

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**LUCAS CARDOSO SCHUINDT**

**VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA PÓS-ESFORÇO SUBMÁXIMO  
ENTRE ADOLESCENTES OBESOS E NÃO OBESOS**

**IVAIPORÃ  
2016**

**LUCAS CARDOSO SCHUINDT**

**VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA PÓS-ESFORÇO SUBMAXÍMO  
ENTRE ADOLESCENTES OBESOS E NÃO OBESOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Universidade Estadual de Maringá - UEM  
como requisito parcial para obtenção do título  
de Licenciado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes

**IVAIPORÃ  
2016**

LUCAS CARDOSO SCHUINDT

**VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA PÓS-ESFORÇO SUBMAXÍMO  
ENTRE ADOLESCENTES OBESOS E NÃO OBESOS**

Projeto de Pesquisa (Monografia) apresentado à UEM - Universidade Estadual de Maringá - como requisito parcial para obtenção do título de Licenciado em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Wendell Arthur Lopes  
Universidade Estadual de Maringá-UEM

---

Prof. (a).Dra. Fernanda Errero Porto  
Universidade Estadual de Maringá-UEM

---

Prof. Dr. Felipe de Oliveira Matos  
Universidade Estadual de Maringá-UEM

Aprovado em \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele nada disso seria possível.

Agradeço também aos meus pais por toda ajuda ao longo de toda minha formação, por serem os grandes incentivadores e fonte de inspiração que são para mim, e ao meu irmão por sempre estar comigo em todos os momentos.

Agradeço também aos meus colegas de classe por todo auxílio e diversão ao longo desses 4 anos de curso.

A todos os professores que participaram durante meu processo de formação direta ou indiretamente, que ajudaram em minhas escolhas e nas tomadas corretas de decisões, em especial ao meu orientador Prof. Wendell, por todas as experiências de conhecimentos por ele ofertadas, pela possibilidade de trabalhar com pesquisa suporte que forneceu.

SCHUINDT, Lucas Cardoso. **VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA PÓS-ESFORÇO SUBMÁXIMO ENTRE ADOLESCENTES OBESOS E NÃO OBESOS.** 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação Física) – Departamento de Educação Física, Universidade Estadual de Maringá. Orientador: Wendell Arthur Lopes Ivaiporã, 2016.

## RESUMO

A obesidade é fator que está ganhando proporções gigantescas e se correlaciona como prognóstico a doenças cardiovasculares e disfunções autonômicas. No cenário de avaliação de disfunções autonômicas, a variabilidade da frequência cardíaca ganhou espaço por se tratar de uma medida não invasiva e capaz de prognosticar possíveis eventos cardíacos que estão atrelados à condição obesa. Embora o nível de atividade física e aptidão física vêm sendo relacionado como modulador da atividade autonômica cardíaca de obesos em estado de repouso, pouco se sabe sobre seus efeitos no período de pós-exercício. O objetivo deste estudo foi comparar a modulação autonômica cardíaca após exercício físico submáximo em adolescentes obesos e não obesos. A amostra foi composta por 35 adolescentes, de ambos os sexos, que foram alocados em dois grupos: eutrófico ( $n=15$ , idade= $13,3\pm 0,83$ , IMC= $20,3\pm 2,29$  e  $VO_{2max}=34,7\pm 5,53$ ) e grupo excesso de peso ( $n=20$ , idade= $12,9\pm 1,16$ , IMC= $25,2\pm 2,73$  e  $VO_{2max}=30,6\pm 3,19$ ). A variabilidade da frequência cardíaca foi avaliada após teste submáximo em esteira, entre 70 e 85% da frequência cardíaca de reserva, na posição sentada. Não houve diferença estatística significativa para os índices de frequência cardíaca e para os índices da VFC (IRR e rMSSD) quando comparados obesos e excesso de peso, porém, no rMSSD ao comparar com o início da recuperação, o grupo eutrófico apresentou diferença estatística significativa a partir de 90 segundos, ao passo que o grupo excesso de peso apresentou somente aos 120 segundos. Portanto, parece que adolescentes com excesso de peso apresentam uma retomada parassimpática mais lenta em relação aos eutróficos.

**Palavras-chave:** Obesidade, modulação autonômica, Variabilidade da frequência cardíaca, Sistema nervoso simpático, Sistema nervoso parassimpático, exercício físico.

SCHUINDT, Lucas Cardoso. **HEART RATE VARIABILITY POST-ESFORCE BETWEEN ADOLESCENTS OBESOS AND NOT OBESOS**. 50 pages. Graduation Work (Physical Education Degree) - Department of Physical Education, State University of Maringá. Advisor: Wendell Arthur Lopes Ivaiporã, 2016.

### **ABSTRACT**

Obesity is a factor that is gaining gigantic proportions and correlates as a prognosis to cardiovascular diseases and autonomic dysfunctions. In the evaluation scenario of autonomic dysfunctions, heart rate variability has gained space because it is a noninvasive measure capable of predicting possible cardiac events that are linked to the obese condition. Although the level of physical activity and physical fitness has been implicated as a modulator of the cardiac autonomic activity of obese subjects at rest, little is known about their effects in the post-exercise period. The objective of this study was to compare cardiac autonomic modulation after submaximal physical exercise in obese and non-obese adolescents. The sample consisted of 35 adolescents, of both sexes, who were allocated in two groups: eutrophic (n=15, age  $13.3 \pm 0.83$ , BMI= $20.3 \pm 2.29$ ,  $VO_{2m\acute{a}x}$ = $34.7 \pm 5.53$ ) and overweight group (n = 20, age= $12.9 \pm 1.16$ , BMI= $25.2 \pm 2.73$ ,  $VO_{2m\acute{a}x}$ = $30.6 \pm 3.19$ ). Heart rate variability was assessed after a submaximal treadmill test, between 70 and 85% of the reserve heart rate in the sitting position. There were no statistically significant differences for heart rate indices and for HRV and rMSSD indices when compared between obese and overweight, but in rMSSD when compared to the beginning of recovery, the Eutrophic group had a statistically significant difference 90 seconds, while the overweight group showed only 120 seconds. It appears that overweight adolescents present a slower parasympathetic recovery than eutrophic adolescents.

**Key words:** Obesity, autonomic modulation, Heart rate variability, Sympathetic nervous system, Parasympathetic nervous system, physical exercise.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características gerais da amostra dividida em grupos eutrófico e excesso de peso (n=35) .....	30
<b>Tabela 2</b> – Valores médios e desvio padrão das variáveis do teste submáximo de acordo com os grupos .....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Comportamento da Frequência Cardíaca (FC) durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo .....	32
<b>Gráfico 2</b> – Comportamento dos Intervalos R-R (iRR) durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo .....	32
<b>Gráfico 3</b> – Comportamento do rMSSD durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo .....	33
<b>Gráfico 3</b> – Área Abaixo da Curva (AAC) dos valores da rMSSD durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo .....	34

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

AF	Alta Frequência
BF	Baixa Frequência
CRV	Campus Regional do Vale do Ivaí
DCV	Doenças Cardiovasculares
ECG	Eletrocardiograma
FC	Frequência Cardíaca
HRV	Heart Rate Variability
HZ	Hertz
IMC	Índice de Massa Corporal
MBF	Muito Baixa Frequência
PA	Pressão Arterial
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
TCLE	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
PVC	Pico de Velocidade de Crescimento
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1. JUSTIFICATIVA .....	13
1.2. PROBLEMA DE PESQUISA .....	13
1.3. OBJETIVOS .....	13
1.3.1. <b>Objetivo Geral</b> .....	13
1.3.2. <b>Objetivos Específicos</b> .....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA .....	15
2.1.1. <b>Conceito de Variabilidade da Frequência Cardíaca</b> .....	15
2.1.2. <b>Análise Linear (Domínio do tempo)</b> .....	17
2.1.3. <b>Análise linear (Domínio da Frequência)</b> .....	17
2.1.4. <b>Análise não Linear</b> .....	18
2.1.5. <b>Aplicabilidade Clínica</b> .....	19
2.2. <b>OBESIDADE</b> .....	21
2.2.1. <b>Conceito de Obesidade.</b> .....	21
2.2.2. <b>Prevalência de Obesidade</b> .....	22
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	24
3.1. TIPO DO ESTUDO.....	24
3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	24
3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	25
3.3.1. <b>Avaliação antropométrica.</b> .....	25
3.3.2. <b>Avaliação do nível de atividade física.</b> .....	25
3.3.3. <b>Avaliação Maturacional</b> .....	26
3.3.4. <b>Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)</b> .....	26
3.3.5. <b>Avaliação da aptidão cardiorrespiratória em teste de esforço submáximo</b> 27	
3.4. PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS .....	27

3.5. ANÁLISE DOS DADOS.....	28
4. RESULTADOS .....	30
5. DISCUSSÃO.....	35
6. CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
APÊNDICES.....	45
Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	45
Apêndice 2 – Declaração de Acordo com a Pesquisa.....	46
ANEXOS.....	47
Anexo 1- Questionário Internacional de Atividade Física – Versão Curta.....	47
Anexo 2 - curvas percentilicas do IMC para meninos de 5 á 19 anos de idade segundo a WHO .....	49
anexo 3- curvas percentilicas do IMC para meninas de 5 á 19 anos de idade segundo a WHO .....	50

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a obesidade tem aumentado gradativamente ao longo dos anos, e este cenário pode se configurar como um problema para população pela série de riscos a saúde que influenciam este estado, Segundo dados da Vigilância de fatores de risco e proteção a doenças crônicas por inquérito telefônico, a frequência de adultos com excesso de peso nas capitais brasileiras foi de 52,5%, sendo maior entre homens (56,5%) do que em mulheres (49,1%), VIGITEL (2014).

A obesidade possui uma relação forte com as ocorrências de doenças cardiovasculares (PETELIN *et al.*, 2014; SOUZA, *et al.*, 2012), especialmente doenças coronarianas, sendo assim um indicador de fator de risco para os indivíduos assim caracterizados como obeso e também sobrepeso. Este estado pode ser facilmente detectado através da obtenção do IMC do indivíduo sendo uma medida rápida e de fácil aplicação.

A obesidade principalmente do tipo visceral ou abdominal esta relacionada com fatores prognósticos de risco para os indivíduos, como hipertensão arterial, intolerância a glicose, a hiperinsulinemia e hipertrigliceridemia com HDL baixo são as condições que constituem a síndrome metabólica que promove um risco aumentado à doença aterosclerótica (CERCATO, 2000).

Como se trata de uma doença que é capaz de acometer qualquer indivíduo independente da idade é comum identificarmos cada vez mais jovens com problema de obesidade, principalmente na adolescência um fator que pode explicar este quadro é a inatividade física presente no cotidiano destes jovens, como mostra um estudo recente com esta população do projeto ERICA (Estudo de Riscos Cardiovasculares em adolescentes), sendo realizada com indivíduos de grandes centros das cinco macrorregiões do Brasil, reportando que 54,3 % dos adolescentes apresentaram inatividade física (<300 minutos/semana) e 26,5 % dos adolescentes reportaram não realizar nenhuma atividade física (CORREAU *et al.*, 2016).

A variabilidade da frequência cardíaca vem sendo amplamente utilizada como medida não invasiva para detectar disfunções presentes no sistema nervoso autônomo em crianças obesas (NAGAI; MORITANI, 2004; SEKINE *et al.*, 2011). Essas disfunções detectadas em seu início pode se mostrar como uma vantagem

para os indivíduos, sendo que a obesidade pode acarretar em redução da atividade do sistema nervoso parassimpático e maior atividade do sistema nervoso simpático (VANDERLEI *et al.*, 2009). Por outro lado, indivíduos que possuem um nível maior de atividade física apresentam uma melhor atividade autonômica tanto no início quanto no pós-exercício (GUERRA, 2009), sendo considerado que o papel do exercício sobre o sistema autonômico seria de proteção em crianças e adolescentes permitindo que estas possam permanecer com uma modulação saudável do sistema nervoso autonômico (MONDONI *et al.*, 2015).

Sabe-se que o exercício físico contribui para uma melhora do sistema nervoso autonômico na população jovem (NAGAI; MORITANI, 2004). Parece que um maior nível de atividade física e menor adiposidade corporal também estão relacionados com melhores respostas do sistema nervoso parassimpático durante o período de recuperação, porém os mecanismos de reativação parassimpática não estão completamente elucidados no período de pós-exercício, sendo considerado ainda que um retardo na retomada da frequência cardíaca pode ser considerado também um indicador de anormalidades na recuperação parassimpática (GOLDBERGER *et al.*, 2012).

Considerando que a obesidade pode provocar a redução da atividade parassimpática em adolescentes no repouso, a hipótese do presente estudo é que a modulação autonômica após exercício físico também estará comprometida em adolescentes obesos quando comparados com adolescentes eutróficos.

## 1.1. JUSTIFICATIVA

Estudos vêm relacionando a redução da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) nos indivíduos como marcador de disfunções do sistema nervoso autônomo (BAUM *et al.*, 2013) e como prognóstico para o surgimento de doenças cardíacas tanto em indivíduos saudáveis quanto em portadores de cardiopatias (COLE *et al.*, 1999), pois trata-se de um método de fácil aplicabilidade, baixo custo e tem como vantagem também o fato de não ser invasivo. A ideia é que indivíduos ditos saudáveis apresentem ação predominante do sistema nervoso parassimpático no estado de repouso apresentando maior variabilidade da frequência cardíaca e espera-se que tenham uma retomada rápida da atividade parassimpática após exercício (sendo que no período de atividade física o sistema que predomina no controle cardíaco é o sistema simpático), aliado a este fator também encontra-se a obesidade como fator capaz de gerar ou agravar esse desarranjo autonômico, sendo que indivíduos obesos apresentam menor variabilidade da frequência cardíaca sendo considerado como fator de risco a saúde para os indivíduos.

E o exercício físico é considerado como ferramenta não farmacológica de fácil acesso e fundamental para a redução da obesidade nos indivíduos quanto para tentar modular a variabilidade da frequência cardíaca, propiciando ao praticantes uma melhor aptidão cardiorrespiratória entre outros benefícios. Existem poucos estudos que avaliam a variabilidade da frequência cardíaca no pós-exercício em adolescentes sendo que os estudos realizados com outras populações após exercício são divergentes.

## 1.2. PROBLEMA DE PESQUISA

Há diferença na retomada da atividade parassimpática entre adolescentes obesos e eutróficos após exercício físico submáximo?

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo Geral

Verificar se existem diferenças na modulação autonômica cardíaca após exercício físico submáximo em adolescentes obesos e não obesos.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Caracterizar e alocar os adolescentes em grupos de acordo com estado nutricional usando como base o IMC.
- Verificar a diferença entre os grupos com base na maturação nível de atividade física, percentual de gordura e por meio da estimativa de  $VO_{2máx}$ .
- Avaliar a Variabilidade da frequência cardíaca pós-esforço submáximo.
- Comparar as respostas da VFC pós-esforço submáximo entre grupos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA**

#### **2.1.1. Conceito de Variabilidade da Frequência Cardíaca**

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) corresponde à variação dos intervalos de tempo entre a onda R (uma das ondas encontradas a partir do eletrocardiograma) de um batimento e seu subsequente, e vem sendo relacionada como fator capaz de prever possíveis eventos cardíacos. Uma redução na variabilidade de frequência cardíaca nos indivíduos comparado com indivíduos ditos como saudáveis se correlaciona com uma maior suscetibilidade de mortalidade cardíaca (GOIT; ANSARI, 2016), podendo ainda se aliar a outros fatores patológicos do próprio indivíduo.

A VFC esta sendo utilizada como um indicador de regulação do sistema nervoso autônomo que possui duas ramificações sistema nervoso simpático e parassimpático. Sendo que o sistema nervoso autonômico se constitui de um ramo de inervações pertencentes ao sistema nervoso central o que possibilita o controle otimizado de várias glândulas e órgãos onde o coração é um destes e nosso alvo de investigações (HALL, 2011).

O sistema nervoso autônomo é responsável pelo controle da maioria das funções viscerais do organismo, tendo participação total no controle de alguns órgãos e em outros parcialmente, alterando de maneira rápida e intensa o funcionamento das atividades do coração (alteração de frequência), sudorese e controle urinário. Suas duas ramificações geralmente agem antagonicamente, como no controle do ritmo cardíaco com a atividade adrenérgica dos neurônios pós-ganglionares que representam a porção de inervações do sistema nervoso simpático que promove o aumento da frequência cardíaca (FC), dilatação dos brônquios representando algumas modificações necessárias durante o início de um exercício, por exemplo, já em relação ao sistema nervoso parassimpático que tem inervações originárias dos neurônios pré-ganglionario tendo atividade antagônica em relação ao coração promovendo a redução da FC e realizando a bronco constrição. Pelo fato da

maioria das fibras do sistema nervoso parassimpático cursarem pelo nervo vago a atividade simpática também é chamada de atividade vagal (HALL, 2011).

A variabilidade pode ser obtida através de aparelhos eletrocardiógrafos, conversores analógicos e digitais e cardiofrequencímetros, estes apresentam boa acurácia (RASDESPIEL-TRÖGUER, 2009) e por se tratarem de aparelhos portáteis não envolverem grande aparelhagem, os benefícios que podem trazer da utilização ampla do aparelho de baixo custo para os indivíduos são imensas. Um dos métodos mais precisos de análise da VFC que pode se encontrar é o Powerlab considerado como equipamento de mais alta precisão e confiabilidade de seus dados, porém por se tratar de um instrumento de alto custo e de difícil uso no ambiente externo dificulta sua ampla utilização, e nesse cenário em que os cardiofrequencímetros ganham espaço, por sua praticidade, validade e mobilidade (VANDERLEI *et al.*, 2010).

A força tarefa da *European Society of Cardiology* e da *North American Society of Pacing and Electrophysiology* (1996) recomenda que para análise dos componentes de alta frequência (AF) é necessário um registro de no mínimo 1 minuto, e para análise do componente de baixa frequência (BF) necessita de um tempo de gravação de dados de 2 minutos. A fim de normatizar os estudos sobre a variabilidade padronizou-se então um tempo de gravação de 5 minutos para análises de curtos períodos.

O coração sofre influências de variação de frequência por meio da atividade do sistema nervoso sobre algumas células cardíacas que são excitáveis, o batimento cardíaco se inicia pela propagação do impulso elétrico pelo nódulo sinoatrial, que exerce a função de ritimizar os batimentos cardíacos como um marca passo a ocorrência de descarga regular desse nódulo dará o início da contração rítmica do coração, que por sua vez é percebida pelo nódulo atrioventricular e transportada as fibras de purkinje iniciando a sístole ventricular. Essa atividade elétrica pode ser percebida pelos sensores no caso do exame de ECG que consiste em três componentes principais a onda P que simboliza a despolarização atrial o complexo QRS onde é representada a despolarização ventricular e por último a onda T onde é representada a repolarização dos ventrículos (LOPES; WHITE, 2009).

Os dados dos intervalos de ondas obtidos através do ECG ou cardiofrequencímetro podem ser analisados através dos métodos lineares (domínios do tempo, domínio de frequência) e método não linear (Plot de Poincaré).

### 2.1.2. Análise Linear (Domínio do tempo)

Os índices obtidos através do método linear dentro do domínio do tempo a partir da extração dos intervalos de tempo entre a onda R do batimento cardíaco são: SDNN (*Standard Deviation of all normal NN interval*) que é o desvio padrão de todos os intervalos RR normais; SDANN (*Standard Deviation of the Average NN Interval*) o desvio padrão das médias dos intervalos RR normais; SDNNi (*Mean of the 5 minutes Standard Deviation of NN Intervals*) a média do desvio padrão dos intervalos RR normais a cada 5 minutos; rMSSD (*Root-Mean of square sucessive NN interval difference*), a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; pNN50 (*Percent of normal-normal NN intervals whose difference exceeds 50 ms*) que representa a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50 ms. Todos estes índices são obtidos a partir de cálculos matemáticos a partir dos intervalos de RR (TASK FORCE of THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY, 1996).

Através da análise no domínio do tempo dos índices SDNNi e SDANN que são obtidos por meio dos intervalos RR individuais é possível ter uma referência tanto da atividade simpática quanto parassimpática enquanto os índices pNN50 e rMSSD refletem a ação do sistema nervoso parassimpático (TASK FORCE of THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY, 1996).

### 2.1.3. Análise linear (Domínio da Frequência)

A análise da VFC no domínio da frequência se dá a partir dos registros de intensidades de ondas medidos em Hertz (Hz) a partir do registro no domínio da frequência é possível obter os índices de: Alta frequência (AF) corresponde à banda de frequência de 0,15 a 0,4 Hz, que indica a atuação respiratória e do nervo vago sobre o coração (SNP); baixa frequência (BF) corresponde a banda de frequência de 0,4 a 0,15Hz indica a ação conjunta do sistema vagal e do sistema nervoso simpático, com a predominância simpática sobre o coração e o componente de muito baixa frequência (MBF) e Ultra baixa frequência (UBF) que são os índices

menos utilizados e não possuem explicação fisiológica ainda estabelecida (TASK FORCE of THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY, 1996).

#### 2.1.4. Análise não Linear

A análise da variabilidade da frequência cardíaca pelo método não-linear se dá a partir de análise da dimensão fractal, análise de flutuações depuradas, expoentes de *Hurst*, função de correlação e sua base está na teoria do caos que descreve a particularidade de alguns comportamentos de não se repetem e possuem sensibilidade extrema a condições iniciais (GODOY *et al.*, 2012; ROQUE, 2009). Também foi evidenciado um poder maior de explicação de alguns desses índices a ideia é de que alguns mecanismos responsáveis pela regulação interna do organismo possuam uma interação não linear entre si não utilizando assim a relação de proporcionalidade de duas ou mais variáveis.

Os modelos não-lineares ainda não são capazes de explicar toda a complexidade presente nos sistemas humanos e mais estudos ainda devem surgir buscando seu refinamento. Entretanto, os modelos não-lineares vigentes já estão ajudando a explicar certos comportamentos de sistemas, que os modelos lineares não explicam e deste modo têm possibilitado melhor entendimento da natureza de sistemas dinâmicos complexos que ocorrem no corpo humano tanto na saúde como na doença (GODOY *et al.*, 2005 p. 168).

Porém a utilidade clínica deste tipo de análise ainda não foi completamente estabelecida. Um método que vem sendo utilizado e elucidado como baseado na análise não linear dos dados é o método de Plot de Poincaré (MANZANO *et al.*, 2011), que se baseia em técnicas qualitativas visuais onde os dados de intervalos RR se correlaciona com o seu intervalo adjacente e assim determina um ponto no Plot.

Tulppo (1998) apud Vanderlei *et al.* (2009 p.208) define as aglomerações de dados no Plot de Poincaré como:

- 1) Figura com característica de um cometa, na qual um aumento na dispersão dos intervalos RR batimento a batimento é observado com aumento nos intervalos RR, característica de um plot normal;
- 2) Figura com característica de um torpedo, com pequena dispersão global batimento a batimento (SD1) e sem aumento da dispersão dos intervalos RR a longo prazo;

3) Figura complexa ou parabólica, na qual duas ou mais extremidades distintas são separadas do corpo principal do plot, com pelo menos três pontos incluídos em cada extremidade.

A análise por meio do plot de Poincaré se dá através de análise visual do gráfico de dispersão onde podemos analisar dados de não possuem um comportamento específico através das figuras formadas, ou através do método quantitativo, realizado por meio do ajuste da elipse de onde obtemos os índices SD1 e SD2 também a razão SD1/SD2 (VANDERLEI, *et al.*, 2009).

### 2.1.5. Aplicabilidade Clínica

A obtenção e análise dos índices da VFC é de suma importância para compreensão e funcionamento do sistema autônomo, principalmente sobre o coração, também é uma variável indicadora de adaptação e manutenção fisiológica do organismo (LOPES *et al.*, 2013), pressupondo ainda que a redução da VFC de um indivíduo, tem sido considerada como fator capaz de prever possíveis desordens no organismo.

A VFC está relacionada com diversos tipos de doenças, como no estudo de Paschoal (2002), com a análise de indivíduos portadores de doenças crônicas obstrutivas relacionando o agravamento do quadro clínico com a redução da VFC, Jaideep *et al.* (2014), com análise do sistema autonômico em indivíduos que tiveram acidente vascular cerebral e Javorka (2008), analisando indivíduos portadores de Diabetes do Tipo 1.

Portando, diversos fatores podem afetar a VFC dos indivíduos, podendo assim através identificação da desordem desses índices prever esses eventos e através de diversas estratégias como o exercício físico modular a atividade cardíaca, melhorando assim todo sistema como menciona Novais *et al.* (2004; p.208):

No caso do infarto agudo do miocárdio, a diminuição da VFC constitui um indicador de pior prognóstico. A VFC também apresenta grande índice de correlação com a mortalidade e tem sido frequentemente utilizada para estratificar os pacientes com insuficiência coronária quanto ao risco de arritmias. Em um estudo comparativo entre pacientes saudáveis e com insuficiência coronariana, analisando a VFC em função da idade e do sexo, foi observada redução da atividade vagal nos pacientes com insuficiência coronariana, evidenciando redução na capacidade funcional do coração doente (NOVAIS *et al.*, p. 208, 2004).

Como mencionado, as alterações na VFC principalmente a redução pode estar associado a desordens cardíacas, também podemos mencionar dentre os fatores que alteram o funcionamento do organismo (principalmente o coração), está o sobrepeso e a obesidade, pois o acúmulo de gordura corporal está relacionado também com a gênese de doenças cardíacas, pelo fato de favorecimento de acúmulo de gordura e lipoproteínas em artérias (SIGNORI *et al.*, 2007), que podem gerar alterações cardíacas e irá refletir na modulação do sistema nervoso autônomo sobre o coração (NAGAI *et al.*, 2003).

A redução da VFC está associada a uma alta atividade adrenérgica e baixa atividade vagal no sistema autonômico que são encontradas pós-infarto agudo do miocárdio nos indivíduos em recuperação. Ainda que estes mecanismos que correlacionam alterações autonômicas a fatores de risco não estejam claramente estabelecidos, claramente pode definir a partir de estudos experimentais que existe um efeito protetor da atividade vagal sobre o sistema cardíaco, sendo que a baixa atividade parassimpática é risco ao desenvolvimento de arritmias por vezes letais (REIS *et al.*, 1998).

O exercício físico vem sendo relacionado como estratégia para modular a VFC, em relação ao início da prática de exercício físico. Alguns parâmetros parecem estar bem consolidados como: a inibição do tônus vagal propiciando assim uma redução da ação parassimpática sobre o organismo, sendo ainda que o nível de atividade física pode influenciar na atividade autonômica do indivíduo (VIEIRA; FELIX; QUITÉRIO, 2012).

A prática de exercício físico regular é um importante fator para redução de riscos de mortalidade cardíaca, a prática de atividade melhora o condicionamento físico, gerando uma redução da frequência cardíaca (FC) em repouso, sendo que em indivíduos que possuem menor aptidão física, também encontram-se com um déficit na atividade vagal e um aumento da atividade simpática (ALMEIDA; ARAÚJO, 2003). Esta alta atividade simpática quando encontrada no período de repouso relaciona-se com disfunção do sistema nervoso autônomo e risco a doenças crônico-degenerativas.

Apesar de a VFC estar mais bem elucidada no repouso, sabe-se que no início do exercício com o aumento da FC à uma redução na atividade da via parassimpática nos indivíduos, sendo que quanto maior a intensidade da atividade a ser praticada maior a redução do tônus parassimpático chegando até quase inibição

total assim como aumento da atividade simpática no período de exercício devido as necessidades do organismo em atividade física. Apesar do funcionamento dos mecanismos no momento de exercício e pós exercício não estarem completamente elucidados (BRUNETTO *et al.*, 2008), no que tange a avaliação da VFC pós exercício para a análise da retomada do sistema nervoso parassimpático não se tem índices de grande confiabilidade. Em estudo de revisão de Peçanha *et al.* (2017), o índice RMSSD usado com recortes de tempo de 30 segundos (rMSSD30s), é apontado como índice moderado para avaliação da reativação parassimpática após o exercício, mesmo aparentemente não apresentando tanta influência do ramo simpático.

## **2.2. OBESIDADE**

### **2.2.1. Conceito de Obesidade.**

A obesidade é um problema caracterizado como de impacto mundial que vem atingindo cada vez um número maior de pessoas, sendo que um grupo que merece grande atenção são os adolescentes devido às modificações fisiológicas no organismo que ocorrem nesta fase de desenvolvimento. Com relação à prevalência desses jovens adolescentes com sobrepeso ou obesos e para além dos problemas relacionados à estética comumente citados, a obesidade pode gerar problemas relacionados com agravos de saúde e situações de risco para doenças cardiovasculares (DCV) e a diabetes (VIGITEL, 2014; PETELIN *et al.*, 2014). Sendo que a presença de obesidade na infância e adolescência é um importante preditor de possíveis doenças para a vida adulta (LISSAU *et al.*, 2004).

A condição de obesidade é caracterizada pelo estado em que os indivíduos apresentam uma condição de acúmulo excessivo de gordura no corporal. Já o sobrepeso é considerado quando o indivíduo ultrapassa o peso normal, ambos acarretados por um balanço energético positivo do organismo, além de fatores ambientais e genéticos (WILMORE *et al.*, 2010; SOUZA 2010).

O sobrepeso e a obesidade podem ser identificados a partir da medida de Índice de Massa corporal (IMC), calculado pela equação  $[IMC = \text{peso} / \text{estatura}^2]$ , que se trata de uma medida de simples obtenção amplamente utilizada em pesquisas e

apresenta boa correlação com a morbidade e mortalidade nos indivíduos (CERVI; FRANCESCHINI; PRIORE, 2005; MARANHÃO NETO; POLITO; LIRA, 2005).

A *World Health Organization* (WHO) utiliza pontos de cortes com base no índice de massa corporal os percentis para indivíduos de ambos os sexos de 5 a 19 anos, onde indivíduos que se classificarem com percentil inferior a 0,1 tem diagnóstico nutricional referente à magreza acentuada, percentil igual ou acima de 0,1 e menor que 3 se caracteriza como estado de magreza, percentil maior ou igual a 3 e menor que 85 os indivíduos se caracterizam como eutróficos, ou seja, estão com peso dentro do esperado, percentil igual ou maior que 85 e menor que 97 se caracteriza como sobrepeso, percentil igual ou maior que 97 a 99,9 obesidade e acima de 99,9 obesidade grave (ONIS *et al.*, 2007).

### **2.2.2. Prevalência de Obesidade**

A prevalência de obesidade na população brasileira tem aumentado gradativamente (ENES; SLATER, 2010), e esse problema não se dá de forma isolada, abrangendo grande parte da população. O projeto ERICA (Estudo de Risco Cardiovascular em Adolescentes) realizado em 2013-2014 com adolescentes de 12 à 17 anos de cidades com mais de 100 mil habitantes matriculados regularmente em escolas públicas e privadas, nas 5 macrorregiões do país (sul, sudeste, centro-oeste, norte, nordeste), apresentam que cerca de 25% dos avaliados encontram-se com excesso de peso, e cerca de 24 % apresentam pressão arterial (PA) elevada, apresenta ainda que cerca de 1/5 da prevalência de hipertensão arterial em adolescentes pode ser atribuída a obesidade (BLOCH *et al.*, 2016).

A origem da obesidade assim como excesso de peso está atrelada a diversos fatores: genéticos assim como ao estilo de vida adotado, alimentação e prática de atividade física, o tempo despendido em frente à televisão é um exemplo claro de como a prática de atividade física dos jovens vem se ausentando de suas rotinas sendo que adolescentes obesos têm em torno de 80% de chance de permanecerem obesos durante a vida adulta (DANIELS *et al.*, 2005).

A obesidade também está atrelada a doenças inflamatórias de baixo grau sendo que o estado de obesidade libera uma série de citosinas pró-inflamatórias que tem grande destaque na gênese de problemas como resistência a insulina, diabetes mellitus tipo 2 e doenças cardiovasculares (DCV) sendo que a perda de peso é

capaz de melhorar este estado inflamatório (PETELIN *et al.*, 2014), caracterizando assim o estado de obesidade como estado de risco acarretando em consequências graves, como é uma doença multifatorial (KUSHNIR *et al.*, 2016; PETELIN *et al.*, 2014).

O sobrepeso e obesidade, assim como a obesidade central estão sendo relacionadas como marcadores de disfunções do sistema nervoso autonômico, (FARAH *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2012), devido ao aumento de marcadores inflamatórios, como a leptina e adiponectina, assim como redução da atividade de barorreceptores nos indivíduos (BAUM *et al.*, 2013; NAGAI *et al.*, 2003; KAUFMAN *et al.*, 2007).

Embora os mecanismos de modulação autonômica cardíaca no pós-exercício não esteja completamente elucidada, estudos vem tentando demonstrar se a obesidade afeta a modulação autonômica no período de recuperação, como no estudo de El Agaty *et al.* (2016), que após protocolo de esteira de 3 minutos encontrou evidencias de retardo da frequência cardíaca e na modulação autonômica em mulheres com excesso de peso/Obesidade, porem não mencionou a intensidade do teste sendo que a este é um fator influenciador da resposta autonômica no pós exercício (PEÇANHA *et al.*, (2017). Ainda à fragilidade na discussão da modulação autonômica no pós exercício necessitando de mais estudos para apontamentos mais consistentes.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. TIPO DO ESTUDO**

Esta pesquisa caracteriza-se como quantitativa, transversal e de campo a qual, segundo Dalfovo (2008), o pesquisador parte de um quadro de referências estruturado, onde a partir do mesmo ele formula hipóteses sobre o fenômeno e situações que ira estudar, e a sua coleta de dados ira resultar em números ou informações que podem ser convertidas em números, para que se possa verificar a aceitação ou não de sua hipótese.

#### **3.2. POPULAÇÃO E AMOSTRA**

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados 35 indivíduos adolescentes, de ambos os sexos (13 meninos e 22 meninas), não treinados, com idade de 11 a 14 anos, provenientes de escolas públicas de Ivaiporã. Os indivíduos atenderam os seguintes critérios de inclusão e exclusão: não ser fumante, não usar de medicamentos para controle de pressão arterial, colesterol ou glicemia, não possuir nenhuma impossibilidade física para a realização do esforço, estar presente nas duas avaliações (antropométrica e exercício), estar dentro das faixas de IMC, para eutrófico, sobrepeso ou obeso. Todos os participantes da pesquisa foram orientados a não realizar atividades físicas nas ultimas 24 horas antes do teste de esforço, assim como a manutenção de sua dieta habitual e horas de sono. A presente pesquisa faz parte projeto de pesquisa com o título Influência do Estado Nutricional, Maturação e Aptidão Física na Variabilidade da Frequência Cardíaca de Adolescentes, submetido e aprovado pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Estadual de Maringá, sob o parecer nº 1.629.036, de 8 de julho de 2016.

### 3.3. INSTRUMENTOS DE MEDIDA

#### 3.3.1. Avaliação antropométrica.

A massa corporal foi mensurada utilizando uma balança digital eletrônica (Marca Marte, Is200 Brasil, 2013), com capacidade de 201 kg e sensibilidade de 50g. A estatura foi avaliada por meio de estadiômetro portátil, com extensão de 2 m e resolução de 0,1 cm. Foi calculado o IMC pela equação  $[IMC = \text{massa corporal} / (\text{estatura})^2]$  e o estado nutricional conforme os pontos de corte proposto pela *World Health Organization*. Percentil ( $\geq 3$  e  $> 85$ ) os indivíduos se caracterizam como eutróficos, percentil ( $\geq 85$  e  $> 97$ ) se caracteriza como sobrepeso, percentil ( $\geq 97$  a 99,9) obesidade (ONIS *et al.*, 2007).

O perímetro da cintura fora aferido com fita métrica flexível e inelástica, com extensão de 2 m e com precisão de 0,1 cm. O perímetro da cintura será obtido no ponto médio entre a última costela e a crista ilíaca (GUEDES; GUEDES, 2006).

O percentual de gordura corporal (%G) foi estimado por meio da equação desenvolvida por Boileau *et al.*, (1985)  $[G = 1,35 (TR + SE) - 0,012 (TR + SE)^2 - C]$ , sendo TR= dobra cutânea tricipital e SE= dobra cutânea subescapular, C, os valores constantes para sexo, idade e raça sugeridos por Lohman (1986) e por Petroski e Pires Neto (1996).

#### 3.3.2. Avaliação do nível de atividade física.

O nível de atividade física será mensurado através do Questionário Internacional de Atividade Física (International Physical Activity Questionnaire – IPAQ; versão 8, forma curta, última semana), desenvolvido pela OMS, com versão em Português validada por Matsudo *et al.*, (2001). O IPAQ permite obter informações quanto à frequência e à duração de caminhadas e de atividades cotidianas que exigem esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa, além do tempo despendido em atividades realizadas em posição sentada em dias do meio (entre segunda e sexta-feira) e do final de semana (sábado e domingo), tendo como período de referência uma semana típica ou a última semana. O IPAQ (versão 8) foi validado para adolescentes por Guedes *et al.* (2005). Para classificação da atividade física dos adolescentes será utilizado o critério desenvolvido pelo Comitê de

Pesquisas sobre o IPAQ (2005), o tempo despendido em atividades foi convertido em Mets/mim/semana, sendo que o tempo em cada componente de atividade (caminhada, moderada e vigorosa) foi multiplicado pelos dias em que é realizado e multiplicado por seu equivalente em mets sendo: 3,3 (caminhada), 4 (moderada), 8 (vigoroso).

### 3.3.3. Avaliação Maturacional

Foi calculado a maturação somática com a fórmula do Pico de Velocidade de Crescimento (PVC) para adolescentes, por meio da equação  $[PVC = -9,236 + 0,0002708 (CMI \times ASTD) - 0,001663 (Idade \times CMI) + 0,007216 + (Idade \times ASTD) + 0,02292 (Massa \text{ Corporal} / Estatura)]$ , onde CMI = comprimento do membro inferior que foi coletada subtraindo a estatura em pé da altura sentada e ASTD = altura sentada que foi coletada usando um estadiômetro portátil posicionado sobre uma carteira. A partir do valor encontrado foi classificado em pré-PVC ( $PVC < -1$ ), durante o PVC ( $PVC \geq -1$ ) e pós-PVC ( $PVC > +1$ ) (MIRWARD, *et al.*, 2002)

### 3.3.4. Avaliação da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A VFC foi avaliação em repouso na posição sentado imediatamente após o teste submáximo em esteira ergométrica. Os voluntários foram instruídos a permanecer em repouso, durante 10 min de coleta, sendo usados para análise dos dados apenas 5 minutos iniciais. Estes 5 minutos iniciais de recuperação foram fracionados em 10 intervalos de 30 segundos tendo como total de recuperação 300 segundos.

Para gravação dos intervalos R-R foi utilizado um cardiofrequencímetro Polar V800® com frequência de amostragem de 1.000 Hz. Os artefatos foram eliminados com o emprego de filtro muito forte (*very strong*) selecionados nas opções permitidas pelo software, sendo confirmadas estas exclusões por meio de inspeção visual feita na tela do computador.

A análise da VFC se deu no domínio do tempo e no domínio da frequência. As variáveis selecionadas foram: intervalo RR médio (iRR), rMSSD raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes por representar a atividade do sistema nervoso parassimpático no pós exercício como

mencionada no estudo de Peçanha *et al* (2017). O índice Pnn50 (representa a porcentagem de intervalos maiores que 50ms) que também um parâmetro indicador de atividade parassimpática não foi utilizado por apresentar valores iguais a zero durante todo período de recuperação. Na análise no domínio do tempo foi em realizada em unidades de milissegundos. Não se utilizou a análise do domínio da frequência por necessitar de um período de registro maior.

Todas as análises da VFC foram obtidas por meio do programa *Kubios HRV Analysis Software 2,0 for Windows*.

### **3.3.5. Avaliação da aptidão cardiorrespiratória em teste de esforço submáximo**

Após 10 min em posição supina para determinação da FC de repouso (FCrepouso), os sujeitos iniciaram uma caminhada em esteira rolante a 5,0 km/h, com 1% de inclinação. Foram administrados incrementos de 0,5 a 1,0 km/h a cada minuto até o alcance da intensidade mínima de 65% da FCreserva. Neste momento, a velocidade foi mantida por 6 min a fim de possibilitar o alcance do estado estável. Caso a FC não ultrapassasse 70% da FCreserva até o terceiro minuto, um novo incremento de 1,0 km/h foi administrado e mantido por 6 min, objetivando-se alcançar uma intensidade dentre 70% e 85% da FCreserva.

A FC e a Percepção subjetiva de esforço (PSE) foram registradas nos 10 segundos finais de cada minuto. A média de FC entre o 5º e 6º minutos da fase em estado estável foi utilizada para a estimativa do  $VO_{2máx}$ . O  $VO_{2máx}$ , em ml/kg/min, foi estimado utilizando a equação adaptada de SWAIN *et al*, (2004):  $[VO_{2máx} = \{(0,2 \times \text{velocidade}) + (0,9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação})\} \div \{(FC_{\text{teste}} - FC_{\text{repouso}}) \div (FC_{\text{máxima}} - FC_{\text{repouso}})\} + 3,5$ , onde  $FC_{\text{teste}}$  = média da FC entre o 5º e o 6º min em estado estável;  $FC_{\text{repouso}}$  = (FCmáxima - Fc cardíaca de repouso);  $FC_{\text{máxima}}$  = FC estimada pela equação [ $FC_{\text{máxima}}=220 - \text{Idade}$ ].

## **3.4. PROCEDIMENTOS DE COLETA DOS DADOS**

A presente pesquisa foi desenvolvida em duas fases, sendo uma visita na primeira fase e duas visitas na segunda fase, como mostra a Figura abaixo. A primeira fase foi realizada no ambiente escolar, na qual serão recrutados os

voluntários interessados em participar da pesquisa (TCLE assinado pelos pais e/ou responsáveis) e que atenderem aos critérios para inclusão na segunda fase. A segunda fase contou com duas visitas ao Laboratório de Avaliação Física, na Universidade Estadual de Maringá (UEM), Campus Regional Vale do Ivaí (CRV). Na visita 1, foi avaliada a composição corporal. Na segunda fase, foi realizado o teste submáximo para estimativa da aptidão aeróbia e a avaliação da VFC após esforço. As etapas do estudo foram exemplificadas na figura abaixo.

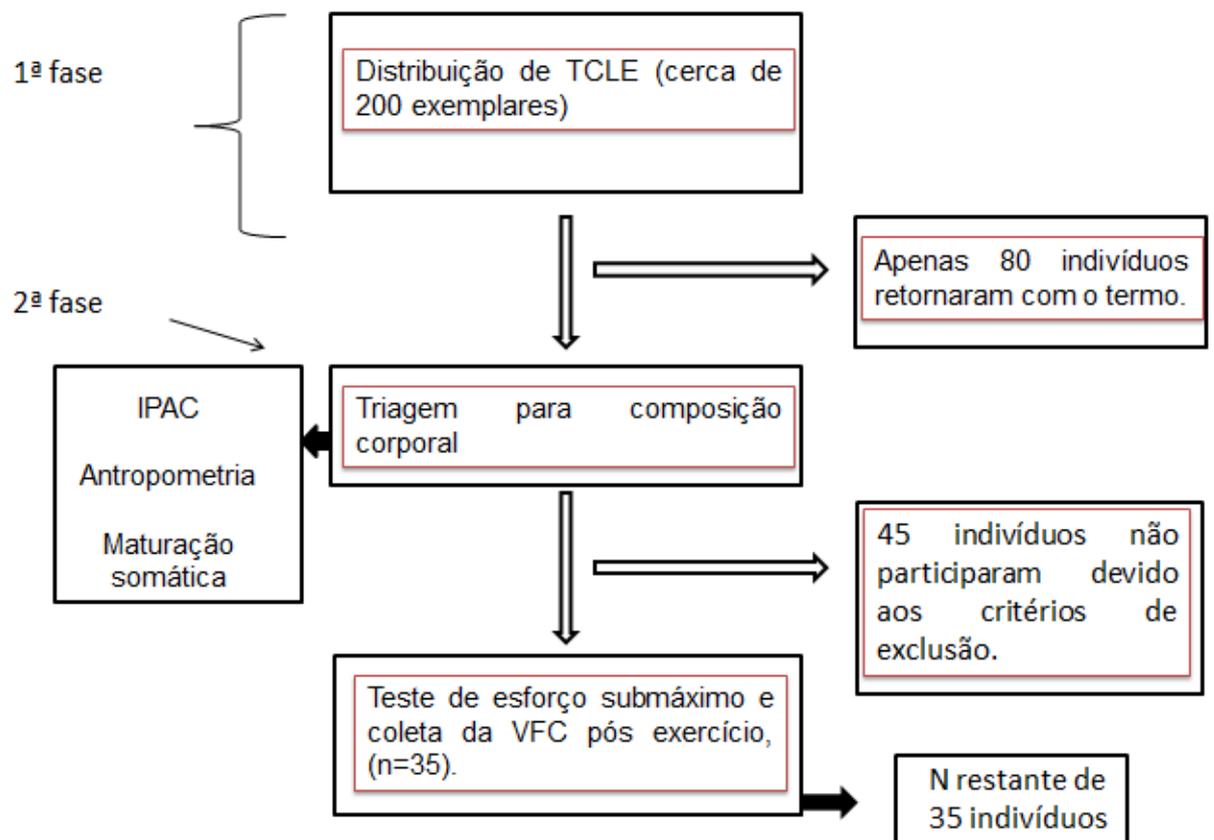


Figura 1: Representação das etapas do estudo até a obtenção dos dados.

### 3.5. ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram expressos em média e desvio padrão ou erro padrão da média para caracterização dos dois grupos. Para análise de normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para comparação das variáveis antropométricas, aptidão cardiorrespiratória e área utilizou-se *Teste t de Student* para dados normais ou teste de Mann-Whitney, para os dados que não

apresentaram a normalidade. Nos casos em que os dados apresentaram distribuição normal, utilizou-se ANOVA para medidas repetidas, seguido do teste *post hoc* de *Bonferroni*. Para comparação entre os momentos de avaliação em cada grupo utilizou-se o teste de *Friedman* seguido do teste de *post hoc* de *Wilcoxon* com correção de *Bonferroni*. As análises foram realizadas por meio do software Prisma, sendo adotado nível de significância adotado foi  $p \leq 0,05$ .

#### 4. RESULTADOS

A amostra foi composta por 35 indivíduos que foram alocados em dois grupos com base nos pontos de corte do IMC proposto pela WHO, (ONIS *et al.*, 2007). O grupo eutrófico composto 15 indivíduos, de ambos os sexos, sendo 40% meninos e 60% meninas, com IMC entre os percentis 15 a 85. Já o grupo excesso de Peso foi composto 20 indivíduos, sendo 35% e 65% meninos e meninas respectivamente, com IMC entre os percentis 85 a 99.

Na Tabela 1, encontram-se as características gerais da amostra dividida em eutrófico e excesso de peso. Os grupos foram similares quanto à distribuição de meninos e meninas, idade, estatura e PVC. Os valores do peso, IMC, CC e %GC foram significativamente maiores para o grupo Excesso de peso em comparação aos Eutrófico. Contendo ainda a avaliação do nível de atividade Física (NAF) calculados em (MET-Min/sem), gasto metabólico que equivale a 3,5 ml de absorção de oxigênio por quilograma de peso corporal por minuto obtido a partir do tempo despendido em atividade física, e o  $VO_{2máx}$  estimado ambos expressos em média e desvio padrão, contendo diferença estatística significativa no componente vigoroso do NAF apenas, sendo que o grupo eutrófico apresenta um tempo maior em pratica deste tipo de atividade (0,0022) e  $VO_{2máx}$  (0,0076).

**Tabela 1-** Características gerais da amostra dividida em grupos eutrófico e excesso de peso (n=35).

	<b>Eutrófico (n=15)</b>	<b>Excesso de peso (n=20)</b>	<b>p-valor</b>
Sexo (n; M/F)	6/9	7/13	=0,5926
Idade (anos)	13,3 ±0,85	12,9 ±1,16	=0,3229
PVC (anos)	-1,34 ±0,83	-1,53±0,95	=0,5423
Peso (kg)	51,8 ± 9,56	64,3 ± 11,77	=0,0016*
Estatura (m)	1,59 ± 0,08	1,59 ± 0,09	=0,9726
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,3 ± 2,29	25,2 ± 2,73	=0,0000*
CC (cm)	67,4±7,27	78,4±7,55	=0,0000*
%G	17,9 ± 4,17	29,2 ± 2,13	=0,0000*
NAF (MET-min/sem)			

Leve	726,9 ± 1070,0	447,2 ± 467,2	=0,3162
Moderada	1920,0 ± 2191,1	1412,0 ± 1355,0	=0,4035
Vigorosa	4875,6 ± 5901,0	1256,0 ± 1929,1	=0,0022*
VO <sub>2</sub> máx (ml/kg/min)	34,7 ± 5,53	30,6 ± 3,19	=0,0076*

**Legenda:** \* para dados significantes ( $p \leq 0,05$ ), PVC- Pico de Velocidade de Crescimento, %G – percentual de gordura, CC-Circunferência de Cintura, NAF – Nível de Atividade Física.

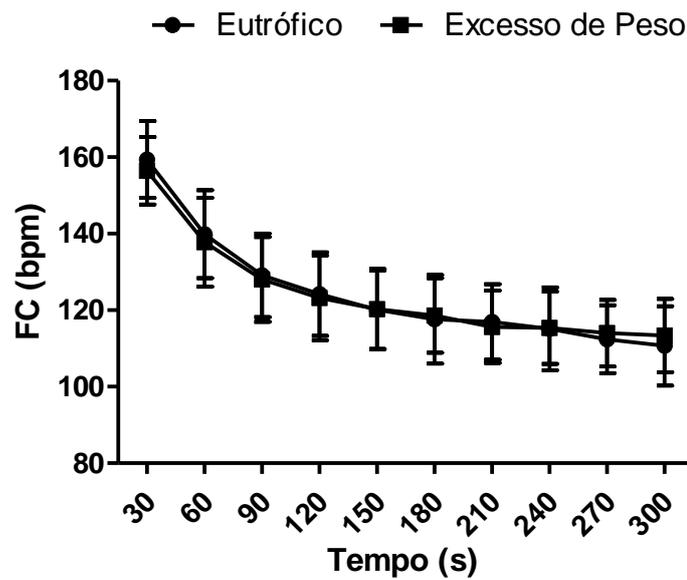
Já na Tabela 2 encontram-se os dados relacionados ao teste de esforço submáximo comparados entre os grupos eutróficos e excesso de peso, apresentando diferença estatística significativa na variável velocidade do teste Submáximo ( $V_{sub}$ ) ( $p=0,0039$ ), e não apresentou diferenças estatística na frequência cardíaca do teste submáximo ( $FC_{sub}$ ) e percentual da Frequência Cardíaca de reserva ( $FC_{reserva}$ ).

**Tabela 2** – Valores médios e desvio padrão das variáveis do teste submáximo de acordo com os grupos.

	<b>Eutrófico (n=16)</b>	<b>Excesso de peso (n=20)</b>	<b>p-valor</b>
$V_{sub}$ (km/h)	7,7 ± 1,21	6,7 ± 0,78	=0,0039*
$FC_{sub}$ (bpm)	182,0 ± 3,92	181,0 ± 4,30	=0,4523
% $FC_{reserva}$	86,0 ± 3,46	86,0 ± 3,61	=0,8171

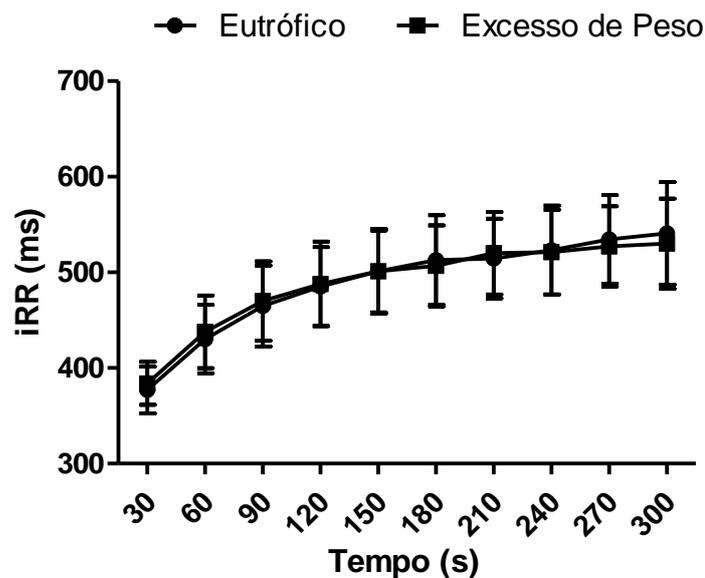
**Legenda:** \* para dados significantes ( $p \leq 0,05$ ),  $V_{sub}$  – Média da velocidade do teste submáximo,  $FC_{sub}$  – Média da frequência cardíaca durante o teste submáximo, % $FC_{reserva}$  – Percentual da frequência cardíaca de reserva.

No gráfico 1 temos o comportamento da FC usando as médias de batimentos por minutos durante os primeiros 300 segundos (5 minutos iniciais) após o protocolo de teste submáximo usado para verificar diferenças na reativação parassimpática nos indivíduos. Podemos verificar que na média da FC cardíaca não se obteve diferença estatística significativa entre o grupo eutrófico quando comparado com excesso de peso durante os 5 minutos iniciais de recuperação.



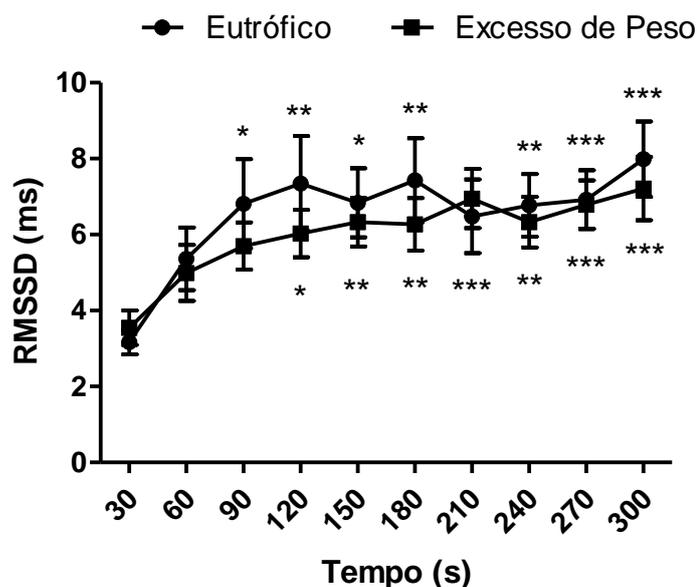
**Gráfico 1** – Comportamento da Frequência Cardíaca (FC) durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo. Valores expressos em Média±EPM.

A Gráfico 2 apresenta o comportamento das médias de intervalos R-R (iRR) ao longo dos 5 minutos iniciais de recuperação após teste de esforço submáximo. Podemos perceber que ambos os grupos apresentaram comportamento semelhante, sem diferença estatística significativa entre os grupos.



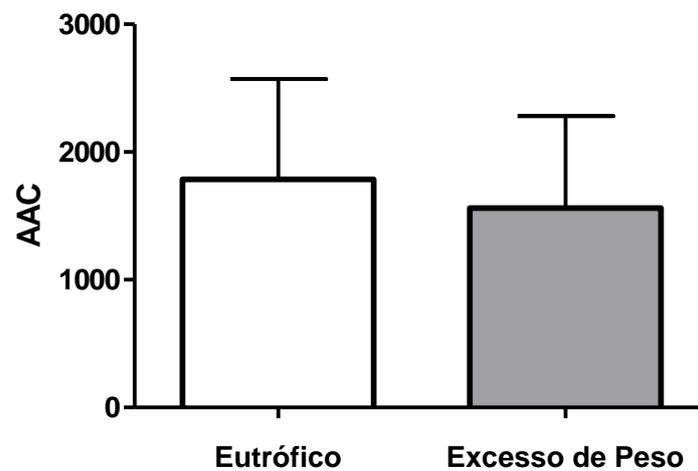
**Gráfico 2** – Comportamento dos Intervalos R-R (iRR) durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo. Valores expressos em Média±EPM.

O Gráfico 3 caracteriza o comportamento de retomada do rMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes). Os dados não apresentaram diferenças significativas entre os tempos de recuperação quando comparados os grupos, dados expresso em média e erro padrão médio. Apesar do grupo excesso de peso apresentar valores menores do RMSSD durante grande parte do período de recuperação, não houve diferença estatística significativa entre os grupos em cada momento de avaliação. Contudo, na comparação entre os momentos de avaliação de cada grupo, verificou-se que o grupo eutróficos apresentou maiores valores de rMSSD já a partir de 90 segundos ( $p<0,05$ ), ao passo que o grupo excesso de peso foi somente a partir de 120 segundos ( $P<0,05$ ) quando comparados aos valores nos 30 segundos iniciais, representando um retardo na retomada parassimpática após exercício submáximo para o grupo com excesso de peso.



**Gráfico 3** – Comportamento do rMSSD durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo. Valores expressos em  $MEDIA \pm EPM$ ; Os valores de significância representam a comparação entre os 30s iniciais e os demais pontos dentro de um mesmo grupo. \* $P<0,05$ ; \*\* $P<0,01$ ; \*\*\* $P<0,001$  os \* representam a comparação de cada grupo com seu período inicial de recuperação.

No Gráfico 4 encontra-se a comparação entre os grupos com base na Área Abaixo da Curva (AAC), que representa a área formada abaixo da curva criada a partir do comportamento médio do rMSSD de cada grupo ao longo dos tempos de avaliação, o qual foi calculado pelo método trapezoidal. Apesar da média da AAC ter sido menor para o grupo excesso de peso, não houve diferença estatística significativa quando comparado ao eutrófico ( $p=0,3314$ ).



**Gráfico 4** – Área Abaixo da Curva (AAC) dos valores da rMSSD durante o período de recuperação após protocolo de teste de esforço submáximo. Valores expressos em Média $\pm$ DP.

## 5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar diferenças na modulação autonômica após esforço submáximo entre adolescentes obesos e não obesos. Ao analisarmos os índices iRR e rMSSD que é relacionado como indicador de atividade parassimpática no pós exercício (PEÇANHA *et al.*, 2017), não foi encontrado diferenças estatísticas significativas entre os grupos, porém, no rMSSD quando comparado os momentos com o momento inicial da recuperação (30s) dentro de cada grupo, o grupo eutrófico apresentou diferenças estatísticas significativas a partir de 90 segundos de recuperação e o grupo excesso de peso somente a partir de 120 segundos, e ainda o grupo eutrófico apresentou um valor significativo maior neste mesmo momento, caracterizando assim um retardo da retomada parassimpática do grupo excesso de peso (gráfico 3).

Sabe-se que indivíduos obesos apresentam o sistema autonômico cardíaco afetada negativamente quando comparado com indivíduos não obesos apresentando índices inferiores da VFC no estado de repouso (NAGAI *et al.*, 2003; CHEN *et al.*, 2012; GUERRA, 2009), sendo a obesidade um fator diretamente relacionado com a modulação autonômica, principalmente redução da atividade vagal.

A obesidade é considerada como fator de prognóstico de possíveis eventos cardíacos nos indivíduos, sendo assim um estado de risco para os indivíduos, sendo considerado a obesidade central como fator de prognóstico para disfunções autonômicas cardíacas (FARAH *et al.*, 2013; SOUZA *et al.*, 2012; CERCATO *et al.*, 2000). Problemas gerados pela obesidade nos indivíduos como alterações nos níveis de leptina e resistência a insulina, assim como aumento de diversos marcadores inflamatórios e citocinas e redução de atividade barorreceptora afetam negativamente o sistema nervoso autonômico (MENDONÇA; MOREIRA, 2015; CHEN *et al.*, 2008; SHI & BROOKS, 2015; DARTORA *et al.*, 2015).

O exercício Físico por se tratar de uma ferramenta não farmacológica, vem sendo relacionada como instrumento fundamental para prevenção de doenças cardiovasculares. A modulação autonômica no período de exercício se da pela redução do tônus vagal e aumento da atividade simpática, dependente da intensidade do esforço, devido ao stress gerado pelo exercício. No período de pós-

exercício, a atividade parassimpática retorna gradualmente à medida que este processo é acompanhado por uma grande queda da FC. Por sua vez um atraso nesta retomada pode ser considerado como fator de alteração do sistema nervoso autonômico, sendo assim considerado fator de risco para os indivíduos (PEÇANHA, *et al.* 2017; JOHNSON; GOLDBERGER, 2012). O exercício físico também está sendo utilizado como forma de redução da obesidade e promover a melhora da aptidão cardiorrespiratória, porém, o exercício nem sempre é capaz de modular a atividade autonômica cardíaca (MONDONI *et al.*, 2015).

Em estudo realizado com mulheres adultas jovens em sobrepeso/obesidade encontraram piores resultados nas pressões sistólicas e diastólicas e da modulação vagal no período de pós exercício (EL AGATY *et al.*, 2016), porém a de se levar em consideração a não padronização da intensidade do teste, fator normatizado em nosso estudo. Também vale ressaltar a importância e influência que o nível de atividade física exerce sobre os parâmetros da VCF (NAGAI, *et al.*, 2004; GOLDBERGER *et al.*, 2012).

O NAF pode ser um fator influenciador nestes mecanismos, como encontrado em nosso estudo, o grupo que apresentou valor significativamente maior de  $VO_{2MÁX}$ , apresentou uma retomada antecipada em relação ao período inicial da recuperação pós-esforço submáximo como acima citado, também nota-se na tabela 2 que os indivíduos em excesso de peso atingiram a Intensidade do teste com uma velocidade menor que o grupo eutrófico, mostrando que o grupo eutrófico necessita de uma velocidade maior para equiparar o esforço representando assim uma aptidão cardiorrespiratória maior, este fato também pode ser observado na condição de repouso onde indivíduos obesos que se encontram em nível de atividade físico mais elevado possuem melhor atividade vagal quando comparado com obesos sedentários (NAGAI; MORITANI, 2004), também já foi observado uma melhor resposta autonômica em repouso quando comparado indivíduos magros ativos com inativos.

Quanto aos parâmetros para análise da Variabilidade da Frequência cardíaca no pós-exercício, existe pouco consenso quanto aos índices capazes de representar a reativação parassimpática no período de recuperação. Estudo recente de Peçanha *et al.* (2017) buscou-se revisar métodos de análise para a avaliação da VFC no pós exercício, correlacionando o índice rMSSD como confiabilidade moderada de ativação vagal no período de recuperação, por sofrer pouca ou quase nenhuma

influência do ramo simpático, aparentemente esta retomada se da rMSSD atinge um pico de reativação por volta do segundo minuto de recuperação (JOHNSON; GOLDBERGER, 2012). A frequência cardíaca também é indicada como marcador de modulação autonômica no pós exercício dentro do primeiro minuto de recuperação, sendo que quando os indivíduos apresentam um tempo maior de retomada no período de pós exercício relacionasse com uma disfunção na atividade vagal, sendo este primeiro minuto do pós esforço menos dependente de intensidade (PEÇANHA, *et al.*, 2017; Ng *et al.*, 2009).

Como limitações deste estudo pode se destacar o N (=35) amostral reduzido, sendo que possivelmente maiores diferenças poderiam ser percebidas sobre o comportamento autonômico pós-exercício em uma amostra maior. Por outro lado, tentamos controlar o sexo, com distribuição similar entre os grupos, bem como a maturação somática. Contudo, a diferença nos níveis de atividade física e na aptidão aeróbia entre eutróficos e excesso de peso podem ter influenciado no fenômeno encontrado. Sugere-se estudos que tentem controlar esses fatores afim de verificar se é a obesidade ou a aptidão física que possivelmente está influenciando na retomada mais lenta do sistema nervoso parassimpático de adolescentes com excesso de peso.

## **6. CONCLUSÃO**

Apesar de não apresentar diferenças estatísticas significativas entre os grupos na FC e nos índices da Variabilidade, verificamos que o grupo com excesso de peso apresentou uma menor proeminência na retomada parassimpática quando comparado com início da recuperação. Esse retardo da modulação autonômica cardíaca é considerado fator de risco e prognóstico a possíveis eventos cardíacos. Permanece a necessidade de mais estudos para melhor compreensão da modulação autonômica cardíaca no pós-exercício, isolando fatores que podem influenciar como a aptidão física.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. B.; ARAÚJO, C. G. S.; Efeitos do Treinamento aeróbio sobre a Frequência Cardíaca. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 9, n 2 – Mar/Abr, 2003.
- BAUM, P.; PETROFF, D.; CLASSEN, J.; KIESS, W.; BLUHER, S.; Dysfunction of Autonomic Nervous System in Childhood Obesity: A Cross-Sectional Study. **Plos One**, v. 8, n.1, 2013.
- BLOCH, K. V.; KLEIN, C. H.; SZKLOL, M.; KUSCHNIR, M. C. C.; ABREU, G. A.; BARUFALDI, L. A.; VEIGA, G. V.; SHAAN, B.; SILVA, T. L. N.; ERICA: Prevalência de Hipertensão e Obesidade em Adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**. v. 50. n. 1, 2016.
- BOILEAU, R. A.; LOHMAN, T. G.; SLAUGHTER, M. H.; Exercise body composition in children and youth. *Scandinavian Journal of Sport Sciences*, v.7, p. 17-27, 1985.
- BRUNETTO, A. F.; ROSEGUINI, B. T.; SILVA, B. M.; HIRAI, D. M.; RONQUE, V. E.; GUEDES, D. P.; Limiar de Variabilidade da Frequência Cardíaca Em Adolescentes Obesos e Não-Obesos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte** – v. 14, n. 2 – Mar/Abr, 2008.
- CERCATO, C.; SILVA, S.; SATO, A.; MANCINI, M.; HALPERN, A.; Risco Cardiovascular em Uma População de Obesos. **Arquivos Brasileiro de Endocrinologia e Metabolismo**. v. 44, n. 1, Fevereiro de 2000.
- CERVI, A.; FRANCESCHINI, S, C, C.; PRIORE, S, E. Análise Crítica do uso de Índice de massa Corporal em idosos. **Revista de Nutrição de Campinas**. V. 18, N 6. 765-775, nov./dez., 2005
- CHEN, S.; CHIU, H, W.; LEE, Y. J.; SHEEN, T. C.; JENG, C. Impact of Puberal Development and Physical Activity on Heart Rate Variability in Overweight and Obese Children in Taiwan. **The Journal of School Nursing**. v. 28, n.4, p. 284-290, 2012.
- CHEN, S.; LEE, Y. J.; CHIU, H. W.; JENG, C.; Impact of physical activity on heart rate variability in children with type 1 diabetes. **Childs Nerv Syst**. v.24, p. 741–747. 2008
- COLE, C. R.; BLACKSTONE, E. H.; PASHKOW, F. J.; SNADER, C. E.; LAUER, M. S.; Heart Rate Recovery Immediately After Exercise as a Predictor of Mortality. **The New England Journal of Medicine**. v. 341. n. 18, 1999.
- CURREAU, F. V.; SILVA, T. L. N.; BLOCH, K. V.; FUJIMORI, E.; BELFORT, D. R.; CARVALHO, K. M. B.; LEON, E. B.; VASCONCELLOS, M. T. L.; EKELUND, U. SCHAAN, B. D. ERICA: Inatividade Física no lazer em adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**. v. 50. n. 1, 2016.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**. Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, 2008

DANIELS, S.R.; ARNETT, D.K.; ECKEL, R.H. et al. Overweight in children and adolescents: pathophysiology, consequences, prevention, and treatment. **Circulation** , v.111, p. 1999–2002, 2005.

DARTORA, D. R.; MORAES, O. A.; CRUZ, P. L.; SANGALETI, C.; IRIGOYEN, M. C.; COLOMBO, F. C. Sistema Nervoso Autonomo e Inflamação. **Revista Hipertensão**. v. 18; n. 1, 2015.

EL AGATY S, M.; KIRMANI, A.; LABBAN, E.; Heart Rate Variability Analysis During Immediate Recovery from Exercise in Overweight/obese healthy young Adult females. **Ann Noninvasive Electrocardiology**. v.1, n. 5, 2016.

FARAH, B. Q.; PRADO, W. L.; TENÓRIO, T. R. S.; DIAS, R. M. R. Relação Entre Variabilidade da Frequência Cardíaca e Indicadores de Obesidade Central e Geral em adolescentes Obesos normotensos. **Einstein**. v. 11, n. 3, São Paulo. SP, 2013

GAMELIN, F. X.; BAQUET, G.; BERTHOIN, S.; THEVENET, D.; NOURRY, S.; BOSQUET, L. Effect of Intensity Intermittent Training on Heart Rate Variability in Prepubescent Children. **European Journal Applied Physiology**. v. 105, n. 5, 2009.

GODOY, M. F.; TAKAKURA, I. T.; CORREA, P. R. Relevância da análise do comportamento dinâmico não linear (teoria do caos) como elemento prognóstico de morbidade e mortalidade em pacientes submetidos a cirurgia de revascularização miocárdica. **Arquivos de Ciências da Saúde**. v. 12. n 4. Out- Dez, 2005.

GOIT, R. K.; ANSARI, A. H.; Reduced parasympathetic tone in newly diagnosed essential hypertension; **Indian Heart Journal**. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019483215003466>> . Acesso em: 15 de junho de 2016.

GOLDBERGER, J. J.; LE, F. K. LAHIRI, M.; KANNANKERIL, P. J.; NG, J.; KADISH, A. H.; Assessment of Parasympathetic Reactivation After Exercise. **American Journal Physiological Heart Circ Physiol**. v. 290, 2006.

GUERRA, Z.F. **Modulação autonômica cardíaca no repouso e na recuperação após esforço físico máximo de jovens saudáveis com diferentes níveis e tipos de atividade física**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Física) –Faculdade de Educação Física, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2009.

GUEDES, D.P.; LOPES, C.C.; GUEDES, J.E.R.P. Reprodutibilidade e validade do Questionário Internacional de Atividade Física em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.11, n. 2, p. 151-158, 2005.

GUEDES, D. P; GUEDES, J.E.R.P. **Manual Prático para a Avaliação em Educação Física**. Barueri, São Paulo: Manole, 2006.

HALL, J. E. **Guyton & Hall, Tratado de Fisiologia Médica**. 12<sup>o</sup> edição. Rio de Janeiro, RJ. Elsevier, 2011.

IPAQ RESEARCH COMMITTEE. **Guidelines for Data Processing and Analysis of the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ)**. [http://www.ipaq.ki.se/dloads/IPAQ%20LS%20Scoring%20Protocols\\_Nov05.pdf](http://www.ipaq.ki.se/dloads/IPAQ%20LS%20Scoring%20Protocols_Nov05.pdf). Published November 2005.

JAIDEEP, S. S.; NAGAJARA, D.; PAL, P. K.; SUDHAKARA, D.; TALAKAD, S. N. Modulation of Cardiac Autonomic Dysfunction in Ischemic Stroke following Ayurveda (Indian System of Medicine) Treatment. **Hindawi Publishing Corporation**. Vume 2014, Article ID 634695. 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2014/634695>>, Acesso em 28 de junho de 2016.

JAVORKA, M.; TRUNKVALTEROVA, Z.; TONHAJZENKOVA, I.; JAVORKOVA, K. MAUMERT, M. Short-term heart rate complexity is reduced in patients with type 1 diabetes mellitus. **Clinical Neurophysiology**. v.119, n.5, 2008.

JOHNSON, N.P.; GOLDBERGER, J. J.; Prognostic Value of Late Heart Rate Recover After Treadmill Exercise. **The American Journal of Cardiology**. v. 110, p.45-49, 2012.

KAUFMAN, C.; *et al.* Relationships of Cardiac Autonomic Function. **With metabolic abnormalities in Childhood Obesity**. v. 15, n. 5. 2007.

KUSCHNIR, M. C. C.; BLOCH, K. V.; SZKLO, M.; KLEIN, C. H.; BARUFALDI, L. A.; ABREU, G. A.; SHAAN, B.; VEIGA, G. V.; SILVA, T. L. N.; VASCONCELLOS, M. T. L.; *et al.*, ERICA: Prevalência de síndrome metabólica em adolescentes brasileiros. **Revista de Saúde Pública**. v. 50, n. 1, 2016.

LISSAU, I.; OVERPECK, M. D.; RUAN, W. J.; DUE, P.; HOLSTEIN, B. E.; HEDIGER, M. L.; *et al.*, Body Mass Index and Overweight in Adolescents in 13 European Countries, Israel, and the United States. **Archives Pediatrics Adolescents Medicine**. v.158, p. 27-33, 2004.

LOPES, P.; WHITE, J.; Variabilidade da Frequência Cardíaca: Métodos de Medição e Implicações Práticas. **Avaliação Fisiológica do Condicionamento Humano**. 2<sup>o</sup> edição. São Paulo. Phorte, 2009.

LOPES, P. F. F.; OLIVEIRA, M. I. B.; ANDRÉ, S. M. S.; NASCIMENTO, D. L. A.; SILVA, C. S. S.; REBOUÇAS, G. M.; FELIPE, T. R.; ALBUQUERQUE FILHO, J. B.; MEDEIROS, J. H. Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. **Revista de Neurociências**. v. 21, n. 4, 2013.

LOHMAN, T. G.; Applicability of body composition techniques and constants for children and youths. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, v. 14, p. 325-357, 1986.

MAGALHAES, A. F. S.; AIRES, L.; MARTINS, C.; SILVA, G.; TEIXEIRA, A. M.; MOTA, J.; RAMA, L. Heart rate variability, Adiposity, and Physical activity in Prepubescent Children. **Clinical Autonomic Reserch**. v. 25, p.169–178. 2015.

MARANHÃO NETO, G. A.; POLITO, M. D. LIRA, V. A.; Fidedignidade entre Peso e Estatura Reportados e Medidos e a Influência do Histórico de Atividade Física em Indivíduos que Procuram a Prática Supervisionada de Exercícios. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 11, n. 2 – Mar/Abr, 2005.

MATSUDO, S.M.; ARAÚJO, T.; MATSUDO, V.R.; ANDRADE, D.; ANDRADE, E.; OLIVEIRA, L.C.; BRAGGION, G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 6, n. 2, p. 5-8, 2001

MENDONÇA, L. S.; MOREIRA, J. A. R. Influencia dos Hormonios leptina e insulina Na gordura Localizada. **Revista Científica da FHO|UNIARARAS** v. 3, n. 2. 2015

MIRWALD, R. L. A. D. G.; BAXTER-JONES, D. A.; BAILEY, and G. P. BEUNEN. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Medicine Science Sports and Exercice**., v. 34, n. 4, p. 689–694, 2002.

MONDONI, G. H. O.; Vanderlei, L. C. M.; Saraiva, B.; Vanderlei, F. M. Effects of exercise on cardiac autonomic modulation in children: literature update. **Fisioter. Mov.**, Curitiba, v. 28, n. 3, p. 627-636, 2015.

NAGAI, N.; MORITANI, T.; Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. **Int Journal Obes Relat Metab Disord**. v. 28, n.1. p.27-33, 2004.

NAGAI, N.; MATSUMOTO, T.; KITA, H.; MORITANI, T. Autonomic Nervous System Activity and the State and Development of Obesity in Japanese School Children. **OBESITY RESEARCH** V. 11 No. 1 Janeiro 2003.

NG, J.; SUMDARAM, S.; KADISH, A, H.; GOLDBERGER, J, J.; Autonomic Effects on the Spectral Analysis of Heart Rate Variability. **American Journal Physiological Heart Circ Physiol**. v. 297. 2009.

NOVAIS, L. D.; SAKABE, D. I.; TAKAHASHI, A. C. M.; GONGORA, H.; TACIRO, C.; MARTINS L. E. B. *et al.*, Avaliação da variabilidade da frequência cardíaca em repouso de homens saudáveis sedentários e de hipertensos e coronariopatas em treinamento físico. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v 8. N. 3, 2004.

ONIS, M.; ONYANGO, A.W.; BORGHI, E.; SIYAM, A.; NISHIDA, C. ; SIEKMANN, J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. **Bulletin of World Health Organization**, v. 85, n. 9, p. 660-7, 2007.

PASCHOAL, M. A.; PETRELLUZZI, K. F. S.; GONSALVES, N. V. O.; Estudo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista Ciência e Medicina**. V 11. N 1. 2002.

PEÇANHA, T.; BARTELS, R.; BRITO, L. C.; RIBEIRO, M. P.; OLIVEIRA, R. S.; GOLDBERGER, J. J.; Methods of assessment of the post-exercise cardiac autonomic recovery: A methodological review. **International Journal of Cardiology**. v. 227 - 2017 p. 795–802, 2017.

PETELIN, A.; BIZJAK, M.; BIZJAK, M, C.; JURDANA, M JAKUS, T.; PRANZNIKAR Z, J.; Low-grade inflammation in overweight and obese adults is affected by weight loss program. **Journal of Endocrinological Investigation**. v. 37, n. 8, p. 745–755, 2014.

PETROSKI, E, L.; PIRES-NETO, C. S. Validação de equações antropométricas para a estimativa da densidade corporal em homens. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**; v.1, n.3: 5-14, 1996.

RASDESPIEL-TRÖGER, M.; RAUH, R.; MAHLKE, C.; GOTTSCHALK, T.; MUCK-WEYMANN, M.; Agreement of Two Different Methods for Measurement of Heart Rate Variability. **Clinical Autonomic Research**. v 13. 2003

REIS, A, F.; BASTOS, B. G.; MESQUITA, E. T.; ROMÊO Fº, L, J, M.; NÓBREGA C, L. Disfunção Parassimpática, Variabilidade da Frequência Cardíaca e Estimulação Colinérgica após Infarto Agudo do Miocárdio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 70, n. 3, 1998.

ROQUE, J. M, A. **Variabilidade de Frequência Cardíaca**. 31 f. Dissertação. Educação Física. Faculdade de Ciências de Desporto em Educação Física da Universidade de Coimbra. 2009.

SEKINE, M.; IZUMI, I.; YAMAGAMI, T.; KAGAMIMORI, S. Obesity and cardiac autonomic nerve activity in healthy children: Results of the toyama birth cohort study. **Environmental Health Preventive Medicine**, v. 6, p. 3, p. 149-53, 2001.

SHI, Z.; BROOKS, V. L.; Leptin Differentially Increases Sympathetic Nerve Activity and its Baroreflex Regulation In Females rats: Role of Oestrogen. **Journal of Physiology** v. 593; n.7,p. 1633–1647. 2015.

SIGNORI, U. L.; PLENTZ, D. R.; IRIGOYEM, C. M.; SCHAAN, D. B. O papel da Lipemia pós-prandial na Gênese da Aterosclerose: Particularidades do Diabetes Mellitus; **Arquivo Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**. V.51 N. 2. 2007

SOUZA; D. R. de *et al.* **Ingestão alimentar e balanço energético da população adulta de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil: resultados da Pesquisa de Nutrição, Atividade Física e Saúde (PNAFS)**. Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, p. 879-890, mai/ 2010.

SOUZA, N. M.; ROSSI, R. C.; VANDERLEI, F. M.; VITOR, A. L, R.; BERNARDO, A. F. B.; GONSALVES, A. C. C. R.; FERREIRA, L. L.; VANDERLEI, L. C. M.; Variabilidade da Frequência cardíaca em Crianças Obesas. **Journal of Human Growth and Development**. v. 22, n. 3, p 328-333, 2012.

SWAIN, D.P.; PARROTT, J.A.; BENNETT, A.R.; BRANCH, J.D.; DOWLING, E.A. Validation of a new method for estimating VO<sub>2</sub>max based on VO<sub>2</sub> reserve. **Medicine Science and Sports and Exercise**. v. 36, n. 8, p. 1421-6, 2004.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart Rate Variability: standards of measurement physiological interpretation, and clinical use. **European Heart Journal**. v.17, 354–38. 1996.

TULPPO, M. P.; KIKALLIO, T. H. M.; SEPPÄNE, T.; LAUKKANEN, R. T.; HUIKIRI, H. Vagal Modulation of Heart Rate During. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**. Disponível em: <<http://ajpheart.physiology.org/content/ajpheart/274/2/H424.full.pdf>>. Acesso em: 11 de Julho de 2016.

VANDERLEI, L. C. M.; PASTRE, C. M.; HOSHI, R. A.; CARVALHO, T. D.; GODOY, M. F. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira Cirurgia Cardiovascular**. v.24 no.2 São José do Rio Preto Apr./June 2009.

VANDERLEI, L.C.; PASTRE, C.M.; FREITAS JÚNIOR, I.F.; GODOY, M.F. Analysis of cardiac autonomic modulation in obese and eutrophic children. **Clinical Science**, v. 65, n. 8, p. 789-92, 2010.

VIEIRA, S.; FELIX, A. C. S.; QUITÉRIO. Variabilidade da Frequência cardíaca e Carga Máxima Atingida Durante teste de Esforço Físico Dinâmico em Homens Idosos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 18. n. 6. Nov/Dez, 2012.

VIGITEL.; Ministério da Saúde. Brasil.; 2014. Disponível em: <<http://www.obeso.org.br/uploads/downloads/72/553a243c4b9f3.pdf>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2016.

WHO, World Health Organization. **Growth reference data for 5-19 years**, 2007. Disponível em < <http://www.who.int/growthref/en/> > acesso em 28 de maio de 2016.

WILMORE, J. H; COSTILL, D.L; KENNEY, L.W. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 4<sup>o</sup> ed, Barueri, SP: Manole, 2010.

## APÊNDICES

### Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você, \_\_\_\_\_ está sendo convidado a participar de um estudo intitulado “\_\_\_\_\_”. É através das pesquisas que ocorrem os avanços importantes em todas as áreas, e sua participação é fundamental.

O objetivo dessa pesquisa é \_\_\_\_\_ . Caso você participe da pesquisa, será necessário \_\_\_\_\_  
(INDICAR O QUE SERÁ REALIZADO COM O AVALIADO).

Como em qualquer pesquisa você poderá experimentar algum tipo de \_\_\_\_\_ (PREVER POSSÍVEIS RISCO, pois terá que \_\_\_\_\_ . Contudo o benefício esperado é \_\_\_\_\_ (PREVER OS BENEFÍCIOS).

Para maiores esclarecimentos sobre a pesquisa você poderá entrar em contato com o pesquisador responsável \_\_\_\_\_ a qualquer momento pelo telefone \_\_\_\_\_ ou pelo email: \_\_\_\_\_@\_\_\_\_\_.

Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante e depois do estudo. A sua participação nesse estudo é voluntária. Contudo, se você não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá solicitar de volta o termo de consentimento livre e esclarecido assinado.

Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não são da sua responsabilidade. Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro. Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_ li o texto acima e compreendi a natureza e o objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper no estudo a qualquer sem justificar minha decisão. Concordo voluntariamente em participar desse estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

Ivaiporã, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_.

\_\_\_\_\_

**Pesquisador responsável****Apêndice 2 – Declaração de Acordo com a Pesquisa**

Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos

Prezado Coordenador

Declaramos que nós do  
(a) \_\_\_\_\_, estamos de  
acordo com a condução do projeto de pesquisa  
“ \_\_\_\_\_”  
\_\_\_\_\_” sob a responsabilidade de  
**WENDELL ARTHUR LOPES**, nas nossas dependências, sem ônus e sob a supervisão da  
\_\_\_\_\_. Tão logo o presente projeto seja  
aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEM, até o seu final em \_\_/\_\_/20\_\_.

Estamos cientes que os sujeitos de pesquisa serão  
\_\_\_\_\_bem como de que o presente trabalho  
deve seguir a Resolução CNS 196/96 e complementares.

Atenciosamente,

---

Responsável

## ANEXOS

## Anexo 1- Questionário Internacional de Atividade Física – Versão Curta.



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –  
VERSÃO CURTA -

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

**moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**2b.** Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

**3a** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia?**

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

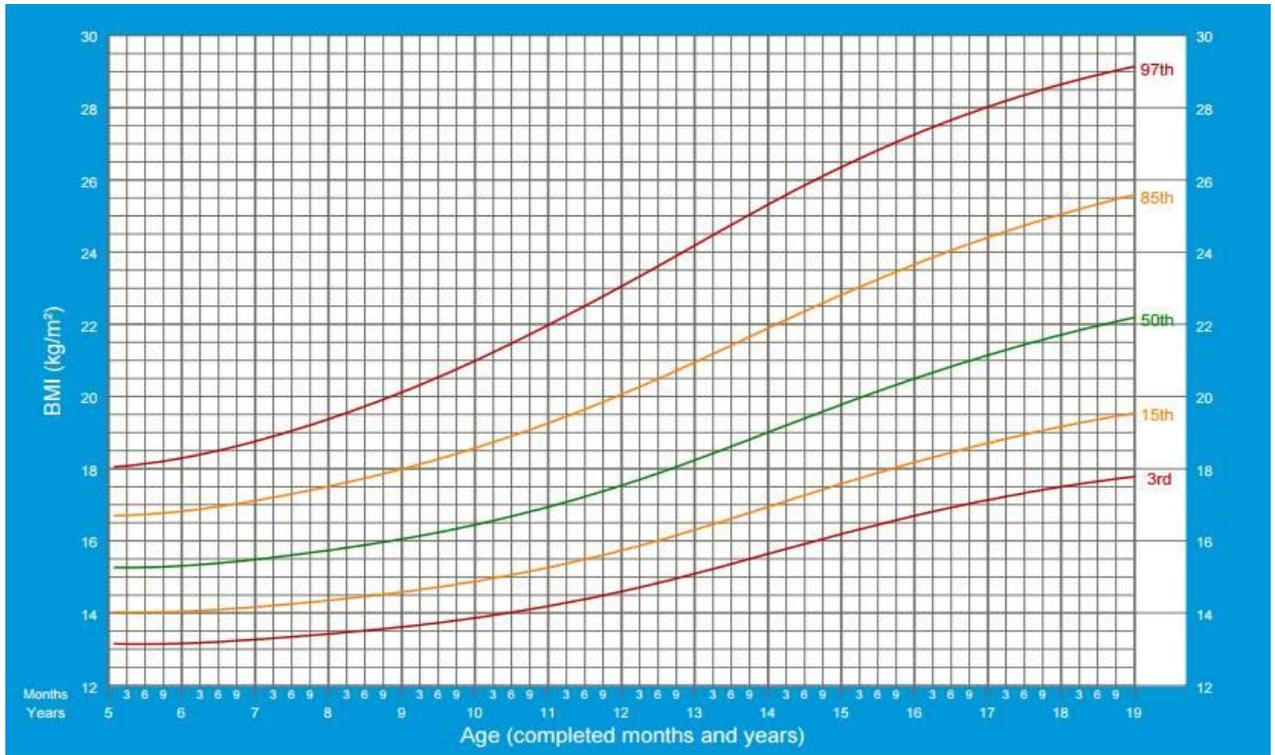
Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana?**  
\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana?**

\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_ minutos

**ANEXO 2 - CURVAS PERCENTILICAS DO IMC PARA MENINOS DE 5 Á 19 ANOS DE IDADE SEGUNDO A WHO**



**ANEXO 3- CURVAS PERCENTILICAS DO IMC PARA MENINAS DE 5 Á 19 ANOS DE IDADE SEGUNDO A WHO**

