



**Vitor Hugo Ricardino**

**COMPARAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE FREQUÊNCIA CARDÍACA  
MÁXIMA ESTIMADA E FREQUÊNCIA CARDÍACA REAL EM  
PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

**LAVRAS-MG  
2023**

**Vitor Hugo Ricardino**

**COMPARAÇÃO DAS EQUAÇÕES DE FREQUÊNCIA CARDÍACA  
MÁXIMA ESTIMADA E FREQUÊNCIA CARDÍACA REAL EM  
PRATICANTES DE ATIVIDADE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Lavras, como parte das  
exigências do Curso de Graduação em Educação  
Física, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 08 de dezembro de 2023  
Dr. Sandro Fernandes da Silva- Ufla  
Mr. Guilherme Pereira Saborosa- Ufla

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva  
Orientador

Prof. Msc. Guilherme Pereira Saborosa  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2023**

# Resumo

A frequência cardíaca máxima (FCmáx ) é um dos parâmetros mais utilizados para controlar a prescrição do treinamento esportivo em relação a zonas de intensidade, cargas, dentre outras variáveis que certamente contribuirão para o desenvolvimento da performance esportiva. Monitorar a FCmáx certamente irá determinar em qual intensidade o indivíduo está realizando o exercício físico. O presente estudo utilizou de testes incrementais para monitorar e estimar a FCmáx, também foram monitoradas a progressão da frequência cardíaca ( FC) e a Percepção subjetiva de esforço( PSE) ao término de cada estágio do teste, além disso foram avaliados a potência de membros inferiores e a recuperação da frequência cardíaca pós esforço máximo no teste. Os principais resultados obtidos foram que as equações preditivas para estimar a FCmáx, podem ser apresentar diferenças significativas em relação a FCmáx alcançada no teste e FCmáx alcançada em diferentes públicos, principalmente na comparação homem x mulher. Estes resultados se tornam essenciais para contribuir com o aumento da performance esportiva. Protocolos de teste incremental se mostraram eficientes para determinar a FCmáx de indivíduos praticantes de modalidades esportivas independentemente de ser individual ou coletiva. Com isso, o método utilizado se mostrou eficaz e seguro para praticantes de modalidades esportivas diversas.

Palavras chave : Frequência cardíaca máxima, Equações preditivas, Treinamento esportivo.

# Abstract

Maximum heart rate (HRmax) is one of the most used parameters to control the prescription of sports training in relation to intensity zones, loads, among other variables that will certainly contribute to the development of sports performance. Monitoring the Fcmax will certainly determine at what intensity the individual is performing physical exercise. The present study used incremental tests to monitor and estimate the Fcmax, the progression of heart rate (Fc) and the subjective perception of effort (Pse) were also monitored. ) At the end of each stage of the test, in addition, lower limb power and heart rate recovery after maximum effort in the test were evaluated. The main results obtained were that the predictive equations to estimate Fcmax may present significant differences in relation to the Fcmax achieved in the test and Fcmax achieved in different audiences, especially in the male x female comparison. These results become essential to contribute to increased sports performance. Incremental test protocols proved to be efficient in determining the HRmax of individuals practicing sports, regardless of whether it is individual or collective. As a result, the method used proved to be effective and safe for practitioners of different sports.

Keywords: Maximum heart rate, Predictive equations, Sports training.

## **Lista de Figuras**

**Figura 1-** Escala de borg

## Lista de Imagens

**Imagem 1** - Comparação entre  $F_{cm\acute{a}x}$  real e  $F_{cm\acute{a}x}$  estimada por diferentes equações preditivas. ( Grupo masculino e feminino ).

## Lista de Gráficos

**Gráfico 1** - Gráfico comparativo entre  $F_{cmáx}$  real e  $F_{cmáx}$  estimada por diferentes equações preditivas . (Grupo feminino geral )

**Gráfico 2**- Gráfico comparativo entre  $F_{cmáx}$  real e  $F_{cmáx}$  estimada por diferentes equações preditivas ( Grupo ciclismo masculino )

**Gráfico 3** - Gráfico comparativo entre  $F_{cmáx}$  real e  $F_{cmáx}$  estimada por diferentes equações preditivas ( Grupo futsal masculino )

**Gráfico 4** -Gráfico comparativo entre  $F_{cmáx}$  real e  $F_{cmáx}$  estimada por diferentes equações preditivas ( Grupo vôlei masculino )

**Gráfico 5** -Gráfico comparativo entre  $F_{cmáx}$  real e  $F_{cmáx}$  estimada por diferentes equações preditivas (Grupo masculino geral )

# Lista de siglas

**Fcmáx** - Frequência cardíaca máxima  
**FC**- Frequência cardíaca  
**PSE**- Percepção subjetiva de esforço  
**FCrec**- Frequência cardíaca de recuperação  
**CMJ**- Counter movement jump  
**DJ**- Drop jump  
**SJ**- Squat jump  
**Vo2máx**- Consumo máximo de oxigênio  
**ATP**- Adenosina trifosfato  
**CT**- Cargas de treinamento

# Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2.OBJETIVOS</b>	
OBJETIVO GERAL E OBJETIVO ESPECÍFICO	12
<b>3.JUSTIFICATIVAS</b>	
JUSTIFICATIVA PESSOAL E JUSTIFICATIVA CIENTÍFICA	13
<b>4.REFERENCIAL TEÓRICO</b>	14
TESTE INCREMENTAL	14.2
VARIÁVEIS DE CONTROLE DO ESFORÇO FÍSICO	15
PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	15.2
FREQUÊNCIA CARDÍACA	17
RECUPERAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA PÓS EXERCÍCIO	18
EQUAÇÕES PREDITIVAS DE FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA	19
ZONAS DE TREINAMENTO	20
ESPORTES	21.2
FUTSAL	21.2
DESCRIÇÃO GERAL DO FUTSAL	22.2
DESCRIÇÃO FISIOLÓGICA DO FUTSAL	22.3
VOLEIBOL	23.2
DESCRIÇÃO GERAL DO VÔLEI	23.3
DESCRIÇÃO FISIOLÓGICA DO VÔLEI	24.2
CICLISMO	24.3
DESCRIÇÃO GERAL DO CICLISMO	25.2
DESCRIÇÃO FISIOLÓGICA DO CICLISMO	25.3
<b>5.MÉTODOS</b>	27
TIPO DE PESQUISA	27.2
CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	27.3
CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	27.4
AMOSTRA	27.5
ANTROPOMETRIA E POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES NO CICLISMO	28
REALIZAÇÃO DO TESTE NO CICLISMO	28.2
ANTROPOMETRIA E POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES FUTSAL E VÔLEI	28.3
REALIZAÇÃO DO TESTE NO FUTSAL E VÔLEI	29
ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
EQUAÇÕES PREDITIVAS PARA ESTIMAR A FC <sub>máx</sub>	30.2
<b>6.RESULTADOS</b>	31
<b>7.DISSCUSSÃO</b>	38
<b>8.CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	40
<b>9.REFERÊNCIAS</b>	41

# 1. INTRODUÇÃO

A prescrição do treinamento de modalidades individuais e/ou coletivas está ligado à manipulação de diferentes variáveis, e para ser planejado de forma correta, deve ser baseado em resultados de avaliações físicas sistemáticas. O conhecimento da evolução das capacidades físicas e suas fases de progressão, manutenção e regressão constituem-se como aspectos fundamentais na estruturação da base físico-motora que serve de suporte para a preparação desportiva (CAMBRAIA; PULCINELLI, 2003; BORIN et al., 2007).

Tradicionalmente algumas das variáveis que apresentam grande relação com a performance do exercício físico são o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ) e o limiar de lactato (SOUZA, 2011), portanto, a Frequência Cardíaca máxima (FCmax) é uma das variáveis fisiológicas mais utilizadas para prescrição e controle da carga de trabalho em programas de exercícios, principalmente para prescrição de intensidades em programas de atividades em domínios aeróbios (TEBEXRENI, 2008) por demonstrar estreita relação com o consumo máximo de oxigênio (POWERS; HOWLEY, 2005) Apesar das conhecidas limitações relacionadas ao seu uso, a FCmax é um indicador simples e de baixo custo que está diretamente relacionado ao trabalho imposto ao coração durante uma atividade física (RETECHUKI; SILVA, 2001; BERGAMASCO et al., 2005).

Segundo Camarda S (2008), a FCmax é o valor mais elevado da Frequência Cardíaca (FC) que um indivíduo pode atingir durante um esforço até o ponto de exaustão, sendo uma importante variável fisiológica para quantificar o esforço máximo durante um teste ergométrico. Dessa forma, a FC é influenciada diretamente pelas alterações da intensidade do exercício e tende a aumentar em função do incremento progressivo da carga de trabalho (ELENO; KOKUBUN, 2002).

Os indivíduos destreinados, em geral, apresentam valores mais elevados da FCmax que os treinados (PÁFARO, F 2008). Contudo, alguns autores relatam que a FCmax não varia significativamente com o treinamento, e que sua redução em relação ao treinamento se deve, provavelmente, às adaptações do coração e sistema nervoso autônomo para alcançar um débito cardíaco ótimo.

A determinação precisa da FC<sub>máx</sub> é essencial para estabelecer zonas de treinamento com base na intensidade do exercício. Isso possibilita a personalização de programas de treinamento e o aprimoramento do desempenho físico, além de fornecer informações relevantes para a avaliação de risco cardiovascular e prescrição de exercícios em populações especiais, como idosos, pessoas com doenças cardiovasculares ou indivíduos que se recuperam de eventos cardíacos (SASAI, F,2008).

No entanto, a FC<sub>máx</sub> não é uma constante universal, e sua estimativa requer consideração de fatores individuais, como idade, sexo, nível de condicionamento físico e até mesmo a influência de certas condições médicas (NETO, T 2008).

Existem diferentes fórmulas e métodos para calcular a FC<sub>máx</sub>, variando de abordagens amplas baseadas na idade até procedimentos mais avançados, envolvendo testes de esforço máximos, como, o teste incremental.

Um dos fatores essenciais para o êxito no treinamento esportivo está ligado ao estabelecimento de parâmetros funcionais adquiridos por avaliações ou testes que irão controlar a prescrição de exercícios tais como: frequência, duração, carga, intensidade, além de equações que visam estimar limites fisiológicos individuais, como as equações que estimam a Fc<sub>máx</sub> ( AMCS, 2003; FERNANDES FILHO, 2003 ).

Por meio dessa investigação, espera-se contribuir para a compreensão aprofundada da FC<sub>máx</sub> e fornecer informações relevantes que auxiliem profissionais da saúde e do esporte na prescrição e monitoramento de exercícios físicos, visando a otimização da performance, melhora da aptidão cardiorrespiratória e promoção da saúde cardiovascular em diferentes contextos.

## 2. Objetivos

### Objetivo Geral

A utilização de equações preditivas da Frequência Cardíaca Máxima (FC<sub>máx</sub>) em atletas de diferentes modalidades esportivas são confiáveis em comparação a um teste de esforço máximo.

Comparar as equações preditivas de (FC<sub>máx</sub>) com a (FC<sub>máx</sub>) real atingida em teste incremental.

### Objetivo específico

Verificar a equação ideal preditiva da FC<sub>máx</sub> para atletas de Vôlei, Futsal e Ciclismo.

Verificar a potência de membros inferiores de atletas de Vôlei, Futsal e Ciclismo.

Verificar a FC<sub>máx</sub> durante um teste incremental em atletas de Vôlei, Futsal e Ciclismo

Comparar a FC<sub>máx</sub> real e Fcmáx estimada do sexo Masculino e sexo Feminino.

### **3. Justificativas**

#### **Justificativa pessoal**

O interesse em pesquisar sobre a fisiologia e as variáveis de controle do treinamento esportivo, monitorando suas respostas e visando garantir a melhora da performance em esportes coletivos e individuais

#### **Justificativa científica**

A FC é um marcador fisiológico essencial para o controle de carga e prescrição de treinamento, portanto o controle deste marcador deve ser realizado da melhor maneira possível, para o aumento e manutenção de performance esportiva. É preciso destacar que nem todos treinadores têm acesso a estes testes, sendo necessário a utilização de métodos mais simples, como as equações disponíveis na literatura.

Sendo assim, o interesse desta pesquisa se faz necessário para avaliar qual a equação que estima a  $FC_{máx}$  apresenta uma maior confiabilidade em comparação a um teste incremental de esforço máximo.

## **4.REFERENCIAL TEÓRICO**

### **TESTE INCREMENTAL**

Teste incremental é um teste que irá aumentar a intensidade do exercício através de estágios, sendo eles determinados por algumas variáveis como carga e tempo. Estes testes têm como objetivo analisar respostas fisiológicas durante o exercício e a partir destas respostas controlar as zonas de esforço, prescrição de atividades físicas e controle de carga de treinamento (OLIVEIRA, F 2008).

O desenvolvimento de testes para a avaliação do desempenho físico requer um entendimento dos fatores que possibilitam o êxito na prática esportiva. Geralmente, a performance esportiva é determinada pela capacidade máxima de produção de energia, da força muscular, coordenação, qualidade dos movimentos e dos fatores psicológicos do indivíduo (POWERS, ET AL, 2006).

O teste incremental tem o intuito de diagnosticar as funcionalidades ou disfuncionalidades fisiológicas como: sistema cardiovascular, capacidade aeróbia, capacidade anaeróbia, concentrações de lactato, dentre outras ( DALLA, L 2022 ).

A execução do teste incremental modifica padrões cinemáticos pela necessidade rápida de movimento e fisiológicos em efeito do aumento da velocidade de movimento ( AGUIAR, F 2010).

A determinação de padrões de treinamento físico pode ser realizada através de exercícios incrementais, uma vez que o aumento gradativo da intensidade do exercício oferece um mapeamento das alterações fisiológicas ( BARROS, E 2010).

## VARIÁVEIS DE CONTROLE DO ESFORÇO FÍSICO

O treinamento esportivo visa elevar os níveis de desempenho físico, técnico, tático além de dar ênfase ao aspecto psicológico, para que os praticantes tenham uma maior performance no momento desejado. A estruturação do programa de treinamento abrange uma adequada organização das cargas de treinamento e de recuperação proporcionada aos atletas. Ser eficiente em monitorar efetivamente as cargas e os marcadores fisiológicos como a  $FC_{máx}$  se tornam importantes aspectos para a efetividade da estruturação do programa de treinamento e para a prevenção de efeitos negativos, como a queda de performance (CRUZ, R 2017).

### Percepção subjetiva de esforço (PSE)

Para o controle da carga de treinamento durante este processo, destacam-se vários métodos, dentre eles a percepção subjetiva de esforço (PSE), um método simples e de baixo custo para avaliação da carga interna de treinamento. Este método utiliza uma escala de 10 pontos adaptada por Foster et al.10, e baseia-se no pressuposto de que as respostas fisiológicas decorrentes do estresse físico são acompanhadas por respostas perceptuais proporcionais. Os resultados encontrados utilizando a PSE tem demonstrado utilidade em modalidades esportivas como futebol, natação, tênis, judô. (CRUZ R,2017).

O cálculo da carga de treinamento a partir do método da PSE consiste na multiplicação do score da PSE pela duração total da sessão expressa em minutos, incluindo o aquecimento, a volta à calma e as pausas entre esforços, no caso do treinamento intermitente. (NAKAMURA F,2010).

A utilização da PSE durante sessões de treinamento ou em simulações de competição é relativamente comum no esporte. Porém, a sua utilização sistemática como ferramenta de monitoramento do treinamento tem sido investigada com mais ênfase nos últimos anos (NAKAMURA F,2010).

Borg (1973) definiu a PSE como uma configuração das sensações provenientes dos músculos, da pele, das articulações, juntamente com percepções da resistência do pedal, esforço, fadiga, tensão do esforço, calor, pressão, dor ou ansiedade.

Normalmente, a PSE é entendida como uma integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, são capazes de produzir

uma percepção geral ou local do esforço para realização de uma tarefa (BORG, 1982).

A PSE seria gerada a partir da interpretação de estímulos sensoriais, através do mecanismo de retroalimentação (feedback). Uma boa parte dos pesquisadores e profissionais do esporte assume este modelo, sendo que alguns grupos atribuem grande importância a esta variável psicofísica na regulação do desempenho. ( SILVEIRA T, 2013).

Embora outros fatores possam modular o aumento da PSE em exercícios prolongados, a PSE medida após um período de exercício, pode ser definida como uma resposta psicofísica gerada e memorizada no sistema nervoso central, decorrente dos impulsos neurais eferentes provenientes do córtex motor (MARCORA, 2008).

Posteriormente à construção da primeira escala de percepção de esforço, o próprio Borg (1982) estabeleceu nova escala (CR-10), agora com 12 níveis de esforço, de melhor empregabilidade e entendimento dos indivíduos avaliados. Esta nova escala também estava relacionada com o esforço durante o exercício e, por sua relação com a anterior, não era linear (13 níveis com os valores entre 0 e 10), o que poderia dificultar a objetividade e na recolha dos dados referentes à intensidade do exercício (Foster e cols., 1996). Nesse sentido Foster (1996 e 1998) adaptaram tal escala para uso linear, deixando-a com 11 níveis (entre 0 e 10), relativos à intensidade de esforço. A escala CR10 de Borg (1982) e sua adaptação feita por Foster e cols (1996).

**FIGURA 1 - ESCALA CR -10 DE BORG- (1982) modificada por Foster et al. (2001).**

<b>Classificação</b>	<b>Descritor</b>
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

**Figura 1- Tabela de percepção subjetiva de esforço (PSE)**

Normalmente, a PSE é entendida como uma integração de sinais periféricos (músculos e articulações) e centrais (ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, são capazes de produzir

uma percepção geral ou local do esforço para realização de uma tarefa (Borg, 1982). Segundo este modelo, a PSE seria gerada a partir da interpretação de estímulos sensoriais, através do mecanismo de retroalimentação (feedback). Uma boa parte dos pesquisadores e profissionais do esporte assume este modelo, sendo que alguns grupos atribuem grande importância a esta variável psicofísica na regulação do desempenho.

### **Frequência cardíaca (FC)**

A frequência cardíaca é caracterizada pelo número de vezes que o coração se contrai e relaxa, ou seja, o número de vezes que o coração bate por minuto. E se subdivide em frequência cardíaca basal ( número de vezes que o coração bate para manter o organismo com suas funções vitais num estado de vigília ), Frequência cardíaca repouso e frequência cardíaca máxima (TEIXEIRA, L 2008).

Para cada tipo de treinamento ou atividade física, existe uma frequência cardíaca que deve ser atingida para que se obtenha o desempenho esperado. ( TEIXEIRA, L 2008 ).

Para Barbanti (2001) a FC ótima para o treinamento aeróbico deve estar entre 130 e 150 batimentos por minuto, com relação ao treinamento anaeróbico Weineck (2000) cita que a FC deve estar acima de 180 batimentos por minuto.

Nos primeiros segundos do exercício, a FC aumenta por inibição da atividade vagal, que não só aumenta a contratilidade dos átrios, mas também eleva a velocidade de condução da onda de despolarização dos ventrículos a partir do nódulo avascular, independentemente do nível de intensidade do esforço, e do nível de condicionamento aeróbico de indivíduos saudáveis (ALMEIDA, M, 2003).

Diferentes mecanismos operam para ajustar a FC nos distintos momentos de um exercício físico. Por exemplo, o mecanismo pelo qual a FC aumenta nos quatro primeiros segundos do exercício físico já foi extensivamente estudado, inclusive sob efeito de bloqueio farmacológico , sendo quase exclusivamente mediado pela inibição vagal sem participação simpática expressiva , em parte decorrente dos diferentes tempos de latência dos dois ramos a esse estresse fisiológico (ARAÚJO, G, 2003).

O conhecimento da resposta da frequência cardíaca (FC) nas diversas situações de exercício torna-se essencial para a correta prescrição e posterior controle das cargas de treinamento aeróbico (ALMEIDA, 2007).

## **Recuperação da frequência cardíaca pós exercício**

Com as adaptações fisiológicas crônicas provenientes da prática de exercícios aeróbios, espera-se que após a realização de determinada atividade o sistema cardiovascular retorne ao estado pré exercício mais rapidamente. O marcador cardiovascular mais utilizado para discriminação deste fenômeno é a medida da FC durante a recuperação (FC<sub>rec</sub>) (ASTRAND; RODAHL, 1980).

A (FC<sub>rec</sub>) pode ter utilidade em situações de práticas de prescrição e acompanhamento dos efeitos do treinamento, além do controle da faixa de intensidade (domínio fisiológico) ao qual o indivíduo está sendo submetido (OLIVEIRA, et 1994 ).

Um dos efeitos crônicos da prática de exercícios aeróbicos é a diminuição da frequência cardíaca em intensidades subliminares em relação ao pré-treinamento (ROGERS, 1993).

A frequência cardíaca de repouso mais baixa pode ocorrer ainda em função de outros fatores decorrentes de um programa de treinamento , como o aumento do retorno venoso e do volume sistólico. Com a melhora da função do retorno venoso, ocorre um conseqüente aumento do volume sistólico e a lei de Frank-Starling sugere que, quando há aumento no volume de sangue em suas cavidades, o coração aumenta também sua contratilidade.(ARAÚJO, G, 2003).

Uma Frequência cardíaca de repouso baixa tende a representar um bom quadro de saúde, enquanto valores mais altos aparentemente estão relacionados a risco aumentado de mortalidade. Um equívoco freqüente no meio desportivo é utilizar a FC de repouso como indicativa do grau de condicionamento aeróbico, já que a associação entre FC em repouso baixa e potência aeróbia máxima é apenas modesta e pode também ser conseqüência de maior atividade vagal em repouso (ALMEIDA, M, 2003).

Estudos sugerem que indivíduos bem treinados e bem condicionados fisicamente (aerobicamente) possuem FC de repouso mais baixa, sugerindo maior atividade parassimpática, ou menor atividade simpática, como a explicação fisiológica para esse fato (ARAÚJO, G, 2003).

Para manter o débito cardíaco em repouso constante, há diminuição da FC em resposta a volume sistólico aumentado, sendo estas adaptações previstas em indivíduos com melhor condicionamento aeróbico. (ALMEIDA, M, 2003).

O treinamento físico pode aumentar o delta entre a FC no final do exercício e nos instantes iniciais da recuperação, sendo que oito semanas de treinamento seriam suficientes para aumentar essa diferença nos primeiros 30 segundos pós-exercício , não havendo diferenças nos resultados

entre gêneros ou faixa etária , mas esta adaptação, no entanto, se perde com apenas poucas semanas de destreinamento (GIL , C, 2003).

### **Equações preditivas de frequência cardíaca máxima**

Segundo Dantas (1995), Marins e Giannichi (1998), Leite (2000), Fernandes Filho (2003) e o AMCS ( 2003), as equações de estimativa da FC<sub>máx</sub> são uma metodologia de baixo custo e de fácil aplicabilidade. Apesar da existência de uma grande variedade de equações para esta estimativa nota-se que, a equação (220-idade) continua sendo amplamente utilizada como base para tais determinações ( LANDWEHR ;ROBERGS, 2002).

A principal característica dessas e de outras fórmulas apresentadas para predizer a FC<sub>máx</sub> é a de que todas consideram que essa variável decresce com a idade (MACHADO , F, 2011).

A determinação da Frequência cardíaca máxima (FC<sub>máx</sub>) pode ser feita de maneira direta, usualmente por meio de protocolos progressivos de esforço máximo, ou pode ser feita de maneira indireta com o auxílio de equações preditivas, que constituem uma maneira de baixo custo e de fácil aplicação (DENADAI , B, 2011).

Segundo Tanaka e colaboradores (2001) pelo fato do teste esforço máximo não ser viável em muitos casos a equação 220 – idade é amplamente utilizada.

Nikolaids (2014) ressalta que a predição pela idade é a maneira mais utilizada por treinadores e preparadores físicos. Porém existem outras equações de predição da idade, Sheffield e colaboradores (1965) estimaram a FC<sub>máx</sub> através da equação  $210 - 0,65 \times \text{idade}$ . Outra equação conhecida é a de Tanaka e colaboradores (2001).  $208 - 0,7 \times \text{idade}$ . Nikolaids (2014) propôs uma equação  $223 - 1,44 \times \text{idade}$ . Inbar e colaboradores (1994)  $205,8 - 0,685 \times \text{idade}$ .

A equação 220-idade tem sido constantemente utilizada para a estimativa da FC<sub>máx</sub> devido a sua simplicidade e praticidade para a prescrição de atividades físicas (RICARD, LEGER e MASSICOTE, 1990 ;WHALEY e colaboradores, 1992;ENGELS , ZHU e MOFFAT 1998;TANAKA , MONAHAN e SEALS, 2001; BOUDET e colaboradores , 2002; ROBERGS e LANDWEHR, 2002).

Outra equação que merece respaldo é (208-0,7 x idade ) proposta por Tanaka. A mesma foi desenvolvida em estudo meta-análise coletando-se dados na literatura de 18.712 sujeitos (DENADAI , B 2011 ).

Existe um problema com relação às equações preditivas de FC<sub>máx</sub>, pois das mencionadas acima, apenas a de Nikolaids (2014) utilizou atletas para a formulação e elaboração. Isto dificulta a utilização dela nos esportes e em determinadas idades, em razão de que existem diferenças de características entre as populações.

Há divergências sobre a aplicação das equações, Carmada e colaboradores (2008) colocam

fatores como diversidades das condições experimentais tais como, amostra pequena, variedade de protocolos de avaliação, equipamentos de análise e ergômetros utilizados.

Almeida (2007) cita que em todas as equações existe um erro padrão de estimativa que pode produzir diferenças de até 40 batimentos de margem de erro. Isto pode levar a uma superestimação ou uma subestimação da FC<sub>máx</sub> interferindo diretamente no resultado do treinamento.

### **Zonas de treinamento**

Segundo Gomes (2009), o treinamento é um agrupamento de procedimentos que devem visar o desenvolvimento das capacidades motoras até um estado de excelência, mantendo um equilíbrio entre os aspectos biológicos e sociais. Bompa e Greco (2011) apresentam o treinamento em dois vetores importantes : o volume que desrespeito a parte quantitativa e a intensidade que representa a parte qualitativa. Greco (2011) insere que estes vetores são essenciais para a prescrição do treinamento da carga de trabalho, para que possam haver ganhos e mudanças eficientes nas capacidades aeróbia e anaeróbia dos atletas.

Segundo Alves (2007) a divisão das zonas de esforço são assinaladas de acordo com dois parâmetros : um mais coletivo, onde se recomenda somente duas grandes zonas alvo: Zona 1 a um equilíbrio de esforço(abaixo do limiar) , onde a lipólise se sobrepõe à glicólise com um valor estima com cerca de 85 % da frequência cardíaca máxima (fcmáx) , e outra Zona 2, no qual a sequência do esforço se torna uma tarefa difícil ( acima do limiar ), onde a glicólise se sobrepõe a lipólise ( acima de 85% da fcmáx).

O segundo parâmetro é mais específico, também baseado na fcmáx, no entanto, sugere 5 zonas de esforço ( por subdivisão das anteriores ) , três abaixo e duas acima do limiar, portanto temos : abaixo do limiar de lactato : Zona 1: 55 a 65% da fcmáx ; Zona 2: 66 a 75%da fcmáx ; e Zona 3: 76 a 85% da fcmáx e, acima do limiar de lactado: Zona 4: 86 a 95% da fcmáx e Zona 5: 96 a 100%da fcmáx . Objetivando um trabalho que permeie diferentes intensidades, com predominância de metabolismos diversos (Alves, A, 2007).

Segundo Ribeiro ( 2023 ) A Z1 corresponde à faixa de 50% a 60% da frequência cardíaca máxima (FCMáx); a Z2, de 60% a 70%; a Z3, de 70% a 80%; a Z4, de 80% a 90%; e a Z5, a partir de 90%. as zonas de treinamento podem ser descritas como:

**Z1-** Também denominada como zona de manutenção é usualmente usada na recuperação de treino intensos e na retomada às atividades após um período de destreinamento.

**Z2-** É a zona aeróbia, onde o treinamento com batimentos por minuto (bpm) nesta faixa etária é indicado para a perda de gordura corporal, já que nesta zona de treinamento a principal

fonte de energia são os lipídeos.

**Z3-** Denominada zona limiar aeróbica é a faixa etária de bpm que utilizam de uma circulação considerável de oxigênio

**Z4-** É a zona mista ou do limiar anaeróbio, nesta faixa de bpm o exercício é realizado com níveis próximos ao vo<sub>2</sub> máximo e do limiar de lactato

**Z5-** É a zona de esforço máximo, exercícios com esta faixa de bpm apontam curto tempo de duração e maior geração de fadiga pós exercício.

Bompa (2002); Mathews e Fox (1971) apresentam cinco zonas de intensidade para desportos cíclicos, nomeando-as em: Zona 1 - acima do limite máximo; Zona 2 – máximo; Zona 3 – submáximo; Zona 4 – médio; e Zona 5 - baixo. Essas zonas de treinamento iniciam com características de ergogênese anaeróbia e finalizam com a aeróbia

Para Colwin (2000) a intensidade do treinamento está subdivida em quatro zonas: acima do limite máximo, máximo, submáximo e lento, podendo ser devidamente comparadas com treinamento em alta velocidade (Sprint), treinamento com repetições, treinamento rápido com intervalos e treinamento lento com intervalos, nesta ordem.

Para a escola americana as categorias de treinamento são separadas em Recovery (Rec), Endurance 1(EN1), Endurance 2 (EN2), Endurance 3 (EN3), Sprint 1 (SP1), Sprint 2 (SP2), e Sprint 3 (SP3), então classificadas em cinco zonas de treinamento (MAGLISCHO, 2010).

As categorias Rec e EN1 se encontram na zona 1 e 2 onde o trabalho se caracteriza aeróbico, tendo a diferença do Rec ser de recuperação e o EN1 desenvolvimento aeróbio, na zona 3 onde os sistemas de energia utilizados são aeróbio e anaeróbio se encaixa EN2 e EN3. Já nas categorias SP1 e SP2 denomina-se zona 4 usando o sistema anaeróbico láctico, o sistema anaeróbico aláctico representa a zona 5 na qual está inserida a categoria SP3 (ASCA, 2015).

Platonov (2005) apresenta as zonas de treinamento como zona I para característica de baixa potência aeróbia, zona II aeróbia, zona III com a característica mista sendo aeróbia e anaeróbia zona IV anaeróbia láctica e zona V anaeróbia aláctica. Sendo o trabalho da zona I na frequência cardíaca entre 140-159 bpm, zona II 160-179 bpm, zona III > 180 bpm, zona IV >19

Através da determinação destas zonas de intensidade o monitoramento e a utilização das equações preditivas de FC<sub>máx</sub> se tornam importantes estratégias para controlar a intensidade do exercício.

## **ESPORTES**

### **FUTSAL**

A origem do futebol de salão são contestadas por diversos estudiosos, já que há uma ausência de documentos que esclareçam a verdadeira história deste esporte, por isso há uma grande polêmica entre os pesquisadores sobre o surgimento do esporte (MELO, 2006).

É referido que estes acontecimentos ocorreram por volta de 1933, quando foram distribuídas as regras para todas as Associações Cristãs de Moços (ACM) da América do Sul. E a outra versão fala que o futebol de salão começou a ser jogado por volta de 1940 por frequentadores da Associação Cristã de Moços, em São Paulo, pois havia uma grande dificuldade em encontrar espaços livres para poderem jogar e então começaram a jogar suas "peladas" nas quadras de basquete e hóquei (MUTTI, 2003).

#### **DESCRIÇÃO GERAL DO FUTSAL-**

O jogo de Futsal é praticado em uma quadra retangular que cada equipe se apresenta com um número máximo de cinco jogadores, sendo que um deles deve ser designado como goleiro. Cada equipe pode ter até sete atletas no banco de suplentes e é permitido um número indeterminado de substituições.

O jogo compreende dois tempos de vinte minutos cada um, sendo que o tempo de jogo é efetivo uma vez que o cronômetro para sempre que ocorrem paradas de jogo por qualquer motivo. Cada equipe tem direito a solicitar um tempo técnico, com a duração de um minuto por período de jogo. Internacionalmente a área de jogo regulamentada tem um comprimento 40 m (metros) e uma largura de 20 m (FIFA, 2010).

É designado como pivô, fixo, ala direita, ala esquerda e goleiro as cinco posições que constituem uma equipe de Futsal, e cada qual apresenta particularidades físicas e técnicas para sua posição. As posições ocupadas pelos jogadores são apenas representações teóricas, pois a constante movimentação que ocorre durante os jogos, obriga os jogadores a passarem em todas as funções no jogo (BELLO, 1998).

#### **DESCRIÇÃO FISIOLÓGICA DO FUTSAL**

A modalidade Futsal caracteriza-se pela repetição de esforços intensos, de curta duração,

tendo um carácter intermitente muito significativo, sendo que as exigências metabólicas enquadram-se distribuída pelos três sistemas energéticos (anaeróbio alático, anaeróbio láctico e aeróbio), mas com predominância diferenciada (ARAÚJO e cols., 1996).

Apesar de ser um desporto caracterizado tanto por ações de grande intensidade como por períodos em que a recuperação é variável (andar ou trote), durante o tempo total da partida, o Futsal torna-se uma modalidade energeticamente equilibrada e dependente tanto de variáveis relacionadas com o metabolismo aeróbio quanto ao anaeróbio (ÁLVAREZ e ANDRÍN, 2004).

Em muitas situações do jogo ocorre um maior trabalho dos alas e fixos, depois os pivôs e por último dos goleiros, observando os valores da Frequência Cardíaca (FC) e conseqüentemente do gasto calórico por parte dos atletas. Este fato é explicado pela velocidade de deslocamento que é exigida dos jogadores durante as partidas de Futsal e depende do tipo de posição do jogador (ARINS e DA SILVA , 2007).

Para alcançar as adaptações fisiológicas necessárias para prática do futsal, os atletas são submetidos a altas cargas de treinamento (CT), com o objetivo principal de aprimoramento técnico, tático e físico. As CT são calculadas com finalidade de se obter uma resposta fisiológica favorável e em consequência aumento no desempenho esportivo (MILANEZ , 2012).

## **VOLEIBOL**

O voleibol foi criado em 1895 por William George Morgan, o primeiro nome do voleibol foi “mintonette” (FACCHINI , M 2005 ).

Em 1947, foi fundada a FIVB ( Federação internacional de voleibol ). após 2 anos , o primeiro campeonato mundial da modalidade, apenas no masculino ; em 1952, o evento foi ampliado também para o feminino. Em 1964 foi integrado ao grupo de modalidades olímpicas, onde ainda se encontra nos dias contemporâneos (HARTMANN, 2001)

### **Descrição geral do voleibol**

O vôlei ou voleibol é um esporte coletivo praticado em uma quadra com dimensões 9\18 Metros dividida por uma rede. Duas equipes disputam a partida com o objetivo de tocar a bola no campo adversário, a qual deve ser arremessada por cima da rede. Os jogadores são divididos por 6 posições: Levantador, Oposto, ponteiros (2), Líbero e Central.( CBV, 2006).

O Voleibol ao contrário da maioria dos Jogos Desportivos Coletivos, caracteriza-se pela ausência de invasão do terreno de jogo adversário, não havendo como tal contacto físico entre os intervenientes – participação alternada das equipas no jogo – a bola (Dias, 2004), e de não ter qualquer condicionamento de tempo para jogar (MESQUITA 1996).

A impossibilidade de agarrar a bola, obriga a uma análise correta e no tempo certo das trajetórias da bola, sendo a orientação do corpo e seu deslocamento cruciais na qualidade gestual aquando do contacto com a bola (MESQUITA, 1995;MOUTINHO, 1995).

O voleibol é considerado um esporte O voleibol é considerado um esporte caracterizado por um jogo complexo, de habilidades simples e de movimentos constantes que exigem força, flexibilidade, potência, agilidade e condicionamento aeróbico. Seu surgimento ocorreu em 1895 por meio da iniciativa do professor de educação física William George Morgan, buscando uma tentativa de criar uma nova competição em quadra coberta para seus alunos.(SIMAS, 2012).

### **Descrição Fisiológica do Vôlei**

Smith (1992) Define o voleibol como uma modalidade desportiva com característica intermitentes, por isso, com exigências metabólicas a nível aeróbicas e anaeróbicas.

Barroso ( 2005) Acrescenta que as fases decisivas do jogo de vôlei dependem essencialmente da energia obtida a partir da degradação de PCr, sendo no entanto importante que os atletas possuam uma razoável capacidade aeróbica para recuperarem adequadamente nos momentos de pausa ou de menor intensidade no jogo.

Chamari (2001) O voleibol requer um tipo de esforço de curta duração mas extremamente intenso.

Karlsson (1971) e Jones (1985) Referem ainda que a maior parte da energia obtida em exercícios maximais de curta duração é obtida através da hidrólise da PCr e glicólise.

Carvalho (1996) e Paula (2000) também suporta esta ideia, afirmando que a energia despendida durante as fases decisivas do jogo de voleibol de pavilhão provêm essencialmente do metabolismo anaeróbio-alático e durante as pausas, a recuperação é feita através de processos aeróbios.

### **CICLISMO**

O ciclismo foi uma prática esportiva que se espalhou por todo mundo a partir da Europa e pode ser descrito como : a prática de corrida de bicicletas. Por ser um veículo de locomoção a

bicicleta foi criada para locomoção e passeio. Em contraponto, ao contrário destas utilizações, a prática do ciclismo atribuiu elementos do esporte moderno, com isso, passou por um processo de esportivização (SILVA, C 2015 ).

### **Descrição geral do ciclismo**

Ciclismo é uma atividade que envolve a repetição de um movimento e que usa como meio de locomoção a bicicleta. O ciclismo pode ser competitivo, recreativo e também praticado como forma de atividade física, tanto outdoor como indoor (como as aulas de spinning).

O ciclismo também é parte integrante de outra modalidade esportiva, o triathlon que une natação, ciclismo e corrida. (CBC, 2010)

.Consequentemente as exigências motoras e metabólicas são diferentes para cada prova, o que evidencia a importância de estudar cada modalidade, respeitando assim um dos princípios do treinamento desportivo, a especificidade da carga de treinamento, a qual por sua vez deve ir de encontro com a modalidade. (OLIVEIRA, P 2008)

### **Descrição fisiológica do ciclismo**

Os desportos de fundo, ou de resistência, no qual o ciclismo se inclui, podem ser caracterizados por 4 condições essenciais:  $\dot{V} O_2\text{max}$  ou potência aeróbia, limiar láctico (LL) ou limiar ventilatório (LV), economia motora e percentagem de fibras musculares tipo 1 (COYLE, 2005, JONES e CARTER, 2000, JOYNER e COYLE, 2008, KENNEY, 2011).

Segundo Coyle (1991), a percentagem de fibras musculares tipo I no Vasto Lateral dos ciclistas está diretamente e positivamente relacionada com a eficiência mecânica medida durante a pedalada no ciclismo ou em simples exercícios de extensão do joelho.

O recrutamento de fibras musculares também tem implicações ao nível de acidose metabólica. Ciclistas que possuem uma maior porção de fibras do tipo II são mais susceptíveis à fadiga e a acumulação de lactato, em relação aos que têm maior proporção de fibras tipo I (FARIA, L, 2005).

O domínio moderado corresponde àquelas intensidades abaixo do limiar de lactato (LL), visto que não há modificação do lactato sanguíneo em relação aos valores de repouso. A duração do

exercício realizado neste domínio é dependente de diversos fatores, incluindo depleção de substratos (glicogênio muscular e hepático), desequilíbrio hídrico e eletrolítico, ou ainda, por desajustes nos mecanismos de termorregulação (CAPUTO, 2006).

No domínio pesado, compreendido entre o LL e a máxima fase estável de lactato (MLSS) ou onset of blood lactate accumulation (OBLA), as cargas de trabalho induzem a um aumento nas concentrações de lactato sanguíneo ([LAC]) em relação aos valores de repouso, desta forma, o equilíbrio entre a produção e a remoção ocorre em uma concentração mais elevada (CAPUTO, 2006).

No terceiro domínio, caracterizado fisiologicamente como severo, não há estabilidade das variáveis metabólicas e o indivíduo pode atingir o VO<sub>2</sub>máx, (DENADAI, 1999).

Os exercícios mais intensos, realizados no domínio pesado e severo, proporcionam aumentos significativos no VO<sub>2</sub>max, no Gasto Calórico durante o exercício, no dispêndio energético pós exercício, na massa corporal magra, na atividade mitocondrial e na redução do perfil lipídico (HELGERUD , 2007; GORMLEY).

## 5. MÉTODOS

**Tipo de pesquisa:** O presente estudo quanto a sua abordagem é classificado como um estudo quantitativo, descritivo.

Visto que teve como objetivo gerar conhecimentos de aplicação prática onde se utiliza ambientes da vida real, sujeitos humanos, dando resultados que são de valor imediato aos profissionais do movimento (THOMAS; NELSON, 2002).

**Crítérios de inclusão:** . Praticar Ciclismo, Futsal ou Vôlei, por no mínimo 3 anos.

. Aqueles que tinham Disponibilidade para comparecer no laboratório nos horários determinados para realização dos testes.

. Que apresentavam idade superior a 18 anos.

. Aqueles que não possuíam lesões musculoesqueléticas que impossibilitaram a realização dos testes.

. Aqueles que participam das equipes de futsal e Vôlei competitivo

**Crítérios de exclusão:** Não participar das equipes coletivas competitivas

. Não comparecer nas datas e horários previstos

**Amostra :** Participaram da pesquisa 59 sujeitos sendo : 35 homens ( **Média de idade :** 27,77 anos e  $\pm$ : 8,35 ) e 24 Mulheres ( **Média de idade :** 29,46 anos e  $\pm$ : 8,63 )

**Ciclismo:** foram 35 sujeitos sendo : 14 Mulheres ( **Média de idade** 35,71 anos e  $\pm$ :7,7) e 21 Homens ( **Média de idade** 31,6 anos e  $\pm$ : 8,8 ).

**Futsal :** Foram 12 sujeitos sendo 10 Homens (**Média de idade** 22,30 anos e  $\pm$  : 2,26 ) e 2 Mulheres ( **Média de idade** 21,50 anos e  $\pm$  : 0,71 )

**Vôlei :** Foram 12 sujeitos sendo 4 Homens ( **Média de idade** 21,25 anos e  $\pm$  : 1,71 ) e 8 Mulheres ( **Média de idade** 22,25 anos e  $\pm$  : 1,67 )

## **Antropometria e potência de membros inferiores no ciclismo**

No ciclismo a pesquisa consistiu em apenas uma visita presencial, onde foi preenchido o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), e uma autorização de imagem, logo após foi monitorada a frequência cardíaca repouso ( $F_{crep}$ ), logo após foram realizadas as medidas antropométricas (fita métrica) e a avaliação da composição corporal (Adipômetro) utilizando a equação de composição de Jackson e Pollock 7 dobras ( JACKSON E POLLOCK, 1978 ), na sequência foi analisada a potência de membros inferiores através dos saltos Counter Movement Jump (Cmj), Que consiste em um contramovimento através de uma flexão rápida dos joelhos seguida de uma extensão explosiva dos joelhos para gerar a força necessária para realizar o salto. Squat Jump (Sj), O avaliado parte de uma posição de agachamento fixa de aproximadamente 90 graus e após 5 segundos o avaliado é instruído a realizar o salto com os joelhos estendidos e o Drop Jump (Dj) O indivíduo se posiciona sobre uma caixa ou plataforma elevada e aproximadamente 60cm e simula uma queda caindo do objeto, aterrizando com ambos os pés no solo, assim que toca o solo, o indivíduo realiza um salto vertical tentando atingir a maior altura possível. Para realizar a média dos saltos foram considerados o melhor dos 3 saltos de cada movimento. Os saltos foram realizados em um tapete de contato Jump system pro , logo após foram realizados os testes.

### **Realização do teste no ciclismo**

O Teste realizado foi um teste adaptado de (ASTRAND e RODAHL, 1987 ), em uma bicicleta ergométrica e os sujeitos foram submetidos a um aquecimento de 5 minutos com cadência e carga livres, pós aquecimento, no estágio inicial foi implementada uma carga de 100 watts e a cadência deveria ser mantida em 80 repetições por minuto (RPM), e a cada 1:30min a carga foi aumentada em 25 watts e foram monitorados a frequência cardíaca utilizando um relógio Forerunner 310Xt- Garmin e a Percepção subjetiva de esforço ( PSE) Através da observação da escala de Borg (1982), o teste se encerrava quando os sujeitos não conseguiam se manter na cadência de 80 Rpm por mais de 15 segundos ou quando atingiam sua exaustão máxima.

## **Antropometria e potência de membros inferiores no futsal e vôlei**

No Futsal a pesquisa constitui em apenas uma visita presencial, onde foi preenchido o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), e uma autorização de imagem, logo após foi

monitorada a pressão arterial sistólica (PAS) repouso e Frequência cardíaca repouso (FCrep), logo após foram realizadas as medidas antropométricas (fita métrica) e a avaliação da composição corporal (Adipômetro) utilizando a equação de composição de Jackson e Pollock 7 dobras ( JACKSON E POLLOCK, 1978 ), na sequência foi analisada a potência de membros inferiores através dos saltos Counter Movement Jump (Cmj), Que consiste em um contramovimento através de uma flexão rápida dos joelhos seguida de uma extensão explosiva dos joelhos para gerar a força necessária para realizar o salto. Squat Jump (Sj), O avaliado parte de uma posição de agachamento fixa de aproximadamente 90 graus e após 5 segundos o avaliado é instruído a realizar o salto com os joelhos estendidos e o Drop Jump (Dj) O indivíduo se posiciona sobre uma caixa ou plataforma elevada e aproximadamente 60cm e simula uma queda caindo do objeto, aterrizando com ambos os pés no solo, assim que toca o solo, o indivíduo realiza um salto vertical tentando atingir a maior altura possível. Os saltos foram realizados em um tapete de contato, logo após foram realizados os testes.

### **Realização do teste no futsal e vôlei**

O teste utilizado foi o Yoyo test, criado por Bangsbo ( 1996). O teste foi realizado na pista de atletismo da Universidade Federal de Lavras (Ufla), em um espaço de 20 metros demarcados por cones. O teste utilizado foi o Yoyo test, no espaço demarcado pelos cones o avaliado irá se movimentar de maneira intermitente entre os dois pontos (cones). Para realizar o teste foi utilizado o aplicativo Beep Test que controla a distância total percorrida e a distância por estágio que era de 160 metros , além da distância o aplicativo emite um sinal sonoro intermitente e com o a velocidade de acordo com o estágio do teste, O avaliado deve atingir os pontos (Cones) no momento exato em que o aplicativo emite o sinal sonoro , Os sujeitos foram instruídos a realizar um aquecimento de maneira livre, portanto as estratégias de aquecimento ficaram a critério dos avaliados. O estágio inicial foi realizado em uma velocidade inicial de 8,5 km/h controlada pelo sinal sonoro do aplicativo a cada 160 metros percorridos a velocidade era aumentada em 0,5 km/h ao término de cada estágio a frequência cardíaca utilizando um relógio Forerunner 310Xt- Garmin e a Percepção subjetiva de esforço (PSE) através da escala de Borg (1982 ) eram monitoradas. O teste era interrompido quando os sujeitos não conseguiam atingir os cones junto com o sinal sonoro ou quando atingiam a exaustão máxima.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Todos os dados foram analisados pelo software SPSS® versão 20.0 (software IBM SPSS®, versão 20.0; Armonk, Nova York, 10504, EUA) a partir de uma planilha criada no Excel onde os mesmos foram tabulados. Foi utilizada uma estatística descritiva com determinação de média e desvio padrão para todas as variáveis. A normalidade da amostra aconteceu pelo teste de Shapiro-Wilk apresentando resultados de distribuição normal da amostra ( $p > 0,05$ ). A comparação entre FCmáx e as equações de predição foram feitas através do teste T pareado. A comparação entre os grupos (Homens *versus* Mulheres) também foram feitas pelo teste T pareado, considerando em ambos o  $p \leq 0,5$ . A variação (%) do quanto aumentou ou diminuiu a FCmáx encontrada nos testes em relação a FCmáx predita para cada equação também foi calculado. Para a criação de todos os gráficos utilizamos o software GraphPad Prism® 8.0.2.

### EQUAÇÕES PREDITIVAS UTILIZADAS PARA ESTIMAR A FCMÁX

Foram analisados os dados da variação entre Fcmáx atingida no teste e a Fcmáx estimada, nos grupos masculino e feminino, através das seguintes equações preditivas : (220-idade), (207-0,7 x idade ), (208-0,7 x idade ), ( 210-0,65 x idade )

## 6. Resultados

Foram analisados 59 sujeitos de ambos os sexos sem nenhuma exclusão da amostra, sendo 35 homens e 24 mulheres.

Foram analisados os dados da variação entre Fcmáx atingida no teste e a Fcmáx estimada, nos grupos masculino e feminino. Portanto foram observadas as seguintes taxas médias de variação:

Grupo masculino: (220- idade) 4% de variação

(207-0,7 x idade ) **1%** de variação  
(208-0,7 x idade ) **0%** de variação  
(210-0,65 x idade ) - **1%** de variação

Grupo feminino : (220- idade) **-5 %** de variação  
(207-0,7 x idade ) **-3%** de variação  
(208-0,7 x idade ) **-3** de variação  
(210-0,65 x idade ) **-5%** de variação

A porcentagem de variação negativa indica superestimação da FCmáx real atingida no teste.

A porcentagem de variação positiva indica subestimação da FCmáx real atingida no teste.

Na comparação entre os grupos feminino e masculinos, os seguintes valores foram observados entre a frequência cardíaca máxima (fcmáx) alcançada e a comparação Fcmáx estimada pelas seguintes equações : (220- idade ), (207-0,7 x idade ), (208-0,7 x idade ), (210-0,65 x idade ). **Imagem 1**

**Gráfico A-** FCmáx real atingida no teste ( Homem vs Mulher)

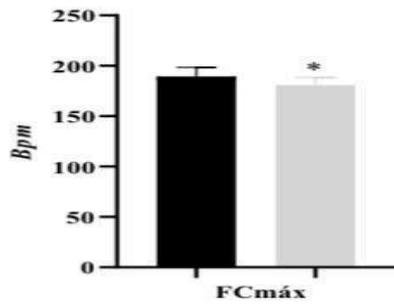
**Gráfico B -** Comparação entre FCmáx real e FCmáx estimada pela equação (220-idade) ( Homem vs Mulher ).

**Gráfico C-** Comparação entre FCmáx real e FCmáx estimada pela equação (207-0,7 x idade).

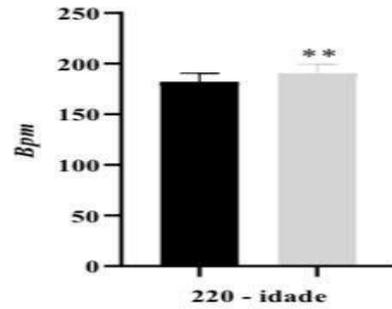
**Gráfico D-** Comparação entre FCmáx real e FCmáx estimada pela equação (208-0,7 x idade).

**Gráfico E-** Comparação entre FCmáx real e FCmáx estimada pela equação (210-0,65 x idade ).

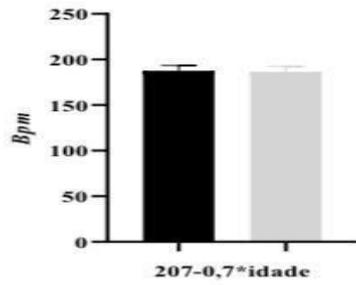
**A) Homem vs mulher (Fcmáx)**



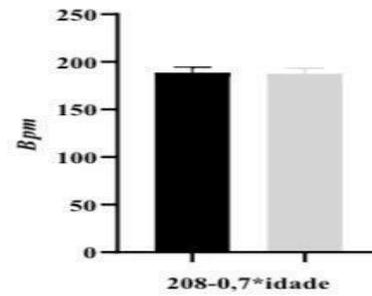
**B) Homem vs mulher (220 - idade)**



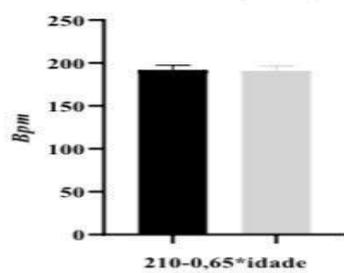
**C) Homem vs mulher (207-0,7\*idade)**



**D) Homem vs mulher (208-0,7\*idade)**



**E) Homem vs mulher (210-0,65\*idade)**

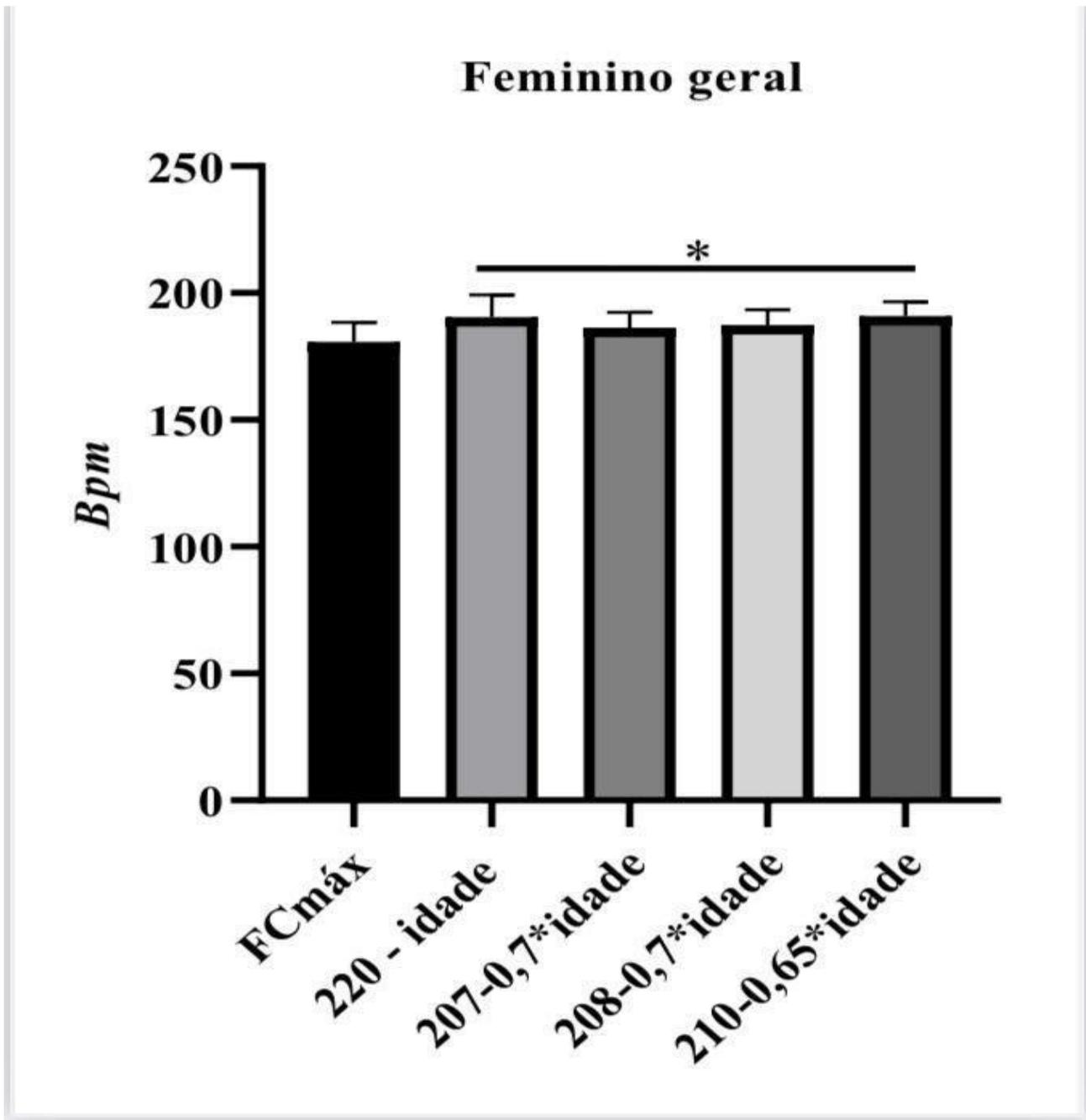


■ Homens  
■ Mulheres

\* Houveram diferenças significativas na comparação entre Fcmáx alcançada feminina e Fcmáx alcançada masculina

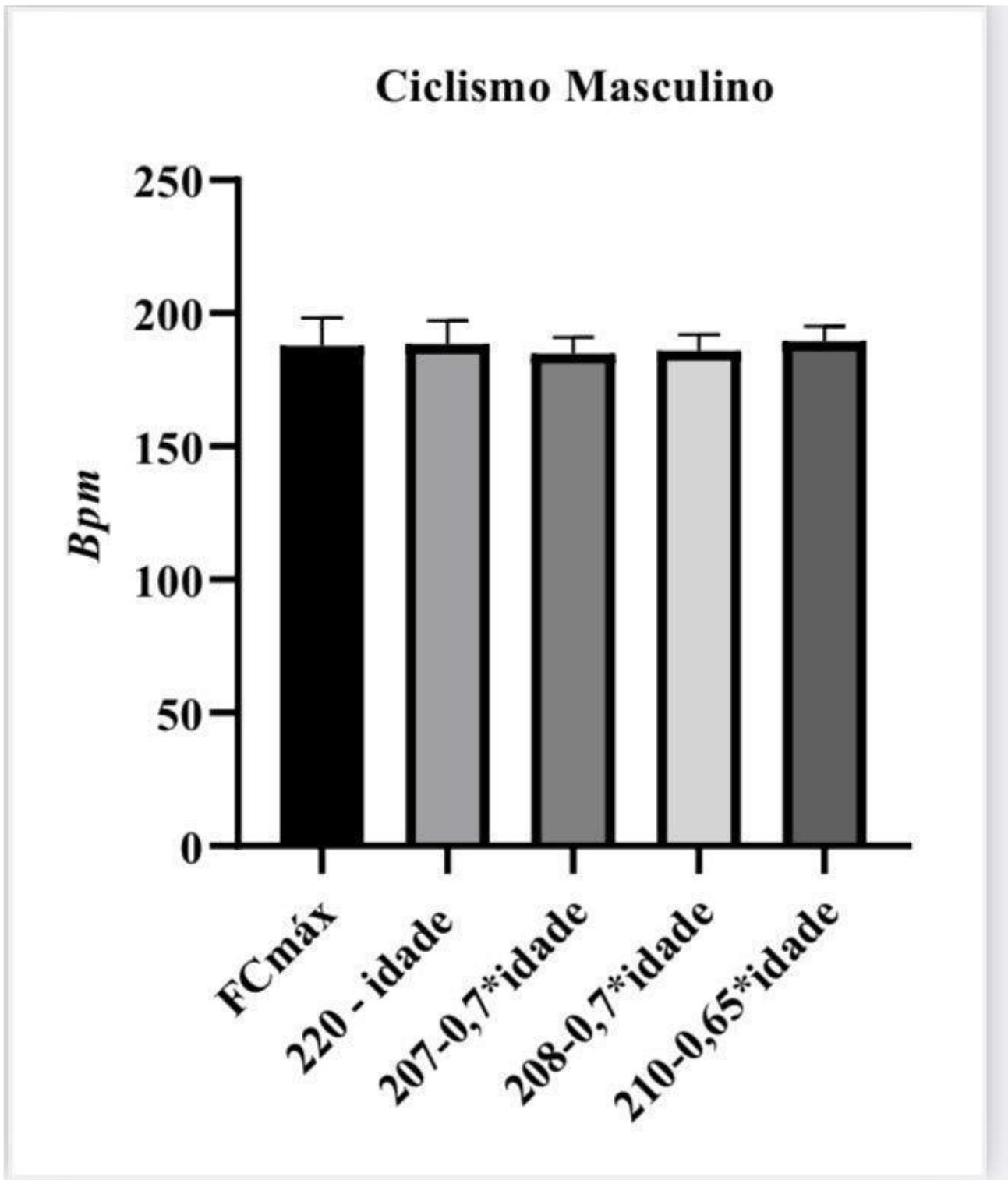
\* Apenas na equação (220- idade ) comparando grupo feminino e masculino, a Fcmáx estimada feminina apresentou diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

No grupo feminino geral foram observados os seguintes valores na comparação entre FCmáx alcançada e Fcmáx estimada através do teste T pareado . **Gráfico 1**



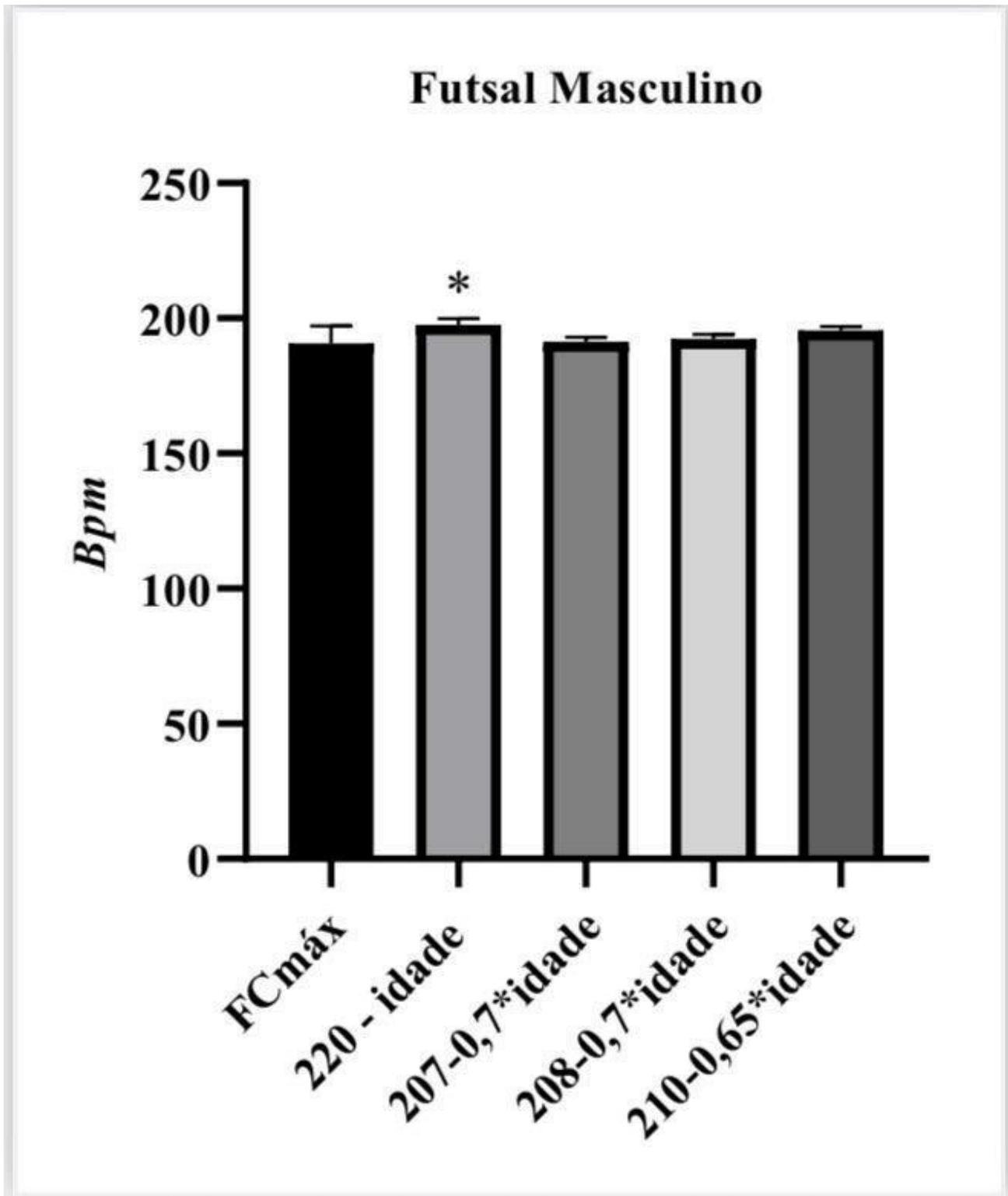
\*Todas as equações preditivas apresentaram diferenças significativas em relação a FCmáx atingida no teste incremental ( $p > 0,05$ ).

No ciclismo masculino os seguintes valores foram observados entre a Fc<sub>máx</sub> alcançada e Fc<sub>máx</sub> estimada através do teste T pareado. **Gráfico 2**



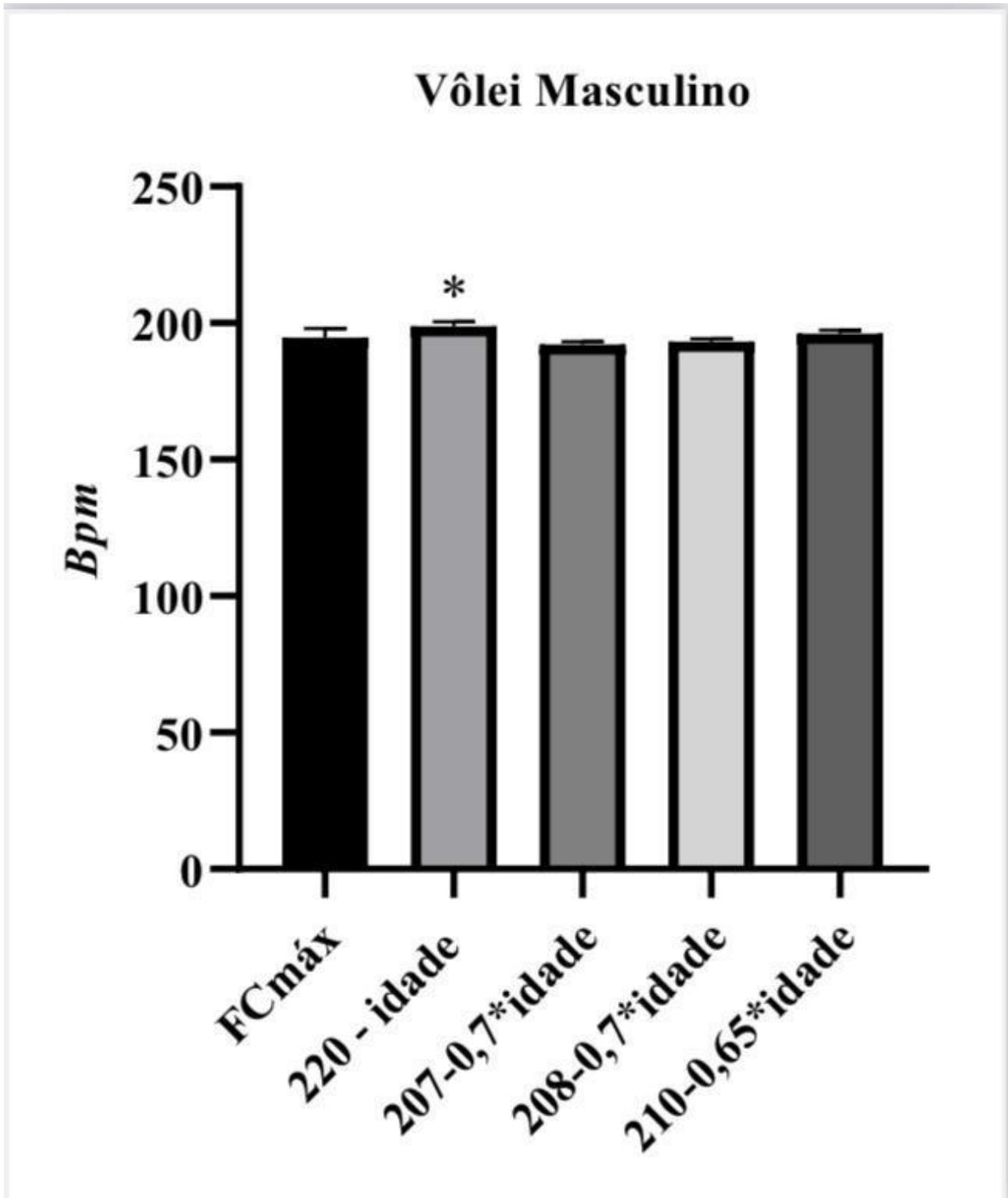
Não houveram diferenças significativas entre Fc<sub>máx</sub> alcançada e Fc<sub>máx</sub> estimada

No futsal masculino os seguintes valores foram observados entre a Fcmáx alcançada e Fcmáx estimada através do teste T pareado. **Gráfico 3**



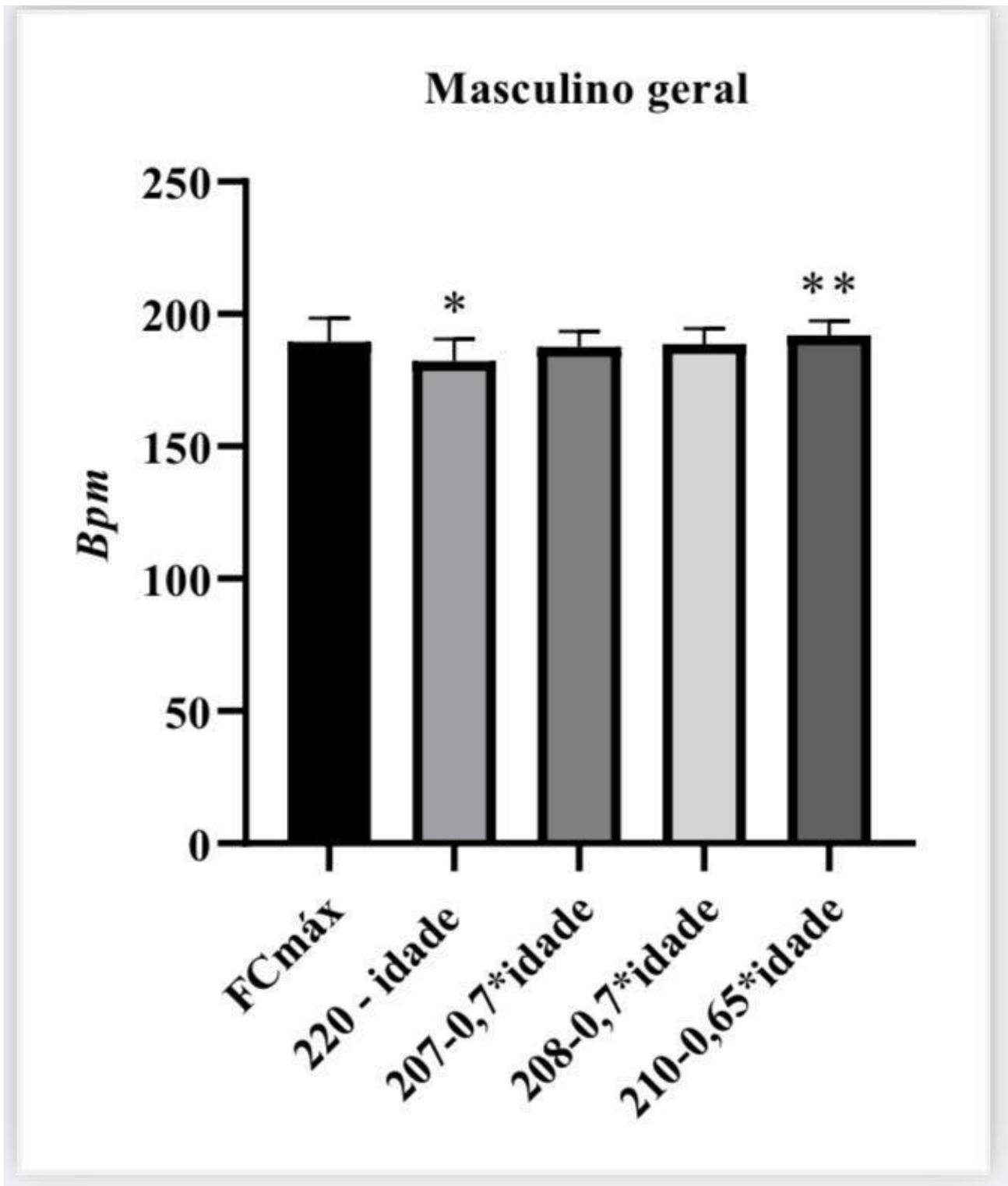
\*Apenas na equação ( 220- idade) houveram diferenças significativas na comparação entre Fcmáx alcançada e Fcmáx estimada(  $p > 0,05$ )

No vôlei masculino os seguintes valores foram observados entre a Fcmáx alcançada e Fcmáx estimada através do teste T pareado. **Gráfico 4**



\*Apenas na equação ( 220- idade) houveram diferenças significativas na comparação entre Fcmáx alcançada e Fcmáx estimada(  $p > 0,05$ )

No masculino geral os seguintes valores foram observados entre a Fcmáx alcançada e Fcmáx estimada através do teste T pareado. **Gráfico 5**



\* No masculino geral as equações (220- idade ) e (210-0,65 x idade ) apresentaram diferenças significativas(  $p > 0,05$ ).

## 7. Discussão

No presente estudo foi verificada a eficácia de quatro equações utilizadas para estimar a FC<sub>máx</sub> em praticantes de atividade física de três diferentes modalidades esportivas sendo elas: Vôlei, Futsal e Ciclismo, todos ativos.

A utilização de equações de estimativa da FC<sub>máx</sub> tem sido objeto de vários estudos (ARAÚJO; BASTO, 1980; CAMPILLO, 2003) e (LONDEREE; e MOESCHBERGER, 1982). Essas equações são utilizadas para controlar a carga de treinamento, zonas de esforço, dentre outras variáveis que visam aumentar a performance esportiva. Outros fatores primordiais estão relacionados com a utilização destas equações como o baixo custo e a facilidade de aplicação (ACMS, 2003).

Uma das variáveis mais difíceis de ser controlada no treinamento físico é a intensidade real do esforço. Neste sentido, a FC certamente se apresenta como uma simples variável comumente utilizada para monitorar as respostas ao treinamento. A FC reproduz a elevação do débito cardíaco e reflete no funcionamento do sistema cardiovascular (ACMS, 2003; GILMAN e Colaboradores 1996).

Outra estratégia que pode ser utilizada para monitorar a intensidade do exercício é a utilização da PSE durante o exercício, tendo em vista que um dos seus principais objetivos é obter respostas subjetivas dos indivíduos que devem acompanhar o estresse fisiológico causado pelo esforço físico.

Normalmente, os valores da Fc<sub>máx</sub> mais confiáveis são aqueles adquiridos através de protocolos laboratoriais conduzidos até o esforço máximo, porém o alto custo e a elevada demanda de tempo dificultam a execução dos mesmos. Com isso, na prática, a Fc<sub>máx</sub> utilizada para o controle do treinamento será determinada por equações preditivas. Na maior parte dos casos, tais equações se baseiam na idade para se obter a Fc<sub>máx</sub>. Isso porque a FC poderá apresentar uma pequena diminuição, porém constante, de aproximadamente um batimento por ano (ENGELS e colaboradores, 1998; FERNHALL e colaboradores, 2001).

Para Kindermann e colaboradores (2002) a fórmula (220-idade) não deve indicar valores de FC<sub>máx</sub>, mas sim apenas para dar padrão ao nível de intensidade do teste, desta forma não devemos esperar valores similares.

Nos grupos Vôlei masculino, Feminino Geral, Masculino Geral, Futsal Masculino, a equação (220-idade) apresentou diferenças significativas podendo subestimar ou superestimar a FCmáx real.

Segundo Tanaka (2001) a equação (220-idade ) tende a subestimar a Fcmáx em indivíduos com idades mais avançadas, o que pode ser analisado no estudo em virtude da idade da amostra o grupo masculino apresentou maior média de idade e apresentou subestimação da Fcmáx real.

Segundo Roschel ( 2011 ) , o treinamento físico está ligado a um processo demorado e contínuo, que será constituído por exercícios progressivos que tem como objetivo o aumento da performance e impactando diretamente na capacidade de execução de tarefas motoras e das capacidades fisiológicas de cada indivíduo, com isso o estabelecimento de parâmetros para controlar estas variáveis torna-se essencial para o êxito do programa de treinamento físico.

Tendo em vista a importância de ser assertivo em monitorar a determinação da FCmáx este estudo afirma que, A equação utilizada para estimar a FCmax proposta por Tanaka, (2001),  $FCmáx = 208 - 0,7 \times idade$  é a que mais se aproxima dos valores máximos (picos). Nesse sentido, parece que essa fórmula é apropriada para ser utilizada. (Pelegrinotti, I, 2013).

No presente estudo a equação (208-0,7 idade) foi a que apresentou menor variação entre a FCmáx real e a FCmáx estimada.

Ademais, os resultados do estudo se aproximam das considerações citadas pelos autores, uma vez que, principalmente ao utilizar a equação (220-idade) os resultados apontaram diferenças significativas em algumas modalidades e principalmente no sexo feminino. Logo, a possível superestimação da Fcmáx pode ser observada nos resultados desta investigação.

Em contraponto, nenhuma das equações pode ser considerada como mais eficaz, todas podem apresentar margens pequenas e similares de erro em relação a Fcmáx alcançada e Fcmáx estimada. Com isso, o presente estudo visou comparar e contribuir com a utilização das equações preditivas, através dos resultados podemos analisar os pontos negativos e positivos da utilização das mesmas, para que assim sejam analisadas da melhor maneira possível, explorando ao máximo seus pontos positivos e entendendo ao máximo suas respectivas limitações.

## 8. Considerações finais

As equações preditivas para estimar a  $F_{c\text{máx}}$  certamente podem ser utilizadas para controlar a carga de treinamento de qualquer modalidade esportiva, apesar de não serem totalmente assertivas, podendo em alguns casos superestimar ou subestimar a  $F_{c\text{máx}}$ , principalmente utilizando a equação  $(220 - \text{idade})$ .

Através dos resultados obtidos no estudo a equação  $(208 - 0,7 \times \text{idade})$ , aponta resultados mais confiáveis, independente de público, ou modalidade esportiva, apresentando menor variação entre  $F_{c\text{máx}}$  real e  $F_{c\text{máx}}$  estimada.

Outro fator importante a ser considerado, é que apesar de diferentes modalidades esportivas apresentarem demandas fisiológicas distintas, qualquer uma das equações podem ser utilizadas em qualquer modalidade esportiva.

## 9. REFERÊNCIAS

PEREIRA, Juscélia Cristina. Frequência cardíaca máxima obtida e calculada em testes máximos em cicloergometria. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, [S.L.], v. 11, n. 2, p. 67-72, 10 jun. 2012. Convergences Editorial.

F. J., Vieira, P. F., Borges, D. L., & Pereira, A. A. (2017). Pode o consumo máximo de oxigênio e a frequência cardíaca máxima medidos em teste laboratorial serem preditos por equações em corredores amadores?. **RBPFEEX - Revista Brasileira De Prescrição E Fisiologia Do Exercício**,v.22,n.23, 23 ago 2017

**Aissa, J. C., Perez, S. E. de A., Baldissera, V., & Lino, A. D. de S. (2018).** Relação entre frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço em indivíduos entre 10 e 15 anos na natação.

**Costa, V. P. ., Martins, J. de A. N. ., Lucas, R. D. de ., Guglielmo, L. G. A. ., & Lima, J. R. P. de . (2013).** FREQUÊNCIA CARDÍACA E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO NO CICLISMO AQUÁTICO EM DUAS PROFUNDIDADES DE IMERSÃO.

Bangsbo, Jens & Iaia, F. & Krusturup, Peter. (2008). The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: A Useful Tool for Evaluation of Physical Performance in Intermittent Sports. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.). 38. 37-51.

LAMAS, L.; DREZNER, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Efeito de dois métodos de treinamento no desenvolvimento da força máxima e da potência muscular de membros inferiores . **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 235-245, 2008.

BARA FILHO, M.; MATTA, M.; FREITAS, DS; MILOSKI, B. <b>Quantificação de carga em diferentes tipos de sessões de treinamento de futebol</b> reveducfis.v22i2.9833. **Revista de Educação Física** , v. 22, n. 2, pág. 239-246, 14 de julho de 2011.

Vieira S, Freitas A. O que é Ciclismo: **História, Regras e Curiosidades**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2007.

SHALMANOV, Alexander A./ **Voleibol: Fundamentos Biomecânicos/ Phorte** Ed., 1997

MOLINA NETO, V. Marketing esportivo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Florianópolis: CBCE, vol. 13, nº 3, p.357

MÜLLER, U. Esporte e mídia: um pequeno esboço. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Florianópolis: CBCE, vol. 17, nº 3, p.212

HARTMANN, C.; SILVA, A. C. D.; OLIVEIRA, S. L. N. D.; FILHO, J. O. D. S.; SANTOS, G. J. D. **HISTÓRIA DO VOLEIBOL**. Fiep Bulletin - online, [S. l.], v. 86, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.fiepbulletin.net/fiepbulletin/article/view/86.a1.14>. Acesso em: 8 nov. 2023.

NAKAMURA, Fábio Yuzo *et al.* Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?. **Revista da Educação Física/Uem**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 01-100, 27 mar. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>.

ARANTES, F. J.; VIEIRA, P. F.; BORGES, D. L.; PEREIRA, A. A. Pode o consumo máximo de oxigênio e a frequência cardíaca máxima medidos em teste laboratorial serem preditos por equações em corredores amadores?. **RBPFEEX - Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 11, n. 66, p. 343-352, 20 jun. 2017.

ALMEIDA A. & STEFANI C. et al. Equação de Predição do Consumo de Oxigênio em uma População Brasileira. *Cardio Lógica Métodos Gráficos*; Departamento de Educação Física e

Departamento de Estatística da Universidade Federal da Paraíba – UFPB, João Pessoa, PB; **Grupo de Pesquisa em Cardiologia do Exercício do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**; Serviço de Cardiologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre - Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Vitta Centro de Bem-Estar Físico, Porto Alegre, RS – 2014.

LAMAS, L.; DREZNER, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Efeito de dois métodos de treinamento no desenvolvimento da força máxima e da potência muscular de membros inferiores. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 235-245, 2008. DOI: 10.1590/S1807-55092008000300007.

BRAGA, E.; BOENO, F. P.; TEIXEIRA, B. C. Comparação entre o nível de equilíbrio muscular e potência de membros inferiores de jogadores profissionais de futsal e futebol de campo. **Revista Saúde, Corpo e Movimento**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–14, 2023. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/scm/article/view/6841>. Acesso em: 19 nov. 2023.

SILVA, L. S.; PERREIRA, G. M.; DE ALMEIDA, M. B. Efeitos do treinamento pliométrico em crianças e jovens adolescentes: uma revisão integrativa. **Revista de Educação Física / Journal of Physical Education**, [S. l.], v. 92, n. 1, p. 32–41, 2023. DOI: 10.37310/ref.v92i1.2866. Disponível em: <https://revistadeeducacaofisica.emnuvens.com.br/revista/article/view/2866>. Acesso em: 19 nov. 2023.

MACHADO, Fabiana Andrade; DENADAI, Benedito Sérgio. Validade das equações preditivas da frequência cardíaca máxima para crianças e adolescentes. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.L.], v. 97, n. 2, p. 136-140, ago. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0066-782x2011005000078>.

VASCONCELOS, T. L. Comparação das respostas de frequência cardíaca máxima através de equações preditivas e teste máximo em laboratório. RBPFE - **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 1, n. 2, 9 dez. 2011.

ASTRAND, P-O, RODAHL, K., DAHL, H. A., STROMR, S. B. **Textbook of Work Physiological Bases of Exercise**, 4a ed. Champaing: Human Kinetics, 2003.