

IMPACTOS DA COMPETIÇÃO DE TRIATHLON SPRINT NA POTÊNCIA MUSCULAR E NA MASSA CORPORAL EM ATLETAS

Murilo Schellin Canez¹, Lucielen Insaurriaga da Silva¹, Carolina Corrêa de Souza¹
Helena da Costa Pereira¹, Marcelo de Jesus Pereira¹, Rousseau Silva da Veiga¹
Eraldo dos Santos Pinheiro¹, Gustavo Dias Ferreira¹

RESUMO

Introdução: O triathlon é uma competição esportiva que combina três diferentes modalidades de exercícios em uma única prova: natação, corrida e bicicleta. Sua relação com a fadiga é importante de investigar por conta da natureza extenuante da prova. **Objetivo:** Identificar as alterações da potência de membros inferiores e massa corporal de atletas de uma etapa de triathlon sprint. **Materiais e Métodos:** Este estudo transversal foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Pelotas e baseou-se em coletas pré e pós prova de uma Etapa do Campeonato de Triathlon, organizada pela Federação Gaúcha de Triathlon. A amostra de 18 atletas masculinos foi selecionada por conveniência, de acordo com os atletas que disputavam a categoria sprint, os quais realizaram avaliações de potência de membros inferiores (PMI) com salto em plataforma de força, e massa corporal com pesagem em balança, antes e após a prova. **Resultados:** Uma análise com toda amostra indicou uma redução média de 1,1 kg na massa corporal ($p=0,001$) e nenhuma diferença na altura do salto ($p=0,763$) comparando pré e pós a competição. Análises adicionais indicaram que atletas melhores colocados tiveram maior redução de peso e melhoraram a PMI, indicando ativação muscular, enquanto os piores colocados perderam menos líquido corporal e pioraram a PMI, indicando fadiga. **Conclusão:** Os resultados destacam que o desempenho na prova de triathlon influencia a composição corporal e a performance de potência muscular, e pode orientar estratégias de treinamento e recuperação do atleta.

Palavras-chave: Fisiologia do exercício. Esporte. Fisioterapia. Fadiga. Atletas.

1 - Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

Autor correspondente:
Murilo Schellin Canez
murilocanez2000@gmail.com

ABSTRACT

Impacts of sprint Triathlon competition on muscle power and body mass in athletes

Introduction: Triathlon is a sporting competition that combines three different types of exercise in a single event: swimming, running and cycling. Its relationship with fatigue is important to investigate. **Objective:** To identify changes in lower limb power and body mass in athletes in a sprint triathlon. **Materials and Methods:** This cross-sectional study was approved by the Ethics and Research Committee of the Federal University of Pelotas and was based on pre- and post-race collections from a Triathlon Championship, organized by the State Triathlon Federation. The sample of 18 male athletes was selected for convenience, according to the athletes who competed in the sprint category, who carried out assessments of lower limb power (LLP) with jumping on a force platform and body mass with weighing on a scale, before and after the test. **Results:** An analysis with the entire sample indicated an average reduction of 1.1 kg in body mass ($p=0.001$) and no difference in jump height ($p=0.763$) comparing pre and post competition. Additional analysis indicated that better placed athletes had greater weight reduction and improved LLP, indicating muscle activation, while the worst placed athletes lost less body fluid and worsened LLP, indicating fatigue. **Conclusion:** The results highlight that performance in the triathlon event influences body composition and muscular power performance, and can guide the athlete's training and recovery strategies.

Key words: Exercise physiology. Sport. Physiotherapy. Fatigue. Athletes.

E-mail dos autores:
insaurriagaluci@gmail.com
caroolsouza_@hotmail.com
dacostapereira.helena@gmail.com
pereiram9037@gmail.com
rousseauveiga@gmail.com
esppoa@gmail.com
gusdiasferreira@gmail.com

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o número de praticantes de triathlon têm aumentado constantemente, bem como, novos estudos que buscam compreender as repercussões desta complexa modalidade esportiva nos indivíduos (Armstrong, 2021; Aurell-Badenas e colaboradores, 2020; Sherriffs e Sawka, 2011).

Composto por natação, ciclismo e corrida, realizados de modo sequencial, possui diferentes modalidades, que apresentam variações quanto à distância.

A mais frequente e intensa das competições é o triathlon sprint, caracterizado por 750 m de natação, 20 km de ciclismo e 5km de corrida, apresentando duração média de uma hora de prova (Confederação Brasileira de Triathlon, 2024; Espejo, Martinez-Sobrinho e Veiga, 2024; Vleck, Millet e Alves, 2014).

A complexidade do triathlon surge dos diferentes impactos fisiológicos gerados ao atleta, sendo que estas repercussões variam segundo alguns fatores, como: tempo de experiência, distância percorrida, estratégias adotadas no desenvolvimento do percurso, além do preparo físico, nutricional e mental (Mrakic-Sposta e colaboradores, 2020; Vleck, Millet e Alves, 2014).

Neste sentido, o monitoramento da perda de massa corporal durante uma prova é de extrema importância prevenir a desidratação (-2 a -4 % de massa corporal), podendo representar redução da performance em corridas de sprint (Armstrong, 2021; Sherriffs e Sawka, 2011).

A queda no desempenho se acentua em ambientes quentes em relação à frios, devido ao impacto na eficiência da termorregulação, pela alteração da frequência cardíaca e percepção de fadiga (Andrade e colaboradores, 2023; Periard, Eijvogels e Daanen 2021).

Sendo que mesmo modestas alterações de temperatura, repercutem na queda de performance em níveis submáximos de esforço (Armstrong, 2021; Swafford e colaboradores, 2024; Trangmar e González-Alonso, 2019).

Além dos fatores de hidratação (Periard, Eijvogels, Daanen, 2021; Trangmar e González-Alonso., 2019), a fadiga periférica aguda em triatletas parece estar diretamente relacionada com as microlesões musculares, tendo em vista o aumento significativo de biomarcadores pró-inflamatórios pós-

competição, como interleucinas, lactato sanguíneo e creatina quinase (Coso e colaboradores, 2012; Fernandes e colaboradores, 2023; Nyborg e colaboradores, 2020), o que pode acarretar em impacto direto em capacidades físicas de extrema importância para a realização das provas, como a potência de membros inferiores (Millet e Bentley, 2004; Sinisgalli e colaboradores, 2021).

Quanto ao detrimento no desempenho muscular do triatleta, sugere-se que há quedas relativas de performance de acordo com a característica do indivíduo, visto que atletas de elite ou com prévia experiência, manifestam capacidade de manter alto desempenho com um menor aumento no custo energético do organismo (Millet e Bentley, 2004; Sinisgalli e colaboradores, 2021).

Tendo em vista que o triathlon é uma modalidade esportiva ampla e complexa, com variações tanto na sua prática, quanto caracterização de seus atletas, a literatura ainda carece de estudos que determinem os impactos da fadiga periférica em provas curtas e intensas.

Ainda, faz-se necessário compreender de que maneira a perda de líquidos, gerada por uma competição, caracteriza aqueles atletas quanto ao seu referente desempenho.

Deste modo, este estudo busca investigar as alterações da potência de membros inferiores e massa corporal, relacionadas ao desempenho de atletas de uma etapa de triathlon sprint.

MATERIAIS E MÉTODOS

Delineamento do Estudo

Este é um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) em Seres Humanos da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) sob registro de número 6.822.675. O presente estudo se baseou em coletas realizadas pré e pós Etapa de Triathlon Sprint organizado pela Federação Gaúcha de Triathlon (2024), composta por um percurso contínuo de 750m de natação, 20km de ciclismo e 5km de corrida.

Amostra

A amostra foi selecionada por conveniência, por meio de convites realizados no momento anterior da prova. Os critérios de inclusão foram: (1) idade superior a 18 anos; (2)

completar a prova, com realização das avaliações tanto pré, quanto pós-prova; (3) ter participado do modelo sprint de prova; (4) não apresentar nenhuma lesão ou comprometimento durante a prova que limitasse a aplicação do teste. Dos 75 atletas inscritos na competição (dos dois sexos e das modalidades sprint e mini triathlon), 28 se voluntariaram a participar do estudo. Após aplicação dos critérios de inclusão, foram excluídas da análise atletas que não retornaram para realizar o pós-testes (n=1), lesionado (n=1), atletas da modalidade mini

triathlon (n=3) e do sexo feminino, pelo baixo número de atletas (n=5).

No total, 18 atletas do sexo masculino foram incluídos no estudo.

A tabela 1 apresenta caracterização dos indivíduos. Os indivíduos participantes foram informados detalhadamente do processo de realização do estudo e no final das avaliações receberam seus resultados individuais. O tempo e colocação na prova também foram coletados para utilização na análise.

Tabela 1 - Caracterização da amostra (n=18).

Variável	Média ±DP
Idade (anos)	35,5 ±12,9
Estatura (centímetros)	173 ±9,6
Massa Corporal (quilogramas)	74,2 ±4,4

Desempenho Muscular

Para medida de potência de membros inferiores foi utilizado o Countermovement Jump (CMJ) em tapete de contato (Jump System®, Brasil). Um mesmo avaliador treinado, com experiência, realizou a aplicação do teste em todos os momentos de coleta, os atletas foram solicitados a ficarem descalços se posicionando em ortostase, com base na largura do quadril e joelhos estendidos, sobre o tapete. Para execução o atleta é solicitado a posicionar as mãos sobre o quadril mantendo-as durante todo teste, ao comando do avaliador, é realizado um agachamento seguido de uma extensão de joelho explosiva, realizando um salto vertical e atingindo a maior altura possível. Após a realização do salto, articulações do joelho e quadril devem se manter estendidas, e deslocamentos laterais devem ser evitados. Foram realizadas duas tentativas, sendo coletado o salto com maior altura atingida (Markovic e colaboradores, 2004). Os saltos foram realizados pré-prova e em torno de 10 minutos após chegada do atleta pós-prova.

Massa Corporal

Para avaliação das variações de massa corporal, foi utilizada uma balança digital. A balança foi utilizada no mesmo local, tanto para

as pesagens pré quanto pós-competição, os atletas foram solicitados a ficarem descalços sem a utilização de pertences ou acessórios para realização da avaliação, sendo então posicionados em ortostase, com os pés ao centro da balança com descarga de peso simétrica e estável. As avaliações foram realizadas concomitantemente com a avaliação do CMJ.

Análise Estatística

Os dados coletados foram tabulados no programa Microsoft Excel®, para subsequentemente serem exportados para o Stata 13.0. A normalidade dos dados foi verificada e foi realizada análise estatística descritiva, sendo os dados apresentados em média, desvio padrão. Para comparar os valores pré e pós de amostras pareadas (amostra geral), foi utilizado o Teste t pareado. As análises contendo percentuais avaliam os resultados obtidos no pós-prova em relação àqueles observados na pré-prova (considerados 100%). A amostra foi dividida para análise em percentil 50 (P50), subdividido em dois grupos iguais (n=9), e de acordo com seu desempenho, comparação entre os atletas que chegaram ao pódio (n= 4), com os demais (n= 14). Para análise da amostra em percentil foi aplicado Teste t para amostras independentes. Em todos os testes foi utilizado

o nível de significância estatística de $p \leq 0,05$, sendo Intervalo de Confiança (IC) estabelecido de 95%.

RESULTADOS

Englobando os 18 atletas masculino da categoria Sprint, verificou-se uma redução média de 1,1 Kg entre os indivíduos pré e pós prova com diferença estatisticamente significativa. Com relação a altura do salto, não se observou diferenças significativas. Os dados brutos são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Massa corporal e altura de salto pré e pós-competição (n= 18).

Variável	Pré	Pós	*p-valor
Peso (kg)	78,7 ± 1,0	77,6 ± 1,9	0,001
Potência de membros inferiores (cm)	32,5 ± 5,2	32,3 ± 5,9	0,763

Dados apresentados como média ± desvio padrão. *Teste t para amostras pareadas. Significância fixada em 5% para todas as análises.

Comparando a amostra em dois grupos de acordo com o P50, verifica-se que aqueles atletas piores colocados tiveram uma menor redução no peso corporal (1%) após a prova, quando comparados aos atletas melhores colocados (1,9%). Quando analisado o desempenho muscular pelo CMJ pós-prova, atletas piores colocados apresentaram redução de 2,8% no desempenho em relação à pré-prova, enquanto aqueles melhores colocados aumentaram o desempenho em 1,7%.

Quando comparados atletas classificados no pódio (n= 4) e as demais classificações (n= 14), indivíduos com melhor

desempenho na prova de Triathlon apresentaram uma maior redução no peso corporal (2,5%), comparados àqueles fora do pódio (1,1%), analisando valores pós-prova em relação ao pré-prova, diferença estatisticamente significativa. Referente ao desempenho muscular, atletas fora do pódio de classificação apresentaram redução de 3,6% na avaliação do CMJ após a prova, em contrapartida, indivíduos classificados no pódio apresentaram uma ativação muscular e um aumento de 8,8% na altura de salto. Maiores detalhes referente a análise por grupos podem ser verificados na Tabela 3.

Tabela 3 - Percentual dos valores pós-competição de peso e altura do salto, em relação a avaliação pré-prova.

Variável	n	% do Peso média ± DP	*p-valor	% do Salto média ± DP	*p-valor
P50					
< P50	9	99,0 ± 0,3	0,072	97,2 ± 4,5	0,453
> P50	9	98,1 ± 0,3		101,7 ± 3,6	
Classificação					
Não-Pódio	14	98,9 ± 0,2	0,018	96,4 ± 3,2	0,061
Pódio	4	97,5 ± 0,6		108,8 ± 1,2	

P50: percentil 50. *Teste t para amostras independentes. Significância fixada em 5% para todas as análises.

DISCUSSÃO

O propósito deste estudo foi investigar as possíveis variações na performance muscular, bem como na massa corporal de atletas após a realização de uma prova de triathlon sprint.

Para tanto, foram realizadas avaliações antes, e em média 10 minutos após a prova, sendo aplicado o teste de CMJ para verificação da potência muscular de membros inferiores, e medida de massa corporal em balança digital.

Como principais resultados desta investigação, destaca-se que: (a) atletas com classificação superior na prova, apresentaram maior redução de massa corporal, em relação aos atletas com classificações inferiores; (b) aqueles indivíduos com melhor desempenho na prova, obtiveram valores médios de potência de membros superiores maiores, enquanto, atletas com classificações inferiores, verificou-se redução da performance; e (c) atletas que apresentaram melhora na performance do CMJ após a prova, observou-se maior redução de massa corporal, com valores que aumentaram gradualmente segundo sua classificação de desempenho no evento.

De acordo com a classificação da prova (pódio ou não-pódio), apesar de estatisticamente a diferença ser demonstrada somente em relação a diminuição de massa corporal, destaca-se relevante a diferença prática de 14% entre altura de salto em favor dos primeiros colocados.

Em provas de curta duração como 0,5 a 4 horas, as alterações de massa corporal são representadas em sua maioria pela perda de água (Armstrong, 2021), já que a água é um agente essencial para termorregulação, por meio da sudorese, que juntamente com aumento do fluxo sanguíneo cutâneo, durante o exercício físico intenso, dissipam calor por meio de condução, convecção e evaporação. Neste sentido, eventos de endurance exigem uma regulação adequada da temperatura, a fim de evitar repercussões da hipertermia, como a redução do fluxo sanguíneo, com consequente impacto no fornecimento de oxigênio (Periard, Eijsvogels e Daanen, 2021).

Aumentos moderados da temperatura central podem representar um ajuste favorável à função fisiológica. Pois, sabe-se que indivíduos treinados são capazes de atingir valores consideravelmente elevados no consumo máximo de oxigênio, por meio de uma pequena elevação da temperatura central,

sendo que este calor metabólico extra, é dissipado por meio da maior produção de suor, permitindo uma melhor performance com manutenção da homeostase. Ou seja, indivíduos com melhor condicionamento físico apresentam uma menor temperatura, em relação a indivíduos destreinados, para atingir um mesmo nível de exercício (Mcardle e colaboradores, 2016).

Desse modo, compreende-se o fato de que, no presente estudo atletas com classificação superior apresentaram uma maior redução de massa corporal, quando comparados aos demais classificados, sendo que atletas do pódio atingiram uma redução de até 2,4% na massa corporal, perdendo calor e mantendo-se melhor desempenho metabólico.

Referente aos valores de CMJ, embora a diferença observada não tenha sido estatisticamente significativa no presente estudo, de um ponto de vista prático, ela é digna de destaque, pois houve uma diferença de desempenho de 14 pontos percentuais entre os atletas que chegaram ao pódio e aqueles que não chegaram. Uma possível explicação para a melhora de desempenho dos primeiros colocados após a prova pode estar relacionada à diferença no nível de preparo físico entre os participantes.

Apesar de se tratar de uma prova curta duração, os indivíduos menos treinados podem ter apresentado quadro de fadiga neuromuscular, o que é reportado em estudos prévios como o de Andrade e colaboradores (2023) e Cuba-Dorado e colaboradores (2023), quando observado provas com essas características.

Todavia, entre indivíduos altamente treinados, com experiência em provas de longa duração, tempo de esforço inferior pode gerar o que a ciência do esporte denomina como efeito de potencialização pós-ativação, fazendo com que o desempenho neuromuscular seja otimizado após a realização de exercícios físicos onde a carga não seja exaustiva (Kuntz e colaboradores, 2017).

Como limitação do presente estudo, não há monitoramento da hidratação realizada pré e mesmo durante o percurso de prova, visto que o acompanhamento da ingestão de líquidos pode apresentar variações de redução de massa corporal, além de influenciar na otimização do desempenho durante o exercício. Em adição a isto, outro fator é o nivelamento dos atletas quanto ao volume de treinos, bem como a experiência prévia em

provas de triathlon ou endurance, podendo estes fatores implicarem na compreensão dos resultados quanto à classificação de desempenho e associação aos demais dados.

Ainda, outra limitação da amostra quanto ao sexo, tendo sido necessária a restrição da análise de dados apenas para o sexo masculino, reduzindo a compreensão mais ampla destas repercussões em atletas.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, os resultados do presente estudo indicam que o desempenho geral na competição de Triathlon Sprint não só impacta a composição corporal dos atletas, mas também pode ter um efeito na performance muscular, especialmente na potência de membros inferiores.

Do ponto de vista prático, esses achados podem orientar estratégias de treinamento e recuperação para melhorar o desempenho atlético, recuperação e a adaptação pós-competição.

Conflito de interesses

Os autores garantem que não há conflitos de interesses de qualquer origem entre eles.

REFERÊNCIAS

1-Andrade, V.F.S.; Santos, E.A.; Pereira, D.F.; Costa, L.O.P.; Barbosa, T.M. Complete recovery of quadriceps muscle peripheral fatigue after running in Olympic, but not Sprint, triathlon. *European Journal of Sport Science*. Vol. 23. Num. 6. 2023. p. 885-895.

2-Armstrong, L.E. Rehydration during endurance exercise: Challenges, research, options, methods. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 3. 2021. p. 887.

3-Aurell-Badenas, V.; Murias-Lozano, R.; Rodríguez-López E.S.; García-Giménez. Efficacy of Plyometrics in the Neuromuscular Fatigue During Triathlon: A pilot study. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. Vol. 20. Num. 79. 2020. p. 551-566.

4-Confederação Brasileira de Triathlon. <https://cbtri.org.br/triathlon/>. Acesso em: 23/04/2024.

5-Coso, J.D.; González-Millán, C.; Salinero, J.J.; Abián-Vicén, J.; Soriano, L.; Garde, S.; Pérez-González, B. Muscle damage and its relationship with muscle fatigue during a half-iron triathlon. *PloS One*. Vol. 7. Num. 8. 2012. e43280.

6-Cuba-Dorado, A.; Álvarez-Yates, T.; Carballo-López, J.; Iglesias-Caamaño, M.; Fernández-Redondo, D.; García-García, O. Neuromuscular changes after a long distance Triathlon World Championship. *European Journal of Sport Science: EJSS: Official Journal of the European College of Sport Science*. Vol. 23. Num. 9. 2023. p. 1838-1848.

7-Espejo, R.; Martínez-Sobrinho, J.; Veiga, S. Race strategies of young super-sprint triathletes during the 2022 World Triathlon races. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 2024. p. 1-14.

8-Fernandes, M.S.S.; Gomes, J.M.; Aidar, F.J.; Thuany, M.; Filgueira, T.O.; de Souza, R.F.; Badicu, G.; Yagin, F.H.; Greco, G.; Cataldi, S.; Castoldi, A.; Alghannam, A.F.; Souto, F.O. Impacts of different triathlon races on systemic cytokine profile and metabolic parameters in healthy individuals: a systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*. Vol. 15. Num. 1. 2023. p. 147.

9-Markovic, G.; Dizdar, D.; Jukic, I.; Cardinale, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol. 18. Num. 3. 2004. p. 551.

10-Mcardle, W.D.; Katch, F.I.; Katch, V.L.; Taranto, G. *Fisiologia do exercício : energia, nutrição e desenvolvimento humano*. 8ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. 2016. p. 644.

11-Millet, G.P.; Bentley, D.J. The physiological responses to running after cycling in elite junior and senior triathletes. *International Journal of Sports Medicine*. Vol. 25. Num. 3. 2004. p. 191-197.

12-Mrakic-Sposta, S.; Gussoni, M.; Vezzoli, A.; Dellanoce, C.; Comassi, M.; Giardini, G.; Bruno, R.M.; Montorsi, M.; Corciu, A.; Greco, F.; Pratali, L. Acute effects of triathlon race on oxidative stress biomarkers. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. Num. 1. 2020. p. 1-14.

13-Nyborg, C.; Melau, J.; Bonnevie-Svendsen, M.; Mathiasen, M.; Melsom, H.S.; Storsve, A.B.; Hisdal, J. Biochemical markers after the Norseman extreme triathlon. *PloS One*. Vol. 15. Num. 9. 2020. e0239158.

14-Periard, J.D.; Eijsvogels, T.M.H.; Daanen, H.A.M. Exercise under Heat stress: thermoregulation, hydration, Performance Implications and Mitigation Strategies. *Physiological Reviews*. Vol. 101. Num. 4. 2021. p. 1873-1979.

15-Sherriffs, S.M.; Sawka, M.N. Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *Journal of sports sciences*. Vol. 29. Num. sup1. 2011. p. S39-S46.

16-Sinisgalli, R.; Lira, C.A.B.; Vancini, R.L.; Puccinelli, P.J.G.; Hill, L.; Knechtle, B.; Nikolaidis, P.T.; Andrade, M.S. Impact of training volume and experience on amateur Ironman triathlon performance. *Physiology & Behavior*. Vol. 232. 2021. 113344.

17-Swafford, A.P.; Lim, B.; Conroy, K.E.; Mercer, J.A. Core temperature while swimming in warm water wearing a triathlon wetsuit. *Science & Sports*. Vol. 39. Num. 2. 2024. p. 218-222.

18-Trangmar, S.J.; González-Alonso, J. Heat, hydration and the human brain, heart and skeletal muscles. *Sports Medicine*. Vol. 49. S1. 2019. p. 69-85.

19-Vleck, V.; Millet, G.P.; Alves, F.B. The impact of triathlon training and racing on athletes' general health. *Sports medicine*. Vol. 44. Num. 12. 2014. p. 1659-1692.

20-Kuntz, M.G.M.B.; Silva, J.P.; Oliveira, R.R.; Almeida, M.A.; Costa, V.P. Potencialização pós-ativação: uma revisão integrativa. *Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício*. Vol. 16. Num. 5. 2017. p. 293-303.

Recebido para publicação em 29/06/2024
Aceito em 14/09/2024