

# Análise da receção ao solo do elemento volante num salto vertical em grupos de ginástica acrobática

## Analysis of the reception to the ground of the flying element in a vertical jump in acrobatic gymnastics groups

Beatriz Santos<sup>1</sup> | Maria F. Paulino<sup>2</sup> | Beatriz Gomes<sup>3</sup> | Luis Roseiro<sup>1,4</sup> | Maria A. Neto<sup>2</sup> | Ana M. Amaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade de Coimbra, DEM, Portugal; [mbsantos@gmail.com](mailto:mbsantos@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade de Coimbra, CEMMPRE, DEM, Portugal; [maria.paulino@uc.pt](mailto:maria.paulino@uc.pt), [augusta.neto@dem.uc.pt](mailto:augusta.neto@dem.uc.pt), [ana.amaro@dem.uc.pt](mailto:ana.amaro@dem.uc.pt),

<sup>3</sup> Universidade de Coimbra, CIDAF, FCDEF, Portugal [beatrizgomes@fcdef.uc.pt](mailto:beatrizgomes@fcdef.uc.pt)

<sup>4</sup> Instituto Politécnico de Coimbra, ISEC, DEM, Portugal; [lroseiro@isec.pt](mailto:lroseiro@isec.pt)

### resumo

A ginástica acrobática é uma modalidade caracterizada por treinos de elevada intensidade e realização de inúmeras repetições dos exercícios, o que aumenta a probabilidade de lesão, particularmente dos membros inferiores, considerando o constante impacto a que as estruturas ósseas, articulares e musculares estão sujeitas a cada receção ao solo. O objetivo deste trabalho é estudar a cinemática e a cinética da receção ao solo de ginastas volantes após um salto vertical a partir de uma estafa. Para tal, foi utilizada uma plataforma de forças de forma a quantificar as forças de reação do solo na receção do salto. Foi analisada a relação entre diversas variáveis cinemáticas e o pico de força vertical na receção ao solo. Estudou-se a altura máxima do salto; a forma de receção, isto é, se o volante cai predominantemente sobre o antepé ou sobre o mediopé; o impulso exercido; a duração da receção do volante; a distância vertical ao solo entre o trocânter maior do volante no momento de flexão máxima dos membros inferiores e, também, a influência do peso do ginasta. Conclui-se com este estudo que a forma de receção (antepé ou mediopé), o impulso exercido na receção e o peso do ginasta tem uma relação positiva. Verifica-se que existe um aumento da força vertical com o impulso, assim como a força vertical é menor quando o volante cai sobre o antepé, e maior quando cai sobre o mediopé.

**Palavras-chave:** Plataforma de forças, Ginástica Acrobática, Receção ao solo

### abstract

Acrobatic gymnastics is a modality characterized by high-intensity training and practice of numerous repetitions of exercises. Moreover, considering the constant impact to which bone, joint and muscle structures are subject to each ground reception, this modality increases the probability of gymnast injury, particularly of the lower limbs. This work aims to study the kinematics and kinetics of ground reception of flying gymnasts after a vertical jump. A force platform quantified the ground reaction forces developed during reception. The relationship between several kinematic variables and the peak vertical force during ground reception was analyzed. There were also studies of the maximum height of the heel and the reception procedure, i.e., if the steering wheel falls predominantly on the forefoot or midfoot. But also the impulse exerted in reception, the duration of reception of the steering wheel, the vertical distance between the steering wheel greater trochanter and the ground at the moment of maximum lower limbs flexion, and the influence of the gymnast's weight. This study allowed concluding that the form of reception (forefoot or midfoot), the impulse exerted in reception and the gymnast's weight has a positive relationship. The results showed an increase of the vertical force with the impulse and that the intensity of the vertical force depends on the fall procedure, i.e., is smaller when the wheel falls on the forefoot and greater when it falls on the midfoot.

**Keywords:** Force platform, Acrobatic gymnastic, Ground reception

# 1- INTRODUÇÃO

A ginástica é um desporto constituída por várias modalidades, sendo a ginástica acrobática uma delas (FIG 2021). A ginástica acrobática requer força, coordenação, flexibilidade, equilíbrio e agilidade (Merida, Nista-Piccolo, and Merida 2008). Os exercícios são executados com acompanhamento musical e requerem expressão e movimentos corporais perfeitamente sincronizados com a música (Fernandes 2016). Os exercícios são normalmente executados num praticável de 12 x 12 m com determinadas características técnicas (FIG 2021), que permitem a correta execução dos elementos. Os exercícios são efetuados por grupos de ginastas de diferentes idades e estaturas, aos quais se dá as denominações de bases, intermédios e volantes. Os grupos de trabalho na ginástica acrobática podem dividir-se em 5 categorias: pares femininos constituídos por um base e um volante, pares masculinos constituídos por um base e um volante, pares mistos constituídos por um base do sexo masculino e um volante do sexo feminino, grupo femininos constituídos por três ginastas do sexo feminino (base, intermédia e volante) e grupos masculinos constituídos por quatro ginastas do sexo masculino (base, intermédios e volante) (Correia 2018).

Os exercícios agrupam-se em esquemas de equilíbrio, dinâmico e combinado. Nos esquemas de equilíbrio para a realização dos exercícios os ginastas devem-se manter estáticos durante o tempo definido para essa figura, podendo realizar apenas interligações entre os elementos. Nos esquemas de dinâmico, as figuras incluem uma fase de voo, pelo que nestes exercícios os bases necessitam de projetar os volantes e as receções têm de ser corretas. Os esquemas combinados agrupam as características dos dois esquemas descritos anteriormente, ou seja, os ginastas realizam elementos dinâmicos e de equilíbrio. Este estudo dedica-se à análise de um exercício dinâmico. Num exercício de dinâmico, uma das figuras mais frequentes é a realização de um salto vertical a partir de uma estafa, como demonstrado na Fig.1.

O modo como os ginastas terminam as figuras é um aspeto muito importante para a pontuação do esquema e também quando estes exercícios implicam receção ao solo diminuir ou aumentar a probabilidade de lesões. Quando os ginastas realizam um salto, na fase de receção, ocorrem os seguintes movimentos: contacto dos pés com o solo, flexão dos membros inferiores de forma a amortecer a queda e, por último, o retorno à posição normal de marcha. (Gama 2017). A receção pode ocorrer sobre o antepé, médiopé ou retropé, Fig. 2.

A queda sobre o retropé ocorre quando o pé toca no solo primeiro com o calcanhar, com o médiopé quando há um toque simultâneo entre a parte da frente e a parte de trás do pé e sobre o antepé, quando a parte da frente é a primeira a tocar o solo (Gama 2017).

A receção, após um salto vertical, deve ser realizada sobre o antepé, para que seja absorvida a energia cinética gradualmente, até à flexão máxima das articulações do joelho, localização ideal se-

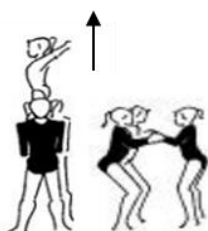


Fig. 1 | Esquema de uma estafa (FIG 2021)



Fig. 2 | Padrão da pisada (Science Running 2021)

gundo o modelo de Mills, Paim e Yeadon (2009). Por sua vez, quando a recepção é realizada sobre o médiopé, a absorção da energia cinética ocorre maioritariamente nos pés, podendo causar o desequilíbrio do volante, para além de aumentar significativamente o *stress* a que as estruturas ósseas do pé estão sujeitas. Neste último caso, o volante praticamente não absorve energia com a flexão dos joelhos, aumentando a probabilidade de sofrer lesões. Nos exercícios dinâmicos, é de especial importância que a recepção seja realizada sobre o antepé de forma a evitar algumas lesões.

Atualmente a ferramenta mais frequentemente utilizada em análise cinética do movimento humano é a plataforma de forças (Hull, Brewer, and Hawkins 1995). Uma plataforma de forças piezoelétrica consiste num par de placas planas rígidas, uma sobre a outra, com cristais piezoelétricos entre elas (Naves 2001). Estes cristais quando submetidos a esforços de compressão ou tração são capazes de gerar uma tensão elétrica (Buckthorpe, Morris, and Folland 2011). Os materiais piezoelétricos geram uma intensidade de tensão linear ao esforço empregado na plataforma (Urquiza 2005) e são atualmente o equipamento de referência na medição de forças.

A ginástica acrobática é uma modalidade caracterizada por treinos de elevada intensidade e realização de inúmeras repetições dos exercícios, o que aumenta a probabilidade de lesão, particularmente dos membros inferiores, considerando o constante impacto a que as estruturas músculo-esqueléticas estão sujeitas a cada recepção ao solo. O objetivo deste trabalho é estudar a cinemática e a cinética da recepção ao solo de ginastas volantes após um salto vertical a partir de uma estafa.

## 2- MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Amostra

Participaram no estudo 10 atletas (8 do sexo feminino e 2 do sexo masculino) praticantes de ginástica acrobática da Associação Académica de Coimbra com participação em competições de nível nacional. Tinham idades compreendidas entre 12 e 18 anos ( $14,70 \pm 2,41$  anos) e massa corporal entre 31,0 e 61,2 Kg ( $42,24 \pm 9,43$  kg). Os ginastas foram avaliados em contexto de treino e foi recolhido um consentimento dos ginastas ou dos seus representantes legais para a recolha de dados.

De forma a preservar a identidade dos ginastas, os vários ensaios foram registados como volante  $V_1, V_2, \dots, V_{10}$ . Os diferentes saltos foram identificados como  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . Assim sendo, o primeiro salto do primeiro volante será identificado como  $V_1S_1$ , e assim sucessivamente.

## 2.2. Procedimentos e material

Cada volante realizou entre 6 a 8 saltos verticais de forma a garantir verificar a repetibilidade dos ensaios. Considerando o objetivo do presente estudo, e para análise das forças de reação do solo, foi utilizada uma plataforma de forças (PF) Kistler® (60x40) cm (modelo 2812A) com a capacidade para medir as forças aplicadas em 3 direções, X, Y e Z (Fig.3). A análise dos dados foi feita com recurso ao software BioWare® versão 4.0.

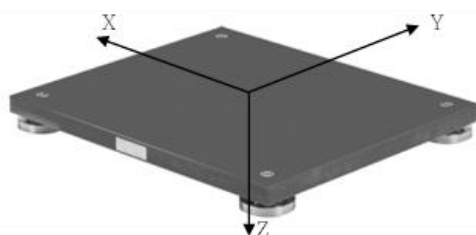


Fig. 3 | Sistemas de coordenadas da plataforma de forças (Kistler 2021)

A plataforma foi rodeada por colchões de queda (Fig. 4) e coberta por um rolo de tapete do praticável. Os saltos foram contabilizados sempre que a sua receção coincidia com a zona correspondente à plataforma de forças (Fig. 5).



Fig. 4 | Montagem da zona de receção.

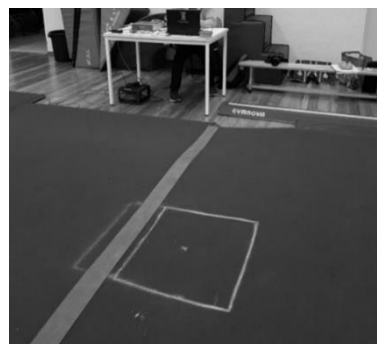


Fig. 5 | Zona delimitada.

A plataforma de forças foi calibrada e preparada para realizar a recolha de dados durante 5s a 100Hz. Após cada salto, obteve-se o gráfico das forças em função do tempo, Fig. 6, centrando-se a análise na componente vertical das forças –  $F_z$ .

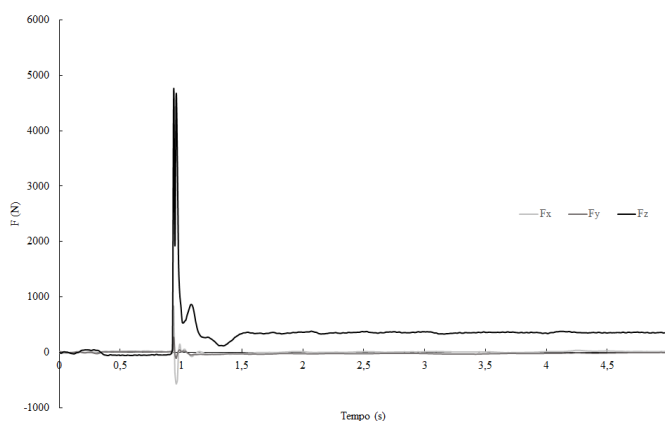


Fig. 6 | Exemplo de resultados retirados da plataforma (Ensaio V2S4).

Os saltos e respectivas receções foram filmadas utilizando duas câmaras de vídeo, uma Sony® a7iii (câmara C1) e uma Canon® 80D (câmara C2), cada uma delas a gravar a uma taxa de amostragem de 100 Hz (Fig. 7).

As câmaras e a plataforma foram sincronizadas a 100Hz. Desta forma, e a partir dos dados obtidos, foi possível determinar o ponto onde a receção se inicia, ou seja, o tempo onde a força  $F_z$  é praticamente nula até estabilizar num valor constante (correspondente ao peso do atleta). No exemplo da Fig. 6 a receção ocorreu entre os 0,93 e os 1,01 segundos.

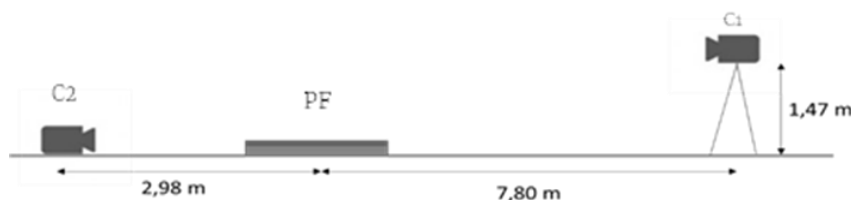


Fig. 7 | Esquema da montagem do ensaio.

## 2.3. Variáveis em estudo

Para cada ensaio analisou-se a influência da força de pico vertical (força máxima  $F_z$ ), sobre as seguintes variáveis:

- Forma de receção (ângulo do pé no momento de início da receção, contacto com o solo);
- Altura máxima na fase de voo;
- Duração da receção ao solo;
- Impulso;
- Distância do trocânter maior (saliência localizada na porção superior do fémur) ao solo, na máxima flexão do joelho;
- Peso do volante.

### 2.3.1. Forma de receção

De forma a analisar a forma de receção dos volantes no solo utilizaram-se as imagens da câmara C2. Foi estudado o momento exato em que o pé do lado da câmara entra em contacto com o solo, dividindo-se os saltos em dois grupos de forma de receção: os que iniciam a receção no antepé e os que o fazem sobre o médiopé, como se demonstra pelas Fig. 8 e Fig. 9, respetivamente.

Foi possível verificar que relativamente à forma de receção ao solo, cada volante se mantém constante ao longo dos diversos saltos realizados, isto é, o mesmo volante tende a cair sempre sobre o médiopé ou sempre sobre a antepé.

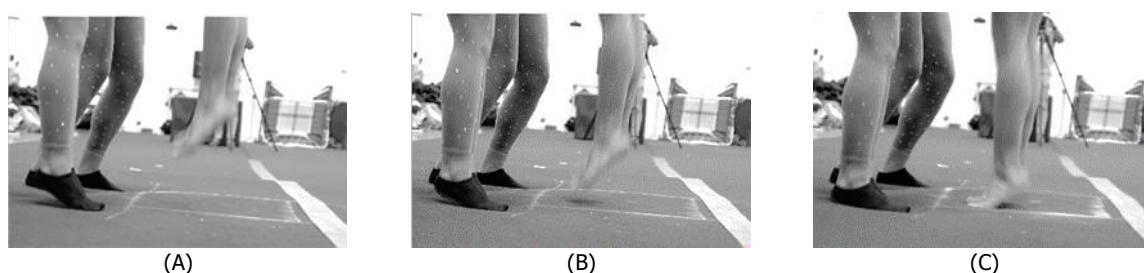


Fig. 8 | Sequência de um salto com receção sobre o antepé (Ensaio V2S2).

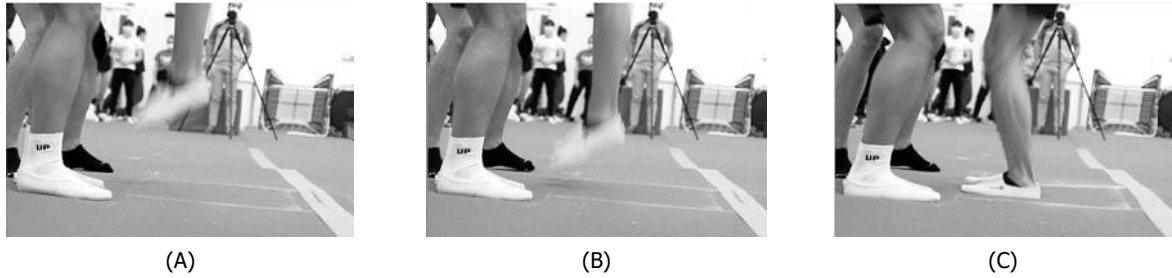


Fig. 9 | Sequência de um salto com recepção sobre o médiopé (Ensaio V5S5).

### 2.3.2. Altura máxima atingida

A partir das imagens da câmara C1, e utilizando o software Tracker®, com calibração prévia através de um objeto de dimensões conhecidas (2,00 m x 3,00 m), determinou-se a altura máxima de cada salto, tendo por referência o calcanhar do volante, Fig.10.



Fig. 10 | Exemplo de altura máxima de um salto.

### 2.3.3. Duração da recepção e impulso

Foi analisada a duração da recepção ao solo do volante, considerando o intervalo temporal entre o primeiro contacto com o solo até realizar a flexão máxima dos joelhos, Fig. 11.

Para o intervalo de tempo determinado anteriormente, foi calculada a área abaixo da curva, que corresponde ao impulso exercido na recepção ao solo, Fig. 12.

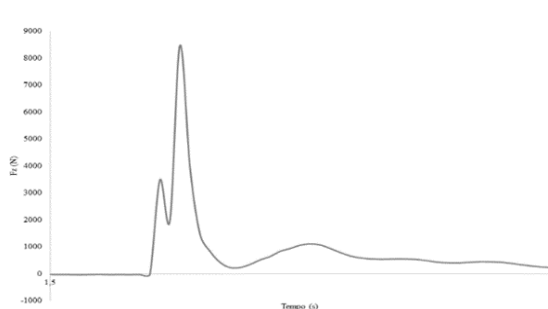


Fig. 11 | Representação do intervalo de tempo correspondente ao pico (Ensaio V10S5).

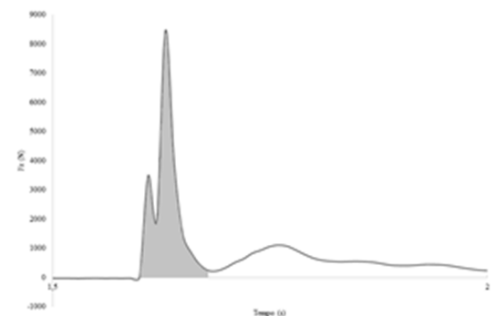


Fig. 12 | Determinação da área correspondente ao impulso (Ensaio V10S5).

### 2.3.4. Distância do trocânter maior ao solo na máxima flexão do joelho

Foram analisadas as imagens da câmara C2 correspondentes à flexão máxima do joelho. Estimou-se a localização do trocânter maior do fémur para cada salto (Pina 1999). À semelhança do que foi realizado para calcular a altura máxima de cada salto, utilizou-se também o software Tracker® para

medir a distância vertical do grande trocânter ao solo, Fig. 13. Foi considerado que quanto maior o valor da distância do trocânter maior ao solo, correspondia a menor flexão máxima do joelho realizada pelo volante na recepção ao solo.

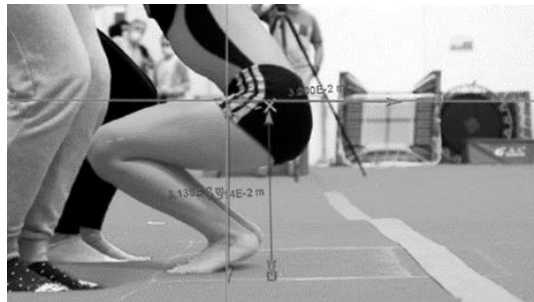


Fig. 13 | Exemplo de flexão máxima de um salto.

### 2.3.5. Peso corporal

Foi realizada a pesagem de todos os atletas, para posteriormente se relacionar com o pico de força  $F_z$  na recepção ao solo e restantes variáveis em estudo. Foi ainda calculada a razão entre o pico de força vertical e o peso do volante, Eq. (1).

$$\text{Rácio} = \frac{\text{Pico de força vertical}}{\text{Peso}} \quad (1)$$

## 2.4- Análise estatística

Realizou-se a correlação e comparação das diversas variáveis através do SPSS®, (Maroco 2007). Analisando o nível de significância das correlações entre as diferentes variáveis, que é definido como o limite que determina se o resultado de uma análise pode ser considerado estatisticamente significativo. Este é geralmente definido como  $p < 0,05$  (Pocinho 2014). Foi utilizada a correlação de Pearson ( $\rho$ ) e Teste-T independente para as análises. A correlação de Pearson pode assumir valores entre 1 e -1 e foi utilizada para relacionar as diferentes variáveis em estudo. O Teste-T para amostras independentes foi utilizado para comparar dois grupos de ginastas em função da forma de recepção ao solo.

## 3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Calcularam-se os valores das variáveis mencionadas anteriormente para todos os ensaios. Na Tabela 1 apresentam-se apenas os resultados médios para cada volante e respectivos desvios padrão dos parâmetros descritos, assim como o tipo de recepção ao solo executado por cada ginasta.

A Fig.14 apresenta a influência que a forma de recepção tem sobre o pico de força vertical na recepção ao solo para cada um dos ginastas avaliados. Os volantes que fizeram a recepção ao solo sobre o antepé apresentaram valores da força  $F_z$  mais baixos, relativamente aos que fizeram a recepção sobre o médiopé.

Tabela 1 | Dados médios para cada volante.

Volante	Pico força Fz [N]	Altura máx [m]	$\Delta t$ recepção [s]	Impulso recepção [N.s]	Distância Flexão máx [cm]	Peso [Kgf]	Forma de recepção
V <sub>1</sub>	3 646,50 (±793,14)	2,06 (±0,04)	0,07 (±0,01)	88,19 (±14,54)	26,35 (±3,98)	31,00	Antepé
V <sub>2</sub>	4 450,50 (±850,55)	2,05 (±0,04)	0,09 (±0,01)	143,54 (±31,50)	46,20 (±4,40)	41,84	Antepé
V <sub>3</sub>	4 282,85 (±453,89)	2,46 (±0,07)	0,06 (±0,01)	77,78 (±13,37)	30,12 (±3,96)	32,79	Antepé
V <sub>4</sub>	6 286,80 (±946,82)	2,64 (±0,05)	0,05 (±0,02)	99,08 (±20,77)	30,20 (±4,35)	35,10	Médiopé
V <sub>5</sub>	8 212,80 (±1 334,50)	2,30 (±0,08)	0,08 (±0,01)	168,23 (±18,15)	31,70 (±7,16)	61,20	Médiopé
V <sub>6</sub>	6 172,10 (±683,82)	2,37 (±0,04)	0,07 (±0,01)	120,17 (±26,61)	37,30 (±2,78)	38,40	Médiopé
V <sub>7</sub>	6 084,40 (±1 346,80)	2,22 (±0,04)	0,07 (±0,00)	147,17 (±14,86)	38,90 (±4,91)	40,15	Médiopé
V <sub>8</sub>	4 884,75 (±318,34)	2,55 (±0,12)	0,09 (±0,00)	143,47 (±17,66)	40,1 (±0,94)	43,20	Antepé
V <sub>9</sub>	5 884,10 (±919,70)	2,13 (±0,03)	0,08 (±0,01)	159,21 (±15,17)	32,20 (±1,37)	40,97	Médiopé
V <sub>10</sub>	6 084,55 (±1552,57)	2,19 (±0,06)	0,09 (±0,02)	212,55 (±16,92)	39,10 (±3,01)	57,78	Médiopé

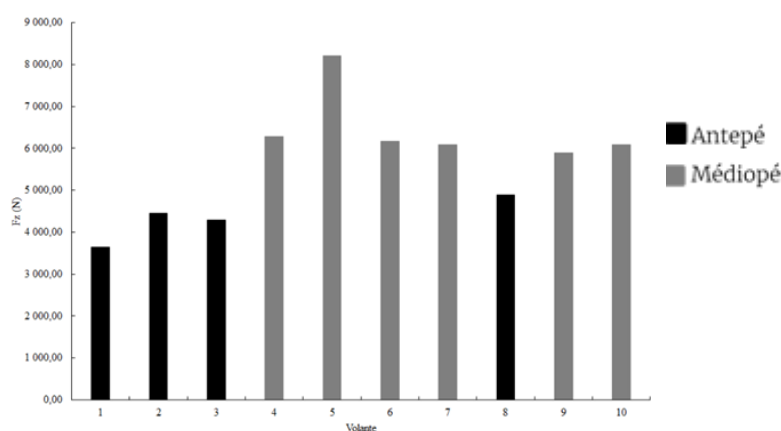


Fig. 14 | Valores de pico de força Fz em função do tipo de recepção

Analisou-se o rácio pico de força vertical com o peso do volante, por grupos de tipo de recepção e valor médio de toda a amostra (Tabela 2). Em média, a força exercida por um volante após um salto vertical foi  $13,42 \pm 2,33$  vezes superior ao peso do próprio atleta.

A análise comparativa dos dois grupos de tipo de recepção mostrou que os volantes do grupo que inicia a realização da recepção no antepé exerce forças Fz na recepção ao solo significativamente inferiores aos volantes do grupo que realiza a recepção sobre o médiopé, independentemente do peso corporal do volante ( $t(42) = -3,522$ ;  $p < 0,05$ ).

A recepção sobre o antepé induz valores de rácio inferiores a 13 vezes o peso corporal. Já, em relação à recepção sobre o médiopé, para todos os ginastas à exceção do V<sub>10</sub>, o rácio foi superior a 13 vezes o peso corporal. É possível desta forma sugerir que é exercido um pico de



Tabela 2 | Resultados do rácio para a forma de receção.

	Forma de receção	N receções	Rácio médio
Rácio	Antepé	16	11,57 ( $\pm 2,22$ )
	Médiopé	28	15,00 ( $\pm 3,51$ )
	<b>Média</b>		<b>13,42 (<math>\pm 2,33</math>)</b>

força menor quando se realiza a receção sobre o antepé. Tal sugere que, a probabilidade de ocorrência de lesões com este tipo de queda será mais reduzida.

Relativamente à altura máxima atingida, em média, atingiu-se os  $2,25 \pm 0,20$  m de altura relativamente ao solo. Não se encontrou correlação estatisticamente significativa entre o pico de força vertical na receção ao solo e a altura máxima atingida na fase de voo ( $\rho = 0,119$ ;  $p=0,442$ ).

A duração da receção é bastante semelhante de ensaio para ensaio. Em média ronda os  $0,07 \pm 0,01$  s. Esta variável não apresentou correlação estatisticamente significativa com o pico de força ( $\rho = -0,279$ ;  $p=0,066$ ).

Em média os volantes atingiram os  $143,50 \pm 38,68$  N.s na receção. Foi possível encontrar uma correlação significativa entre o impulso exercido na receção e o pico de força vertical. Este resultado era expectável, uma vez que o impulso é uma grandeza em função da força vertical e do tempo ( $\rho = 0,483$ ;  $p<0,001$ ).

Não se verificou relação entre a distância do trocâter maior ao solo do volante no momento de flexão máxima dos joelhos com o pico de força vertical ( $\rho = 0,063$ ;  $p=0,683$ ).

Como seria expectável verificou-se uma correlação significativa entre o pico de força vertical e o peso corporal do atleta, ( $\rho = 0,466$ ;  $p=0,001$ ), isto é, um volante com maior peso exerce uma força superior na receção ao solo. O valor mais elevado de pico de força vertical medido na plataforma de forças foi de  $8\,853,40$  N, com um salto realizado pelo volante 5. Efetivamente, representa 15 vezes o seu peso corporal, um valor muito elevado a que as estruturas músculo-esqueléticas do membro inferior estarão sujeitas, o que sugere uma maior probabilidade de propensão a lesão do membro inferior.

Num estudo Gama (2017), que avalia a receção a um pé após um salto *grand jete*, utilizando uma plataforma de forças semelhante, verificou-se que a posição do pé influencia a carga atingida. Resultado semelhante foi verificado no presente estudo em que, quando retirado o efeito do peso no pico de força  $F_z$  na receção ao solo, a magnitude deste valor está relacionada com a posição do pé no momento de contacto com o solo. Já Correia (2018), também avaliou praticantes de ginástica acrobática e estudou a pressão plantar, após um salto vertical, demonstrou que as regiões do pé mais solicitadas eram maioritariamente o retropé e antepé. A partir do estudo de Mills, Paim e Yeadon (2009) concluiu-se que é possível para um ginasta modificar a sua estratégia de receção a fim de minimizar as forças internas dos músculos e a força de reação ao solo. (Mills, Paim, and Yeadon 2009).

## 4 - CONCLUSÕES

Em suma, a força exercida no solo na receção do volante depende de diversos fatores, tais como a forma de receção, o impulso, peso corporal. Relativamente à forma de receção, esta apresentou valores de força superiores quando a receção era realizada sobre o mediopé, mesmo quando aos valores de pico de força foi retirado o efeito do peso corporal. Assim, as receções sobre o antepé demonstrou permitir obter valores de força vertical na receção ao solo inferiores, sugerindo poder ser mais vantajosa em termos de prevenção de lesões, para além de em termos competitivos ter melhor pontuação. Como seria esperado o impulso apresentou resultados diretamente proporcionais ao pico de força vertical. Por último, o peso corporal, foi determinante na força exercida no solo durante a receção, uma vez que quanto maior o peso corporal do volante, maior o pico de força vertical observado.

De forma a prevenir lesões relacionadas com a receção ao solo, como entorses do tornozelo e a fratura, será importante sensibilizar os volantes para a realização de uma receção ao solo a iniciar sobre o antepé. Considerando os resultados do presente estudo, os ginastas deveriam ser acompanhados periodicamente, de forma a verificar o tipo de receção que realizam, e quando identificadas como inapropriada, realizar um seguimento desses ginastas no sentido de perceber se as medidas de correção do gesto que estão a ser implementadas estão a surtir efeito. Dado que esta plataforma é bastante onerosa, e de forma a permitir uma avaliação mais frequente, seria interessante para um estudo futuro projetar-se uma plataforma própria para a ginástica acrobática, sendo possível efetuar um estudo contínuo de melhoria de salto.

## REFERÊNCIAS

- Buckthorpe, Matthew, John Morris, and Jonathan P. Folland. 2011. "Validity of Vertical Jump Measurement Devices." *Journal of Sports Sciences*: 65–67.
- Correia, Cristiano. 2018. "Análise e Comparação das Receções, Em Exercícios Na Ginástica Acrobática Com Alteração Da Zona de Contacto.", *Dissertação de Mestrado, FCTUC, Universidade de Coimbra*.
- Fernandes, Joana Filipa Gonçalves. 2016. "O Equilíbrio na Ginástica Acrobática: O Desempenho de Ginastas Bases e Volantes.", *Dissertação de Mestrado, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto*.
- FIG. 2021. "Federation Internationale de Gymnastique." <https://www.gymnastics.sport/site/pages/disciplines/hist-acro.php>.
- Gama. 2017. "Impacto das Forças de Reação do Solo na Ginástica Rítmica – Estudo De Saltos.", *Dissertação de Mestrado, FCDEF, Universidade de Coimbra*.

- Hull, M. L., R. Brewer, and D. Hawkins. 1995. "A New Force Plate Design Incorporating Octagonal Strain Rings." *Journal of Applied Biomechanics* 11(3): 311–21.
- Kistler. 2021. "3D Force Plate Portable (0...5kN)." <https://www.kistler.com/pt/product/type-9260aa/?application=5>.
- Maroco, J. 2007. *Edição Sílabo Análise Estatística Com Utilização Do SPSS*.
- Merida, Fernanda, Vilma Lení Nista-Piccolo, and Marcos Merida. 2008. "Redescobrimo a Ginástica Acrobática." *Movimento (ESEFID/UFRGS)* 14(2): 155–80.
- Mills, Chris, Matthew Paim, and Maurice Yeadon. 2009. "Reducing Ground Reaction Forces in Gymnastics' Landings May Increase Internal Loading." *Journal of Biomechanics*: 671–78.
- Naves, Eduardo L. M. 2001. "Desenvolvimento de Uma Plataforma de Força para Análise da Performance Biomecânica de Atletas", *Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Uberlândia*, Brasil.
- Pina, Esperança. 1999. *Anatomia Humana Da Locomoção*. ed. LIDEL. Lisboa.
- Pocinho, Margarida. 2014. *Metodologia de Investigação e Comunicação do Conhecimento Científico*. ed. LIDEL. Lisboa.
- Science Running. 2021. "Retropé, Médiopé e Antepé." <https://corridanossadodiaadia.blogspot.com/2018/07/retrope-mediope-ou-antepe.html>.
- Urquiza, Marcelle Alencar. 2005. "Desenvolvimento de Uma Plataforma de Força Multiaxial para Instrumentação Biomédica." *Universidade Federal De Uberlândia*: 53, Brasil.