

**ESTUDO COMPARATIVO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA E ESTIMADA POR DIFERENTES EQUAÇÕES EM JOGADORES DE FUTEBOL PROFISSIONAL**

Matheus de Siqueira Mendes Barbalho<sup>1,2</sup>, Helton José Dias de Nova<sup>3</sup>  
 José Carlos Amaral<sup>4</sup>, Thiago Pereira Lopes<sup>1</sup>  
 Paulo Henrique Lima Rodrigues<sup>1</sup>, Ronivaldo Pires<sup>1</sup>

**RESUMO**

A frequência cardíaca máxima é considerada o valor mais elevado da FC durante um esforço até a exaustão, sendo utilizada como critério em testes ergométricos progressivos. Dentre as equações para estimar a FCM, a equação 220-idade, sendo a mais utilizada, outra equação é a de Tanaka e colaboradores (2001), na qual superestima a FC, baseado na idade. Desta forma o objetivo do trabalho foi comparar a FCM obtida por meio de teste ergométrico, em dois grupos de jogadores profissionais de futebol, com idades distintas, com as fórmulas de predição proposta por Tanaka et al. (2001), e 220-idade e comparar quais delas se aproximam mais para cada grupo da FCM realizada. Os atletas foram divididos em dois grupos G1 (n=11): (idade:  $27,4 \pm 2,3$ , peso  $76,3 \pm 8,4$  kg, altura  $180,9 \pm 9,2$  cm) e G2 (n=12): (idade  $20,5 \pm 2,1$ , peso  $69,5 \pm 7,4$  kg, altura  $175,25 \pm 8,5$ cm). Os resultados demonstraram que a FCM atingida no teste em G1 e G2 foi similar em ambas as formulas, independentemente da idade, quando comparada com as fórmulas o G1 teve uma FCM menos estimada por ambas as fórmulas, enquanto G2 teve uma FCM alta na fórmula 220-idade em comparação com a FCM atingida nos testes, dado interessante foi a alteração dos dados da fórmula 220-idade em comparação a fórmula de Tanaka e colaboradores (2001), devido à idade. Desta forma concluímos que as fórmulas devem levar em consideração a idade, visto que divergem em grupos de idades distintas, algumas equações podem estimar uma FCM, mais não com precisão, por causa de respostas individuais, isso é ressaltado em indivíduos atletas, visto que a margem de erro é maior.

**Palavras-chave:** Frequência Cardíaca. Futebol. Ergospirometria

**ABSTRACT**

Comparative study of heart rate and estimated maximum in professional football players in different equation

The maximum heart rate is considered the highest HR during an effort to exhaustion, being used as a criterion in progressive exercise tests. Among the equations to estimate the FCM, the equation 220-age, and the most commonly used, other equation and Tanaka et al (2001) in which overestimates the FC based on age. Thus the objective of this study was to compare the MHR obtained through exercise stress test in two groups of professional football players, with different ages, with the prediction formulas proposed by Tanaka et al. (2001) and 220 age and compare them which are closer to each group held FCM. The subjects were divided into two groups G1 (n = 11): (age:  $27.4 \pm 2.3$ , weight  $76.3 \pm 8.4$  kg  $180.9 \pm 9.2$  cm height) and G2 (n = 12): (age  $20.5 \pm 2.1$ ,  $69.5 \pm 7.4$  kg weight, height  $175.25 \pm 8.5$  cm). The results showed that the FCM reached in the test G1 and G2 was similar in both formulas, regardless of age, compared with the formulas G1 has an FCM under estimated by both formulas as G2 had a high FCM in formula 220 -Age compared with FCM achieved in tests, as interesting was the change in the formula 220-age data compared to Tanaka's formula and colleagues (2001), due to age. Differ in groups of different ages, some equations may estimate an FCM, no more accurately, because individual responses, it is emphasized in athletes individuals, since margin of error is larger.

**Key words:** Heart Rate. Football. Ergospirometry

1-Educação Física, Universidade da Amazônia, Amazonas, Brasil.

2-Fisioterapia, Universidade da Amazônia, Amazonas, Brasil.

## INTRODUÇÃO

O futebol é uma modalidade esportiva muito difundida em todo o mundo, em que há uma grande demanda energética possui vários fatores intrínsecos e extrínsecos que podem alterar na eficiência dos jogadores durante as partidas como fatores táticos, técnicos e físicos.

Sendo assim, é de fundamental importância conhecer e identificar as características funcionais que interferem nesse rendimento, assim como, ter indicadores de referência que frequência os treinamentos desses atletas (Silva e colaboradores, 1997).

A frequência cardíaca máxima (FCM) é o valor mais elevado da frequência cardíaca que um indivíduo pode atingir em um esforço máximo até o ponto de exaustão, utilizada frequentemente na prescrição de exercícios aeróbicos para indivíduos destreinados e treinados (Wilmore e Costill, 2013).

A FCM é coletada através de um esforço máximo o teste de exercício, é a partir do valor encontrado há a comparação do valor máximo como o previsto em função da idade (Araujo e Pinto, 2005).

Assim essa equação tende a superestimar a FCM de indivíduos jovens (< 40 anos) e a subestimar a frequência de idosos (Policarpo e Fernandes Filho, 2004).

Entre as diversas equações propostas para prever a FCM, a de maior destaque por ser amplamente conhecida é a equação "220 - idade" recomendada pelo American College of Sports Medicine (ACSM, 2009). De acordo com Robergs e Landwehr, (2002), curiosamente esta fórmula possui autoria desconhecida, apesar de muitas vezes ser citada como de autoria de Karvonen e colaboradores (1957) ainda que o trabalho elaborado por esses autores não tenha envolvido a elaboração dessa equação.

Outra equação que merece destaque é "208 - (0,7 x idade)" proposta por Tanaka e colaboradores (2001) que foi desenvolvida em um estudo de meta-análise coletando-se dados na literatura de 18.712 sujeitos.

O objetivo do estudo foi comparar a FCM obtida no teste ergométrico máximo, em dois grupos de atletas profissionais de futebol: G1 com idade aproximadamente de 28 anos e G2 com idade aproximadamente de 20 anos.

Com isso comparar com as fórmulas de predição 220-idade, e a proposta por

Tanaka e colaboradores (2001) assim vendo qual fórmula mais se aproxima da FCM.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada com metodologia observacional retrospectiva, no período de junho a setembro do ano 2014.

A amostra compunha 23 atletas do sexo masculino com idade de 19 a 31 anos ( $\pm 3,97$ ), os quais são jogadores profissionais de futebol da Tuna Luso Brasileira, durante o campeonato paraense 2014.

Os atletas foram divididos em dois grupos G1 (n=11): (idade:  $27,4 \pm 2,3$ , peso  $76,3 \pm 8,4$  kg, altura  $180,9 \pm 9,2$  cm) e G2 (n=12): (idade  $20,5 \pm 2,1$ , peso  $69,5 \pm 7,4$  kg, altura  $175,25 \pm 8,5$ cm).

Foram excluídos da pesquisa atletas que apresentaram lesões osteomioarticulares, doenças pulmonares, doenças cardíacas, ou que por algum motivo não conseguiram completar o tempo total do teste ergoespirométrico.

Os dados foram fornecidos pelo departamento médico do clube, o qual foi responsável por informar a respeito da natureza do experimento, e exame de rotina em clubes profissionais.

Antes da coleta todos os participantes assinaram o termo de consentimento, de acordo com a resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O teste foi realizado na esteira Centurion, usando o analisador de gás MetaLzyer®, software ERGOPC ELITE 3.3, ambos da marca Micromed, seguindo um protocolo de rampa onde foi iniciado em uma inclinação de 5% e uma velocidade de 3km/h, até alcançar o pico de esforço máximo em uma inclinação de 15% a uma velocidade de 12km/h. O tempo mínimo do teste foi de 8 minutos.

Após a coleta de resultados, as informações foram digitadas e tabuladas em banco de dados para análise estatística dos mesmos. Os pesquisados foram divididos em subgrupos para análise das variáveis. O banco de dados, bem com as tabelas e os gráficos, foi construído no Microsoft Excel 2013.

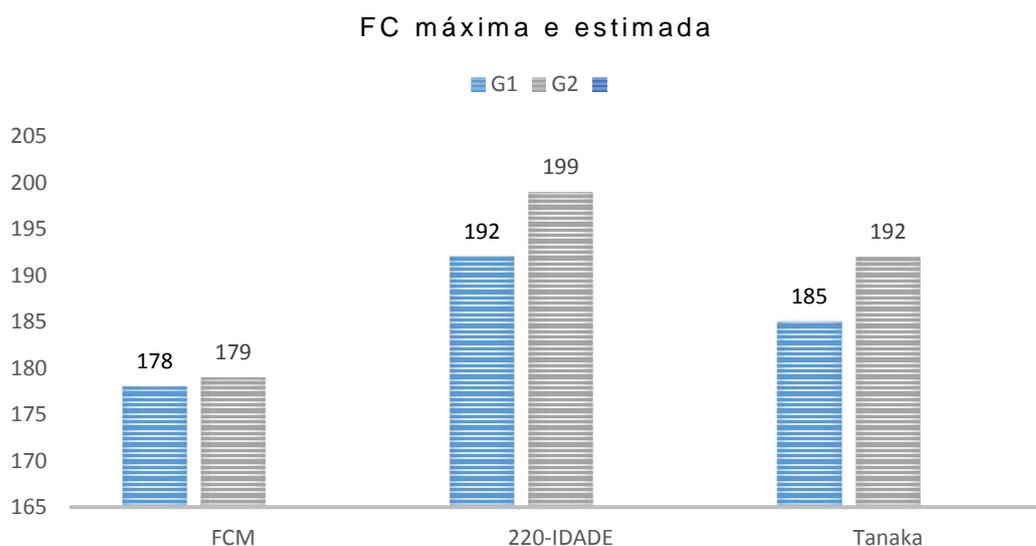
Para a análise dos dados, foi utilizado o software BioEstat 5.0, utilizando os testes ANOVA, Qui-quadrado, Tukey, análise de variância e Kolmogorov Smirnov para a análise da significância estatística dos

resultados obtidos, sendo considerado o nível alfa de significância 0,05 (5%).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Tabela 1** - Dados antropométricos da amostra.

Variáveis	G1 = 11	G=12
Idade (anos)	27,4 ± 2,3	20,5 ± 2,1
Peso (kg)	76,3 ± 8,4	69,5 ± 7,4
Altura (cm)	180,9 ± 9,2	175,25 ± 8,5



**Legenda:**  $p \leq 0,05$  em relação a 220 – idade do G1 e G2;  $p > 0,05$  em relação a Tanaka do G1.

**Figura 1** - Valores da frequência cardíaca máxima e as fórmulas de predição em ambos os grupos (G1 e G2).

Os resultados apresentaram diferenças ( $p=0,03$ ) entre os valores da FCM e da FC estimada pela fórmula 220-Idade, tanto para G1 quanto para G2, mas não houve diferença estatística em comparação a fórmula de Tanaka e colaboradores (2000) ( $p=0,054$ ).

Desta forma verificamos que a FCM no teste incremental foi significativamente inferior a fórmula 220-Idade para G1 e G2.

De acordo com Tanaka e colaboradores (2001) a fórmula 220-Idade superestima a FCM principalmente em indivíduos jovens, ignorando fatores como peso, altura e composição corporal do indivíduo, fato observado no estudo de Tibana e colaboradores (2009), em que dividiu dezoito homens fisicamente ativos em dois grupos, sendo G1 um grupo mais novo ( $22,6 \pm 3,3$ ) e outro mais velho ( $35,5 \pm 3,3$ ) em que se observou que a FCM foi significativamente inferior a 220-idade para o grupo mais novo.

Outro estudo que corrobora os achados de Tibana e colaboradores (2009) é o estudo feito por Barbosa e colaboradores (2004), em que analisaram 122 jovens com média de 21 anos em um teste de esforço máximo para verificar a FCM e analisar diversas fórmulas, buscando qual tem um valor estimativo mais próximo do real.

No estudo de Machado e Denadai, (2011) na qual avaliaram ambas as frequências em adolescentes, eles concluíram que a equação “220 - idade” não se mostra válida e apropriada para crianças e adolescentes, já que essa superestimou na média os valores da FCM para meninos na faixa etária de 10 a 16 anos.

A equação de Tanaka e colaboradores (2001), por sua vez, apresentou resultados bastante próximos da FCM medida, podendo ser considerada uma equação válida para essa clientela pediátrica.

Silva e colaboradores (2007) também verificaram formulas para estimar a FCM como os estudos citados acima, entretanto este estudo analisou 93 idosos com média de idade de 67 anos, durante um teste de esforço, comparando as formulas de 220-Idade e de predição de Tanaka e colaboradores (2004), porém foi contrário ao estudo de Tibana e colaboradores (2009), Barbosa e colaboradores (2004) e o presente estudo, pois a FCM se aproximou mais da formula 220-Idade com o dobro de bpm atingido pela formula de Tanaka e colaboradores (2001).

O maior estudo que analisou as formulas foi de Camarda e colaboradores (2008), na qual analisaram 24.120 testes ergoespirométricos máximos, com protocolo de cargas crescentes, realizados em esteira rolante e armazenados no banco de dados do Centro de Medicina e Atividade da Atividade Física e do Esporte da UNIFESP, no período de 1994 a 2006, foram resgatados 1.091 resultados da frequência cardíaca máxima de indivíduos sedentários do sexo masculino e 956 do feminino, os dados foram utilizados como padrão-ouro na comparação com as fórmulas de predição propostas por 220-idade e Tanaka. O estudo concluiu que as equações de predição da frequência cardíaca máxima propostas por Karvonen (220 - idade) e Tanaka (208 - (0,7 x idade)) são semelhantes para predição da frequência cardíaca máxima, de indivíduos do sexo masculino e feminino, com faixa etária de 12 a 69 anos, demonstrando boa correlação ( $r = 0,72$ ) com a frequência cardíaca máxima medida.

No presente estudo a discrepância entre a FCM atingida, tanto em G1 e G2 no teste de esforço máximo foi bem maior do que nos estudos de Barbosa e colaboradores (2004) e Tibana e colaboradores (2009) no que diz respeito a comparação com a formula 220-Idade, entretanto houve uma diferença menor na comparação com a fórmula de Tanaka e colaboradores (2001), acreditamos que devido nosso estudo analisar atletas profissionais, essa discrepância foi maior do que nos dois estudos citados, devido ao atleta possuir um condicionamento físico altamente superior a idosos e homens fisicamente ativos, população que foi estudada pelos estudos.

Baseados nos estudos analisados verificamos que a formula de predição de Tanaka e colaboradores (2001) tem maior precisão principalmente em jovens, mas para

idosos os estudos não encontraram grande diferença na comparação das duas formulas.

Para Kindermann e colaboradores (2002) a formula 220-Idade não deve identificar valores de FC, mas sim apenas para dar um padrão ao nível de intensidade no teste ergométrico, desta forma não devemos esperar valores similares, fato observado nos estudos citados e no presente estudo.

## CONCLUSÃO

Desta forma, concluímos que ambas as formulas superestimam demais a FCM em comparação com teste de esforço máximo, entretanto a formula proposta por Tanaka e colaboradores (2001) se aproxima mais da FCM tanto em não atletas como vimos nos artigos citados e em atletas como analisamos no presente estudo, outro aspecto que devemos ter em mente é que o atleta possui algumas alterações fisiológicas normais como FC menor em repouso, maior  $V_{O_2}$ , maior volume cardíaco e débito cardíaco. Assim essa diferença das formulas de predição e o teste de esforço máximo, podem ser mais discrepante.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Departamento Médico da Tuna Luso Brasileira pela colaboração.

## REFERÊNCIAS

- 1-American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins 2009.
- 2-Araujo, C. G. S; Pinto, V. L. M. Frequência Cardíaca Máxima em Testes de Exercício em Esteira Rolante e em Cicloergômetro de Membros Inferiores. Arquivos Brasileiros de Cardiologia. Vol. 85. Núm. 1. 2005.
- 3-Barbosa, F. P.; Oliveira, H. B.; Fernandes, P. R.; Fernandes, F. J. Estudo Comparativo de Equações de Estimativa da FC Máxima. Fitness and Performance Journal. Vol. 3. p.108-114. 2004.

# Revista Brasileira de Futsal e Futebol

ISSN 1984-4956 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbff.com.br](http://www.rbff.com.br)

4-Camarda, S. R. D. A.; Tebexreni, A. S.; Páfaro, C. N.; Sasai, F. B; Tambeiro, V. L.; Juliano, Y.; Barros Neto, T. L. Comparação da frequência cardíaca máxima medida com as fórmulas de predição propostas por Karvonen e Tanaka. *Arquivos Brasileiros em Cardiologia*. São Paulo. Vol. 91. Núm. 5. p. 311-314. 2008.

5-Caputo, E. L.; Da Silva, M. C.; Rombaldi, A. J. Comparação da frequência cardíaca máxima obtida por diferentes métodos. *Rev. Educ. Fis/UEM*. Vol. 23. Núm. 2. p.277-284. 2012.

6-Machado, F. A.; Denadai, B. S. Validade das equações preditivas da frequência cardíaca máxima para crianças e adolescentes. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 97. p.136-140. 2011.

7-Karvonen, M. J.; Kentala, E.; Mustala, O. The effects of training on heart rate: a longitudinal study. *Ann Med Exper Fenn*. Vol. 35. Núm. 3. p.307-315. 1957.

8-Kindermann, M.; Schwaab, B.; Finkler, N.; Schaller, S.; Böhm, M.; Fröhlig, G. Defining the optimum upper heart rate limit during exercise: a study in pacemaker patients with heart failure. *European Heart Journal*. Vol. 23. p.1301-1038. 2002.

9-Policarpo, F. B.; Fernandes Filho, J. Usar ou não a equação de estimativa "220 - idade?". *Rev Bras Cienc Mov*. Vol. 12. p.77-79. 2004.

10-Robergs, R. A.; Landwehr, R. The surprising history of the "HRmax=220-age" equation. *JEPonline*. Vol. 5. Núm. 2. p.1-10. 2002.

11-Silva, V. A. P.; Bottaro, M. Justino, M. A.; Ribeiro, M. M.; Lima, R. M. Oliveira, R. J. Frequência cardíaca máxima em idosas brasileiras: uma comparação entre valores medidos e previstos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. Vol. 88. p.314-320. 2007.

12-Silva, P. R. S.; Romano, A.; Yazbek Jr, P.; Battistella, L. R. Efeito do treinamento físico específico nas respostas cardiorrespiratórias e metabólicas em repouso e no exercício máximo em jogadores de futebol profissional. *Rev Bras Med Esporte*. Vol. 3. Núm. 4. 1997.

13-Tanaka, H.; Monahan, K. D.; Seals, D. R. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of American College of Cardiology*. Vol. 37. p.153-156. 2001.

14-Tibana, R. A.; Barros, E.; Brito Silva, P.; Da Silva, R. A. S.; Balsamo, S.; Souza Oliveira, A. Comparação da Frequência Cardíaca Máxima e Estimada por Diferentes Equações. *Brazilian Journal of Biomotricity*. Vol. 3. Núm. 4. p.359-365. 2009.

15-Wilmore, J. H; Costill, D. L. *Fisiologia do esporte e do exercício*. 5ª ed. São Paulo: Manole. 2013.

3-Médico do Esporte, Ortopedista e Traumatologista, Fisioterapeuta, Universidade do Estado do Pará, Pará, Brasil.

4-Fisiologista, Universidade do Estado do Pará, Pará, Brasil.

E-mails dos autores:

[matheussmbarbalho@hotmail.com](mailto:matheussmbarbalho@hotmail.com)

[heltonjdnova@yahoo.com.br](mailto:heltonjdnova@yahoo.com.br)

[fisiology\\_ciencia@hotmail.com](mailto:fisiology_ciencia@hotmail.com)

[thiagolopes693@hotmail.com](mailto:thiagolopes693@hotmail.com)

[paulo\\_rodrigues@hotmail.com](mailto:paulo_rodrigues@hotmail.com)

[ronivaldopires11@hotmail.com](mailto:ronivaldopires11@hotmail.com)

Endereço para correspondência:

Matheus de Siqueira Mendes Barbalho

Avenida Conselheiro Furtado, 1934.

Cremação, Belém-PA.

CEP:66040-100.

Recebido para publicação em 27/11/2015

Aceito em 20/02/2016