁸. Na literatura foi encontrado que ao analisar a postura no salto por fotogrametria computadorizada, com salto agulha e salto plataforma, houve diferença do alinhamento de joelho entre o sapato agulha e os pés descalços e no posicionamento do tornozelo, em todos os tipos de calçados avaliados²⁰. Limana et al.²¹ compararam a cinemática do tornozelo em diferentes calçados e verificaram que com o aumento da altura do salto, há uma acentuação do ângulo do tornozelo durante a flexão plantar na marcha.

Ao longo da sequência da dança, os tornozelos direito e esquerdo executam movimentos distintos em alguns momentos, e a condição de velocidade dos movimentos resulta em diferenças significativas somente para o lado esquerdo em função de uma assimetria da sequência. Embora tenha sido encontrada diferença na comparação dos calçados, as participantes apresentaram uma ligeira plantiflexão durante a execução da sequência fazendo o uso de sapatilha, uma vez que dançam em antepé.

Os demais ângulos dos membros inferiores não apresentaram diferenças significativas ao comparar a execução da sequência com e sem salto alto nas diferentes velocidades. O distanciamento utilizado na condução das participantes e a condição de experimento laboratorial talvez expliquem tais achados. De fato, o distanciamento do condutor e a fixação de marcadores no corpo das dançarinas podem ter influenciado na naturalidade da movimentação e diferir das situações encontradas em um evento de dança. Além disso, nos eventos de dança, há grande número de pessoas dividindo o mesmo espaço, a condução não é combinada e a variação de passos e espaço entre os pares variam constantemente. Porém, análises laboratoriais requerem um maior controle e padronização. Além disso, com o sistema utilizado, o contato dos pares ocasionaria a oclusão dos marcadores de referência. Futuros estudos que ampliem as investigações sobre a biomecânica da dança de salão em situações mais próximas a prática habitual são necessários.

Conclusões

A reprodutibilidade para os movimentos do samba de gafieira foi alta, ou seja, alta capacidade de reprodução similar do movimento. Ao comparar a interferência do calçado no movimento, conclui-se que o salto não altera o equilíbrio durante a dança e não há retificação ou aumento da angulação da coluna com o uso de salto alto. Referente aos ângulos articulares, o salto alto aumenta somente os ângulos de plantiflexão de tornozelo. Sugere-se que salto alto não altera a execução dos movimentos de samba de gafieira nas condições avaliadas.

Referências

1. Barreto JF. Sistema estomatognático y esquema corporal. *Colomb Med* 1999;30(4):173-180.
2. Furtado AC, Oliveira EC, Schmidt EMM, Xavier KCR, Martins LS, Arantes MVC, et al. Estudo da marcha humana em diferentes tipos de calçados. XI Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação. Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba; p.1071-1074.
3. Opila KA, Wagner SS, Schiowitz S, Chen J. Postural alignment in barefoot and high-heeled stance. *Spine* 1988;13(5):542-547. DOI: 10.1097/00007632-198805000-00018
4. Pegoretti C, Brenzikofer R, Wittig DS, Benetti FA, Deprá PP, Campos MH. A influência do aumento da altura dos saltos dos calçados na lordose lombar. *Rev Cienc Med* 2012;14(5):425-432.
5. Minossi CEdS, Candotti CT, Bacchi CdA, Noll M, Casal MZ. Avaliação da coluna lombar e torácica nas situações com salto alto e com os pés descalços com o instrumento arcômetro. *Fisioter Pesqui* 2012;19(3):196-203. DOI: 10.1590/S1809-29502012000300002

6. Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *J Bone Joint Surg Am* 2005;87(2):260-267. DOI: 10.2106/JBJS.D.02043
7. Duarte M, Zatsiorsky VM. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. *Motor control* 1999;3(1):12-27. DOI: 10.1123/mcj.3.1.12
8. Bankoff ADP, Beckedorf RG, Schmidt A, Ciol P, Zamai CA. Static body balance analysis through an electronic baropodometer. *Conexões* 2007;4(2):19-30.
9. Menant JC, Perry SD, Steele JR, Menz HB, Munro BJ, Lord SR. Effects of shoe characteristics on dynamic stability when walking on even and uneven surfaces in young and older people. *Arch Phys Med Rehabil* 2008;89(10):1970-1976. DOI: 10.1016/j.apmr.2008.02.031
10. Chien H-L, Lu T-W, Liu M-W. Control of the motion of the body's center of mass in relation to the center of pressure during high-heeled gait. *Gait Posture* 2013;38(3):391-396. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.12.015
11. Tencer AF, Koepsell TD, Wolf ME, Frankenfeld CL, Buchner DM, Kukull WA, et al. Biomechanical properties of shoes and risk of falls in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2004;52(11):1840-1846. DOI: 10.1111/j.1532-5415.2004.52507
12. Yang Y-T, Yoshida Y, Hortobágyi T, Suzuki S. Interaction between thorax, lumbar, and pelvis movements in the transverse plane during gait at three velocities. *J appl biomech* 2013;29(3):261-269. DOI: 10.1123/jab.29.3.261
13. Mann L, Teixeira CS, Mota CB. A marcha humana: interferências de cargas e de diferentes situações. *Arq Ciências Saúde UNIPAR* 2008;12(3):257-264. DOI: 10.25110/arqsaude.v12i3.2008.2543
14. Bernardi M, Castellano V, Ferrara MS, Sbriccoli P, Sera F, Marchetti M. Muscle pain in athletes with locomotor disability. *Med Sc Sports Exerc* 2003;35(2):199-206. DOI: 10.1249/01.MSS.0000048635.83126.D4
15. Domholdt E. *Physical therapy research: Principles and applications*. Philadelphia: W B Saunders Co; 1993. DOI: 10.4236/jamp.2018.612223
16. Carter SL, Sato N, Hopper LS. Kinematic repeatability of a multi-segment foot model for dance. *Sports Biomech* 2018;17(1):48-66. DOI: 10.1080/14763141.2017.1343864
17. Carrasco AC. *Estudo da distribuição da pressão plantar e da oscilação corporal em relação ao peso da bolsa e ao uso de salto alto em mulheres*. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2010.
18. Cronin NJ. The effects of high heeled shoes on female gait: a review. *J Electromyogr Kinesiology* 2014;24(2):258-263. DOI: 10.1016/j.jelekin.2014.01.004
19. Baaklini E, Angst M, Schellenberg F, Hitz M, Schmid S, Tal A, et al. High-heeled walking decreases lumbar lordosis. *Gait Posture* 2017;55:12-14. Doi: 10.1016/j.gaitpost.2017.03.035. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2017.03.035
20. Iunes D, Monte-Raso V, Santos C, Castro F, Salgado H. A influência postural do salto alto em mulheres adultas: análise por biofotogrametria computadorizada. *Rev Bras Fisioter* 2008;12(6):441-446. DOI: 10.1590/S1413-35552008005000003
21. Limana MD, Deprá PP, Capelini JC, Mori MLGTS. Efeito agudo do calçado de diferentes alturas sobre o comportamento angular do tornozelo. *Fisioter Pesqui* 2012;19(3):222-227.

Orcid dos autores:Laís dos Santos Saraiva do Pilar: <https://orcid.org/0000-0002-0043-9967>Karini Borges dos Santos: <https://orcid.org/0000-0002-4815-7774>André Luis Felix Rodacki: <https://orcid.org/0000-0002-4585-497X>Jerusa Petróvna Resende Lara: <https://orcid.org/0000-0002-2250-2234>

Recebido em 12/01/19.

Revisado em 08/11/19.

Aceito em 21/12/19.

Endereço para correspondência: Laís dos Santos Saraiva do Pilar. Coração de Maria 92, Bairro Jardim Botânico, PR, CEP 80215-370. E-mail: laisantosavi@gmail.com