

## COMPARAÇÃO ENTRE FREQUÊNCIA CARDÍACA DE RESERVA E O LIMIAR DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA PARA ANÁLISE DO CONDICIONAMENTO AERÓBIO

Isabel Maria Bielik Rubio<sup>1</sup>  
Marinalva Costa Leite<sup>1</sup>  
Vânia Almeida Guedes Santos<sup>1</sup>  
Valdemar Guedes da Silva<sup>2</sup>  
Marilene Gonçalves Queiroz<sup>3</sup>

### RESUMO

O objetivo do presente estudo foi comparar a avaliação do condicionamento aeróbio pelo limiar de variabilidade da frequência cardíaca (LiVFC) em adultos com excesso de massa corporal e a recomendação de prescrição de exercício pela fórmula de Karvonen. Participaram da amostra 10 adultos sedentários, (idade  $24 \pm 3,43$  anos) com excesso de massa corporal ( $IMC > 25$ ) e sem doenças prévias. Todos foram submetidos a um teste de progressão máxima em cicloergômetro para avaliação dos batimentos cardíacos para detecção do LiVFC, determinado pelo critério de Lima e Kiss, onde  $SD1 < 3ms$ . A frequência cardíaca de reserva (FC res.) foi obtida utilizando a fórmula de Karvonen, com a intensidade de 50%, de acordo com o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM). Pelo método de Bland e Altman observamos que a diferença entre os métodos para carga e FC (absoluta) em relação ao LiVFC, não apresentaram diferença significativa. Portanto, concluímos que a FC res. é um método seguro e confiável para estimar a zona alvo de treinamento em adultos jovens com excesso de massa corporal metabolicamente saudáveis.

**Palavras-chave:** Limiar de variabilidade da frequência cardíaca; frequência cardíaca de reserva; excesso de massa corporal.

### 1 INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença multifatorial que sofre influência da suscetibilidade genética, sexo, idade e ocupação profissional (WANNMACHER, 2016). Atualmente, 600 milhões de adultos apresentam excesso de massa corporal, com índices de 30% para população dos Estados Unidos e 17,3% para a Brasileira (OMS, 2016) aumentando 11,2% em 2016 (VIGITEL, 2017). As projeções mostram que em 2025, 2,3 milhões de adultos e 75 milhões de crianças estejam com excesso de massa corporal (OMS, 2016).

O aumento exponencial da obesidade se torna preocupante, pois quanto maior for o número de fatores de risco de desenvolvimento de síndrome metabólica (hipertensão, hiperglicemia e dislipidemias), maior será a probabilidade de desenvolvimento de doenças cardiovasculares e morte súbita (WANNMACHER, 2016). Esses fatores são associados as

---

<sup>1</sup> Acadêmicas do curso Bacharelado em Educação Física no UNIVAG - Centro Universitário de Várzea Grande.

<sup>2</sup> Professor Mestre de Educação Física no UNIVAG - Centro Universitário de Várzea Grande.

<sup>3</sup> Professora Mestre em Educação Física.

alterações negativas no sistema nervoso autonômico (CAMBRI et al., 2009; NEMEZIO et al., 2011).

O sistema nervoso autonômico é regulado por vários neurônios que são conectados e localizados em diversos órgãos do corpo (glândulas, vasos sanguíneos, músculo liso e cardíaco). A inervação reguladora da função cardíaca, possui múltiplas ações, e é responsável pelo balanço simpato/vagal, que controla e coordena o funcionamento do coração juntamente com a regulação intrínseca (FRONCHETTI, 2008).

As oscilações entre os ciclos cardíacos instantâneos em repouso e em exercício, são representadas pelos intervalos R-R, denominados de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (SILVA; SILVA e ABAD, 2010), que pode ser utilizada como indicador de saúde (NEMEZIO et al., 2011) e prescrição de exercício físico (CAMBRI et al., 2009). Estudos demonstram alterações negativas da VFC de repouso em diabéticos (SOUSA, 2012; RIBEIRO, 2013), hipertensos (SILVA, 2015), cardiopatas (GODOY, 2012) e indivíduos com excesso de massa corporal (BRUNETTO, 2008). De forma semelhante, indivíduos que apresentam essas doenças geralmente também apresentam menor aptidão aeróbia quando comparados a indivíduos saudáveis (PASCHOAL; FONTANA, 2011).

A contração muscular durante o exercício físico envia um sinal para o cérebro que com o auxílio da medula suprarrenal e dos vasos sanguíneos provocam alterações no sistema nervoso central, desencadeando um aumento gradativo da frequência cardíaca que é ocasionado pelo balanço simpato/vagal. Nesse momento ocorre a retirada da atividade parassimpática e uma sobreposição do sistema simpático (BRUNETTO et al., 2008). Esse efeito, conhecido com o “reflexo pressor ao exercício”, ocorre de forma rápida para que a resposta cardiovascular consiga acompanhar o aumento da intensidade do exercício e supra suas necessidades fisiológicas (MITTELMAN et al., 2002).

A prática do exercício físico regular aliado a uma dieta balanceada é o tratamento mais indicado para a prevenção, tratamento e controle do excesso de massa corporal e suas doenças associadas. Entretanto, essa prescrição de exercício físico depende de uma combinação de aspectos, como: a frequência, intensidade e tempo de duração (FIDELLIS; PATRIZZI; WALSH, 2013; PAIVA, 2014). Indivíduos com excesso de massa corporal e obesidade devem praticar no mínimo 40 a 60 minutos de exercício físico diário, com intensidade inicial de 50 a 60% da FC máxima para obter ganho na qualidade de vida e 200 a 300 minutos semanal com intensidade de 50 a 60% da FC máxima e/ou 40 a 50% do VO<sub>2</sub> máx. para obterem uma perda de massa corporal a longo prazo (ACSM, 2001).

Existem diversas ferramentas utilizadas para a prescrição de exercício físico, como: o índice de percepção de esforço (MILANEZ et al., 2011), consumo máximo de oxigênio (BALIKIAN, 2002), percentual da frequência cardíaca máxima (SILVA, 2013), percentual da Frequência cardíaca de reserva (FC res.) (GOMES et al., 2016; SERON et al., 2017) e o limiar anaeróbio (QUEIROZ et al., 2017). Este último é representado por dois pontos que demarcam uma zona de transição fisiológica durante o exercício progressivo, sendo o 1º ponto, o 1º limiar de transição, o mais estudado e definido como a área demarcadora da intensidade do exercício em que ocorre a atuação aeróbia de forma predominante, com maior atuação do sistema parassimpático e uma ação cardioprotetora ao exercício nesta intensidade e o 2º ponto, o 2º limiar de transição, que é menos estudados e demarca uma maior atuação anaeróbica (GASTIN, 2001).

O limiar anaeróbio é um método preciso e confiável que pode ser identificado pelo lactato sanguíneo (SOUSA et al., 2012), a ventilação (MIYATAKE et al., 2005) e recentemente pela VFC. Nesse contexto, a VFC é o método mais indicado para população obesa devido sua facilidade de mensuração, por não ser invasivo e com um custo relativamente baixo (QUEIROZ et al., 2017). Entretanto, mesmo este método tendo um baixo custo ainda é necessário a utilização de um frequencímetro, o que pode dificultar a prescrição da intensidade adequada de exercício físico pelos profissionais de educação física e áreas a fins.

A prescrição de exercício utilizando a FC res. não necessita de equipamentos e pode ser utilizada com segurança pela fórmula de Karvonen et al. (1957) para indivíduos com excesso de massa corporal (ACSM, 1998). Alguns estudos a utilizam para calcular a carga de treinamento em crianças (GOMES et al., 2016), adolescentes (SERON, et al., 2017) e adultos com sobrepeso (MIYATAKE et al., 2005). Embora exista esta recomendação de prescrição de exercício físico para indivíduo com excesso de massa corporal, ainda existem alguns questionamentos a serem respondidos, como: essa intensidade realmente é a indicada para adultos jovens, saudáveis, com excesso de massa corporal?

Diante do supracitado o objetivo do presente estudo foi comparar a avaliação do condicionamento aeróbio pelo limiar de variabilidade da frequência cardíaca (LiVFC) em jovens com excesso de massa corporal e a recomendação de prescrição de exercício pela fórmula de Karvonen (ACSM, 1998).

## 2 METODOLOGIA DA PESQUISA

Participaram deste estudo 10 indivíduos ( $24 \pm 3,43$  anos,  $106,47 \pm 19,51$  Kg, e  $47,95 \pm 5,69$  IMC), sem diagnóstico prévio de doenças, sedentários por não estarem praticando exercício físico regular a pelo menos dois meses e não fumantes. Todos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido seguindo as normativas em estudos com seres humanos estabelecidas pela Declaração de Helsinki I (1964) e receberam informações prévias de todos os procedimentos em uma carta de apresentação do estudo e conversa com os pesquisadores, podendo desistir em qualquer momento. As características da amostra estão descritas na tabela 1.

Todos os procedimentos (Figura 1) foram realizados em uma instituição de ensino superior da região metropolitana de Cuiabá, no período vespertino entre 14 e 18h, em uma sala climatizada.

Os indivíduos responderam um Questionário de Prontidão para Atividade Física (ANDREAZZI, 2016) e uma anamnese elaborada pelos pesquisadores contendo perguntas sobre as condições de saúde e histórico familiar para doenças cardiovasculares.

Para realizar estes procedimentos os indivíduos foram orientados a usar roupas leves, não ingerir bebidas alcólicas e/ou energéticas por 24 horas, manter-se em jejum pelo menos 4 horas e urinar pelo menos 30 minutos antes da avaliação de impedância. Em um segundo momento foi realizado o teste progressivo máximo, e os avaliados foram orientados a fazerem uma refeição leve duas horas antes a serem submetidos à avaliação.

A avaliação antropométrica foi realizada pela mensuração da massa corporal dos participantes, utilizando a balança (Camry, 100g) e a estatura foi mensurada por meio de um estadiômetro (Sanny, modelo ES – 2060), sendo considerada a maior distância entre o vértex e a região plantar. Para a avaliação da composição corporal foi utilizada bioimpedância tetra polar (Sanny modelo BIA - 1010) calibrada segundo as recomendações do fabricante.

A frequência cardíaca (FC) e a VFC foram coletados por um frequencímetro (Polar RS800CX PTE10). A FC e a VFC de repouso foram mensuradas durante 5 minutos com o avaliado na posição deitado em decúbito dorsal após repouso de 10 minutos na mesma posição em uma maca.

Os intervalos R-R foram tratados no programa Kubius HRV, sendo os ruídos filtrados com o filtro moderado de 20 bpm. A análise da VFC em repouso foi realizada através dos índices de VFC do domínio do tempo e do domínio da frequência.

Após ser realizado a avaliação hemodinâmica em repouso os indivíduos realizaram um teste progressivo máximo em cicloergômetro (Biotec 2100 – Cefise) com 60 rotações por minuto (rpm), carga inicial de 15 watts (W) e incrementos de 15 W a cada um minuto até a exaustão voluntária (QUEIROZ et al., 2017).

A cada minuto era analisado por percepção subjetiva de esforço as condições do indivíduo para continuar o teste, além de ser anotado a FC. Caso os avaliadores percebessem que o indivíduo estava sob qualquer risco ou fosse relatado algo fora dos padrões o teste era interrompido imediatamente.

Para o teste ser considerado máximo o avaliado deveria atingir pelo menos 85% da FC máx. pré-estabelecida pela fórmula 220-idade (ACSM, 1998). Caso o sujeito não alcançasse esse valor durante a avaliação, o mesmo era descartado da amostra ou convidado a refazer o teste novamente.

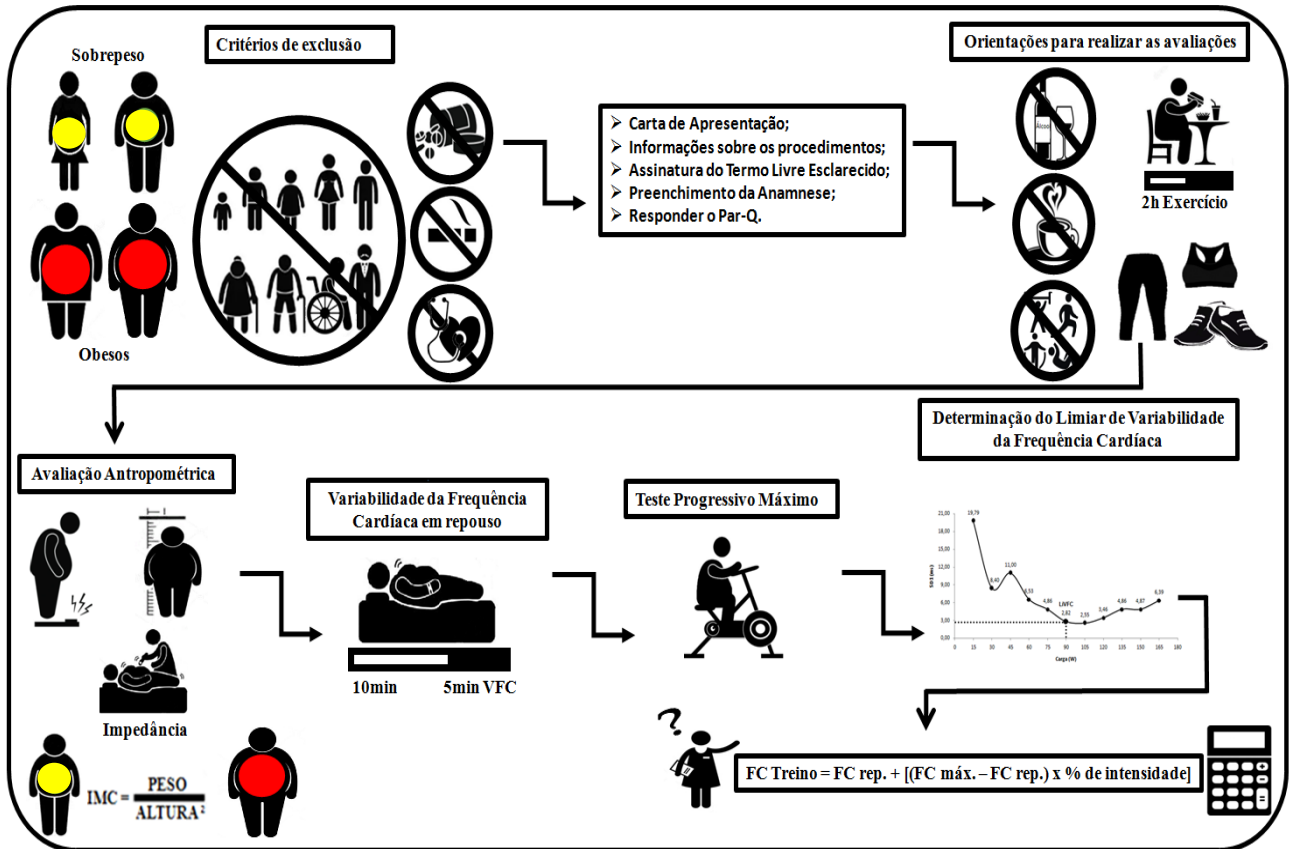
O LiVFC foi determinado utilizando o Desvio padrão dos intervalos R-R instantâneos (SD1), pelo índice SD1 e critério estabelecido por Lima e Kiss (1999), em que o LiVFC é identificado na primeira carga em que o decréscimo do índice SD1 é menor que 3 milissegundos. A figura 2 demonstra a determinação do LiVFC.

**Tabela 1:** Variáveis morfológicas e de variabilidade da frequência cardíaca em repouso e exercício

	<b>Homens (n = 6)</b>	<b>Mulheres (n = 4)</b>	<b>Todos (n = 10)</b>
<b>Variáveis de Repouso</b>			
Idade (anos)	25,00 ± 4,15	22,5 ± 1,29	24,00 ± 3,43
Massa Corporal (Kg)	114,92 ± 14,40	93,8 ± 20,99	106,47 ± 19,52
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	37,15 ± 4,83	35,03 ± 7,38	36,30 ± 5,69
Água corporal (kg)	54,37 ± 4,71	38,31 ± 4,61	47,95 ± 9,40
Água corporal (%)	47,51 ± 2,08	41,64 ± 5,04	45,16 ± 4,48
Gordura Corporal (kg)	46,30 ± 12,74	37,46 ± 10,34	42,76 ± 12,11
Gordura Corporal (%)	39,74 ± 6,10	39,56 ± 2,58	39,67 ± 4,78
Massa Magra (Kg)	68,62 ± 4,29	56,34 ± 10,78	63,71 ± 9,94
FC rep. (bpm)	92,00 ± 12,02	95,5 ± 3,11	93,40 ± 9,31
SD1 (ms)	36,64 ± 10,00	30,74 ± 9,86	35,45 ± 9,70
SD2 (ms)	60,37 ± 14,90	55,82 ± 2,70	58,55 ± 13,52
SD2/SD1	1,66 ± 0,06	1,90 ± 0,55	1,76 ± 0,34
RMSSD (ms)	51,76 ± 14,14	43,42 ± 13,93	48,42 ± 13,94
pNN50 (%)	11,71 ± 10,89	19,50 ± 10,86	14,82 ± 11,02
VLF (ms)	309,12 ± 222,14	104,98 ± 14,09	227,46 ± 196,45
LF (ms)	1540,60 ± 861,91	1064,29 ± 542,47	1350,08 ± 755,85
HF (ms)	1223,47 ± 604,67	934,72 ± 580,76	1107,97 ± 581,20
PT (ms)	3073,19 ± 1609,65	2103,99 ± 921,35	2685,51 ± 1404,59
LF (u.n)	54,83 ± 5,94	53,44 ± 14,34	54,27 ± 9,42
HF (u.n)	45,03 ± 5,99	46,49 ± 14,33	45,61 ± 9,43
LF/HF	1,25 ± 0,27	1,37 ± 0,96	1,30 ± 0,59
<b>Variáveis em Exercício</b>			
Carga máxima (W)	145,00 ± 48,05	135,00 ± 82,16	141,00 ± 59,67
W/kg	1,27 ± 0,39	1,38 ± 0,56	1,31 ± 0,44
W/ MM	2,11 ± 0,67	2,29 ± 0,97	2,18 ± 0,75
FC máx. (bpm)	176,83 ± 14,50	183,25 ± 8,73	179,40 ± 12,38

FC rep: Frequência cardíaca de repouso; SD1: desvio padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; SD2: desvio padrão da variabilidade a longo prazo; SD2/SD1: relação dos componentes SD2 e SD1; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos; pNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms; VLF: componente espectral de baixa frequência; LF: componente de baixa frequência; HF: componente de alta frequência; PT: A soma dos componentes de VLF; LF un: componente espectral de baixa frequência em unidades normalizadas; HF un: componente espectral de alta frequência em unidades normalizadas; LF/HF: relação dos componentes LF e HF. Carga máxima (W): carga; W/Kg: relação watts por quilograma; W/MM: relação carga sobre massa magra; FC máx.: frequência cardíaca máxima.

Figura 1: Visão geral do desenho experimental deste estudo.

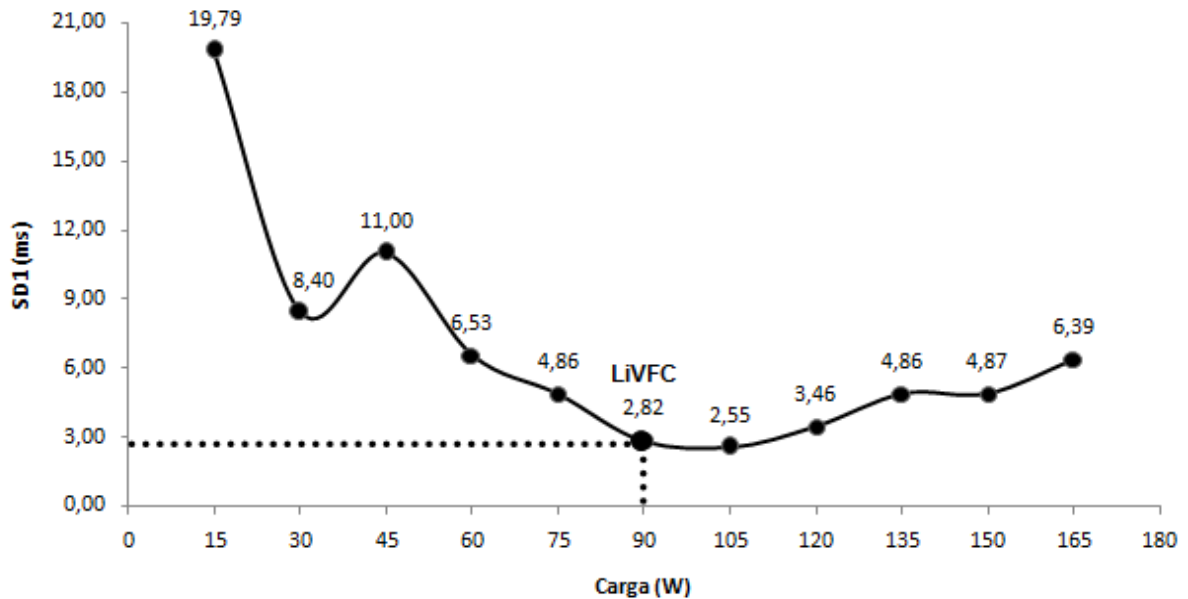


A FC res. foi obtida por meio da subtração entre a Frequência Cardíaca Máxima (FC máx.) e a Frequência Cardíaca de repouso (FC rep.), com a intensidade de 50%, segundo o ACSM (1998), utilizando a fórmula de Karvonen (1957). Abaixo segue a fórmula para o cálculo da FC res.:

$$FC \text{ Treino} = FC \text{ rep.} + [(FC \text{ máx.} - FC \text{ rep.}) \times \% \text{ de intensidade}]$$

A análise de dados está apresentada em estatística descritiva. A normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk. As variáveis de aptidão aeróbia foram comparadas pelo Teste T pareado para os dados paramétricos e para os dados não paramétricos teste similar. As associações de todas as variáveis foram verificadas pela correlação linear de Pearson ou de Spearman Rank's quando não paramétricas. A concordância entre o LiVFC e a FC res. foi verificada pelo método de Bland Altman. O nível de significância adotado para todas as análises foi de  $p < 0,05$ .

Figura 2: Representação gráfica da determinação do limiar de variabilidade da frequência cardíaca.



LiVFC determinado pelo critério fixo SD1 < 3 ms.

### 3 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste trabalho foi avaliado se as intensidades de exercícios prescritas nas recomendações para indivíduos com excesso de massa corporal realmente são indicadas para adultos jovens, saudáveis, com excesso de massa corporal. Os resultados encontrados não demonstraram diferença estatística entre as variáveis analisadas nos dois métodos de avaliação da aptidão aeróbia, pela fórmula de Karvonen e o LiVFC (Tabela 2).

**Tabela 2:** Média e desvio padrão das variáveis avaliadas no teste progressivo máximo e pelo cálculo da FC reserva

	LiVFC	FC reserva
Carga (W)	51,00 ± 25,69	67,50 ± 27,61
Carga máx. (%)	36,56 ± 11,56	50,19 ± 14,23
FC (bpm)	130,3 ± 12,88	144,70 ± 4,69
% FC (bpm)	72,77 ± 7,22	80,90 ± 4,38

Não há diferença estatística entre os métodos em nenhuma variável. LiVFC: limiar de variabilidade da frequência cardíaca; FC res.: frequência cardíaca de reserva. Carga (W): carga; Carga máx.%: porcentagem da carga máxima; FC: frequência cardíaca; % FC: porcentagem da frequência cardíaca.

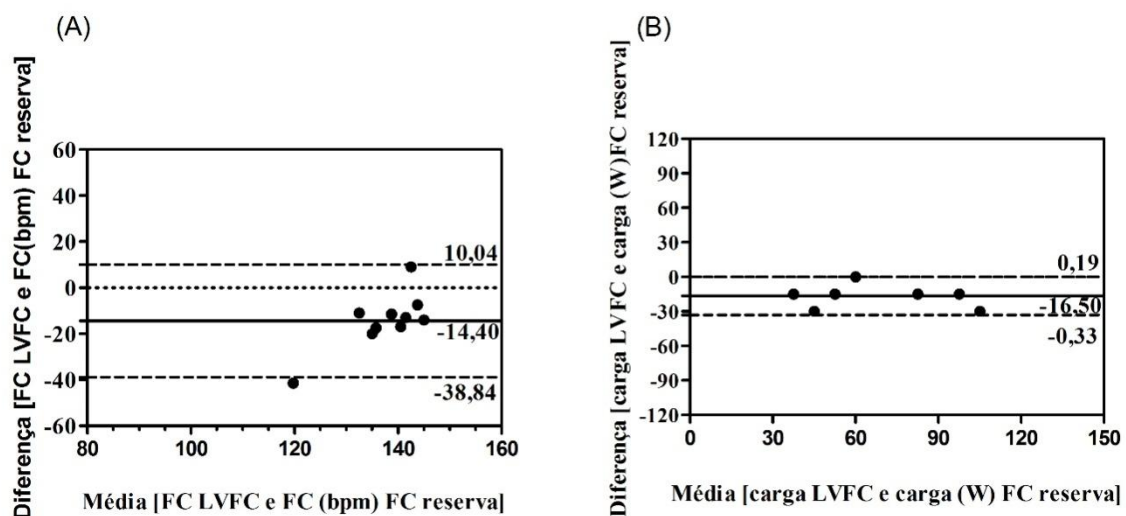
Os índices de VFC tanto do domínio da frequência, quanto do domínio do tempo em repouso não se associaram as variáveis antropométricas. Entre as variáveis obtidas durante o exercício e as variáveis antropométricas, a massa corporal apresentou correlação positiva com

a carga máxima (W) ( $r = 0,63$ ,  $p < 0,05$ ), com o % FC LiVFC (bpm) ( $r = 0,62$ ,  $p < 0,05$ ) e com a carga FC res. (W) ( $r = 0,56$ ,  $p < 0,05$ ). O IMC apresentou associação positiva com % FC LVFC ( $r = 0,74$ ,  $p < 0,05$ ), carga máxima (W) ( $r = 0,55$ ,  $p < 0,05$ ) e negativa com a FC máx. (bpm) ( $r = -0,60$ ,  $p < 0,05$ ) e FC res. (bpm) ( $r = -0,50$ ,  $p < 0,05$ ). O % de gordura corporal não se correlacionou a nenhuma das variáveis (Tabela 3).

Houve correlação significativa entre a carga obtida no LiVFC e a carga calculada pela fórmula de Karvonen com intensidade de 50% ( $r = 0,95$ ,  $p < 0,05$ ) e o % carga máx. LiVFC e % carga máx. FC res. ( $r = 0,82$ ,  $p < 0,05$ ) (Tabela 4).

Ao realizar a plotagem de Bland e Altman (1986), que demonstra a diferença entre os métodos para carga e FC (absoluta) em relação ao LiVFC, os valores de viés (ou diferença das médias), foram identificados próximo à zero, com todos os pontos dentro do intervalo de confiança, sendo que quando analisamos a carga este apresenta 3 pontos sobrepostos. Os valores de viés positivo indicam superestimação e negativo subestimação do LiVFC. A FC de 50% da FC res. calculada pela fórmula de Karvonen foi encontrada a níveis mais elevados (14 bpm a mais) do que no LiVFC, porém não encontramos diferença significativa. A carga também se comportou de forma semelhante com a prescrição pela fórmula de Karvonen a 50% com um estágio a mais, entretanto sem apresentar diferença estatística entre os dois métodos.

Figura 3: Plotagem de Bland Altman com linha contínua mostrando viés entre a FC e carga correspondente aos métodos analisados (A: FC LiVFC, FC FC res.), (B: Carga LiVFC, Carga FC res.) e linha pontilhada mostrando limite de confiança pela média  $\pm 1,96$  DP.



**Tabela 3:** Correlação entre as variáveis antropométricas e fisiológicas

	Massa Corporal (Kg)	IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	% Gordura Corporal
<b>Variáveis de repouso</b>			
	r	r	r
FC rep. (bpm)	-0,15	-0,40	-0,08
SD1 (ms)	-0,11	-0,11	-0,14
SD2 (ms)	-0,40	-0,42	-0,42
SD2/SD1	0,14	-0,08	-0,13
RMSSD (ms)	-0,11	-0,11	-0,14
pNN50 (%)	-0,44	-0,17	0,12
VLF (ms)	0,25	0,14	-0,06
LF (ms)	-0,07	-0,22	-0,39
HF (ms)	-0,35	-0,33	-0,33
PT (ms)	-0,04	-0,17	-0,34
LF (u.n)	0,14	-0,16	-0,35
HF (u.n)	-0,14	0,16	0,35
LF/HF	0,14	-0,16	-0,35
<b>Variáveis em exercício físico</b>			
Carga máxima (W)	0,63 <sup>#</sup>	0,55	0,35
W/kg	0,29	0,16	0,01
W/ MM	0,41	0,35	0,25
FC máx.(bpm)	-0,53	-0,60	-0,15
Carga (W)	0,34	0,30	-0,40
Carga LiVFC(W)	0,34	0,34	-0,04
Carga máx. LiVFC (%)	-0,44	-0,22	-0,52
FC LiVFC (bpm)	0,16	0,29	0,40
% FC LiVFC (bpm)	0,62 <sup>*</sup>	0,74 <sup>#</sup>	0,53
Carga FC res. (W)	0,56	0,47	0,14
Carga Máx.FCres. (%)	-0,21	-0,25	-0,45
FC FC res.(bpm)	0,46	-0,50	-0,15
% FC res. (bpm)	0,37	0,43	0,05

\* Correlação linear de Person; <sup>#</sup> Correlação de Spearman Rank's (p< 0,05); FC rep: Frequência cardíaca de repouso; SD1: desvio padrão da variabilidade instantânea batimento a batimento; SD2: desvio padrão da variabilidade a longo prazo; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos; pNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms; VLF: componente espectral de baixa frequência; LF: componente de baixa frequência; HF: componente de alta frequência; PT: A soma dos componentes de VLF; LF un: componente espectral de baixa frequência em unidades normalizadas; HF un: componente espectral de alta frequência em unidades normalizadas; LF/HF: relação dos componentes LF e HF; Carga máxima (W): carga; W/Kg: relação watts por quilograma; W/MM: relação carga sobre massa magra; Carga LiVFC: carga no limiar de variabilidade da frequência cardíaca; Carga máx LiVFC (%): porcentagem da carga máxima no limiar de variabilidade da frequência cardíaca; FC LiVFC: frequência cardíaca no limiar de variabilidade da frequência cardíaca; % FC LiVFC: porcentagem da frequência cardíaca no limiar de variabilidade da frequência cardíaca; Carga FC res.: carga na frequência cardíaca de reserva; Carga máx. FCres (%): porcentagem da carga máxima na frequência cardíaca de reserva; FC FC res.: frequência cardíaca na frequência cardíaca de reserva; % FC res.: porcentagem da frequência cardíaca de reserva.

**Tabela 4:** Correlação entre a carga, % da carga, frequência cardíaca, % frequência cardíaca no limiar de variabilidade da frequência cardíaca e calculada pela frequência cardíaca de reserva

	Carga FC res. (W)	% Carga máx. FCres. (%)	FC FCres.(bpm)	% FCres. (bpm)
Carga LiVFC (W)	0,95**	0,27	0,14	0,31
Carga máx. LiVFC (%)	0,63	0,82**	-0,19	0,20
FC LiVFC (bpm)	0,19	-0,11	0,27	-0,34
% FC LiVFC (bpm)	0,46	0,12	-0,19	0,31

\* Correlação linear de Person ( $p < 0,05$ ). Carga FC res.: carga na frequência cardíaca de reserva; % Carga máx.: percentual da carga máxima; FC: frequência cardíaca; % FC res.: porcentagem da frequência cardíaca de reserva; Carga LiVFC (W): carga no limiar de variabilidade da frequência cardíaca (W); Carga máx. LiVFC: porcentagem da carga máxima no limiar de variabilidade da frequência cardíaca; FC LiVFC: frequência cardíaca no limiar de variabilidade de frequência cardíaca; % FC LiVFC: porcentagem da frequência cardíaca no limiar de variabilidade da frequência cardíaca.

Portanto, houve concordância entre os métodos, apesar de a FC res. superestimar em média 14bpm na fórmula de Karvonen o LiVFC. Isso representa aproximadamente três estágios em um teste máximo. No estudo de Miyatake (2005) a fórmula de Karvonen também superestimou a intensidade de 50%. Para prescrição com a FC res. parece apropriado utilizar uma intensidade de 36,78%, estimativa que se aproxima do nível de esforço indicado para essa população.

Os dois métodos apresentados já são amplamente estudados para a prescrição de exercício físico em indivíduos com excesso de massa corporal e em diversas populações (MIYATAKE et al., 2005; BRUNETTO et al., 2008; CAMBRI et al., 2009; PASCHOAL; FONTANA, 2011; GOMES et al., 2016; QUEIROZ et al., 2017). No entanto, este é o primeiro que avalia a concordância entre o LiVFC e a zona alvo de 50% da FC res. em indivíduos com excesso de massa corporal sem doenças associadas.

Os principais resultados deste presente estudo demonstram que é possível prescrever exercício físico utilizando ambos os métodos de forma segura. Apesar de não encontrarmos diferença significativa, o método de 50% da FC res. apresentou valores absolutos superiores em 30 e 70% inferiores. Estudos demonstram que pessoas com excesso de massa corporal apresentam menor aptidão aeróbia do que eutróficas (MIYATAKE et al., 2005; PASCHOAL; FONTANA, 2011) e uma associação negativa do nível de aptidão aeróbia ao % de gordura corporal (BRUNETTO et al., 2008) e gordura visceral (MIYATAKE et al., 2005). Entretanto, estudos mais recentes apresentam resultados indiferentes para as mesmas variáveis em indivíduos jovens com excesso de massa corporal e os denominam de metabolicamente saudáveis (QUEIROZ et al., 2017).

Os indivíduos com excesso de massa corporal, porém metabolicamente saudáveis não apresentam alterações na VFC em repouso segundo os critérios estabelecidos no (Task Force, 1996), assim como os nossos avaliados. Existem indicativos de que a alteração negativa da variabilidade da frequência cardíaca de repouso está diretamente associada ao tempo de duração da obesidade, onde apresentam maiores riscos de processos inflamatórios e resistência à insulina, fatores relacionados a alteração da pressão arterial que predis põem à síndrome metabólica (OLIVEIRA, 2004).

Em um estudo semelhante, Miyatake (2005) avaliou homens obesos com idade de 32 – 59 anos e encontrou resultados semelhantes, entretanto esse estudo não verificou o limiar de variabilidade da frequência cardíaca e sim o limiar ventilatório.

Encontramos correlação significativa entre a carga máxima e o percentual de massa corporal. Miyatake (2005) não encontrou essa correlação, entretanto difere de nossos resultados pois encontramos correlação entre os dois métodos. Em nosso estudo também houve correlação entre o percentual da frequência cardíaca no LiVFC, tanto com a massa corporal, como com o IMC. Farah (2013) não encontra relação significativa entre o IMC com os parâmetros da VFC, porém sugere que a maior circunferência da cintura está diretamente relacionada a uma maior disfunção autonômica cardíaca, podemos assim considerar a obesidade como fator precoce de distúrbios cardiovasculares.

Os índices de repouso não apresentaram nenhuma correlação significativa entre os índices de variabilidade e os valores antropométricos. Portanto, a obesidade para indivíduos metabolicamente saudáveis parece não alterar esses valores, assim como nos estudos de Brunetto et al. (2008), com adolescentes de 13 a 18, e também no estudo de Ancona et al. (2009) com crianças de 9 a 11 anos, ambos não apresentaram alterações significativas de relação entre a variabilidade da frequência cardíaca e a obesidade.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Concluimos que a frequência cardíaca de reserva é uma alternativa confiável para prescrição da zona alvo de esforço em programas de exercício físico para a população com excesso de massa corporal metabolicamente saudável. Além disso, é um método com baixo custo, pois não é necessário equipamentos ou mão de obra especializada.

## 5 REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua descrição.** ed.7, Rio de Janeiro: Guanabara, 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM. Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. **Med Sci Sports Exerc**, v.41, ed. 2, p.459 - 471, fev. 2001.

ANCONA, M. C.; SCODELER, N. F.; GUIDI, R. M.; PASCHOAL, M. A. Variabilidade de frequência cardíaca em crianças eutróficas e obesas nas posições supina e bípede. **Revista de Ciências Médicas**, v.18, n.2, mar/abr., 2009.

ANDREAZZI, I. M.; TAKENAKA, V. S.; SILVA, P. S. D. da; ARAÚJO, M. P.de. Exame pré-participação esportiva e o Par-Q, em praticantes de academias. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v.22, nº 4, ago.2016.

ASSOCIAÇÃO MÉDICA MUNDIAL. **Declaração de Helsinki I**, 1964. Finlândia.

BALIKIAN, P.; LOURENÇÃO, A.; RIBEIRO, L. F. P.; FESTUCCIA, W. T. L.; NEIVA, C. M. Consumo Máximo de Oxigênio e limiar anaeróbico de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.8, nº2, mar/abr., 2002.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **The Lancet**, v.327, p. 307 - 310, 1986.

BRUNETTO, A. F.; ROSEGUINI, B. T.; SILVA, B. M.; HIRAI, D. M.; RONQUE, E. V.; GUEDES, D. P. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes obesos e não obesos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.14, nº2, abr., 2008.

CAMBRI, L. T.; DECIMO, J. P.; FRONCHETTI, L.; OLIVEIRA, F. R. de; GEVAERD, M. da S. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca em teste progressivo de caminhada em diabéticos tipo 2. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.17, nº1, 2009.

EUROPEAN HEART JOURNAL OXFORD ACADEMIC – **TASK FORCE**, 1996.

FARAH, B. Q.; PRADO, W. L. do; TENÓRIO, T. R. dos S.; RITTI-DIAS, R. M. Relação entre variabilidade da frequência cardíaca e indicadores de obesidade central e geral em adolescentes obesos normotensos. **Revista Einstein**, v.11, p.285 – 290, 2013.

FIDELIS, L. T.; PATRIZZI, L. J.; WALSH, I. A. P. de. Influência da prática de exercício físico sobre a flexibilidade, força muscular manual e mobilidade funcional em idosos. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**. Rio de Janeiro, p.109-116, 2013.

FRONCHETTI, L. **Limiar de variabilidade da frequência cardíaca em diferentes protocolos ergométricos**. Florianópolis-SC, 2008.

GASTIN, P. B. Energy System Interaction and Relative Contribution During Maximal Exercise, **Sport Medicine** (Auckland, N.Z), v.31, nº10, p. 725-741, 2001.

GODOY, M. F. de; CARRAI, L. H. M.; MADALOZZO, B. B.; MARQUES, G. N.; LORENTE, G. D.; MAEDA, J. Variabilidade da frequência cardíaca nos domínios do caos, em cardiopatias congênitas cianogênicas e acianogênicas. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v.19, 2012.

GOMES, K. B.; PEREZ, A. J.; CARLETTI, L.; MARQUES, A. Heart rate as an indicator for exercise prescription for normal, overweight, and obese adolescents. **Revista de Educação Física**, v 22, nº2, Rio Claro, abri/jun., 2016.

LIMA, J. R. P.; KISS M. A. P. Limiar de variabilidade da frequência cardíaca. **Revista brasileira de atividade física e saúde**, 1999.

MILANEZ, V. F.; LIMA, M. S.; GOBATTO, C. A.; PERANDINI, L. A.; NAKAMURA, F. Y.; RIBEIRO, L. F. P. Avaliação e comparação das respostas da percepção subjetiva de esforço e concentração de lactato em uma competição oficial de karate. **Revista da Educação Física/UEM**. Maringá, v.22, nº1, p. 57 – 64, 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE, VIGITEL (**Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico**) Disponível em: <<http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/abril/17/Vigitel.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

MITTELMAN, S. D.; CITTERS, G. W. V.; KIRKMAN, E. L.; BERGMAN, R. N. Extreme Insulin Resistance of the Central Adipose Depot In Vivo, **American Diabetes Association**, v.51, nº3, p. 755-761, 2002.

MIYATAKE, N.; NISHIKAWA, H.; MORISHITA, A.; FUJII, M. Re-evaluation of exercise intensity for overweight Japanese men by ventilatory threshold. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, p.1326-1463, 2005.

NEMEZIO, K. M. de A.; SANTOS, R. de A.; BERTUZZI, R. C. de M.; AIRES, F. de O.; SILVA, A. E. L. da. Relação entre índice de massa corporal, indicadores autonômicos da frequência cardíaca e níveis de pressão arterial em crianças. **Revista da Educação Física/UEM**. Maringá, v.22, n°3, p. 441-449, 3 trim. 2011.

OLIVEIRA, C. L. de; MELLO, M.T. de; CINTRA, I. de P.; FISBERG, M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. **Revista de Nutrição**. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, v.17, n°2, p. 237-245, 2004.

ORGANIZAÇÃO MUNDIA DA SAÚDE, OMS. (2016). **Diretrizes Brasileiras de Obesidade**. 4ed. São Paulo. Disponível em: <<http://www.abeso.org.br/uploads/downloads/92/57fccc403e5da.pdf>>. Acesso em: 20fev. 2018.

PAIVA, L. F de. **Estratégia de intervenção para pessoas com sobrepeso e obesidade: grupo operativo de reeducação alimentar e prática de atividades físicas**. Monografia (Pós graduação em Atenção Básica em Saúde da Família), Minas Gerais, 2014.

PASCHOAL, M. A.; FONTANA, C. C. Método do Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca Aplicado em Pré-adolescente Obesos e Não Obesos. **Sociedade Brasileira de Cardiologia**, 2011.

QUEIROZ, M. G.; ARSA, G.; REZENDE, D. A.; SOUSA, L. C. J. L.; OLIVEIRA, F. R.; ARAUJO, G. G.; CAMBRI, L. T. Heart rate variability estimates ventilatory threshold regardless body mass index in young people. **Science & Sports**, v.33, p. 39- 46, fev. 2017.

RIBEIRO, I. J. S. **Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca de idosos diabéticos e não diabéticos**. Dissertação (Mestre em biotecnologia em saúde e medicina investigativa). Salvador, 2013.

SALES M. M.; CAMPBELL, C. S. G.; MORAIS, P. K.; Noninvasive method to estimate anaerobic threshold in individuals with type 2 diabetes. **Diabetology & Metabolic Syndrome**, v.3, 2011.

SERON, B. B.; MODESTO, E. L.; STANGANELLI, L. C. R.; CARVALHO, E. M. O. de. Effects of aerobic and resistance training on the cardiorespiratory fitness of young people with Down Syndrome. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.19, n°4, Florianópolis, jul./ago.2017.

SILVA, R. C. de. **Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca de Hipertensos na condição de repouso no pré e pós esforço físico.** Monografia (Graduação de Fisioterapia). Brasília, 2015.

SILVA, R. G. **Frequência cardíaca máxima em atletas de natação.** Monografia (Pós-Graduação em Educação Física. Minas Gerais, 2013.

SILVA, R. G e; SILVA, G. R. da; ABAD, C. C. C. Comportamento da variabilidade da frequência cardíaca, pressão arterial e glicemia durante exercício progressivo máximo em dois ergômetros diferentes. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.4, n°19, p. 13-23, fev. 2010.

SOUZA, K. M. de. Máximo estado estável de lactato estimado por diferentes métodos de determinação do limiar anaeróbio. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, p. 264 – 275, 2012.

WANNMACHER, L. Obesidade como fator de risco para morbidade e mortalidade: evidências sobre o manejo com medidas não medicamentosa. **Organização Pan-Americana da Saúde e Organização Mundial da Saúde**, Brasília, v.1, n°7, p. 108, maio, 2016.