

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE PORTO ALEGRE

CURSO DE FISIOTERAPIA

Luiza Furtado de Moraes

**Impacto da hipohidratação na performance de força
muscular isométrica em mulheres**

UFCSPA

**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

Porto Alegre

2025

Luiza Furtado de Moraes

Impacto da hipohidratação na performance de força muscular isométrica em mulheres

Trabalho de Conclusão de Curso de Fisioterapia, da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Orientadora: Dra. Gabriela Tomedi Leites
Coorientador: Dr. Giovani dos Santos Cunha

Porto Alegre
2025

Catálogo na Publicação

Moraes, Luiza Furtado de
Impacto da hipohidratação na performance de força
muscular em mulheres / Luiza Furtado de Moraes. -- 2025.
34 p. : il., graf., tab. ; 30 cm.

Relatório (trabalho de conclusão de curso) --
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto
Alegre, Curso de Fisioterapia, 2025.

Orientador(a): Gabriela Tomedi Leites ;
coorientador(a): Giovani dos Santos Cunha.

1. Hipohidratação. 2. Força muscular. 3. Mulheres. 4.
Desempenho físico. 5. Termorregulação. I. Título.

LUIZA FURTADO DE MORAES

Impacto da hipohidratação na performance de força muscular isométrica em mulheres

Trabalho final, apresentado a Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia.

Porto Alegre, 2 de dezembro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^(a) GABRIELA TOMEDI LEITES

Prof.^(a) PATRÍCIA VIANA DA ROSA

Prof.^(a) LUIZ FERNANDO FERREIRA

Dedico este trabalho a todos com quem tive a oportunidade de compartilhar esta jornada, aos encontros que a vida me deu de presente.

RESUMO

Objetivo: Verificar o impacto da hipohidratação na performance de força muscular isométrica em mulheres fisicamente ativas. **Métodos:** Seis mulheres entre 18 e 38 anos, realizaram duas sessões experimentais idênticas de exercício em câmara ambiental (39 °C; 50% umidade relativa), diferenciadas apenas pelo estado de hidratação (0% e -2%). A avaliação ocorreu através de uma sessão de exercício de ciclismo dividido em 4 séries de 20 minutos, em uma intensidade moderada, controlada através de produção de calor metabólico por unidade de massa corporal (6W.kg^{-1}) e com monitoramento dos indicadores fisiológicos e perceptivos. Por fim, em ambiente neutro, foram avaliadas a força de preensão manual e força de contração voluntária máxima isométrica de extensão de joelho. **Resultados:** A hipohidratação de ~2% aumentou a percepção de esforço ($p = 0,002$) e de sede ($p = 0,005$), reduziu o conforto térmico ($p = 0,030$) e diminuiu a força relativa manual esquerda ($p = 0,008$), sem provocar alterações significativas no torque isométrico de joelho ($p = 0,140$) nem na força manual do membro superior direito ($p = 0,520$). **Conclusão:** O nível de 2% de hipohidratação demonstra que pequenas perdas hídricas afetaram principalmente variáveis perceptivas e tarefas mais sensíveis ao drive neural, reforçando que os efeitos da hipohidratação não são uniformes entre diferentes segmentos musculares.

Palavras-chave: Hipohidratação; Força muscular; Mulheres; Desempenho físico; Termorregulação.

ABSTRACT

Objective: Verify the impact of hypohydration on isometric muscle strength performance in physically active women. **Methods:** Six women aged 18 to 38 years completed two identical experimental exercise sessions in an environmental chamber (39 °C; 50% relative humidity), differing only in hydration status (0% and -2%). The assessment consisted of an 80-minute cycling protocol divided into four 20-minute bouts at moderate intensity, controlled by metabolic heat production per unit of body mass ($6 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$), with continuous monitoring of physiological and perceptual indicators. Subsequently, in a thermoneutral environment, handgrip strength and maximal voluntary isometric contraction of knee extension were evaluated. **Results:** Approximately 2% hypohydration increased ratings of perceived exertion ($p = 0.002$) and thirst ($p = 0.005$), reduced thermal comfort ($p = 0.030$), and decreased relative handgrip strength of the left upper limb ($p = 0.008$), without inducing significant changes in knee isometric torque ($p = 0.140$) or right-hand grip strength ($p = 0.520$). **Conclusion:** A 2% level of hypohydration demonstrates that small fluid losses primarily affect perceptual variables and tasks that are more sensitive to neural drive, indicating that the effects of hypohydration are not uniform across different muscle groups.

Keywords: Hypohydration; Muscle strength; Women; Physical performance; Thermoregulation.

RESUMEN

Objetivo: Verificar el impacto de la hipohidratación sobre el rendimiento de la fuerza muscular isométrica en mujeres físicamente activas. **Métodos:** Seis mujeres entre 18 y 38 años realizaron dos sesiones experimentales idénticas de ejercicio en una cámara ambiental (39 °C; 50% de humedad relativa), diferenciadas únicamente por el estado de hidratación (0% y -2%). La evaluación consistió en una sesión de ciclismo dividida en 4 series de 20 minutos a intensidad moderada, controlada mediante la producción de calor metabólico por unidad de masa corporal ($6 \text{ W} \cdot \text{kg}^{-1}$), con monitoreo continuo de indicadores fisiológicos y perceptivos. Posteriormente, en ambiente neutro, se evaluaron la fuerza de prensión manual y la fuerza de contracción voluntaria máxima isométrica de extensión de rodilla. **Resultados:** La hipohidratación cercana al 2% incrementó la percepción de esfuerzo ($p = 0,002$) y la sensación de sed ($p = 0,005$), redujo el confort térmico ($p = 0,030$) y disminuyó la fuerza relativa del miembro superior izquierdo ($p = 0,008$), sin generar cambios significativos en el torque isométrico de rodilla ($p = 0,140$) ni en la fuerza manual del miembro superior derecho ($p = 0,520$). **Conclusión:** Un nivel de hipohidratación del 2% evidencia que pequeñas pérdidas hídricas afectan principalmente variables perceptivas y tareas más sensibles al *drive* neural, demostrando que los efectos de la hipohidratación no se manifiestan de manera uniforme entre distintos grupos musculares.

Palabras clave: Estado de hipohidratación; Fuerza muscular; Mujeres; Desempeño físico; Termorregulación.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho experimental das sessões experimentais..... 18

Figura 2 – Comparação das forças musculares de membros superiores individuais das participantes nas sessões euhidratada e hipohidratada..... 22

Figura 3 – Comparação das forças musculares de membro inferior dominante individuais das participantes nas sessões euhidratada e hipohidratada..... 23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características antropométricas das mulheres..... 19

Tabela 2 – Variáveis perceptivas durante o exercício no calor nas sessões euhidratada e hipohidratada.....21

Tabela 3 – Comparativo da força muscular isométrica relativa de membros superiores e membro inferior dominante nas sessões euhidratada e hipohidratada.....22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DXA: Absorciometria por dupla emissão de raios X (*Dual-energy X-ray Absorptiometry*)

VO_{2pico}: Consumo de oxigênio de pico (*Peak Oxygen Uptake*)

VO₂: Consumo de oxigênio (*Oxygen Uptake*)

VCO₂: Produção de dióxido de carbono (*Carbon Dioxide Output*)

RER: Razão de Troca Respiratória (*Respiratory Exchange Ratio*)

P: Participante

FC: Frequência Cardíaca

GEU: Gravidade Específica da Urina

T_{re}: Temperatura Retal

T_{pele}: Temperatura de Pele

PSE: Percepção subjetiva de esforço

CT: Conforto Térmico

ST: Sensação Térmica

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. MÉTODOS.....	14
2.1. Projeto e amostra	14
2.2. Critérios de inclusão.....	15
2.3. Sessão preliminar	15
2.4. Sessão experimental.....	16
2.5. Análise estatística	18
3. RESULTADOS	19
4. DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÃO	25
6. REFERÊNCIAS	25
7. ANEXOS	29

1. REFERÊNCIAS

1. Andersen LL, Andersen JL, Zebis MK, Aagaard P. Early and late rate of force development: differential adaptive responses to resistance training? *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20(1):e162-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00933.x>
2. Faigenbaum AD, Kraemer WJ, Blimkie CJ, Jeffreys I, Micheli LJ, Nitka M, Rowland TW. Youth resistance training: updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res*. 2009;23(Suppl 5):S60-79. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31819df407>
3. Aragon-Vargas LF, Wilk B, Timmons BW, Bar-Or O. Body weight changes in child and adolescent athletes during a triathlon competition. *Eur J Appl Physiol*. 2013;113(1):233-9. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2431-8>
4. Arnaoutis G, Kavouras SA, Angelopoulou A, Skoulariki C, Bimpikou S, Mourtakos S, Sidossis LS. Fluid balance during training in elite young athletes of different sports. *J Strength Cond Res*. 2014;29(12):3447-52. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000400>
5. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BS, Roberts WO, Stone JA. National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid Replacement for Athletes. *J Athl Train*. 2000;35(2):212-24. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1323420/>
6. Dougherty KA, Baker LB, Chow M, Kenney WL. Two percent dehydration impairs and six percent carbohydrate drink improves boys' basketball skills. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(9):1650-8. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000227640.60736.8e>
7. Chevront SN, Carter R, Sawka MN. Fluid balance and endurance exercise performance. *Curr Sports Med Rep*. 2003;2(4):202-8. <https://doi.org/10.1249/00149619-200308000-00006>
8. Chevront SN, Kenefick RW, Ely BR, Harman EA, Castellani JW, Frykman PN, Nindl BC, Sawka MN. Hypohydration reduces vertical ground reaction impulse but not jump height. *Eur J Appl Physiol*. 2010;109(6):1163-70. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1458-y>

9. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(2):377-90. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31802ca597>
10. Shirreffs SM, Sawka MN. Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *J Sports Sci.* 2011;29(Suppl 1):S39-46. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.614269>
11. Wilk B, Timmons BW, Bar-Or O. Voluntary fluid intake, hydration status, and aerobic performance of adolescent athletes in the heat. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2010;35(6):834-41. <https://doi.org/10.1139/H10-084>
12. Kavouras SA, Arnaoutis G, Makrillos M, Garagouni C, Nikolaou E, Chira O, Ellinikaki E, Sidossis LS. Educational intervention on water intake improves hydration status and enhances exercise performance in athletic youth. *Scand J Med Sci Sports.* 2012;22(5):684-9. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01296.x>
13. Ftaiti F, Grelot L, Coudreuse JM, Nicol C. Combined effect of heat stress, dehydration and exercise on neuromuscular function in humans. *Eur J Appl Physiol.* 2001;84(1-2):87-94. <https://doi.org/10.1007/s004210000339>
14. Hayes LD, Morse CI. The effects of progressive dehydration on strength and power: is there a dose response? *Eur J Appl Physiol.* 2010;108(4):701-7. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1288-y>
15. Bigard AX, Sanchez H, Claveyrolas G, Martin S, Thimonier B, Arnaud MJ. Effects of dehydration and rehydration on EMG changes during fatiguing contractions. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;33(10):1694-700. <https://doi.org/10.1097/00005768-200110000-00013>
16. Bowtell JL, Avenell G, Hunter SP, Mileva KN. Effect of hypohydration on peripheral and corticospinal excitability and voluntary activation. *PLoS One.* 2013;8(10):e77004. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0077004>

17. Judelson DA, Maresh CM, Anderson JM, Armstrong LE, Casa DJ, Kraemer WJ, Volek JS. Hydration and muscular performance: does fluid balance affect strength, power and high-intensity endurance? *Sports Med.* 2007;37(10):907-21. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737100-00006>
18. Wilk B, Yuxiu H, Bar-Or O. Effect of body hypohydration on aerobic performance of boys who exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc.* 2002;34:S48. <https://doi.org/10.1097/00005768-200205001-00265>
19. Meyer F, Volterman KA, Timmons BW, Wilk B. Fluid balance and dehydration in the young athlete: assessment considerations and effects on health and performance. *Am J Lifestyle Med.* 2012. <https://doi.org/10.1177/1559827612444525>
20. Rodrigues R, Baroni BM, Meyer F, Vaz MA. Hipo-hidratação e produção de força pelo músculo esquelético: uma breve revisão. *Rev Mackenzie Educ Fís Esporte.* 2014;13(1):161–74. <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/4297>
21. Casa DJ. Exercise in the heat. I. Fundamentals of thermal physiology, performance implications, and dehydration. *J Athl Train.* 1999;34(3):246–52. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1322918/>
22. Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (SBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos. *Rev Bras Med Esporte.* 2009;15(2 Suppl):1-12. <https://www.medicinadoesporte.org.br/wp-content/uploads/2020/01/v9n2a02.pdf>
23. Fink HH, Burgoon LA, Mikesky AE. *Practical Applications in Sports Nutrition.* 6th ed. Jones & Bartlett; 2021.
24. Deshayes TA, Racinais S, Hue O, Perrey S. Impact of dehydration on perceived exertion during endurance exercise: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Appl Physiol.* 2022;122(7):1569–84. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2022.03.006>

25. Mougin F, Dumortier M, Gauthier A, Perrey S. The effect of heat stress and dehydration on muscle blood flow and metabolism. *Sports Med.* 2025;55(4):633–47. <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02294-3>
26. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms. *Sports Med.* 2015;45(Suppl 1):S51-S60. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0395-7>
27. Stachenfeld NS. Sex hormone effects on body fluid regulation. *Exerc Sport Sci Rev.* 2014;42(3):152–9. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31817be928>
28. Chodkowski J, Raza F, Weitzenberg M, Singh J, Verma N. Role of nutrition and hydration in injury prevention and recovery. *Curr Sports Med Rep.* 2023;22(1):1–8. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2024.71.56117>
29. Miller KC, Stone MS, Huxel KC, Edwards JE. Exercise-associated muscle cramps: causes, treatment, and prevention. *Sports Health.* 2010;2(4):279-83. <https://doi.org/10.1177/1941738110366829>
30. Lau WY, Kato H, Nosaka K. Water intake after dehydration makes muscles more susceptible to cramp but electrolytes reverse that effect. *BMJ Open Sport Exerc Med.* 2019;5(1):e000478. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000478>
31. Enoka RM, Duchateau J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. *J Physiol.* 2008;586(1):11-23. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2007.139477>