

IDADE COMO MODERADORA DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

BARRETO, Ana Cristina Lopes y Glória¹; BRASIL, Roxana Macedo²; JUNIOR, Homero da Silva Nahum^{1,3}; NOVAES, Jefferson da Silva⁴.

204

Resumo

O objetivo do estudo foi verificar se a Idade modificaria a relação entre tempo e treino no condizente à razão LF/HF. Os voluntários avaliados eram nove homens, praticantes de Crossfit® há, pelo menos, um ano. Os Wods considerados foram Fran, Megan e Daiane. Os resultados demonstram ausência de moderação em Fran. No Megan, a Idade moderou a resposta fisiológica Durante (valor-p = 0,03), Imediatamente Após (valor-p = 0,02) e aos 45 minutos do pós-exercício (valor-p = 0,03). No Daiane, a moderação aconteceu entre Durante e 30 minutos após o exercício (valor-p ≤ 0,01). Então, no grupo estudado, a conclusão foi de que a Idade influenciou a resposta fisiológica, dependendo do estímulo disponibilizado.

Palavras-chave: Moderação. Modelagem. Estatística. Exercício físico. Fisiologia.

Abstract

The aim of the study was to verify whether age would modify the relationship between time and training in relation to the LF/HF ratio. The volunteers evaluated were nine men, practitioners of Crossfit® for at least one year. The WODs considered were Fran, Megan and Daiane. The results demonstrate the absence of moderation in Fran. In Megan, age moderated the physiological response During (p-value = 0.03), Immediately After (p-value = 0.02) and 45 minutes after exercise (p-value = 0.03). In Daiane, moderation occurred between During and 30 minutes after exercise (p-value ≤ 0.01). Therefore, in the group studied, the conclusion was that age influenced the physiological response, depending on the stimulus provided.

Keywords: Moderation. Modeling. Statistics. Physical exercise. Physiology.

Introdução

O treinamento físico seria conceituado como processo repetitivo e sistemático, composto por combinação de estímulos e métodos influenciadores das demandas motoras, objetivando aperfeiçoar o desempenho físico (Barreto, 2023). Assim, possível seria

¹ Docentes do Curso de Educação Física do Centro Universitário Celso Lisboa;

² Docente Ph.D. em Educação Física;

³ Docente da Escola de Saúde da Universidade Cândido Mendes;

⁴ Docente do Curso de Educação Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

compreender o Crossfit® como treinamento funcional de alta intensidade, constantemente variado, combinando estímulos cardiovascular, calistenia e levantamento olímpico (Toledo *et al.*, 2021), com execução em velocidade, repetições sucessivas, e tempo de recuperação limitado ou ausente (Tibana *et al.*, 2016; Weisenthal *et al.*, 2014), dependendo do pico de potência e da resistência à fadiga (Bellar *et al.*, 2015). Como consequência haveria significativa variação nas respostas fisiológicas, hemodinâmicas e autonômicas (Barreto, 2023).

No contexto fisiológico e senso comum, durante a prática de exercícios haveria variação da frequência cardíaca, especificamente, oscilações dos intervalos RR (Shaffer, McCraty e Zerr, 2014; Rajendra *et al.*, 2006), isso conceituaria a Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC). Essa indicaria a capacidade cardíaca em detectar e responder a múltiplos estímulos fisiológicos (Vanderelei *et al.*, 2009). A análise poderia ser realizada no domínio do tempo, utilizando métodos lineares com resultados em milissegundos. Enquanto que no domínio da frequência, requisitaria a decomposição em componentes oscilatórios sendo os principais (Jandre *et al.*, 2024):

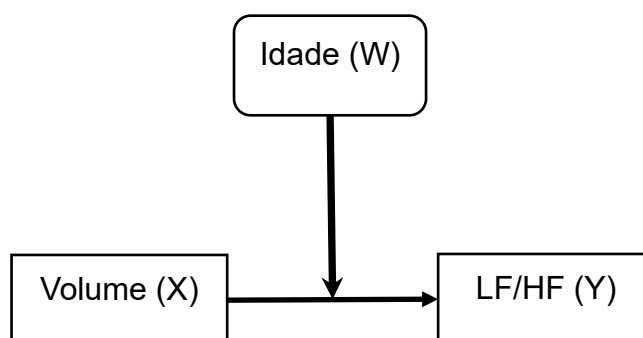
- Alta frequência (*High Frequency* – HF), entre 0,15 a 0,40 Hz, corresponde à modulação respiratória, sendo um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração;
- Baixa frequência (*Low Frequency* – LF), entre 0,04 a 0,15 Hz, decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático; e
- Muito baixa frequência (*Very Low Frequency* – ULF), valores < 0,04 Hz, aparentemente relacionado ao sistema renina-angiotensina-aldosterona, termorregulação e tônus vasomotor periférico.

A relação LF/HF refletiria as alterações entre os componentes simpático e parassimpático do SNA, caracterizando o equilíbrio simpatovagal sobre o coração (Nobre *et al.*, 2024; Borges, 2022; Del Paso *et al.*, 2013; Sá *et al.*, 2013). Assim sendo, a resposta cardíaca (F/HF) ao exercício (volume) poderia ser influenciada pela idade do praticante, ou seja, diferentes condições etárias estariam associadas a distintas relações entre fisiologia e exercício (Figura 1).

Consequentemente, as relações entre as variáveis ocorreriam, linear ou logisticamente, por 1) Volume explicando LF/HF ($X \rightarrow Y$); 2) Idade explicando LF/HF ($W \rightarrow Y$); e 3) interação entre Volume e Idade explicando LF/HF ($X*W \rightarrow Y$).

Compulsoriamente, a observação de inexistência de relação entre Idade e Volume seria determinante para caracterizar a moderação (Memon *et al.*, 2019), isso significaria, que não seria possível explicar a primeira a partir da segunda variável ($X \nrightarrow W$). Caso, Volume pudesse prever Idade ($X \rightarrow W$), então o modelo seria de mediação. Sucintamente, a modelagem seria por regressão múltipla, no contexto da investigação corrente regressão linear múltipla expressa por $Y = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 W_i + \beta_3 (X*W)_i + \varepsilon$, pois todas as variáveis foram classificadas como contínuas (Hayes e Rockwood, 2017). Então, a significância estatística de β_3 indicaria que o efeito do Volume sobre LF/HF seria condicional, pela influência da Idade.

Figura 1: Representação da Moderação.



Fonte: Os Autores (2025).

A interação significativa demandaria identificar a localização do efeito, o que careceria de consenso na literatura. Comumente, na normalidade de W , então seriam utilizados a média, um desvio padrão à esquerda e outro à direita (Cohen *et al.*, 2003). Todavia, o emprego dos percentis 16º, 50º e 84º convergiria à consideração dos extremos (16º e 84º), utilizaria a mediana (50º) se adequando às curvas deslocadas lateralmente, e equivaria à ideia original, caso a aproximação à Normal se confirmasse (Hayes, 2018). Na existência de sólida contextualização teórica, os pontos de corte poderiam convergir ao conhecimento pacificado, como nos casos de Relação Cintura-Quadril (WHO, 2011; Bray e Gray, 1988), Circunferência de Cintura (OPAS, 2001) e Índice de Massa Corporal (WHO, 1997).

O acréscimo de W no modelo teria impactaria nas estimas dos coeficientes com tal sorte que, β_1 se tornaria condicionado à $W = 0,00$, e β_2 requisitaria a fixação $X = 0,00$. Mas, quando as variáveis independente e moderadora não recepcionariam o valor nulo, então exigida seria a centralização das variáveis, que seria a diferença entre os respectivos

valores e a média da variável. Assim, as condições expostas seriam significativas, e β_1 e β_2 perderiam a relevância, restando β_3 à interpretação (Strauss e Smith, 2009; Edwards e Lambert, 2007). Como a essência da moderação residiria na interação (W*X), o procedimento seria convergente à aplicação da modelagem. Então, o objetivo desse estudo foi verificar se a Idade modificaria a relação entre tempo e razão LH/HF.

Metodologia

A ideia testada foi que a Idade influenciaria os resultados de LF/HF em cada tempo avaliado. Para tanto, avaliados foram nove homens (Idade = $29,62 \pm 3,54$ anos; Massa = $81,62 \pm 8,80$ kg; Estatura = $1,78 \pm 0,03$ m; IMC = $25,48 \pm 1,84$ kg/m²; %G = $8,58 \pm 3,59\%$; FC_{repouso} = $71,00 \pm 10,00$ bpm; FC_{máx} = $185,00 \pm 2,00$ bpm; PAS = $123,00 \pm 10,04$ mmHg; PAD = $82,75 \pm 5,25$ mmHg), com experiência mínima de um ano no programa de Crossfit®.

O formato de *Wod* seguiu a ordem 21-15-9 repetições sequenciais e, os exercícios utilizados foram: *Wod Fran - Thruster* (43,00 kg) e *pull up*; *Wod Diane - deadlift* (102,00 kg) e *handstand push up*; e *Wod Megan - burpee*, *Kettlebell Swing* (24,00 kg) e *double unders*. Os dados da VFC foram coletados por meio de um frequencímetro (RS800Cx, São Paulo, Brasil) garantidos no domínio da frequência por meio do *Kubious HRV Standard for Windows* (Win 7 SP 1 ou 10 64 bits). A seleção dos trechos de análise das condições de repouso e, imediatamente após o último exercício foi realizada por meio da inspeção visual da distribuição do RR (ms), selecionando o período com maior estabilidade de sinal e frequência de amostragem de 1000 (*Task Force of the European Society of Cardiology, the North American Society of Pacing Electrophysiology*, 1996).

Os momentos analisados foram: em repouso (Pré), durante o exercício (Durante), imediatamente após o último exercício (Imed. Após), 15 min após o último exercício (Pós 1), 30 min após o último exercício (Pós 2), 45 min após o último exercício (Pós 3), 60 min após o último exercício (Pós 4). A análise da potência espectral foi realizada pela aplicação da transformada rápida de Fourier e do periodograma de *Welch*, sendo considerados os componentes de baixa (LF) e alta (HF) frequências, permitindo a estimativa de LF/HF. A análise de moderação foi realizada considerando Idade, Tempo e LF/HF como variáveis moderadora, independente e dependente, respectivamente. Optou-se por empregar os pontos de corte de Hayes (2018) e a centralização das variáveis.

Resultados e Discussão

O *Wod Fran*, treino por tempo, teve em todos os instantes a Idade como significativa (Tabela 1), todavia a Interação (Tempo*Idade) não o foi. Talvez, porque após a realização do exercício de força, a modulação simpática permaneceria elevada e a parassimpática atenuada (Lima *et al.*, 2011). No contexto da prescrição de treinamento, haveria necessidade de analisar a aplicação dos princípios da sobrecarga e do volume-intensidade, pois, senso comum seria, 1) análogas alterações autonômicas cardíacas poderiam ser obtidas com protocolos distintos; e 2) distintas intensidade tenderiam a apresentar diferentes respostas autonômicas, isso pela influência sobre a mecânica vascular.

Tabela 1: Estimativas dos Modelos do *Wod Fran*, $\alpha = 0,05$.

Dependente	Variável	Coefficiente	Erro Padrão	t	Valor-p
Durante	Intercepto	810,18 [773,91; 846,45]	18,39	44,06	0,00
	Pré	0,02 [-0,54; 0,58]	0,28	0,07	0,95
	Idade	-97,4 [-172,35; -22,45]	38,00	-2,56	0,01
	Interação	-0,01 [-1,17; 1,14]	0,59	-0,02	0,98
Imed. Após	Intercepto	802,84 [772,; 833,69]	15,64	51,35	0,00
	Pré	0,05 [-0,43; 0,52]	0,24	0,19	0,85
	Idade	-88,49 [-152,22; -24,75]	32,31	-2,74	0,01
	Interação	0,03 [-0,95; 1,02]	0,50	0,06	0,95
Pós 1	Intercepto	816,87 [789,42; 844,31]	13,91	58,71	0,00
	Pré	-0,01 [-0,44; 0,41]	0,21	-0,07	0,95
	Idade	-114,82 [-171,53; -58,11]	28,75	-3,99	0,00
	Interação	-0,08 [-0,96; 0,79]	0,44	-0,19	0,85
Pós 2	Intercepto	801,19 [774,71; 827,68]	13,42	59,68	0,00
	Pré	-0,09 [-0,50; 0,31]	0,21	-0,46	0,65
	Idade	-98,45 [-153,17; -43,72]	27,74	-3,55	0,00
	Interação	-0,27 [-1,12; 0,57]	0,43	-0,64	0,52
Pós 3	Intercepto	814,1 [792,07; 836,14]	11,17	72,88	0,00
	Pré	0,06 [-0,27; 0,40]	0,17	0,38	0,71
	Idade	-80,06 [-125,59; -34,53]	23,08	-3,47	0,00
	Interação	0,14 [-0,57; 0,84]	0,36	0,39	0,70
Pós 4	Intercepto	829,58 [808,31; 850,86]	10,78	76,92	0,00
	Pré	0,07 [-0,26; 0,40]	0,17	0,42	0,68
	Idade	-101,49 [-145,46; -57,53]	22,29	-4,55	0,00
	Interação	0,14 [-0,54; 0,82]	0,34	0,40	0,69

Fonte: Os Autores (2025).

Não raramente, a relação LF/HF seria considerada como heurística (aproximação progressiva), se assim o seria, por consequência, haveria lacuna na capacidade de fisiologicamente explicá-la, pelo menos, satisfatoriamente, o que poderia indicar se tratar

de elevada complexidade não alcançada pela linearidade sugerida (Malliani, 2005; Malliani *et al.*, 1991), ou seja, a razão balizadora da associação sugerida careceria de compreensão pormenorizada (Heathers, 2014). Exemplificando, adequadamente identificada estaria a variação simultânea de LF/HF, fluxo simpático e ângulo de inclinação durante a realização da inclinação ortostática (Montano *et al.*, 1994).

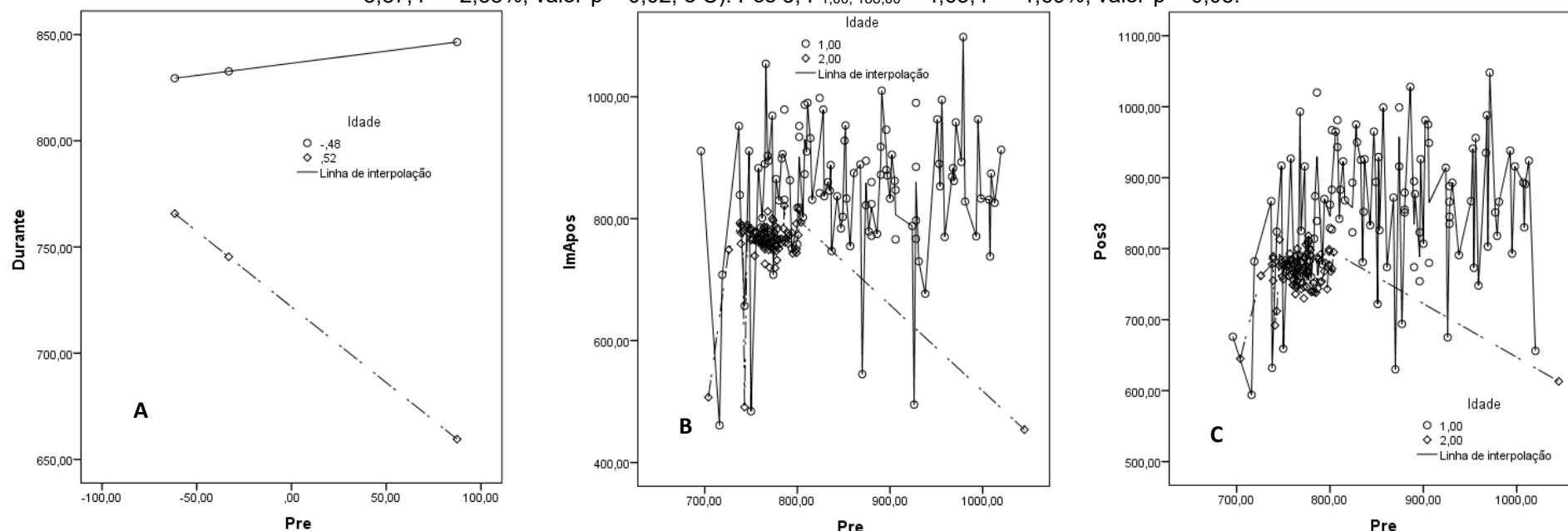
No *Wod* Megan (Tabela 2), a moderação da Idade se manifestou nos momentos Durante (valor-p = 0,03), Imed. Após (valor-p = 0,02) e Pós 3 (valor-p = 0,03). A Figura 1A demonstrou que para idades mais baixas, o efeito seria de elevação discreta de $X \rightarrow Y$, porém para idades mais altas, o efeito seria acentuado e de atenuação, Durante o exercício, e explicando 2,37% da variação. Nos instantes Imed. Após (Figura 1B) e Pós 3 (Figura 1C), a influência da Idade nos indivíduos mais velhos foi similar, que pese, a capacidade de explicação ter sido de 2,68% e 1,69%.

Tabela 2: Estimativas dos Modelos do *Wod* Megan, $\alpha = 0,05$.

Dependente	Variável	Coefficiente	Erro Padrão	t	Valor-p
Durante	Intercepto	781,53 [758,1; 804,96]	11,88	65,80	0,00
	Pré	-0,28 [-0,64; 0,08]	0,18	-1,54	0,13
	Idade	-114,71 [-162,39; -67,03]	24,17	-4,75	0,00
	Interação	-0,83 [-1,57; -0,08]	0,38	-2,19	0,03
Imed. Após	Intercepto	790,31 [772,53; 808,08]	9,01	87,71	0,00
	Pré	-0,23 [-0,51; 0,04]	0,14	-1,67	0,10
	Idade	-113,92 [-150,09; -77,75]	18,34	-6,21	0,00
	Interação	-0,69 [-1,26; -0,13]	0,29	-2,42	0,02
Pós 1	Intercepto	806,83 [790,72; 822,94]	8,17	98,80	0,00
	Pré	-0,09 [-0,34; 0,16]	0,13	-0,72	0,47
	Idade	-113,04 [-145,83; -80,26]	16,62	-6,80	0,00
	Interação	-0,49 [-1,01; 0,02]	0,26	-1,90	0,06
Pós 2	Intercepto	813,54 [797,47; 829,6]	8,15	99,88	0,00
	Pré	-0,08 [-0,32; 0,17]	0,13	-0,61	0,54
	Idade	-112,92 [-145,62; -80,22]	16,58	-6,81	0,00
	Interação	-0,35 [-0,86; 0,17]	0,26	-1,34	0,18
Pós 3	Intercepto	802,47 [788,01; 816,94]	7,33	109,44	0,00
	Pré	-0,04 [-0,26; 0,19]	0,11	-0,33	0,74
	Idade	-95,19 [-124,62; -65,75]	14,92	-6,38	0,00
	Interação	-0,50 [-0,96; -0,04]	0,23	-2,15	0,03
Pós 4	Intercepto	802,07 [788,31; 815,83]	6,98	114,99	0,00
	Pré	-0,14 [-0,35; 0,08]	0,11	-1,26	0,21
	Idade	-101,98 [-129,98; -73,98]	14,19	-7,18	0,00
	Interação	-0,25 [-0,69; 0,19]	0,22	-1,11	0,27

Fonte: Os Autores (2025).

Figura 1: Representação da Moderação da Idade no *Wod* Megan nos Instantes: A) Durante, $F_{1,00; 188,00} = 4,78$; $r^2 = 2,17\%$; valor- $p = 0,03$; B) Imed. Apos, $F_{1,00; 188,00} = 5,87$; $r^2 = 2,38\%$; valor- $p = 0,02$; e C). Pós 3, $F_{1,00; 188,00} = 4,63$; $r^2 = 1,69\%$; valor- $p = 0,03$.



Fonte: Os Autores (2025).

Nesses instantes (Imed. Após e Pós 3), nos indivíduos com idades mais baixas não houve significância do efeito moderador da Idade na relação entre o Tempo e a resposta LF/HF, o que poderia, mesmo que parcialmente, reforçar as considerações realizadas para a Tabela 1.

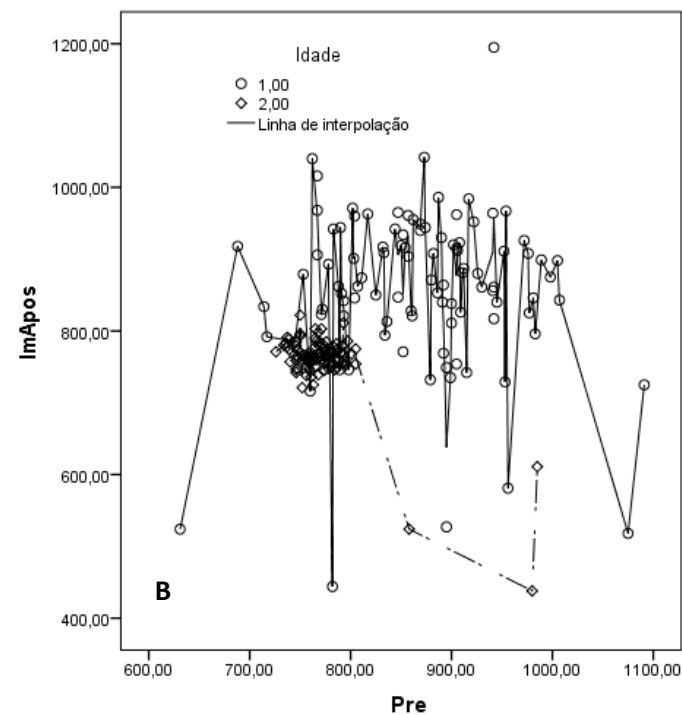
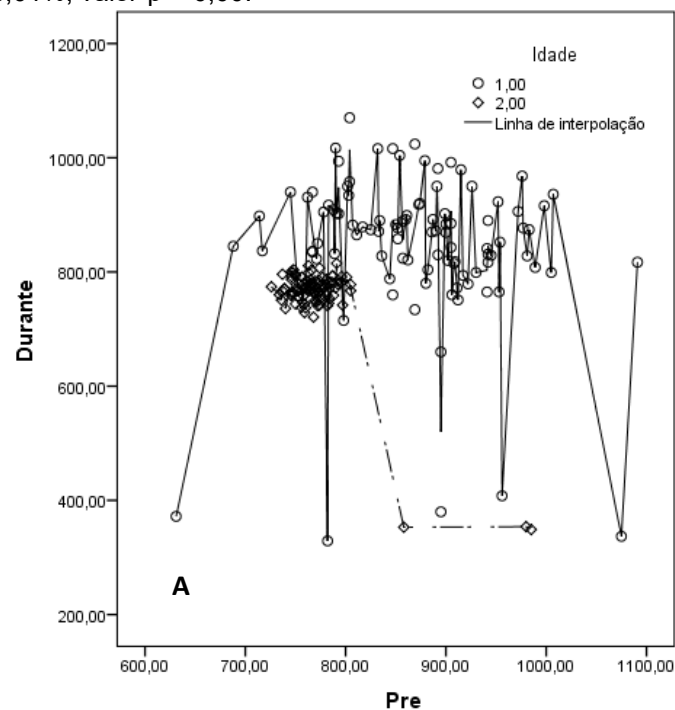
O *Wod* Diane (Tabela 3) apresentou o maior quantitativo de significância estatística, pois todas as variáveis o foram do momento Durante até o Pós 2 (valor-p $\leq 0,01$). Aparentemente, a capacidade de moderação da Idade seria profícua, em algum grau, com a senescência. As idades mais baixas apresentaram em todos os momentos comportamentos próximos ao modelo polinomial, não sendo significativa a influência da Idade. Concomitantemente, aquelas mais altas se aproximaram da linearidade, conquistando capacidade de explicação em Durante, Imed. Após, Pós 1 e Pós 2, respectivamente, 9,28% (Figura 2A), 5,01% (Figura 2B), 2,93% (Figura 3A) e 2,65% (Figura 3B). Em nenhum dos casos, o comportamento linear foi explícito como aquele da Figura 1A, mas a influência foi forte e em sentido contrário à explicação de Y por X. Isso ratificou a relevância de prescrição e controle individualizados.

Tabela 3: Estimativas dos Modelos do *Wod* Diane, $\alpha = 0,05$.

Dependente	Variável	Coefficiente	Erro Padrão	t	Valor-p
Durante	Intercepto	766,89 [746,13; 787,65]	10,53	72,86	0,00
	Pré	-0,86 [-1,16; -0,56]	0,15	-5,65	0,00
	Idade	-177,06 [-219,25; -134,87]	21,39	-8,28	0,00
	Interação	-1,54 [-2,16; -0,92]	0,31	-4,89	0,00
Imed. Após	Intercepto	788,91 [771,74; 806,08]	8,70	90,64	0,00
	Pré	-0,48 [-0,73; -0,23]	0,13	-3,79	0,00
	Idade	-150,41 [-185,3; -115,53]	17,69	-8,50	0,00
	Interação	-0,96 [-1,47; -0,45]	0,26	-3,70	0,00
Pós 1	Intercepto	796,18 [782,22; 810,15]	7,08	112,46	0,00
	Pré	-0,39 [-0,59; -0,19]	0,10	-3,79	0,00
	Idade	-131,50 [-159,88; -103,12]	14,39	-9,14	0,00
	Interação	-0,61 [-1,03; -0,20]	0,21	-2,91	0,00
Pós 2	Intercepto	800,47 [786,43; 814,52]	7,12	112,45	0,00
	Pré	-0,18 [-0,38; 0,02]	0,10	-1,74	0,08
	Idade	-110,60 [-139,14; -82,07]	14,47	-7,65	0,00
	Interação	-0,58 [-1,00; -0,16]	0,21	-2,72	0,01
Pós 3	Intercepto	815,94 [802,58; 829,29]	6,77	120,55	0,00
	Pré	-0,01 [-0,20; 0,19]	0,10	-0,09	0,93
	Idade	-99,69 [-126,82; -72,56]	13,75	-7,25	0,00
	Interação	-0,08 [-0,48; 0,31]	0,20	-0,42	0,68
Pós 4	Intercepto	816,70 [803,66; 829,74]	6,61	123,56	0,00
	Pré	-0,10 [-0,29; 0,09]	0,10	-1,03	0,30
	Idade	-99,63 [-126,12; -73,14]	13,43	-7,42	0,00
	Interação	-0,02 [-0,41; 0,37]	0,20	-0,10	0,92

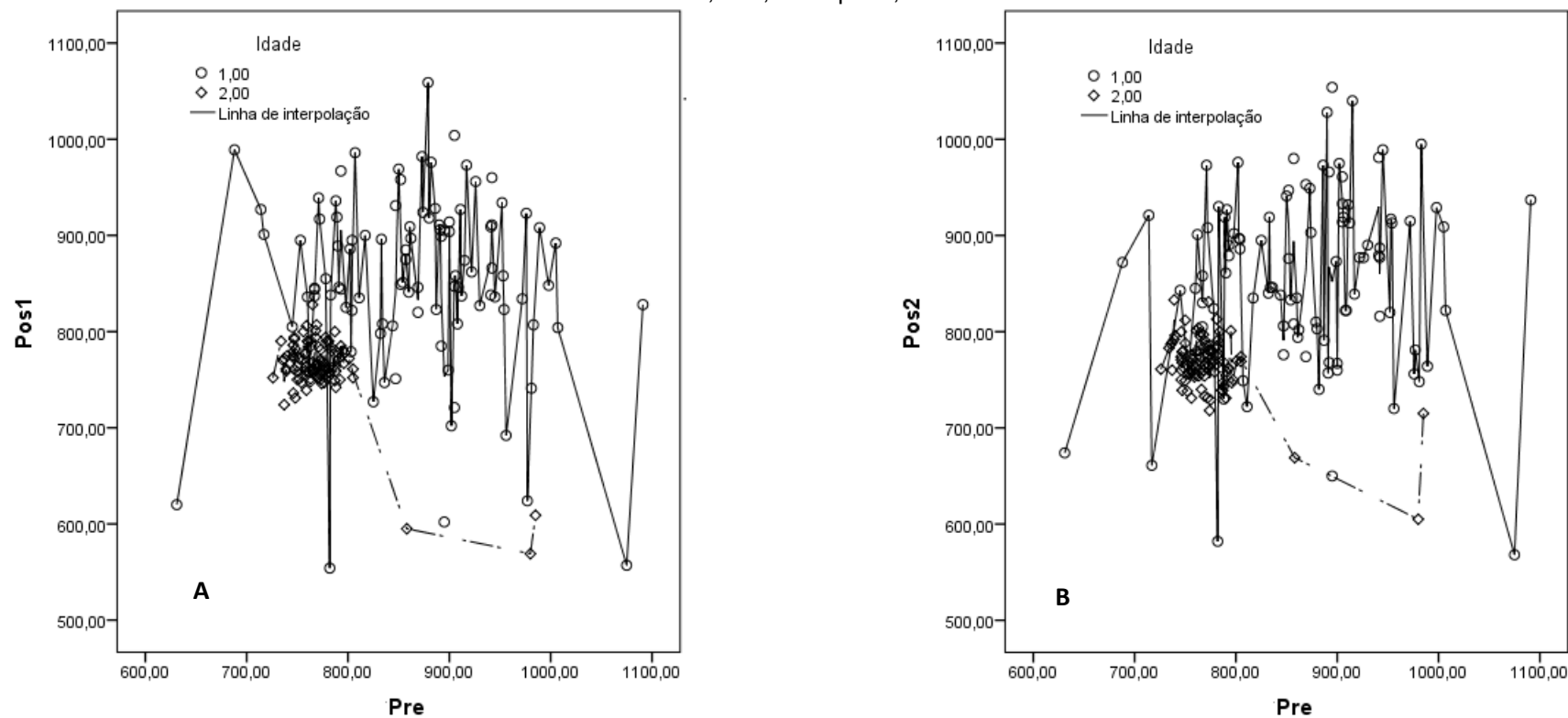
Fonte: Os Autores (2025).

Figura 2: Representação da Moderação da Idade no *Wod* Diane nos Instantes: A) Durante, $F_{1,00; 188,00} = 23,95$; $r^2 = 9,28\%$; valor- $p = 0,00$; B) ImApos, $F_{1,00; 188,00} = 13,67$; $r^2 = 5,01\%$; valor- $p = 0,00$.



Fonte: Os Autores (2025).

Figura 3: Representação da Moderação da Idade no *Wod* Diane nos Instantes: A) Pós 1, $F_{1,00; 188,00} = 8,45$; $r^2 = 2,93\%$; valor- $p = 0,00$; e B) Pos2, $F_{1,00; 188,00} = 7,37$; $r^2 = 2,65\%$; valor- $p = 0,01$.



Fonte: Os Autores (2025).

Barreto (2023) destacou que parâmetros respiratórios poderiam alterar a VFC, independentemente das mudanças na regulação autonômica. O aumento da frequência respiratória reduziria a amplitude de oscilações da FC, mitigando a variabilidade de RR, assim como a diminuição do volume corrente. Em adição, influências autonômicas, como alongamento atrial resultante da pressão de enchimento e mudanças na pressão torácica que ocorreriam durante a respiração, interfeririam na resposta da VFC. Essa seria marcador não invasivo da modulação autonômica e tendo sido considerado método promissor para individualizar a prescrição de treinamento e avaliar as adaptações relacionadas às rotinas de força e aeróbica. A justificativa para isso faria morada no fato de que a prática de exercício físico seria relacionada ao aumento do tônus vagal, em função das adaptações decorrentes do maior trabalho cardíaco e redução na sensibilidade dos receptores β adrenérgicos, o que contribuiria para o aumento das atividades parassimpáticas, promovendo a estabilidade elétrica do coração e reduzindo os riscos cardiovasculares e a vulnerabilidade do órgão. Isso poderia ser particularmente relevante a partir da transição de adulto jovem a adulto.

Considerações Finais

O estudo objetivou verificar a possibilidade de a Idade modificar a relação entre tempo e treino no condizente à razão LF/HF. Os resultados demonstraram que em razão da demanda física originada no exercício, a hipótese se confirmaria, mesmo que capacidade percentual baixa. Então, concluiu-se que no grupo estudado, a Idade influenciou a resposta fisiológica, dependendo do estímulo disponibilizado.

A replicação da investigação, porém utilizando outros parâmetros da VFC nos domínios do tempo e da frequência, talvez permita melhor explicar a influência da Idade nas respostas fisiológicas sob exercício. Considerando que a mecânica de execução impactaria no funcionamento cardiovascular, tomar o tempo de prática dos voluntários como moderador pode ser esclarecedor, assim como classificar a destreza de execução e empregar a modelagem logística em detrimento da linear.

Referências

BARRETO, ACLG. **Respostas fisiológicas e bioquímicas em indivíduos praticantes de Crossfiit® submetidos a protocolos de treinamento físico agudos e crônicos**. Tese (Doutorado em Educação Física) – Programa de Pós-graduação Stricto-Sensu em Educação Física. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2023.

BELLAR, D *et al.* The relationship of aerobic capacity, anaerobic peak Power and experience to performance in Crossfit exercise. **Biology of Sport**, v. 32, n. 4, p. 315-320, 2015.

BORGES, FFR. **Variabilidade da frequência cardíaca de corredores durante teste incremental máximo em esteira ergométrica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Programa de pós-graduação em Engenharia Biomédica. Faculdade de Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia (MG), 2022.

BRAY, GA; GRAY, DS. Obesity. Part I – pathogenesis. **The Western Journal of Medicine**, v. 149, n. 4, p. 429-441, 1988.

COHEN, J *et al.* **Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioural sciences**. Mahwah, NJ (USA): Lawrence Earlbaum Associates; 2003.

DEL PASO, GAR *et al.* The utility of low frequency heart rate variability as an index of sympathetic cardiac tone: a review with emphasis on a reanalysis of previous studies. **Psychophysiology**, v. 50, n. 5, p. 477-487, 2013.

EDWARDS, JR; LAMBERT, LS. Methods for integrating moderation and mediation: a general analytical framework using moderated path analysis. **Psychological Methods**, v. 12, n. 1, p. 1-22, 2007.

HAYES, A. **Introduction to mediation, moderation, and conditional process analysis: a regression based approach**. New York (USA): Guilford Press, 2018.

HAYES, AF; ROCKWOOD, NJ. Regression-based statistical mediation and moderation analysis in clinical research: Observations, recommendations, and implementation. **Behaviour Research and Therapy**, v. 98, p. 39-57, 2017.

HEATHERS, JAJ. Everything hertz: methodological issues in short-term frequency-domain HRV. **Frontiers in Physiology**, v. 5, a. 177, 2014. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00177>

JANDRE, GRS *et al.* Modelagem estocástica da variabilidade da frequência cardíaca. **Revista Presença**, v. 10, n. 22, p. 237-252, 2024.

LIMA, AHRA *et al.* Efeito agudo da intensidade do exercício de força na modulação autonômica cardíaca pós-exercício. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 96, n. 6, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2011005000043>

LITTLE, JP *et al.* A practical model of Low volume high intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human Skeletal muscle: potential mechanisms. **Journal of Physiology**, v. 588, n. 6, p. 1011-1022, 2010.

MALLIANI, A *et al.* Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain. **Circulation**, v. 84, n 2, p. 482–492, 1991.

MALLIANI, A. Heart rate variability: from bench to bedside. **European Journal of Internal Medicine**, v. 16, n. 1, p. 12–20, 2005.

MEMON, MA *et al.* Moderation analysis: issues and guidelines. **Journal of Applied Structural Equation Modeling**, v. 3, n. 1, p. i-xi, 2019.

MONTANO, N *et al.* Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. **Circulation**, v. 90, n. 4, p. 1826–1831, 1994.

NOBRE, RF *et al.* Variabilidade da frequência cardíaca em praticantes de HIIT pelos componentes de frequência absoluta. **Revista Presença**, v. 10, n. 22, p. 389-399, 2024.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPAS). XXXVI Reunión del Comité Asesor de Investigaciones en Salud. **Encuesta Multicéntrica**: Salud Bienestar y Envejecimiento (SABE) en América Latina y el Caribe. Washington, D.C (USA): Organización Panamericana de la Salud, 2001.

RAJENDRA, AU *et al.* Heart rate variability: a review. **Medical & Biological Engineering & Computing**, v. 44, n. 12, p. 1031-1051, 2006.

SÁ, JCF *et al.* Variabilidade da frequência cardíaca como método de avaliação do sistema nervoso autônomo na síndrome dos ovários policísticos. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, v. 35, n. 9, p. 421-416, 2013.

SHAFFER, F; MCRATY, R; ZERR, CL. A healthy heart is not a metronome: an integrative review of the heart's anatomy and heart rate variability. **Frontiers Physiology**, v. 5, a. 1040, 2014. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01040

STRAUSS, ME; SMITH, GT. Construct validity: advances in theory and methodology. **Annual Review of Clinical Psychology**, v. 5, p. 1-25, 2009.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY, the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

TIBANA, RA *et al.* Two consecutive days of Crossfit training affects pro and anti-inflammatory cytokines and osteoprotegerin without impairments in muscle power. **Frontiers Physiology**, v. 7, a. 260, 2016. <https://doi.org/10.3389/fphys.2016.00260>

TOLEDO, R *et al.* Comparision of physiological responses and training load between different Crossfit® workouts with equalized volume in men and women. **Life**, v. 11, n. 6, a. 586, 2021. doi: 10.3390/life11060586.

VANDERLEI, LCM *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

WEISENTHAL, BM *et al.* Injury rate and patterns among Crossfit® athletes. **The Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 2, n. 4, 2014. DOI: 10.1177/2325967114531177

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Obesity**: preventing and managing the global epidemic. Geneva (Switzerland): World Health Organization, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Waist circumference and waist-hip ratio**: report of a WHO expert consultation, Geneva, 8-11 December 2008. Geneva (Switzerland): World Health Organization, 2011.