

---

## ANÁLISE DO RESULTADO ESPORTIVO DE ATLETAS MÁSTER DE NATAÇÃO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DE NADO LIVRE

### ANALYSIS OF SPORT RESULT OF SWIMMING MASTER ATHLETES AT DIFFERENT FREESTYLE DISTANCES

André Geraldo Brauer Júnior<sup>1,2</sup> e Paulo Cesar Barauce Bento<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Universitário Unibrasil, Curitiba-PR, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Brasil.

---

#### RESUMO

O objetivo do estudo foi analisar a taxa de declínio dos recordes mundiais de nadadores máster em relação aos recordes mundiais absolutos e a redução do resultado esportivo em ambos os sexos em diferentes grupos etários (25 a 99 anos), nas distâncias de 50, 400 e 1500 metros estilo livre. A coleta dos dados sobre os resultados esportivos dos nadadores foi realizada no site da Federação Internacional de Natação - FINA ([www.fina.org](http://www.fina.org)). Para a análise estatística foi realizada a ANOVA- ONE WAY seguido de post hoc de Dunnett com nível de significância de  $p \leq 0.05$ . A taxa de declínio dos recordes mundiais foi maior na prova de 1500m se comparado com as demais distâncias em praticamente todas as faixas etárias e em ambos os sexos. A taxa de declínio e a redução do desempenho esportivo é mais acentuada nas mulheres do que nos homens em todas as distâncias e em quase todas as faixas etárias. A taxa de declínio dos recordes mundiais e a redução do resultado esportivo na prova de 1500 metros nado livre parecem sofrer maior influência das alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento se comparadas às demais distâncias analisadas.

**Palavras-chave:** Atleta sênior. Envelhecimento. Desempenho esportivo.

---

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to analyzing the rate of the world masters swimming records decline compared to the worlds swimming records and the decrease of the sports results for both genders and different age groups (25 to 99 years old) in the race distances of 50, 400 and 1500 meters freestyle. The best results for each distance and age-group were collected from the official International Swimming Federation (FINA) website ([www.fina.org](http://www.fina.org)). Group comparisons were made using One-Way ANOVAs followed by Dunnett's post hoc test, the significance level was set at  $p \leq 0.05$ . The rate of world records decline was greater in the distance of 1500 meters than the other distances analyzed in almost all age-groups and for both males and females swimmers. In addition, women showed a higher rate of world records decline than men in all race distances and in almost age-groups. Both, the rate of decline and sports results decreased of the 1500 meters freestyle seems to be more influenced from the physiology alterations of aging when compared with the other race distances analyzed.

**Keywords:** Senior athlete, gender, Aging, Sports performance.

---

#### Introdução

O número total de pessoas acima de 65 anos está aumentando a cada década, paralelamente a essa tendência de aumento da expectativa de vida da população, tem-se observado uma maior participação de pessoas acima de 35 anos em programas de treinamento com objetivo competitivo<sup>1</sup>.

As competições para atletas das categorias máster, organizadas por confederações/federações internacionais, nacionais e regionais ou por associações de atletas apresentam elevado nível técnico, sendo que vários atletas com idades para participação em eventos destas categorias ainda mantêm carreiras competitivas em algumas modalidades, participando de campeonatos mundiais absolutos e Jogos Olímpicos, com resultados bastante expressivos<sup>2</sup>.

Nesse sentido, os atletas das categorias máster oferecem uma importante fonte de dados para se determinar a taxa de declínio físico associado ao envelhecimento em homens e mulheres fisicamente aptos, sendo essa população considerada como um modelo para o envelhecimento bem sucedido<sup>3</sup>.

Dessa forma, a análise do resultado esportivo de atletas máster pode contribuir para o entendimento da influência da prática esportiva sistematizada no processo de envelhecimento, tendo em vista seus níveis de atividade física e rotinas de treinamento, se torna possível avaliar o papel do treinamento físico dentro de um processo biologicamente irreversível.

Adicionalmente, a análise do resultado esportivo na natação fornece algumas vantagens para os estudos de envelhecimento, pois, se trata de uma modalidade esportiva de baixo impacto articular, que tem uma incidência relativamente baixa de lesões ortopédicas, mesmo entre adultos mais velhos<sup>4</sup>. Além disso, ao contrário de outros eventos esportivos em que o número de participantes do sexo masculino supera os do sexo feminino, a natação atrai um número semelhante de participantes homens e mulheres em todas as categorias etárias<sup>1</sup>.

Nesse sentido, alguns estudos buscaram investigar o declínio do resultado esportivo na natação durante o processo de envelhecimento<sup>5-7</sup>, assim como, diferenças na performance entre gêneros<sup>6,8</sup>. Contudo, o número de atletas máster vem aumentando continuamente nas últimas décadas, e, conseqüentemente a melhora dos records nos grupos etários<sup>9</sup>. Sendo assim, se faz necessário atualizar frequentemente esses dados, tendo em vista que ainda não está totalmente claro qual o limite de desempenho destes atletas. Adicionalmente, analisar os resultados em provas nas quais o desempenho é determinado por diferentes condicionantes (velocidade/força, potência ou resistência) pode contribuir para a identificação do efeito do envelhecimento em capacidades físicas específicas.

Levando em consideração o que foi exposto acima, o objetivo do estudo foi analisar a taxa de declínio dos records mundiais de nadadores máster em relação aos records mundiais absolutos e a redução do resultado esportivo em ambos os sexos em diferentes grupos etários (25 a 99 anos), nas provas de 50, 400 e 1500m estilo livre.

## **Métodos**

### *Participantes*

A coleta dos dados documentais sobre os resultados esportivos dos melhores nadadores do mundo em cada grupo etário foi realizada mediante pesquisa no site de domínio público da Federação Internacional de Natação - FINA ([www.fina.org](http://www.fina.org)), no mês de setembro de 2015 e atualizada em fevereiro de 2017.

### *Procedimentos*

Para analisar os desempenhos relacionados à idade, os records mundiais nos grupos etários foram analisados a cada cinco anos, iniciando com o recorde mundial absoluto de cada prova e continuando com os grupos etários (25 - 99 anos de idade). Para a comparação entre os records mundiais absolutos com os records mundiais nos grupos etários (taxa de declínio) foram selecionados os records mundiais em piscina olímpica (50m). Já para a análise da redução do resultado esportivo nos grupos etários, foram selecionados os dez melhores resultados de cada faixa etária e gênero nas provas de 50, 400 e 1500m livre. Os eventos de nado livre foram escolhidos, pois atraem um número maior de atletas se comparado com outros eventos.

O cálculo da diferença percentual para a comparação do recorde mundial com os records nos grupos etários foi realizado por meio da seguinte fórmula:

= [(recorde do grupo etário – recorde mundial/recorde mundial) x 100]

O cálculo da diferença percentual para comparação entre homens e mulheres foi realizado por meio da seguinte fórmula:

=[(recorde das mulheres – recorde dos homens/ recorde dos homens) × 100]

#### *Análise estatística*

A análise estatística foi realizada inicialmente pelo teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov*. Assumida a distribuição normal dos dados, utilizou-se análise de variância (ANOVA- ONE WAY) seguido de *post hoc* de *Dunett*, onde foram consideradas apenas as diferenças entre a categoria máster mais jovem (25-29 anos) e as demais. Os dados foram expressos em média ± desvio padrão. Em todos os cálculos, foi fixado um nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). O *software* utilizado para os testes estatísticos foi o *GraphPadPrism5*.

### **Resultados**

Inicialmente foram comparados os recordes mundiais absolutos com os recordes mundiais de cada grupo etário para estabelecer a taxa de declínio do resultado esportivo. Em adição, foram comparados os resultados entre os gêneros (Tabela1).

**Tabela 1.** Recordes mundiais, diferenças percentuais entre os recordes mundiais e os grupos etários e diferenças percentuais entre gêneros para cada grupo etário em provas de natação máster de velocidade, meio-fundo e fundo (50, 400 e 1500m livre)

	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	90-94	95-99
<b>GRUPOS ETÁRIOS (ANOS)</b>															
<b>50m - recorde mundial (s): 20,91 (masculino); 23,73 (feminino)</b>															
Recordes masculinos (s)	22,34	22,13	22,76	23,31	23,98	24,08	25,01	25,23	26,33	28,35	30,28	31,96	33,94	40,72	47,43
Recordes femininos (s)	25,42	25,74	25,98	26,44	26,59	28,22	28,69	29,31	31,35	33,57	34,85	37,61	44,70	49,68	64,52
Diferença etária (%)															
Masculino	6,8	5,8	8,8	11,5	14,7	15,2	19,6	20,7	25,9	35,6	44,8	52,8	62,3	94,7	126,8
Feminino	7,1	8,5	9,5	11,4	12,1	18,9	20,9	23,5	32,1	41,5	46,9	58,5	88,4	109,4	171,9
Diferença de gênero (%)	13,8	16,3	14,1	13,4	10,9	17,2	14,7	16,2	19,1	18,4	15,1	17,7	31,7	22,0	36,0
<b>400m - recorde mundial (s): 220,07 (masculino); 238,37 (feminino)</b>															
Recordes masculinos (s)	241	238	246	247	251	257	262	280	296	312	318	352	422	482	691
Recordes femininos (s)	259	259	266	263	276	281	290	300	328	355	372	400	486	545	647
Diferença etária (%)															
Masculino	9,5	8,3	11,7	12,1	14,1	16,6	19,3	27,2	34,7	41,8	44,4	60,1	91,9	118,8	213,8
Feminino	8,5	8,5	11,7	10,3	15,7	17,7	21,7	25,8	37,5	48,9	56,2	67,8	103,9	128,6	171,5
Diferença de gênero (%)	7,32	8,48	8,24	6,54	9,87	9,37	10,5	7,08	10,6	13,8	17,1	13,5	15,1	13,2	-6,29
<b>1500m - recorde mundial (s): 871,02 (masculino); 928,36 (feminino)</b>															
Recordes masculinos (s)	974	926	960	997	999	1028	1043	1092	1173	1237	1263	1337	1715	1873	2850
Recordes femininos (s)	995	1046	1047	1052	1076	1109	1155	1193	1349	1446	1482	1775	1931	2162	2500
Diferença etária (%)															
Masculino	11,8	6,3	10,2	14,5	14,7	18,1	19,7	25,4	34,7	42,0	45,0	53,5	96,9	115,0	227,2
Feminino	7,2	12,7	12,8	13,3	15,9	19,5	24,4	28,5	45,3	55,8	59,6	91,2	108,1	132,9	169,3
Diferença de gênero (%)	2,17	13	9,09	5,48	7,71	7,87	10,8	9,23	14,9	17	17,3	32,8	12,6	15,5	-12,3

Fonte: Os autores

A taxa de declínio nos 50 metros nado livre masculino inicia com 6,8% em relação ao recorde mundial absoluto na categoria 25-29 anos, atingindo 20,7 % de variação na faixa etária de 60-64 anos. A partir deste grupo etário as taxas se elevam mais pronunciadamente (25,9%) até mais de 50% a partir de 80 anos. No feminino a variação inicial é de 7,1% (25-29 anos) atingindo 23,5% na categoria 60-64 anos. A partir dos 65 anos a variação aumenta para 32,1%, atingindo mais de 50% também a partir dos 80 anos.

Na prova de 400m livre masculino a taxa de declínio inicia com 9,5% aos 25-29 anos, alcançando 27,2% aos 60-64 anos. A partir daí, as taxas de declínio passam a ser maiores (34,7%), atingindo valores superiores a 50% a partir dos 80 anos. Para as mulheres a variação inicial é de 8,5% (25-29 anos) e atinge 25,8% aos 60-64 anos, a partir dos 65-69 anos a taxa passa a ser de 37,5%, alcançando mais de 50% a partir do 75-79 anos.

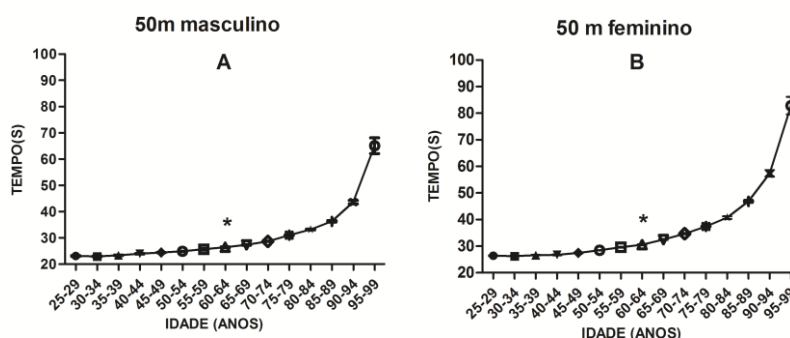
Na prova de 1500m masculino a taxa de declínio inicia com 11,8% aos 25-29 anos, alcançando 25,4% aos 60-64 anos. A partir dessa faixa etária a taxa passa a ser de 34,7% e alcança valores superiores a 50% aos 80-84 anos. Para as mulheres a variação começa com 7,2% (25-29 anos), alcançando 28,5% aos 60-64 anos. A partir desse grupo etário o declínio passa a ser de 45,3% e supera os 50% já aos 70-74 anos.

Na comparação entre gêneros pode-se observar que as diferenças são menores nas provas mais longas (400 e 1500m versus 50m), em todas as faixas etárias, exceto no grupo 75-79 (15,1, 17,1 e 17,3% para as distâncias de 50, 400 e 1500m, respectivamente) e 80-84 anos (17,7, e 32,8% para as provas de 50 e 1500m, respectivamente). Contudo, nas faixas etárias mais avançadas (95-99 anos) e nas distâncias de 400 e 1500m, o desempenho das mulheres é superior ao dos homens 6,29 e 12,3%, respectivamente.

Posteriormente foram analisados os declínios do resultado esportivo nas provas de 50, 400 e 1500m (figuras 1 a 3). Na prova de 50 m (figuras 1A e 1B), em ambos os sexos, somente a partir dos 60 anos de idade a redução do resultado esportivo passa a ser estatisticamente significativa ( $p < 0,0001$ ).

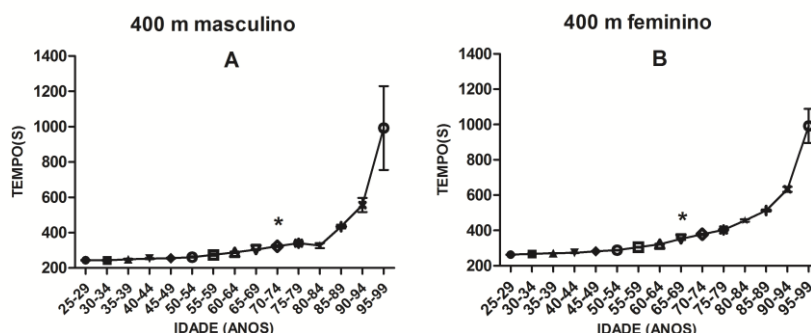
Nas figuras 2A e 2B estão representados os valores médios do resultado esportivo na prova de 400m livre, que passa a ser significativo nas mulheres a partir dos 65 anos de idade, enquanto que nos homens somente a partir do 70 anos ( $p < 0,0001$ ).

Na prova de 1500m (figuras 3A e 3B), reduções significativas no resultado passam a ocorrer em ambos os sexos a partir dos 55 anos de idade ( $p < 0,0001$ ).



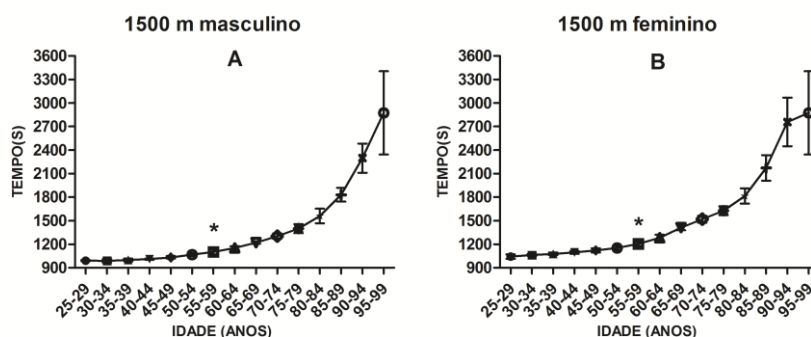
**Figuras 1A e 1B.** Média e desvio-padrão dos dez melhores resultados esportivos de todos os tempos na prova de 50m estilo livre, masculino e feminino

Fonte: Os autores



**Figuras 2A e 2B.** Média e desvio-padrão dos dez melhores resultados de todos os tempos na prova de 400m estilo livre, masculino e feminino

Fonte: Os autores



**Figuras 3A e 3B.** Média e desvio-padrão dos dez melhores resultados de todos os tempos na prova de 1500m estilo livre, masculino e feminino

Fonte: Os autores

### Discussão

O objetivo do presente estudo foi analisar a taxa de declínio dos recordes mundiais de nadadores máster e a redução do resultado esportivo em ambos os sexos e diferentes grupos etários (25 a 99 anos), nas provas de 50, 400 e 1500m estilo livre. Os principais achados deste estudo foram os seguintes: as maiores taxas de declínio no resultado esportivo das mulheres em relação aos homens em todas as distâncias analisadas e na maioria dos grupos etários, bem como, redução mais precoce do resultado esportivo. Além disso, verificaram-se diferenças entre as distâncias de nado, sendo que na distância mais longa (1500m) foram verificadas maiores taxas de declínio e redução do resultado esportivo mais precoce se comparado às distâncias mais curtas.

#### *Prova de 50m livre*

A prova de 50m nado livre é considerada uma prova de velocidade, sendo que, o desempenho está principalmente relacionado ao metabolismo anaeróbio alático, onde aproximadamente 70% da energia necessária para sustentar esse trabalho provêm desse sistema de produção de energia<sup>10</sup> e potência dos músculos, principalmente dos membros superiores<sup>11</sup>.

No presente estudo foi observado que a prova de 50m apresentou as menores taxas de declínio entre os grupos etários, já a piora do resultado esportivo foi mais lenta se comparado com a prova de 1500m. Os achados do presente estudo são corroborados por outros estudos

que buscaram comparar a performance em diferentes distâncias de natação durante o envelhecimento<sup>1,8</sup>.

Devido às alterações que ocorrem no envelhecimento tais como, a redução e alterações em enzimas anaeróbicas, redução de fibras musculares do tipo 2, diminuição da mobilidade articular e flexibilidade<sup>5,12</sup> e aumento da rigidez dos tendões<sup>13</sup> era de se esperar que o resultado esportivo nesta prova tivesse um declínio mais acelerado, portanto, outros fatores parecem intervir nesse processo. Em estudo realizado por Barbosa<sup>14</sup>, que analisou os participantes nas provas de Natação nos Jogos Olímpicos de Pequim 2008 foi demonstrado que existe uma tendência para os nadadores das provas mais curtas serem mais velhos do que os das provas mais longas em ambos os sexos, e os nadadores serem mais velhos do que as nadadoras.

Embora a taxa de declínio das fibras musculares do tipo II ser mais pronunciada do que as do tipo I, os atletas da prova de 50m apresentaram taxas de declínio menores do que as provas mais longas. Isso pode ser explicado pelo fato de que os atletas de distâncias curtas destinam grande parte do volume de treinamento aos métodos intervalados de alta intensidade, assim como o treinamento de força, conforme estudos realizados previamente<sup>15</sup>. Esse fato pode interferir na redução do tamanho e número das fibras do tipo II e, portanto, retardar o declínio relativo à idade no desempenho anaeróbio. Adicionalmente, sabe-se que a força e a potência dos membros superiores (fundamentais para a propulsão nesse estilo de nado) são menos afetadas pelo envelhecimento do que os membros inferiores<sup>16</sup>.

No presente estudo, a taxa de declínio do desempenho anaeróbio relacionada com a idade foi semelhante em ambos os sexos até o grupo etário 60-64 anos de idade, após isso, o desempenho das mulheres diminui mais rapidamente. Além dos fatores mencionados anteriormente, verifica-se que tanto a maior taxa de atrofia das fibras do tipo II e alterações hormonais podem explicar as diferenças relacionadas ao gênero<sup>17</sup>.

A respeito das alterações hormonais, sabe-se que os níveis de estrogênio tem relação com o declínio relacionado à idade na massa muscular, hormônio do crescimento (GH), fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I), e respectivas proteínas de ligação de IGF32. Consequentemente, a redução dos níveis de estrogênio relacionada à menopausa tem importantes implicações na força e desempenho esportivo<sup>18</sup>.

### *Prova de 400m livre*

A prova de 400m nado livre é considerada uma prova de meio fundo, sendo que, o desempenho está relacionado tanto ao sistema aeróbio de produção de energia, como o sistema glicolítico (anaeróbio láctico)<sup>19</sup>. Estima-se que aproximadamente 77% da energia necessária para essa distância de nado no sexo masculino provêm do sistema aeróbio e 23% do sistema anaeróbio<sup>10</sup>. Já para o sexo feminino, esses valores são de 87 e 13%, para o metabolismo aeróbio e anaeróbio, respectivamente. No presente estudo foi observado que a prova de 400m apresentou menores taxas de redução que a prova de 1500 na maioria dos grupos etários analisados, já o declínio do resultado esportivo foi o mais lento entre todas as provas analisadas.

Dessa forma, além das fibras do tipo I, as fibras do tipo IIa também parecem ser bastante recrutadas nessa prova, sendo que elas exibem maior atividade de enzimas glicolíticas e produzem mais lactato do que as fibras do tipo I<sup>20</sup>. Portanto, a redução da massa muscular relacionada à idade, e a mudança para um perfil muscular mais oxidativo, mediado pela atrofia das fibras de contração rápida, tanto no envelhecimento sedentário<sup>21</sup> como também no atleta máster<sup>22,23</sup> podem explicar as diminuições relacionadas à idade na produção de lactato sanguíneo, consequentemente, a redução do desempenho nessa distância de nado.

Apesar disso, os dados disponíveis sobre a produção de lactato sanguíneo durante o envelhecimento são limitados e inconclusivos. Alguns estudos sugerem que tanto o lactato sanguíneo de pico como a capacidade de tamponamento do sangue são comprometidos com o passar dos anos<sup>24,25</sup>. No entanto, outros estudos sugerem que os nadadores mais velhos são capazes de produzir e remover o lactato sanguíneo na mesma taxa que os nadadores mais jovens<sup>5</sup>. Portanto, a capacidade para produzir e remover lactato parece não explicar completamente a redução do desempenho nas provas que o metabolismo glicolítico tem contribuição relevante, como é o caso dos 400m livre.

Dessa forma, tanto a capacidade de produção de lactato sanguíneo quanto o tamponamento do sangue parecem estar relacionados a outros fatores como mudanças na massa total do músculo, redução na área das fibras musculares do tipo II, redução da força e alterações da função neuromuscular. O que merece ser mais investigado para melhor elucidação do problema.

#### *Prova de 1500m livre*

A prova de 1500m nado livre é considerada uma prova de fundo, sendo que, o desempenho está estritamente relacionado ao consumo máximo de oxigênio e sistema aeróbio de produção de energia, que contribuem de forma importante para o sucesso nessa distância de nado<sup>1</sup>.

As taxas de declínio observadas nesta distância foram superiores as provas de 50 e 400m, em todos os grupos etários. Em partes, isso pode ser explicado pelas reduções na carga de treinamento<sup>12,26</sup> (volume, intensidade e frequência) observado nos atletas máster devido principalmente a uma maior necessidade de maiores tempos de recuperação entre as séries de exercícios, bem como, entre as sessões de treinamento<sup>6,27,28</sup>. Para Maglischo<sup>15</sup>, os nadadores fundistas apresentam maiores volumes de treinamento se comparado com velocistas e meio fundistas, necessitando dispendar mais tempo com o treinamento.

Dessa forma, os declínios da performance nessa distância de nado durante o envelhecimento podem estar relacionados a vários fatores, tais como, frequência cardíaca máxima, consumo máximo de oxigênio, volume de ejeção, limiar de lactato, economia de movimento e a atividade de enzimas aeróbias<sup>12</sup>. Contudo, a influência que os fatores acima relacionados exercem na redução do desempenho parece ser bastante heterogênea, onde a redução progressiva no consumo máximo de oxigênio parece ser um mecanismo fisiológico chave associado com o declínio no desempenho de resistência com o avanço da idade<sup>7</sup>. Apesar disso, estudos anteriores sugeriram que a taxa de declínio do VO<sub>2</sub>máx. em atletas máster de provas de fundo é apenas a metade do observado em indivíduos sedentários durante o envelhecimento<sup>7</sup>.

Ao interpretar as considerações acima, devemos levar em conta algumas limitações do estudo. Uma das limitações está no fato de que analisamos o resultado esportivo para inferir sobre mecanismos fisiológicos que possam explicar o processo de envelhecimento do atleta máster. Além disso, por se tratar de uma análise transversal, os resultados podem ser diferentes de estudos longitudinais que expliquem a redução do resultado esportivo. Estudos longitudinais podem fornecer uma visão mais detalhada sobre esta questão. Adicionalmente, o menor número de atletas nos grupos etários mais avançados (95-99 anos) limita a análise estatística nos estudos que utilizam os resultados esportivos.



## Conclusões

Com base nos achados pode-se concluir que: (i) a taxa de declínio dos recordes mundiais e a redução do resultado esportivo é maior na prova de 1500 metros nado livre e parece sofrer maior influência das alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento se comparadas às demais distâncias analisadas; (ii) a taxa de declínio dos recordes mundiais e a redução do resultado esportivo é mais acentuada nas mulheres do que nos homens em todas as distâncias de nado e passa a ser mais acelerada a partir do grupo etário 55-59 anos.

Estudos que examinem as alterações nas rotinas de treinamento dos atletas máster são necessários para melhor compreensão das alterações do desempenho associadas à idade.

## Referências

1. Donato AJ, Tench K, Glueck DH, Seals DR, Eskurza I, Tanaka H. Declines in physiological functional capacity with age: a longitudinal study in peak swimming performance. *J Appl Physiol* 2003;94(2):764-9. DOI:10.1152/jappphysiol.00438.2002.
2. Concannon LG, Grierson MJ, Harrast MA. Exercise in the older adult: From the sedentary elderly to the masters athlete. *PMR* 2012;4(11):833-839. Doi: 10.1016/j.pmrj.2012.08.007.
3. Heo J, Culp B, Yamada N, Won Y. Promoting Successful Aging Through Competitive Sports Participation: Insights From Older Adults. *Qual Health Res* 2012;23(1):105–13. DOI:10.1177/1049732312457247.
4. Rubin RT, Lin S, Curtis A, Auerbach D, Win C. Declines in swimming performance with age: a longitudinal study of Masters swimming champions. *Open access J Sport Med* 2013;4:63–70. DOI: 10.2147/OAJSM.S37718.
5. Reaburn P, Dascombe B. Anaerobic performance in masters athletes. *Eur Rev Aging Phys Act* 2009;6:39–53. DOI: 10.1007/s11556-008-0041-6.
6. Tanaka H, Seals DR. Age and gender interactions in physiological functional capacity: insight from swimming performance. *J Appl Physiol* 1997;82(3):846–51. DOI: 10.1080/03610738008258376
7. Tanaka H, Seals DR. Endurance exercise performance in Masters athletes: age-associated changes and underlying physiological mechanisms. *J Physiol* 2008;586(1):55–63.
8. Ransdell LB, Vener J, Huberty J. Masters Athletes: An Analysis of Running, Swimming and Cycling Performance by Age and Gender. *J Exerc Sci Fit* 2009;7(2):S61–73. DOI: 10.1016/S1728-869X(09)60024-1
9. Akkari S, Machin D, Tanaka H. Greater progression of athletic performance in older Masters athletes. *Age Ageing* 2015;0:1–4. DOI: 10.1093/ageing/afv023
10. Richmond T, Buell J, Pfeil S, Crowder MW. Evidence-based recommendations for maximizing competitive swimming performance. *J Swim Res* 2015;23(1):1–14.
11. Garrido N, Marinho DA, Barbosa TM, Costa AM, Silva AJ, Pérez-turpin JA, et al. Relationships between dry land strength, power variables and short sprint performance in young competitive swimmers. *J Hum Sport Exerc* 2010;5(2):240–9. DOI: 10.4100/jhse.
12. Reaburn P, Dascombe B. Endurance Performance in masters athletes. *Eur Rev Aging Phys Act* 2008;5(1):31–42.
13. Eyre DR. Cross-linking in collagen and elastin. *Annu Rev Biochem* 1984;53:717-48. DOI: 10.1146/annurev.bi.53.070184.003441
14. Barbosa TM, Costa MJ, Mejias E, Marinho DA, Louro H, Silva AJ. Pico da carreira desportiva em nadadores de nível mundial : análise das idades dos participantes nos Jogos Olímpicos de Pequim 2008 Peak career in world-ranked swimmers : age ' s analysis of 2008 Beijing Olympic Games participants. *Motri* 2012;8(4):52–61. DOI: 10.6063/motricidade.8(4).1552
15. Maglischo EW. Part II : Training Fast Twitch Muscle Fibers : Why and How. *J Swim Res* 2012;19:1–18. DOI: 10.1519/JSC.0b013e318234eb6f
16. Candow DG, Chilibeck PD. Differences in Size , Strength , and Power of Upper and Lower Body Muscle Groups in Young and Older Men. *J Gerontol* 2005;60(2):148–56.
17. Varlamov O, Bethea CL, Jr CTR. Sex-specific differences in lipid and glucose metabolism. *Front Endocrinol (Lausanne)* 2015;5:1–7. DOI: 10.3389/fendo.2014.00241
18. Bortz WM, Bortz WM. How fast do we age? Exercise performance over time as a biomarker. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 1996;51(5):M223–5.

19. Ribeiro JP, Cadavid E, Baena J, Monsalvete E, Barna A, Rose EH De. Metabolic predictors of middle-distance swimming performance. *Br J Sp Med* 1990;24(3):196–201.
20. Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D, Robergs RA, Ghiasvand F, Parker D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *Am J Physiol - Regul Integr Comp Physiol* 2005;287:502–16. DOI: 10.1152/ajpregu.00114.2004
21. Jensen-urstad M, Svedenhag J, Sahlin K. Effect of muscle mass on lactate formation during exercise in humans. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1994;69:189–95. DOI: 10.1007/BF01094787
22. Nilwik R, Snijders T, Leenders M, Groen BBL, Kranenburg J Van, Verdijk LB, et al. The decline in skeletal muscle mass with aging is mainly attributed to a reduction in type II muscle fiber size. *Exp Gerontol* 2013;48(5):492–8. Doi: 10.1016/j.exger.2013.02.012
23. Korhonen MT, Cristea A, Ale M, Ha K, Sipila S, Mero A, et al. Aging, muscle fiber type, and contractile function in sprint-trained athletes. *J Appl Physiol* 2006;101:906–17. DOI: 10.1152/jappphysiol.00299.2006
24. Mikkelsen UR, Nielsen RH, Mackey AL, Karlsen A, Couppe C. Differential satellite cell density of type I and II fibres with lifelong endurance running in old men. *Acta Physiol* 2014;210:612–27. DOI:10.1111/apha.12195
25. Benelli P. Assessment of post-competition peak blood lactate in male and female master swimmers aged 40 – 79 years and its relationship with swimming performance. *Eur J Appl Physiol* 2007;99:685–93. DOI: 10.1007/s00421-006-0334-2
26. Trappe S, Hayes E, Galpin A, Kaminsky L, Jemiolo B, Fink W, et al. New records in aerobic power among octogenarian lifelong endurance athletes. *J Appl Physiol* 2013;114:3–10. DOI:10.1152/jappphysiol.01107.2012
27. Arampatzis A, Degens H, Baltzopoulos V. Why Do Older Sprinters Reach the Finish Line Later? *Exerc Sport Sci Rev* 2011;39(1):18–22. DOI: 10.1097/JES.0b013e318201efe0
28. Borges N, Reaburn P, Driller M AC. Age-Related Changes in Performance and Recovery Kinetics in Masters Athletes: A Narrative Review. *J Aging Phys Act* 2015;21(4):149–157. DOI:10.1123/japa.2015-0021.

Recebido em 23/08/16.

Revisado em 01/02/17.

Aceito em 11/04/17.

---

**Endereço para correspondência:** André Geraldo Brauer Júnior. Rua Coronel Alfredo Ferreira da Costa, 535, Bairro Jardim das Américas, Curitiba, PR, CEP 80540-. E-mail: brauerru@hotmail.com