



## Efeito do modelo “viver alto e treinar alto” sobre a potência em saltos verticais (CMJ e SJ) durante 2 fases de treinamento físico de atletas paralímpicos de endurance ao longo de 4 semanas à 1550m de altitude.

**Palavras-Chave:** Viver alto-Treinar alto; Hipóxia; *Countermovement Jump*; *Squat Jump*

**Autores/as:** Vitor Marcos Dos Santos, Fábio Leandro Breda, Fúlvia de Barros Manchado-Gobatto, Claudio Alexandre Gobatto, FCA, UNICAMP

### INTRODUÇÃO:

O treinamento em altitude tem sido amplamente debatido na comunidade científica em relação aos benefícios e prejuízos em competir ou treinar em hipóxia, visando alcançar melhores desempenhos atléticos, especialmente em provas de endurance (Khodae et al., 2016; Breda et al., 2022). Este meio de treinamento tem sido muito aplicado para atletas de alto rendimento por conta da melhora na capacidade de transporte de oxigênio no sangue, haja vista que promove aumento do número de glóbulos vermelhos, acompanhado também pelo aumento no conteúdo de hemoglobina e, obviamente, melhor disponibilidade de oxigênio aos tecidos, em especial o muscular (Chapman et al., 2014). No entanto, ainda são poucos e não conclusivos os estudos que avaliam os efeitos do modelo viver alto e treinar alto (LH+TH) sobre performances anaeróbias, em especial aquelas que envolvem o desenvolvimento de grande potência muscular em baixas e moderadas altitudes (Alotaibi et al., 2015). Dessa forma, o presente estudo analisou os efeitos do LH+TH sobre a potência de membros inferiores de atletas de “meio-fundo e fundo, da Seleção Brasileira Paralímpica de Atletismo”, por meio de saltos verticais *Countermovement Jump* (CMJ) e *Squat Jump* (SJ), durante 2 fases treinamento físico, sendo essas preparatórias geral e específicas em um intervalo de 3 meses, com programa realizado à 1550 m de altitude por 4 semanas.

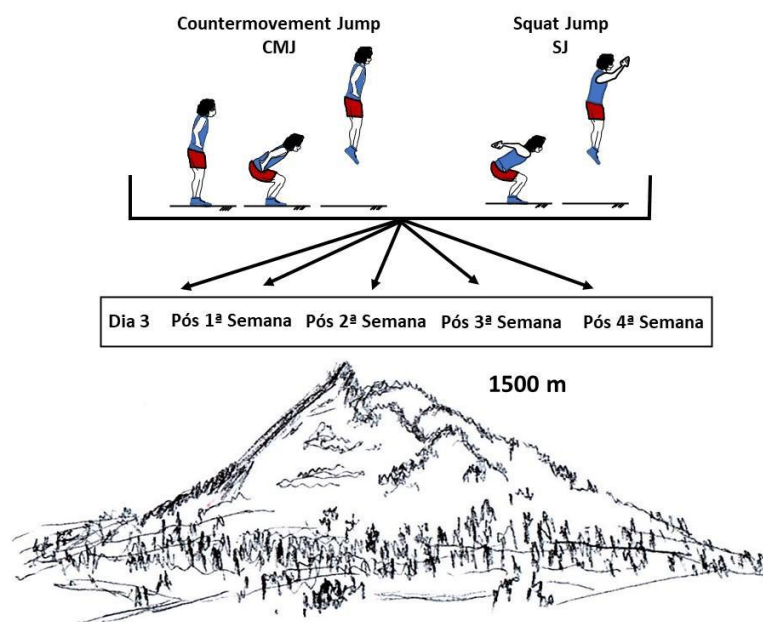
### METODOLOGIA:

Participaram do estudo 11 atletas de ambos os sexos (9 homens e 2 mulheres), das modalidades de fundo e meio-fundo do atletismo, pertencentes à Seleção Brasileira Paralímpica, dentre esses, atletas guias daqueles com deficiência visual. Tal participação teve o consentimento do Comitê Paralímpico Brasileiro, o qual já realiza parceria com o Laboratório de Fisiologia Aplicada ao Esporte

(LAFABE-UNICAMP), responsável pelo projeto de pesquisa. O presente projeto de pesquisa é parte de uma proposta maior, financiada pela FAPESP e CNPq.

Os atletas foram submetidos ao LH+TH para a mesma altitude (1550m) em duas fases diferentes de seu treinamento, sendo 7 atletas (6 homens e 1 mulher) na primeira fase (preparatória geral) e 8 atletas (7 homens e 1 mulher) na segunda (preparatória específica). O intervalo entre as idas para a altitude foi de 3 meses e a duração de cada LH+TH foi de 4 semanas, sendo os regimes de treinamento aqueles normalmente aplicados às respectivas fases. As avaliações aconteceram no mesmo momento utilizando o mesmo protocolo nas duas fases. Durante as duas fases de treinamento, os atletas foram submetidos a dois protocolos de saltos, sendo esses realizados no terceiro dia de treinamento em altitude, e ao final das 1ª, 2ª, 3ª e 4ª semanas. Os testes aconteceram sempre no período da manhã, após um aquecimento padrão, com corrida leve de 20 minutos, alongamentos dinâmicos e cinco estímulos de 50m com corrida de ritmo progressivo. Durante o período de treinamento em altitude, os atletas realizaram semanalmente, dois dias com trabalhos de fortalecimento geral, utilizando pesos livres, e um dia de trabalho pliométrico, com sessões de aproximadamente 120 a 140 saltos, utilizando apenas a massa corporal.

O desenho experimental está esquematizado na figura 1.



**Figura 1.** Desenho experimental: Countermovement jump e Squat Jump foram realizados no 3º dia e após as semanas 1, 2, 3 e 4. Esses testes foram aplicados aos atletas de fundo e meio-fundo da seleção brasileira paralímpica durante treinamento físico específico de 4 semanas, realizados em duas diferentes fases na altitude moderada de 1550m.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após a coleta dos dados obtidos durante todo o programa de treinamento, realizamos a análise estatística, no qual encontramos as médias e seu desvio padrão de todos os atletas nas duas fases do treinamento, tanto no SJ, como também no CMJ, não sendo encontrada diferença estatística da média dos resultados obtidos durante o treinamento em altitude, (Tabela 1).

**Tabela 1.** Valores médios dos testes de Squat Jump (SJ) e Countermovement Jump (CMJ) ao longo do treinamento de altitude (1550m) nas Fases 1 (preparatório geral) e 2 (preparatório específico).

		SQUAT JUMP (cm)	COUNTERMOVEM ENT JUMP (cm)
<b>FASE 1</b>	media	34,4	35,5
	DP	± 7,6	± 8,5
<b>FASE 2</b>	media	31,6	32,7
	DP	± 5,3	± 5,5

No entanto, as médias dos valores individuais dos dois testes, nas avaliações parciais ao longo do treinamento, nas fases 1 e 2, tanto no squat jump como no countermovement jump, apresentaram diferenças nos resultados do 3º dia, em comparação com os resultados de cada semana (tabela 2 e 3). Isso pode ser justificado pelo fato dos atletas estarem na fase de aclimação à menor pressão parcial do oxigênio inspirado (Millet et al., 2010), o que promove mudanças importantes sobre o transporte de oxigênio para o tecido muscular, gerando perda na potência muscular. A literatura aponta que nessas condições, as adaptações sanguíneas e musculares na produção de proteínas e organelas permitem elevar desempenhos relacionados à potência (VO<sub>2</sub>max) e capacidades aeróbias (limiares metabólicos) (Pinilla, 2014). No entanto, adaptações anaeróbias positivas parecem ser mais complexas nas condições de hipóxia, sendo bastante dependente dos estímulos mecânicos orientados aos atletas (Li et al., 2020).

Nesse sentido foi observado, apenas para o squat jump (tabela 2) no período de treinamento específico (fase 2), maior sensibilidade em relação a evolução dos saltos, na comparação dos resultados da semana 1 com a semana 4. Este fato pode ser decorrente da diferença física como os atletas chegaram à altitude, provavelmente mais adaptados à esforços de alta intensidade no período pré-altitude. Na primeira fase (preparatório geral) os atletas estavam iniciando o treinamento, com ênfase para as adaptações aeróbias. Já na fase 2, provavelmente os estímulos mais intensos permitiram positiva evolução de performance para o squat jump ao longo do treinamento de altitude. Tem sido reportado que estímulos repetidos de alta intensidade possam gerar maior potência anaeróbia em condições de hipóxia (Faiss et al., 2013) e nossos achados na fase 2 corroboram com tal postulação. É interessante, inclusive, observar nos resultados de SJ e CMJ uma tendência à menores potências na semana 3 da fase 1, oscilações que parecem ser dependentes do estado de treinamento e tais respostas deverão ser melhor investigadas em futuros estudos.

**Tabela 2.** Valores normalizados (em relação aos valores médios individuais) dos resultados dos testes de Squat Jump (SJ) ao longo do treinamento de altitude (1550m) nas Fases 1 (preparatório geral) e 2 (preparatório específico),

		dia 3	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
<b>FASE 1</b>	média	0,85*	1,04	1,05	1,01	1,06
	DP	0,05	0,06	0,02	0,03	0,03
<b>FASE 2</b>	média	0,95*	0,99	1,01	1,01	1,05 <sup>#</sup>
	DP	0,06	0,03	0,02	0,02	0,04

\* diferença estatística em relação aos demais momentos (na mesma fase) do treinamento em altitude;

# diferença estatística em relação à Semana 1 (na mesma fase) do treinamento em altitude.

**Tabela 3.** Valores normalizados (em relação aos valores médios individuais) dos resultados dos testes de Countermovement Jump (CMJ) ao longo do treinamento de altitude (1550m) nas Fases 1 (preparatório geral) e 2 (preparatório específico).

		dia 3	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
<b>FASE 1</b>	média	0,86*	1,05	1,03	1,01	1,07
	DP	0,06	0,04	0,02	0,05	0,05
<b>FASE 2</b>	média	0,92*	0,99	1,03	1,01	1,04
	DP	0,06	0,04	0,02	0,05	0,07

\* diferença estatística em relação aos demais momentos (na mesma fase) do treinamento em altitude;

## CONCLUSÕES:

Nossos resultados mostraram que não houve variação da média dos saltos (SJ e CMJ) ao longo do treinamento físico em 1550m, estando os atletas em fases diferentes da periodização. No entanto, a fase 2 (preparatória específica) foi mais sensível em verificar evolução dos resultados de SJ ao longo das semanas de treinamento em altitude.

## AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao CNPq (PIBIC) pelo auxílio de bolsa IC, bem como a Faculdade de Ciências Aplicadas (UNICAMP) e o Comitê Paralímpico Brasileiro, sedes do projeto. Agradecemos também aos auxílios financeiros da FAPESP (Regular, proc. 2020/11946-6) e CNPq (Universal, proc. 409521/2021-3) para o desenvolvimento desse estudo.

## BIBLIOGRAFIA

Alotaibi M, Arrowsmith S, Wray S. Hypoxia-induced force increase (HIFI) is a novel mechanism underlying the strengthening of labor contractions, produced by hypoxic stresses. PNAS, 112(31):97639768, 2015.

- Breda FL, Manchado-Gobatto FB, de Barros Sousa FA, Beck WR, Pinto A, Papoti M, Scariot PPM, Gobatto CA. Complex networks analysis reinforces centrality hematological role on aerobic–anaerobic performances of the Brazilian Paralympic endurance team after altitude training. *Sci Rep*, 12, 1148, 2022.
- Chapman R, Stickford ASL, Lundby C, Levine DB. Timing of return from altitude training for optimal sea level performance. *Appl Physiol*. 116: 837–843, 2014.
- Faiss, R., Léger, B., Vesin, J., Fournier, P., Eggel, Y., Dériaz, O., Millet, G.P. Significant Molecular and Systemic Adaptations after Repeated Sprint Training in Hypoxia. **PLoS One**, 8(2): e56522, 2013.
- Khodae M, Grothe HL, Seyfert JH, VanBaak K. Athletes at High Altitude. *Sports Health*. 8(2):126-32, 2016.
- Li, J., Li, Y., Atakan, M.M., Kuang, J., Hu, Y., Bishop, D.J., Yan, X. The Molecular Adaptive Responses of Skeletal Muscle to High-Intensity Exercise/Training and Hypoxia. **Antioxidants**, 9(8): 656, 2020.
- Millet GP, Roels B, Schmitt L, Woorons X, Richalet JP. Combining Hypoxic Methods for Peak Performance. *Sports Med*; 40(1): 1-25 2010.
- Pinilla COV. Exercise and training at altitudes physiological effects and protocols. *Rev. Cienc. Salud*. 12 (1): 111-126, 2014