

# COMPARAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA (FCM) CALCULADA POR 21 EQUAÇÕES E FCM OBTIDA EM EXERCÍCIO DE CORRIDA EM HOMENS E MULHERES

GRACIANE MIRANDA FREITAS<sup>1</sup> ; WALLISON DAVID RODRIGUES XAVIER<sup>2</sup>;  
ARTHUR J. DANTAS SILVA<sup>3</sup>;  
JOÃO C. BOUZAS MARINS<sup>4</sup>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – DEP. ED. FÍSICA  
LABORATÓRIO DE PERFORMANCE HUMANA  
Grupo de Pesquisa: Atividade Física Saúde e Performance

O uso de equações para estimar a frequência cardíaca máxima (FCM) é um procedimento extremamente habitual, sendo indicado em três situações: a) cálculo da intensidade para a prescrição de exercícios físicos; b) estabelecer um critério para considerar um teste ergométrico máximo; c) determinar a interrupção de um exercício. Foram identificadas em diversas fontes bibliográficas, 21 equações que estimam a FCM para diversos grupos populacionais diferenciados. **Objetivo:** Identificar entre as 21 equações que calculam a FCM qual(is) a(s) mais adequada(s) para o exercício de corrida tanto em homens como em mulheres. **Metodologia:** Foram avaliados 41 homens ( $20,43 \pm 2,4$  anos) e 13 mulheres ( $22,2 \pm 1,3$  anos) jovens universitários, sem presença de nenhum fator de risco coronariano primário e praticantes regulares de exercício físico nos últimos 2 anos. As provas foram realizadas em uma pista de Atletismo oficial de 400 metros. Os avaliados foram submetidos a um período de aquecimento dividido em duas etapas de 600 metros, onde na primeira etapa, os avaliados percorriam a distância a um ritmo não superior a 140 bpm. Na segunda etapa de aquecimento, o ritmo não poderia ser superior a 160 bpm. Após a conclusão dos 1200 metros de aquecimento, iniciava-se a parte principal do teste, onde percorria-se a distância de 600 metros porém a máxima velocidade. Registrou-se a FC em intervalos regulares de 5 segundos, utilizando o sistema Polar<sup>?</sup> (Sport Test e Acurex) com posterior transferência de dados para o sistema informático Polar<sup>?</sup> Advantage e Advisor. Considerou-se como FCM dois referenciais diferentes: primeiro a FC obtida ao final da prova de 600 metros, e o segundo, o valor mais elevado de FC obtido ao longo da prova. Para o tratamento estatístico, se empregou uma análise descritiva, além do teste t de student para dados pareados com um nível de significância de  $P < 0,05$ . **Resultados:** Os resultados de FCM obtidos no final dos 600 metros ( $FCM_{F-600}$ ) e FCM geral ( $FCM_G$ ) estão expressos no quadro 1.

**Quadro 1: FCM obtida (bpm) em corrida máxima em homens e mulheres**

	HOMENS				MULHERES			
	Média	DP	VMA	VMI	Média	DP	VMA	VMI
$FCM_{F-600}$	189,04	9,6	207	172	195,61	5,7	207	186
$FCM_G$	190,05	9,20	207	168	199,07	6,7	215	190

VMA = Valor máximo; VMI = Valor mínimo

Os resultados indicaram não haver diferença significativa entre a  $FCM_G$  e  $FCM_{F-600}$ , tanto para homens como para mulheres. Quanto ao emprego das fórmulas, 11 equações para

homens e 15 equações para as mulheres foram consideradas sem diferenças significativas estatisticamente, podendo assim serem utilizadas. Entretanto, considerando apenas estas equações como válidas, comparadas a  $FCM_G$  em termos de valores absolutos, houveram dispersões de resultados variando entre  $-4,42$  a  $+7,59$  bpm para os homens e  $-10,17$  a  $+4,73$  bpm nas mulheres. As equações com o cálculo mais aproximado variaram apenas  $-0,27$  bpm (homens) e  $-0,87$  bpm (mulheres), sendo elas,  **$FCM = 200 - 0,5 * idade$  (homens)** e  **$FCM = 217 - 0,846 * idade$  (mulheres)**. **Conclusão:** Existem equações que estimam a FCM para um exercício de corrida de forma adequada, sendo elas as preconizadas por Fernandez et al. (1998) para homens e Cooper (Froelicher et al., 1998) para as mulheres.

Palavras Chaves: Frequência cardíaca máxima – Corrida - Avaliação Física

## 1. INTRODUÇÃO

O emprego de equações para estimar a FCM é um procedimento habitual no meio esportivo. Entre as principais justificativas está em auxiliar no cálculo da intensidade para a prescrição de exercícios físicos. Existem duas formas básicas de trabalho, uma onde calcula-se diretamente a faixa de trabalho a partir da FCM determinada (Mcardle et al, 2001; King e Senn, 1996), e uma segunda técnica proposta por Karvonen et al. (1957) em que se considera a FC de reserva. Independentemente do procedimento adotado, a FCM pode ser estimada por uma equação, ou obtida em um exercício máximo. Como habitualmente nem sempre é possível a realização de um teste máximo, o uso de equações é algo extremamente difundido.

Em cardiologia o uso de equações que estimam a FCM possui dois significados: a) estabelecer um critério para considerar um teste ergométrico máximo; b) determinar a interrupção de um exercício. Na primeira situação existem um conjunto de fatores que são normativos para considerar um teste ergométrico máximo, sendo eles: o coeficiente respiratório, a incapacidade de aumentar o  $VO_2$  apesar de um aumento de carga, um IPE entre 19 – 20, ou quando o avaliado atinge a FCM calculada. Neste caso, habitualmente emprega-se normalmente a equação:  $FCM = 220 - idade$ . Quando o avaliado atinge a FCM calculada, tem-se como recomendação a interrupção do teste ergométrico, independentemente dos sinais físicos, ou dos sintomas do avaliado.

Recentemente, diversos trabalhos vem criticando o emprego da equação:  $FCM = 220 - idade$ , por não ser a ideal para estimar a FCM, já que apresenta uma variação de resultados superior a 10 bpm (Robergs e Landwehr, 2002). Em outro trabalho comparando os resultados entre equações estimativas de FCM, indicou-se a equação proposta por Tanaka et al. (2001) como a mais adequada ( $FCM = 208 - 0,7 * idade$ ) para indivíduos ativos tanto homens como mulheres.

Após uma revisão bibliográfica, foram identificadas 21 equações que estimam a FCM para diversos grupos populacionais, com características diferentes de idade, condição física, saúde, sexo, e tipo de exercício, elementos estes que poderão alterar o resultado final, modificando assim sua aplicação e interpretação.

## 2 – OBJETIVO

Identificar entre as 21 equações que calculam a FCM qual(is) a(s) mais adequada(s) para o exercício de corrida tanto em homens como em mulheres, ativos em idade universitária.

### **3 – METODOLOGIA**

#### **3.1 – Amostra**

Foram avaliados 41 homens ( $20,43 \pm 2,4$  anos) e 13 mulheres ( $22,2 \pm 1,3$  anos) jovens universitários, sem presença de nenhum fator de risco coronariano primário e praticantes regulares de exercício físico nos últimos 2 anos.

O processo de seleção para a composição da amostra teve como exigência a necessidade do participante ter uma prática de exercício regular de pelo menos 2 vezes por semana nos últimos 2 anos. Outro procedimento seletivo para incluir os voluntários à pesquisa, foi o preenchimento de um questionário básico (Marins e Giannichi, 1998) para se detectar a prevalência de algum fator de risco primário, que contra-indicaria a inclusão na amostra, tendo em vista a elevada intensidade de trabalho a ser desempenhada.

Por fim, levando-se em consideração o alto nível de esforço que o avaliado foi submetido, constou como rotina, a leitura dos termos de garantia da ética de trabalho com experimentação em humanos, na qual o avaliado assinava o termo de consentimento de participação.

#### **3.2. Procedimento experimental**

Todo experimento foi realizado na pista de 400 metros de Atletismo do Departamento de Educação Física da UFV. O equipamento utilizado para a coleta de dados foi o sistema Polar<sup>7</sup> (*Sport Test e Acurex*) com posterior transferência de dados para o sistema informático Polar<sup>7</sup> Advantage e Advisor. Registrou-se a FC em intervalos regulares de 5 segundos, considerando como FCM dois referenciais diferentes: primeiro a FC obtida ao final da prova de 600 metros ( $FCM_{F-600}$ ), e o segundo, o valor mais elevado de FC obtido ao longo da prova ( $FCM_G$ ). O controle de todo o comportamento da FC não sofreu interferência do avaliado, de maneira que todo sistema de registro de dado ocorre de forma automática.

Como a frequência cardíaca máxima não sofre interferência do horário do dia não se teve como preocupação o estabelecimento de horários rígidos para a execução dos testes (Marins e Perez, 1999). Porém um dos cuidados adotados foi de se evitar a

realização dos testes após a realização de grandes refeições. O procedimento experimental foi dividido em três grandes fases: aquecimento, parte principal e volta a calma. A seguir serão descritos com detalhes cada fase.

#### **☞☞ Fase 1 – Aquecimento:**

Visando obter uma adaptação progressiva ao esforço, utilizou-se um aquecimento específico antes da realização do teste máximo. O procedimento de aquecimento correspondeu a uma volta e meia (600 metros) trotando a uma frequência não superior à 140 bpm e mais uma volta e meia correndo a uma velocidade submáxima selecionada pelo avaliado desde que sua frequência não fosse superior à 160 bpm, totalizando assim uma distância de 1200 metros. Este procedimento permitiu uma melhor interseção entre a condição de frequência cardíaca de repouso para a máxima nas condições de testagem.

#### **☞☞ Fase 2 – Parte principal**

Imediatamente após o período de aquecimento, o avaliado corria o mais rápido possível para uma distância de 600 metros.

#### **☞☞ Fase 3 – Volta a calma**

Após o término da parte principal, o avaliado percorria uma distância de 400 metros em trote ou caminhando segundo a seleção do próprio testando.

### **3.3. Tratamento Estatístico**

Utilizou-se para comparar as médias obtidas de  $FCM_G$  e  $FCM_{F-600}$  frente as diversas fórmulas que estimam a frequência cardíaca máxima, o teste  $t$  de Student para dados pareados (Marins e Giannichi, 1998).

## **4. – RESULTADOS**

Os resultados de FCM obtidos no final dos 600 metros ( $FCM_{F-600}$ ) e FCM geral ( $FCM_G$ ) estão expressos no quadro 1. Os resultados indicaram não haver diferença significativa entre a  $FCM_G$  e  $FCM_{F-600}$ , tanto em homens como em mulheres.

**Quadro 1: FCM obtida (bpm) em corrida máxima em homens e mulheres**

	HOMENS				MULHERES			
	Média	DP	VMA	VMI	Média	DP	VMA	VMI
<b>FCM<sub>F-600</sub></b>	189,04	9,6	207	172	195,61	5,7	207	186
<b>FCM<sub>G</sub></b>	190,05	9,20	207	168	199,07	6,7	215	190

VMA = Valor máximo; VMI = Valor mínimo

Os quadros 2 e 3 apresentam as equações consideradas como válidas neste estudo para estimar a FCM, tendo em vista que seus resultados não foram significativamente diferentes ( $P > 0,05$ ), com relação a FCM<sub>F-600</sub>, tanto em homens como em mulheres. Os quadros também indicam as diferenças absolutas observadas entre o valor médio calculado por cada equação comparada à FCM<sub>G</sub> e FCM<sub>F-600</sub>.

**Quadro 2: Equações mais adequadas para estimar a FCM em homens para a corrida**

FÓRMULA	Média	DP	FCM <sub>G</sub> (Média = 190.05)	FCM <sub>F-600</sub> (Média=189.04)
FCM=208-0,7*IDADE	193,6	1,7	3,64	4,65
FCM =211-0,922*IDADE	192,1	2,2	2,1	3,11
FCM =197-0,556*IDADE	185,6	1,3	-4,42	-3,41
FCM =207-0,64*IDADE	193,9	1,5	3,86	4,87
FCM =209-IDADE	188,5	2,4	-1,49	-0,48
FCM =200-0,72*IDADE	185,2	1,7	-4,77	-3,76
FCM =214-0,8*IDADE	197,6	1,9	7,59	8,6
FCM =209-0,7*IDADE	194,6	1,7	4,64	5,65
FCM =210-IDADE	189,5	2,4	-0,49	0,52
FCM =200-0,5*IDADE	189,7	1,3	-0,27	0,65
FCM =198-0,41*IDADE	189,6	1	-0,43	0,58

DP= desvio padrão; X= média

**Quadro 3: Equações mais adequadas para estimar a FCM em mulheres para a corrida**

FÓRMULA	Média	DP	FCM geral ( média = 199,07)	FCM 600m ( média= 195.61)
FCM=220-IDADE	197,8	1,3	-1,27	2,19
FCM=208-0,7*IDADE	192,4	0,9	-6,67	-3,21
FCM=211-	190,5	1,2	-8,57	-5,11

0,922*IDADE				
FCM=210-0,662*IDADE	195,3	0,8	-3,77	-0,31
FCM=217-0,845*IDADE	198,2	1,1	-0,87	2,59
FCM=207-0,64*IDADE	192,8	0,8	-6,27	-2,81
FCM=212-0,775*IDADE	194,8	1	-4,27	-0,81
FCM=216-0,88*IDADE	196,4	1,1	-2,67	0,79
FCM=214-0,8*IDADE	196,2	1	-2,87	0,59
FCM=209-0,7*IDADE	193,4	0,9	-5,67	-2,21
FCM=226-IDADE	203,8	1,3	4,73	8,19
FCM=200-0,5*IDADE	188,9	0,6	-10,17	-6,71
FCM=210-0,65*IDADE	195,6	0,8	-3,47	-0,01
FCM=205-0,41*IDADE	195,9	0,5	-3,17	0,29
FCM=198-0,41*IDADE	188,9	0,5	-10,17	-6,71

*DP= desvio padrão; X= média*

## 5. DISCUSSÃO

Quanto ao emprego das 21 fórmulas estudadas, 11 equações para homens e 15 equações para as mulheres foram consideradas sem diferenças significativas estatisticamente, podendo assim serem utilizadas. Entretanto, considerando apenas estas equações como válidas, comparadas a  $FCM_G$  em termos de valores absolutos, houveram dispersões de resultados variando entre  $-4,42$  a  $+7,59$  bpm para os homens e  $-10,17$  a  $+4,73$  bpm nas mulheres. As equações com o cálculo mais aproximado variaram apenas  $-0,27$  bpm (homens) e  $-0,87$  bpm (mulheres), sendo elas, **FCM = 200 - 0,5 \* idade (homens)** proposta por Fernandez et al. (1998) e **FCM = 217 - 0,846 \* idade (mulheres)** proposta por Cooper (Froelicher et al., 1998). Estes resultados encontram-se dentro da faixa indicada por Robergs e Landwehr (2002) inferior a  $\pm 3$ bpm.

Tomando como referência a proposta de Robergs e Landwehr (2002) em que uma equação deve estimar a FCM dentro de um limite de  $\pm 3$  bpm, quando comparada a FCM, neste caso a  $FCM_G$ , ter-se-á no sexo masculino, apenas 5 equações adequadas. Já no sexo feminino este número será de 4 equações. Entre estas 9 equações selecionadas para os exercício de corrida, reafirma-se a questão de equações específicas para cada tipo de exercício, visto que são diferentes as indicadas para o cálculo de FCM proposto por Nogueira et al. (2002) para natação e Silva-Júnior et al. (2002) para o ciclismo. As áreas

sombreadas do quadro 2 e 3 indicam as 9 equações mais indicadas para o exercício de corrida.

É importante destacar que a equação:  $FCM = 220 - \text{idade}$ , amplamente difundida no meio esportivo como indicador de FCM, não foi considerada como adequada para o público masculino, confirmando os achados de Scolfaro et al. (1998). Porém para o público feminino a equação estatisticamente foi considerada como válida apresentando uma dispersão de 1,27 bpm. Estes resultados não estão de acordo com um estudo de metodologia semelhante empregado por Scolfaro et al. (1998), em que a equação **não** foi considerada como válida, pois estimava uma FCM de  $198,35 \pm 2$  bpm sendo registrado  $FCM_{F-600}$  de  $190,2 \pm 5,6$  bpm, diferença esta considerada como significativas ( $P < 0,01$ ).

Uma segunda equação que merece destaque quanto aos resultados, foi proposta por Tanaka et al. (2001)  $\{FCM=208-0,7*IDADE\}$ . Esta equação foi aceita em ambos os sexos no tratamento estatístico ao não diferir da  $FCM_G$  com dispersões de 3,6 bpm (homens) e 6,6 (mulheres). Porém segundo os critérios de Robergs e Landwehr (2002) não seria adequada para seu emprego.

É curioso observar que das 9 equações selecionadas como as mais adequadas, nenhuma encontra-se simultaneamente nos dois sexos, o que faz especular sobre a importância do fator sexo para estimar a FCM.

Cabe destacar que os resultados específicos desta **investigação são inerentes, ao tipo de exercício de corrida**, para uma população de jovens em idade universitária, aparentemente saudáveis, ativos e não fumantes. É possível considerar que populações com outras características poderão apresentar resultados diferenciados, com indicação de outras equações como as mais adequadas.

## 6. CONCLUSÃO

Para um exercício de corrida em uma população em idade universitária, tem-se equações que estimam a FCM forma adequada, sendo elas as preconizadas por Fernandez et al. (1998) para homens  $\{FCM = 200 - 0,5 * \text{idade}\}$  e para as mulheres a equação de Cooper (Froelicher et al., 1998)  $\{FCM = 217 - 0,846 * \text{idade}\}$ .

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

☞ FERNANDEZ, E. Fisiologia Del aparato cardiovascular: respuestas y adaptaciones al ejercicio. IN: Marqueta, P.: Ferrero A. (Eds). **Fisiologia Del Ejercicio Aplicado al**



- Deporte.** Aragon: Diputación General de Aragon, 1998.
- ✍️ FROELICHER, V. ; MYERS, J; FOLLANSBEE, W.; LABOVITZ, A. **Exercício e o coração.** Revinter. Rio de Janeiro, 1998.
- ✍️ KARVONEN, M; KENTALA, K. e MUSTA. **The effects of training heart rate: a longitudinal study.** Ann. Med. Exptl Biol. Fenn. 35: 307 – 315, 1957.
- ✍️ KING, C.; SENN, M. Exercise testing and prescription – practical recommendation for the sedentary. **Sport Medicine.** 21 (5): 326 – 336, 1996.
- ✍️ MARINS, J.; GIANNICHI, R. **Avaliação e Prescrição de Atividade Física: guia prático.** Shape. Rio de Janeiro, 1998.
- ✍️ MARINS, J.; PEREZ E. Estudio sobre la variabilidad en la frecuencia cardíaca y rendimiento físico en natación relacionado al ritmo diario. **Comunicaciones Técnicas Real Federación Española de Natación** v. 4: 3 – 16, 1999
- ✍️ McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fundamentos de fisiologia do exercício.** Editora Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 2002.
- ✍️ NOGUEIRA, S. <sup>1</sup>; XAVIER, W.; FIGUEIREDO, P.; MARINS, J. Comparação da frequência cardíaca máxima (FCM) calculada por 21 equações e FCM obtida em natação estilo livre. **Revista Mineira de Educação Física.** 10, (1): 284, 2002
- ✍️ ROBERGS, R.; LANDWEHR, R. The surprising history of the “Hrmax = 220 – age” equation. Journal of Exercise Physiologyonline. v.5, n.2, <http://www.css.edu/users/tboone2/asep/JEPonline.html> , 2002
- ✍️ SCOLFARO, L.; MARINS, J.; REGAZZI, A. Estudo comparativo da frequência cardíaca máxima em três modalidades cíclicas. **Revista APEF.** v.13, n. 1, p. 44 – 54, 1998.
- ✍️ SILVA-JÚNIOR, A; MARINS, J. Comparação da frequência cardíaca máxima obtida com a frequência cardíaca máxima calculada por diversas fórmulas em exercício de cicloergômetro. **Revista Mineira de Educação Física.** V.10, n.1, p. 288, 2002.
- ✍️ TANAKA, H.; MONAHAN, K.; SEALS, D. Age-Predicted maximal heart rate revisited. **Journal of the American College of Cardiolgt.** 37 (1): 153-156, 2001.

**TRABALHO APRESENTADO:**

**FÓRUM BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E CIÊNCIAS DO ESPORTE E  
V SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIAS DO ESPORTE**

**TRABALHO PUBLICADO NA REVISTA MINEIRA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**ANO 2002 – VOLUME 11 – NÚMERO 2 ANO X**

ENDEREÇO PARA CONTATO:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

LABORATÓRIO DE PERFORMANCE HUMANA

VIÇOSA - MINAS GERAIS – CEP.: 36571-000

[jcbouzas@mail.ufv.br](mailto:jcbouzas@mail.ufv.br) – Tel.: (31) 3899 2249