UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ARTES, CIÊNCIAS E HUMANIDADES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA ATIVIDADE FÍSICA

ANDREZA DIAS DE ALMEIDA

**Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em crianças eutróficas e com
excesso de peso**

São Paulo
2020

ANDREZA DIAS DE ALMEIDA

Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em crianças eutróficas e com excesso de peso

Versão original

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:
Atividade Física e Saúde

Orientador:
Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades. Biblioteca)

CRB 8 - 4936

Almeida, Andreza Dias de

Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em crianças eutróficas e com excesso de peso / Andreza Dias de Almeida ; orientador, Alessandro Hervaldo Nicolai Ré. – 2020
45 f : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.

Versão original

1. Obesidade. 2. Crianças. 3. Frequência cardíaca - Variação. 4. Atividade física. I. Ré, Alessandro Hervaldo Nicolai, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 616.398

Nome: ALMEIDA, Andreza Dias de

Título: Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em crianças eutróficas e com excesso de peso.

Dissertação apresentada à Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física.

Área de Concentração:

Atividade Física e Saúde

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
-----------	-------	--------------	-------

Julgamento:	_____	Assinatura:	_____
-------------	-------	-------------	-------

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
-----------	-------	--------------	-------

Julgamento:	_____	Assinatura:	_____
-------------	-------	-------------	-------

Prof. Dr.	_____	Instituição:	_____
-----------	-------	--------------	-------

Julgamento:	_____	Assinatura:	_____
-------------	-------	-------------	-------

Dedico esta dissertação primeiramente a Deus, por toda sabedoria e por me iluminar durante toda caminhada. A minha família, por me apoiar e sempre acreditar em mim, por abrir mão de suas vidas em prol das minhas realizações. Ao meu namorado, por estar ao meu lado nos melhores e piores momentos e principalmente por tornar tudo mais leve. Nada disso seria possível e nem faria sentido sem vocês.

Agradecimentos

A Deus, pela vida e por me permitir realizar tantos sonhos. Agradeço por me permitir errar, aprender e crescer, por seu infinito amor e cuidado não me permitindo desistir e principalmente por ter colocado pessoas fundamentais em minha vida.

A minha família, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, dedicação, compreensão e perdão de minhas inúmeras ausências. Sinto-me privilegiada por ter vocês ao meu lado. Principalmente a minha mãe Elaine e irmãs Amanda e Andrieli por me encorajar sempre e serem exemplos de força e fé.

Ao meu namorado, Samuel, que sempre com seu carinho e cuidado compreendeu as minhas crises e enfrentou tudo ao meu lado, lutando pelo meu sonho.

A minha companheira e amiga Mirieli, por vivenciar toda esta trajetória junto a mim, que convenhamos não foi nada fácil, mais juntos tudo se tornou mais leve.

Ao meu orientador Prof. Dr. Alessandro Hervaldo Nicolai Ré, por aceitar a orientação deste trabalho, pela paciência, competência e profissionalismo.

Ao coordenador do grupo de pesquisa Prof. Dr. Carlos Bandeira de Mello Monteiro, pela confiança, por abrir as portas e acompanhar todas as etapas com muito cuidado, dedicação e empenho.

Ao grupo de pesquisa e aplicação tecnológica em reabilitação (Pater/Usp), por cada um que contribuiu direta ou indiretamente, por todo conhecimento e apoio que com certeza foram primordiais para que eu chegasse até aqui.

A Prof^ª. Ibis Ariana Peña de Moraes e Prof^ª. Dra. Talita Dias da Silva, amigas de grupo, de luta e que ajudaram e me acolheram em muitas etapas importantes desse estudo, meus sinceros agradecimentos.

As minhas queridas professoras e amigas, Prof^ª. Dra. Deborah Cristina Gonçalves Luiz Fernani e Prof^ª. Dra. Maria Tereza Artero Prado Dantas, por me acompanhar desde a graduação, pela oportunidade e acreditar, persistir e confiar em mim. Por contribuírem com todo conhecimento e sabedoria neste estudo. Vocês sempre serão fonte de admiração e inspiração para mim.

A Universidade de São Paulo, pela possibilidade de realizar esse sonho.

As escolas do Município de Presidente Prudente/SP envolvidas, por cederam o ambiente para as coletas e realização dos protocolos.

Aos pais e as crianças participantes da pesquisa que foram fundamentais nesse processo.

Agradeço também a banca examinadora, tanto do exame de qualificação como de defesa, por aceitar o convite e por todas as contribuições para finalização desta pesquisa.

A todos vocês, muito obrigada!

“Não temas, porque eu sou contigo; não te assombres, porque eu sou o teu Deus; eu te fortaleço, e te ajudo, e te sustento com a destra da minha justiça.”

(ISAÍAS 41:10)

RESUMO

ALMEIDA, Andreza Dias de. **Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em crianças eutróficas e com excesso de peso**. 2020. 45p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Versão original.

O excesso de peso infantil é considerado um dos maiores problemas de saúde pública no mundo, e suas consequências tendem a permanecer na fase adulta, dentre elas, pode-se citar as doenças cardiovasculares, as quais tendem a se manifestar e dar indícios durante a infância. A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) vêm sendo utilizada para quantificar a modulação autonômica cardíaca, tanto da população adulta quanto pediátrica. Sendo assim, o objetivo deste estudo foi analisar e comparar os parâmetros antropométricos, metabólicos, bioquímicos e cardiovasculares entre crianças com excesso de peso e eutróficas. Trata-se de um estudo transversal e observacional, composto por 80 crianças distribuídas em Grupo Excesso de Peso (GEP; n=40) e Grupo Normopeso (GNP; n=40) pareados de acordo com sexo (38 meninas e 42 meninos), média de idade ($8,80 \pm 1,13$ anos) e nível de atividade física (questionário PAQ-C). Foram coletados parâmetros antropométricos (peso, altura, índice de massa corporal, circunferência abdominal, percentual de gordura corporal e pregas cutâneas), metabólicos (taxa metabólica basal), bioquímicos (glicemia e colesterol total) e cardiovasculares (pressão arterial e VFC). Quanto ao nível de atividade física avaliado pelo questionário, os grupos apresentaram a média de $2,78 \pm 0,66$ pontos, sendo 28 sedentários e 12 ativos em cada grupo, demonstrando predomínio de crianças sedentárias. Ressalta-se que foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para variáveis antropométricas e metabólicas como já era esperado, sem alteração nos dados bioquímicos. De acordo com os índices lineares da VFC no domínio de tempo e frequência, o GNP apresentou maior VFC quando comparados ao GEP. Em relação aos índices não lineares de Plot de Poincaré e Gráfico de Recorrência, o GNP também apresentou maior VFC. Desta forma, é notório que o GEP apresentou valores alterados dos índices antropométricos, metabólicos, cardiovasculares e de variabilidade da frequência cardíaca quando comparados com o GNP. Portanto, pode-se concluir que o excesso de adiposidade predispõe crianças a impactos na saúde cardíaca, diminuindo sua resposta autonômica e consequentemente refletindo na VFC. Medidas que visem a intervenção com foco na diminuição do excesso de peso devem ser adotadas como forma de prevenção a agravos futuros, visto que esse pode proporcionar inúmeros malefícios a saúde das crianças.

Palavras-chave: Obesidade pediátrica. Exercício. Metabolismo. Saúde da criança.

ABSTRACT

ALMEIDA, Andreza Dias de. **Characterization of heart rate variability in eutrophic and overweight children**. 2020. 45p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, 2020. Original version.

Childhood excess weight is considered one of the biggest public health problems in the world, and its consequences tend to remain in adulthood, among them, cardiovascular diseases, which tend to manifest and give signs during childhood, can be mentioned. Heart rate variability (HRV) has been used to quantify cardiac autonomic modulation, both in the adult and pediatric population. Thus, the aim of this study was to analyze and compare the anthropometric, metabolic, biochemical and cardiovascular parameters among overweight and eutrophic children. It is a cross-sectional and observational study, composed of 80 children distributed in an Excess Weight Group (GEP; $n = 40$) and Normopeso Group (GNP; $n = 40$) paired according to sex (38 girls and 42 boys), mean age (8.80 ± 1.13 years) and level of physical activity (PAQ-C questionnaire). Anthropometric (weight, height, body mass index, waist circumference, body fat percentage and skin folds), metabolic (basal metabolic rate), biochemical (blood glucose and total cholesterol) and cardiovascular (blood pressure and HRV) parameters were collected. As for the level of physical activity assessed by the questionnaire, the groups had an average of 2.78 ± 0.66 points, with 28 sedentary and 12 actives in each group, showing a predominance of sedentary children. It is noteworthy that significant differences were found between the groups for anthropometric and metabolic variables as expected, with no change in biochemical data. According to the linear HRV indices in the time and frequency domains, GNP showed a higher HRV when compared to GEP. Regarding the non-linear Poincaré Plot and Recurrence Graph indices, the GNP also presented a higher HRV. Thus, it is clear that the GEP showed altered values of the anthropometric, metabolic, cardiovascular and heart rate variability when compared to the GNP. Therefore, it can be concluded that excess adiposity predisposes children to impacts on cardiac health, decreasing their autonomic response and consequently reflecting on HRV. Measures aimed at intervention with a focus on reducing excess weight should be adopted as a way of preventing future injuries, since this can cause innumerable harm to children's health.

Keywords: Pediatric obesity. Exercise. Metabolism. Child health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de coleta de dados.....	19
Figura 2 - Representação da média e erro padrão das variáveis do Domínio do Tempo, nos dois grupos avaliados.....	27
Figura 3 - Representação da média e erro padrão das variáveis do Domínio da Frequência, nos dois grupos avaliados	28
Figura 4 - Representação da média e erro padrão das variáveis de Plot de Poincaré e Flutuações Depuradas de Tendência (DFA), nos dois grupos avaliados.....	29
Figura 5 - Representação da média e erro padrão das variáveis da Dinâmica Simbólica, nos dois grupos avaliados.....	30
Figura 6 - Representação da média e erro padrão das variáveis do Gráfico de Recorrência, nos dois grupos avaliados.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros antropométricos e metabólicos dos indivíduos da amostra.....	24
Tabela 2 – Mensuração das pregas cutâneas dos indivíduos da amostra.....	25
Tabela 3 – Parâmetros bioquímicos dos indivíduos da amostra.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DET – Determinismo

DFA – Flutuações depuradas de tendência

DS – Dinâmica simbólica

ENT – Entropia

EP – Excesso de peso

GEP – Grupo excesso de peso

GNP – Grupo normopeso

HF – Componente espectral de alta frequência

IMC – Índice de massa corpórea

LF – Componente espectral de baixa frequência

Mg/dL – Miligramas por decilitros

Ms² – Milissegundos ao quadrado

n.u – Unidades normalizadas

PAD – Pressão arterial diastólica

PAQ-C – Questionário de atividade física para crianças

PAS – Pressão arterial sistólica

PNN50 – Porcentagem dos intervalos com duração maior que 50 ms.

R – Resistência

REC – Recorrência

RMSSD – Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos

RP – Gráfico de recorrência

SD1 – Registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento

SD2 – Registro de longa duração da variabilidade batimento a batimento

SDNN – Desvio padrão de todos os intervalos RR

SNA – Sistema nervoso autônomo

TMB – Taxa metabólica basal

VFC – Variabilidade da frequência cardíaca

α_1 – Expoente de escala de curto prazo

α_2 – Expoente de escala de longo prazo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
3 MÉTODOS.....	4
3.1 TIPO DE ESTUDO E COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA	4
3.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	4
3.3 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E METABÓLICOS	5
3.4 NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA	6
3.5 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS	6
3.6 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES.....	7
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	9
4 RESULTADOS	10
4.1 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES.....	12
4.2 VARIABILIDADE FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	12
4.2.1 Domínio do tempo	12
4.2.2 Domínio da frequência.....	13
4.2.3 Plot de Poincaré e Flutuações Depuradas de Tendências (DFA)	14
4.2.4 Dinâmica Simbólica (DS).....	15
4.2.5 Gráfico de Recorrência (RP).....	16
4.2.6 Correlações	17
5 DISCUSSÃO.....	18
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS.....	26
ANEXO A - TERMO CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	31
ANEXO B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	32

1 INTRODUÇÃO

O excesso de peso (EP) infantil é considerado um dos maiores problemas de saúde pública no mundo, e o número de crianças com esse diagnóstico tem aumentado nas últimas quatro décadas, de 11 milhões em 1975 para 124 milhões em 2016. Além disso, a probabilidade de uma criança permanecer obesa quando adulto varia de 20 a 50% (ABESO, 2016; WHO, 2017). As complicações causadas pela obesidade são estudadas, porém os seus motivos ainda permanecem incertos (YADAV et al., 2017). Há relatos de que crianças obesas possuem maior risco de um perfil cardiometabólico adverso, em comparação às com peso normal (FRIEDEMANN et al., 2012; FUNTIKOVA et al., 2015).

Dentre as complicações do EP, destacam-se as doenças cardiovasculares, que tendem a se manifestar mais tarde, e podem ser justificadas pelo fato de que a adiposidade e suas vias inflamatórias atuam diretamente no sistema nervoso autônomo (SNA) (CHO et al., 2018). O SNA controla e regula grande parte das funções corporais, como a frequência cardíaca, digestão, frequência respiratória, resposta pupilar, micção e excitação por meio de seus dois ramos: o sistema nervoso simpático e parassimpático. Portanto, a deficiência da função autonômica cardíaca, pode ser deflagrada tanto pelo sistema simpático como pelo parassimpático (YADAV et al., 2017).

Os métodos de investigação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), vem sendo cada vez mais utilizados para quantificar a modulação autonômica cardíaca do sistema nervoso, tanto da população adulta quanto pediátrica, além de ser um indicador de saúde. A VFC trata-se de um método simples, não invasivo que quantifica os intervalos entre os batimentos cardíacos consecutivos conhecidos como intervalos R-R (VANDELEI et al., 2010).

As alterações na VFC são normais e indicam a habilidade do coração em responder aos estímulos fisiológicos e ambientais, ou compensar desordens provocadas por doenças. A presença de uma alta VFC caracteriza um indivíduo saudável com um sistema autônomo eficiente, por sua vez, a baixa variabilidade representa um indicador de anormalidade e insuficiência do SNA. Dentre as análises que percorrem a VFC estão os métodos lineares e não lineares (VANDERLEI et al., 2009; SIMAO et al., 2013).

Estudos que avaliaram o SNA de crianças com EP por meio da VFC e utilizaram de análises lineares no domínio do tempo e frequência, relataram que a obesidade altera a modulação autonômica cardíaca, além disso, descrevem que tanto o sistema simpático quanto o parassimpático apresentaram-se alterados nesta população (MORAES, 2016).

As análises não lineares surgiram como uma forma de complementar os dados e abordam métodos que envolvem a auto similaridade fractal, medidas de irreversibilidade,

métodos de entropia, dinâmica simbólica e plots de Poincaré ou recorrência (MORAES, 2016; FISKUN et al., 2018). Muitos estudos têm despertado um crescente interesse em investigar acerca do método não linear, por tratar-se de uma ferramenta mais sensível em detectar alterações fisiológicas e ser preditor de morbimortalidade, podendo ser útil na identificação e tratamento de situações clínicas que comprometem o coração (VANDERLEI et al., 2009; VANZELLA et al., 2018).

Os estudos envolvendo obesidade infantil e análise da VFC, tem apresentado controvérsias em seus achados. Alguns estudos demonstram uma redução da atividade parassimpática, outros relatam uma redução global de ambos os sistemas. E outros ainda, apresentam a atividade simpática reduzida (SANTOS-MAGALHAES et al., 2015). Mediante este cenário, pode-se afirmar que crianças com excesso de peso podem apresentar uma redução da VFC, representada por um desequilíbrio simpátovagal e quando associado ao sedentarismo as complicações se tornam mais notórias (CHO et al., 2018).

Deste modo, pelo fato dos estudos mostrarem resultados ainda inconclusivos, não explorarem as diversas formas de análise que percorrem a VFC e não correlacionarem com parâmetros antropométricos, metabólicos e bioquímicos, faz-se necessário um estudo que investigue de forma mais completa crianças com excesso de peso e eutróficas quanto aos parâmetros antropométricos, metabólicos, bioquímicos, cardiovasculares e nível de atividade física associados à variabilidade da frequência cardíaca por meio dos métodos lineares e não lineares (BERGMANN et al., 2011).

Além disso, tais alterações devem ser investigadas a fim de estabelecer terapêutica adequada, com mudanças no estilo de vida, incluindo hábitos alimentares saudáveis, que se incorporados durante a infância podem influenciar o tônus simpátovagal por meio das adaptações provocadas pelo trabalho cardíaco, contribuindo assim para um bom estado de saúde futuro (VANDERLEI et al., 2009; BIRCH, DUNCAN E FRANKLIN 2012; TUCKER et al., 2016).

1 OBJETIVOS

Analisar e comparar os parâmetros antropométricos, metabólicos, bioquímicos e cardiovasculares de crianças com excesso de peso e eutróficas.

2 MÉTODOS

2.1 TIPO DE ESTUDO E COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA

Estudo com delineamento transversal e observacional sob o CAAE: 94506418.6.0000.5390, sendo incluídas 80 crianças de seis a dez anos, divididas igualmente em dois grupos. A amostra foi composta por crianças eutróficas e com excesso de peso, encaminhadas de escolas públicas que participavam de um projeto de extensão de uma universidade, sendo convidadas a participar e inseridas na pesquisa aquelas que apresentassem autorização do responsável por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e Termo de Assentimento (TA) pela criança, e somente após sua autorização foram realizadas as etapas seguintes. Foram excluídas as crianças que apresentassem doenças neurológicas e metabólicas diagnosticadas previamente.

2.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

A primeira fase constituiu em uma entrevista aos pais realizada por meio de um inquérito telefônico, a qual abordou à saúde geral da criança investigando questões relacionadas ao uso de medicamentos, frequência e histórico de doenças, além de fornecer por meio deste contato maiores informações sobre o procedimento experimental, como a importância do jejum e de não ingerir bebidas estimulantes do sistema nervoso autônomo como café, chá e achocolatados durante o período de 12 horas prévias à avaliação.

Na fase seguinte foi realizada a avaliação em ambiente escolar, pela manhã, em jejum de 12 horas, com apresentação do TA. Essa etapa ocorreu por meio de uma avaliação individualizada dos dados pessoais, nível de atividade física, parâmetros antropométricos, metabólicos, bioquímicos e cardiovasculares.

Após interpretação das avaliações, de acordo com IMC/idade, a amostra foi dividida em dois grupos, sendo em um primeiro momento realizado a construção do grupo excesso de peso (GEP) e posteriormente, foram selecionados os participantes do grupo normopeso (GNP) apresentando 40 participantes em cada grupo (Figura 1).

Os grupos foram pareados de acordo com sexo, idade e nível de atividade física. De acordo com o sexo, a amostra foi composta por 38 meninas e 42 meninos, sendo a média de idade cronológica de $8,80 \pm 1,13$ anos. E quanto ao nível de atividade física, avaliado pelo questionário PAQ-C (CROCKER et al., 1997), os grupos apresentaram a média de pontuação de $2,78 \pm 0,66$, sendo classificados 28 indivíduos como sedentários e 12 ativos em cada grupo, o que demonstra predomínio de crianças sedentárias (Figura 1).

Figura 1: Fluxograma de coleta de dados

2.3 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS E METABÓLICOS

Para a avaliação dos parâmetros antropométricos, foi coletado o peso por meio de uma balança digital (Plenna[®], Brasil) com o indivíduo fazendo uso de vestimentas leves e com os pés descalços sobre o centro da balança. Para mensuração da altura, foi utilizado uma fita métrica (Cescorf[®], Brasil) que se encontrava fixada em uma parede lisa e o indivíduo foi posicionado em posição ortostática e com os pés unidos em frente a esta (CABRERA et al., 2014). Em seguida, foi determinado IMC/idade de acordo com Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional, expressando as classificações em escore z, sendo os pontos de corte de risco de sobrepeso: Escore-z $\geq +1$ e $\leq +2$; sobrepeso: Escore-z $\geq +2$ e $\leq +3$; e obesidade: Escore-z $> +3$. O GEP foi composto por 10 crianças classificadas com sobrepeso, 23 com obesidade e sete com obesidade grave (SISVAN, 2011).

A circunferência abdominal foi avaliada utilizando uma fita métrica posicionada sobre a cicatriz umbilical da criança, disposta ao redor do abdômen relaxado de forma que fique justa (CABRERA et al., 2014). Já para definição das medidas de pregas cutâneas, foram mensuradas três vezes consecutivamente à direita e a esquerda as seguintes regiões: tricipital, bicipital, abdominal, suprailíaca e subescapular, por meio do aparelho adipômetro (Cescorf[®], Brasil), considerando como resultado as médias obtidas entre elas (LOHMAN, 1988).

Para completar a avaliação da composição corporal, utilizou-se da bioimpedância que é composta pela análise de variáveis antropométricas e metabólicas, sendo utilizado o equipamento Body Fat Analyser BF 906 (Maltron®, Reino Unido). Durante a avaliação, a criança permaneceu em posição supina em uma superfície não condutora, sem contato com metal, com os membros inferiores abduzidos a 45° e membros superiores abduzidos a 30° para evitar contato dos membros com o tronco. Em seguida, foram posicionados eletrodos com uma distância mínima de 5 cm entre eles: um eletrodo na base do terceiro dedo e outro pouco acima da articulação do punho, próximo ao processo estilóide da mão direita, também foi posicionado um eletrodo na base do terceiro dedo do pé direito e outro pouco acima da articulação do tornozelo, entre os maléolos medial e lateral. Após sua avaliação são obtidos os valores de percentual de gordura corporal, taxa metabólica basal (TMB) (analisa a quantidade de energia necessária para manter as funções vitais do organismo) e a impedância (R) (representa a quantidade de resistência para percorrer os fluidos corporais) (LUKASKI, 1987).

2.4 NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

Para avaliação do nível de atividade física foi utilizado o questionário de atividade física para crianças (PAQ-C), que investiga o nível de atividade física de crianças de oito a 13 anos (CROCKER et al., 1997). O questionário é composto por nove questões referentes a prática de atividade física nos sete dias anteriores ao seu preenchimento. Aborda questões relacionadas a prática de esportes e jogos, atividades físicas na escola e no tempo de lazer, incluindo os finais de semana. Para cada questão foi atribuído valores de 1 a 5, sendo (1) representado por muito sedentário e (5) muito ativo. Os escores 2, 3 e 4 indicam as classificações sedentário, moderadamente ativo e ativo, respectivamente. Deste modo, foram considerados ativos aqueles que possuíram escore final ≥ 3 e sedentários os indivíduos com escores < 3 (STEFAN, 2020).

2.5 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

Os parâmetros bioquímicos foram analisados pelas taxas de sangue periférico de glicemia e colesterol total. Para isso, as crianças foram submetidas ao exame de glicemia por meio da punção de polpa digital utilizando o dispositivo de mensuração OptiumXceed® (Abbott, Argentina), sendo considerados com hiperglicemia os indivíduos que apresentassem valores de glicemia de jejum >100 mg/dL, fator importante para predispor ao Diabetes Mellitus (DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017).

Da mesma forma foi verificado o colesterol total utilizando-se o aparelho Accutrend® PLUS (Roche, Alemanha), sendo considerado com hipercolesterolemia quando apresentassem valores ≥ 170 mg/dL, fator que predispõe ao desenvolvimento de aterosclerose, de acordo com a Diretriz Brasileira sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose (SPOSITO et al., 2017).

2.6 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES

Para avaliação dos parâmetros cardiovasculares, foi realizado a verificação da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) de forma indireta, por meio da utilização de um estetoscópio (Littman®, Saint Paul, USA) e um esfigmomanômetro aneróide (Premium®). A mensuração foi realizada no braço esquerdo, com a criança posicionada sentada sobre uma cadeira de forma com que os pés permanecessem apoiados e relaxados (DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2016).

A frequência cardíaca e a VFC (com a utilização de série de intervalos obtidos) foi captada por meio do frequencímetro Polar V800 (Polar Eletro, Kempele, Finland), equipamento previamente validado para captação dos intervalos R-R. Este equipamento consiste em um transmissor eletrônico em forma de uma cinta elástica, na qual as unidades telemétricas obtêm os impulsos elétricos do coração e transmitem as informações por meio de um campo eletromagnético para o relógio (VANDERLEI et al., 2009).

Para a avaliação foi posicionado no terço distal do esterno das crianças a cinta de captação e no punho o relógio receptor de frequência cardíaca, em seguida, a criança foi orientada a permanecer deitada em decúbito dorsal sobre um colchonete para o monitoramento dos batimentos durante o período de 10 minutos. Posteriormente, os intervalos R-R consecutivos passaram por uma filtragem manual para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos. O método de filtragem ocorreu em duas etapas: a primeira digital por meio do próprio software do equipamento, e a segunda manual, caracterizada pela inspeção visual dos intervalos RR e exclusão de intervalos anormais. Foram utilizados 1000 intervalos RR consecutivos, porém durante a análise foram selecionados apenas 256 batimentos e somente séries com mais de 95% de batimentos sinusais foram incluídas no estudo. Para os cálculos dos índices foi utilizado o programa Kubios HRV (NISKANEN et al., 2004).

Para a análise dos índices da VFC, optou-se pela investigação por meio dos métodos lineares e não lineares. Das variáveis que percorrem os métodos lineares, foi realizado a análise no domínio do tempo, que utiliza de técnicas matematicamente simples para captar a variabilidade dos intervalos R-R em um período de tempo, como os métodos estatísticos e geométricos que avaliam os seguintes índices: o SDNN que representa o desvio padrão de todos os intervalos e reflete a atividade simpática e parassimpática. O índice RMSSD, que é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR e representa a atividade parassimpática. E o índice pNN50, que é um marcador sensível e interpretável da modulação do SNA parassimpático (PUMPRLA et al., 2002; AUBERT et al., 2003; BITTENCOURT et al., 2005; RIBEIRO, MORAES FILHO, 2005; VANDERLEI et al., 2009).

Para os métodos no domínio da frequência, são realizadas análises espectrais que possibilitam decompor a variação da frequência cardíaca em componentes oscilatórios, também conhecidos como bandas de frequência, sendo consideradas as variáveis dos componentes espectrais de baixa frequência (LF: 0,04 - 0,15 Hz) e alta frequência (HF: 0,15 - 0,40 Hz), tanto em ms^2 como em unidades normalizadas, assim como a razão estabelecida entre esses componentes (LF/HF). Essa análise é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático, e sua análise foi calculada usando o algoritmo da Transformada Rápida de Fourier. (VANDERLEI et al., 2009).

Os métodos de análises não lineares se baseiam na teoria do caos, utilizado para descrever, interpretar, compreender e prever comportamentos de fenômenos biológicos como a complexidade do sistema autonômico cardíaco, para isso, analisa-se os seguintes índices: Plot de Poincaré, Flutuações depuradas de tendência, Dinâmica simbólica e Gráfico de recorrência. O Plot de Poincaré é uma representação gráfica da correlação dos intervalos RR consecutivos, sua análise pode ser feita de forma qualitativa ou quantitativa, sendo obtido os índices: SD1 que representa registros de curta duração da variabilidade batimento a batimento. O índice SD2 representa registros de longa duração e a razão SD1/SD2 (CARVALHO et al., 2011).

A análise de Flutuações Depuradas de Tendências (DFA) é mais um método utilizado que quantifica as propriedades de escalas fractais de curto e longo prazo, e analisa o quadrado médio da raiz modificada, que são descritos pelo expoente de escala de curto prazo (α_1) e um expoente de escala a longo prazo (α_2) e também pela relação obtidas entre elas (α_1/α_2) (SEN, MCGILL 2018).

O método de Dinâmica Simbólica (DS) também tem sido utilizado para avaliar a VFC em várias populações, ela apresenta quatro índices (0V%, 1V%, 2LV% e 2ULV%) e sua soma reflete resultados em 100%. A entropia de Shanon é um índice que avalia a complexidade da distribuição dos padrões acima citados, quando os padrões são distribuídos de maneira homogênea, o valor de shanon é grande, porém, quando existe irregularidades em sua distribuição a entropia diminui (MOURA-TONELLO et al., 2019).

O gráfico de recorrência (RP) é uma análise de dados não lineares que quantifica a contagem e período de recorrências de uma série temporal. Após criação do gráfico pelo software é realizado uma inspeção qualitativa e também a quantificação da recorrência por meio dos seguintes índices: taxa de recorrência (% REC), determinismo (% DET) e entropia (ENT) (GODOY, TAKAKURA E CORREA, 2007; SINGH et al., 2019).

2.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para caracterização da amostra foi realizado o teste t de Student. As variáveis dependentes da VFC foram submetidas a Análise Múltipla de Variâncias (MANOVA) de uma via, com fator 2 (Grupos: Excesso de Peso, Normopeso). Eta ao quadrado parcial (η_p^2) foi reportado para mensurar o tamanho do efeito e interpretado como pequeno (tamanho do efeito $>0,01$), médio (tamanho do efeito $>0,06$), ou grande (tamanho do efeito $>0,14$) (LAKENS, 2013). O programa estatístico foi o SPSS (Statistical Package for Social Sciences), versão 20.0. Foi considerada significância estatística quando $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

Em relação a caracterização antropométrica e metabólica da amostra, foi verificado que as crianças com excesso de peso apresentaram medidas maiores comparadas ao grupo normopeso, como era esperado, com diferença significativa em todas as variáveis, exceto para a variável de Impedância (R), fato demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros antropométricos e metabólicos dos indivíduos da amostra (média $\pm$ desvio padrão)

Variável	Excesso de Peso <i>n=40</i>	Normopeso <i>n=40</i>	Valor de <i>p</i>
Altura (cm)	1,39 $\pm$ 0,10	1,34 $\pm$ 0,09	0,038*
Peso (kg)	46,10 $\pm$ 10,78	29,11 $\pm$ 4,82	< 0,001[#]
IMC (kg/m ²)	24,22 $\pm$ 4,48	16,13 $\pm$ 1,32	< 0,001[#]
CA (cm)	79,08 $\pm$ 8,80	61,48 $\pm$ 10,96	< 0,001[#]
% Gordura	33,39 $\pm$ 7,27	19,92 $\pm$ 5,68	< 0,001[#]
TMB (kcal)	1318,8 $\pm$ 149,4	1105,3 $\pm$ 89,4	< 0,001[#]
Impedância (R)	722,7 $\pm$ 121,5	767,6 $\pm$ 99,5	0,074

Cm: centímetros; IMC: Índice de Massa Corpórea; Kg: quilogramas; Kg/m²: quilogramas por metro quadrado; CA: Circunferência Abdominal; %: Porcentagem; TMB: Taxa Metabólica Basal; Kcal: Quilocalorias; R: Resistência; [#]*p* < 0,001, **p* < 0,05.

Para análise da antropometria também foi realizado a mensuração das pregas cutâneas das seguintes regiões: bicipital, tricipital, subescapular, abdominal e suprailíaca, tanto a direita quanto a esquerda. Ao observar tais valores, notório que houve diferença significativa e expressiva entre os grupos em todas as regiões avaliadas. Além disso, pode ser verificado que no grupo excesso de peso os maiores valores de pregas cutâneas foram para região abdominal, entretanto, em seus pares normopeso as maiores medidas foram para região tricipital. Além disso, ao calcular a amplitude da diferença entre os grupos para cada região, é possível observar ênfase para a região abdominal. Os valores apresentam-se na Tabela 2.

Tabela 2: Mensuração das pregas cutâneas dos indivíduos da amostra (média $\pm$ desvio padrão)

Variável	Excesso de Peso	Normopeso	Valor de <i>p</i>
	<i>n=40</i>	<i>n=40</i>	
Tricipital D (mm)	24,45 $\pm$ 6,02	10,22 $\pm$ 2,80	< 0,001 [#]
Tricipital E (mm)	24,23 $\pm$ 6,18	9,89 $\pm$ 2,88	< 0,001 [#]
Bicipital D (mm)	24,10 $\pm$ 7,45	9,09 $\pm$ 2,91	< 0,001 [#]
Bicipital E (mm)	24,21 $\pm$ 7,53	9,47 $\pm$ 3,03	< 0,001 [#]
Abdominal D (mm)	32,90 $\pm$ 8,75	9,79 $\pm$ 4,52	< 0,001 [#]
Abdominal E (mm)	32,55 $\pm$ 9,01	9,82 $\pm$ 4,65	< 0,001 [#]
Suprailíaca D (mm)	23,91 $\pm$ 8,46	7,05 $\pm$ 3,29	< 0,001 [#]
Suprailíaca E (mm)	23,62 $\pm$ 7,82	6,60 $\pm$ 2,23	< 0,001 [#]
Subescapular D (mm)	23,85 $\pm$ 8,69	6,57 $\pm$ 1,87	< 0,001 [#]
Subescapular E (mm)	24,22 $\pm$ 9,20	6,68 $\pm$ 1,73	< 0,001 [#]

n: número da amostra; D: Direita; mm: milímetros; E: Esquerda; [#]*p* < 0,001.

Em relação aos parâmetros bioquímicos, não houve diferenças significativas entre os grupos para as variáveis de glicemia e colesterol total, de acordo com os valores de normalidade, como representado na Tabela 3. Porém, existem evidências de que crianças com excesso de peso podem apresentar ao longo da vida alterações bioquímicas, favorecendo o surgimento de complicações cardiovasculares. Importante ressaltar que embora o GNP também se apresentou dentro da normalidade, é possível observar que seus valores se encontram muito próximo aos valores de limite, demonstrando uma predisposição a alterações futuras nesta população, também merecendo atenção. Valores apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Parâmetros bioquímicos dos indivíduos da amostra (média $\pm$ desvio padrão)

Variável	Excesso de Peso	Normopeso	Valor de <i>p</i>
	<i>n=40</i>	<i>n=40</i>	
Glicemia (mg/dL)	89,58 $\pm$ 11,56	88,45 $\pm$ 9,86	0,641
Colesterol (mg/dL)	163,03 $\pm$ 20,41	159,40 $\pm$ 13,73	0,354

Mg/dL: miligramas por decilitro

3.1 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES

De acordo com os parâmetros cardiovasculares avaliados, houve diferença significativa nas variáveis de PA sistólica e diastólica entre os grupos. O GEP apresentou a média de valores de PA sistólica em $115,08 \pm 8,09$ mmHg, sendo a do GNP de $101,50 \pm 9,21$ mmHg ($p < 0,001$). Em relação a PA diastólica, a média do GEP foi de $75,66 \pm 6,10$ mmHg, enquanto o GNP apresentou $72,25 \pm 8,91$ mmHg ($p=0,049$).

3.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A seguir encontram-se os resultados referentes aos dados obtidos pela análise da VFC no domínio do tempo, frequência, Plot de Poincaré, flutuações depuradas de tendência (DFA), dinâmica simbólica e gráfico de recorrência, respectivamente.

3.2.1 Domínio do tempo

Foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para Média dos intervalos RR ($F_{1,50} = 3,92$, $p = 0,050$; $\eta_p^2 = 0,07$), RMSSD ($F_{1,50} = 11,34$, $p = 0,001$; $\eta_p^2 = 0,18$), SDNN ($F_{1,50} = 10,87$, $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,17$), e pNN50 ($F_{1,50} = 11,13$, $p = 0,002$; $\eta_p^2 = 0,18$), por sua vez a FC média apresentou diferença marginal ($F_{1,50} = 3,40$, $p = 0,071$; $\eta_p^2 = 0,06$). Este resultado demonstra que o GNP apresentou maior VFC quando comparados ao GEP, assim como a frequência cardíaca de repouso mais baixa, destacando o comprometimento do SNA pelo excesso de peso, principalmente do ramo parassimpático (Figura 2).

Figura 2: Representação da média e erro padrão das variáveis do Domínio do Tempo, nos dois grupos avaliados.

GEP: Grupo excesso de peso; GNP: Grupo normopeso; Média dos iRR: Média dos intervalos RR normais; FC: Frequência Cardíaca; RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças de sucessivos intervalos RR; SDNN: desvio padrão da média de todos os intervalos RR ao longo de um período; pNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com uma diferença de duração maior do que 50 milissegundos; * $p \leq 0,05$ ** $p > 0,05$ e $< 0,1$.

3.2.2 Domínio da frequência

Para índices do Domínio da Frequência, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para o índice de baixa frequência (LF) n.u. ($F_{1, 50} = 14,04$, $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,21$), índices de alta frequência (HF) n.u. ($F_{1, 50} = 13,98$, $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,21$), HF ms^2 ($F_{1, 50} = 17,79$, $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,26$) e Relação LF/HF ($F_{1, 50} = 13,38$, $p = 0,001$; $\eta_p^2 = 0,21$), não foram encontrados efeitos para LF ms^2 . De forma similar aos resultados no domínio do tempo, os indivíduos do GNP apresentaram maior VFC quando comparados ao GEP, salientando a predominância de um desequilíbrio simpatovagal para o GEP (Figura 3).

Figura 3: Representação da média e erro padrão das variáveis do Domínio da frequência, nos dois grupos avaliados.

GEP: Grupo excesso de peso; GNP: Grupo normopeso; LF: Low frequency (baixa frequência); HF: High frequency (alta frequência); LF/HF: razão entre baixa e alta frequências; ms²: milissegundos ao quadrado; u.n.: unidades normalizadas; * $p \leq 0,05$.

3.2.3 Plot de Poincaré e Flutuações Depuradas de Tendências (DFA)

Na análise quantitativa do Plot de Poincaré (Figura 4), foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em todas as variáveis, SD1 ($F_{1,50} = 14,07$, $p < 0,001$; $\eta_p^2 = 0,22$), SD2 ($F_{1,50} = 8,99$, $p = 0,004$; $\eta_p^2 = 0,15$) e SD1/SD2 ($F_{1,50} = 5,94$, $p = 0,018$; $\eta_p^2 = 0,10$). Esse achado indica que o GNP apresentou maior VFC quando comparados ao GEP, marcado principalmente pela redução de SD1, que indica a predominância parassimpática.

Com relação aos resultados das Flutuações Depuradas de Tendências, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos nos índices de curto prazo - α_1 ($F_{1,50} = 5,49$, $p = 0,023$; $\eta^2 = 0,09$) e de longo prazo - α_2 ($F = 4,18$, $p = 0,046$; $\eta^2 = 0,07$), não foram encontrados efeitos para α_1/α_2 . Esse resultado também demonstra maior VFC no GNP, como

observado abaixo os índices α_1 e α_2 apontam valores mais próximos de 1 no GEP e quando o coeficiente de α está próximo de 1, caracteriza um indivíduo saudável.

Figura 4: Representação da média e erro padrão das variáveis do Plot de Poincaré e das flutuações depuradas de tendências (DFA), nos dois grupos avaliados.

GEP: Grupo excesso de peso; GNP: Grupo normopeso; SD1: Desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento-a-batimento; SD2: Desvio-padrão a longo prazo de intervalos R-R contínuos; SD1/SD2: Razão entre desvio padrão instantâneo e de longo prazo; α_1 : Componente de curto prazo; α_2 : Componente de longo prazo; α_1/α_2 : Razão entre componente de curto e longo prazo; * $p \leq 0,05$.

3.2.4 Dinâmica Simbólica (DS)

Foi encontrado efeito marginal entre os grupos apenas para o índice de Shannon ($F_{1, 50} = 3,43$, $p = 0,070$; $\eta_p^2 = 0,06$). Não houveram diferenças significativas para os demais índices (0V%, 1V%, 2LV%, 2UV%). Os valores apresentados na Figura 5 apontam apenas a tendência de maior VFC no GNP, representada pela complexidade analisada pelo índice de Shannon, embora não tenha sido estatisticamente significativa.

Figura 5: Representação da média e erro padrão dos valores descritivos da dinâmica simbólica, nos dois grupos avaliados.

GEP: Grupo excesso de peso; GNP: Grupo normopeso; Shannon: grau de complexidade da distribuição das amostras de um sinal; 0V: sem variações; 1V: uma variação; 2LV: 2 variações iguais; 2ULV: 2 variações diferentes; ** $p > 0,05$ e $< 0,1$.

3.2.5 Gráfico de Recorrência (RP)

Os índices do Gráfico de Recorrência estão apresentados na Figura 6. Foi encontrado diferença significativa entre os grupos para o índice Determinismo ($F_{1, 50} = 4,89$, $p = 0,032$; $\eta_p^2 = 0,08$) e efeito marginal para os índices Taxa de Recorrência ($F_{1, 50} = 3,35$, $p = 0,073$; $\eta_p^2 = 0,06$) e Entropia ($F_{1, 50} = 3,14$, $p = 0,082$; $\eta_p^2 = 0,05$). Tendo em vista que o gráfico de recorrência é uma técnica que quantifica recorrências de um sistema dinâmico, ou seja, a complexidade do sistema, pode-se notar que o GEP apresentou maiores valores comparados ao GNP.

Figura 6: Representação da média e erro padrão dos valores dos índices do Gráfico de recorrência, nos dois grupos avaliados

GEP: Grupo excesso de peso; GNP: Grupo normopeso; Rec: Taxa de recorrência; Det: Determinismo; Ent: Entropia; * $p \leq 0,05$ ** $p > 0,05$ e $< 0,1$.

3.2.6 Correlações

Foi realizado o teste de correlação para verificar se há relações estatísticas que envolva dependência entre os índices RMSSD e HF da VFC e as variáveis independentes. Foi encontrada correlação negativa moderada no GNP entre RMSSD e Idade ($r = -0.398$, $p = 0,015$), e no GEP correlação negativa moderada entre RMSSD e circunferência abdominal ($r = -0.321$, $p = 0,043$), não foram encontradas correlações entre as demais variáveis.

DISCUSSÃO

Neste estudo, foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para as variáveis antropométricas, metabólicas e cardiovasculares. Em relação a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), houve diferença significativa para as variáveis no domínio de tempo, frequência, Plot de Poincaré e gráfico de recorrência, demonstrando que o GEP apresentou menor variabilidade quando comparados ao GNP. Desta forma, esses achados sugerem que as crianças com excesso de peso avaliadas apresentaram prováveis prejuízos em seu controle autonômico cardíaco. Estudos como o de Dias (2018) também descrevem tais alterações envolvendo a VFC em crianças com excesso de peso, e os autores justificam que esta alteração pode ser decorrente do excesso de gordura e anormalidades do controle metabólico (DIAS, 2018).

Não houve diferença significativa para os parâmetros bioquímicos ao comparar o GEP e o GNP, apresentando-se dentro da normalidade em ambos os grupos, porém, é de extrema importância considerar que existem evidências científicas que abordam o desenvolvimento de alterações bioquímicas em crianças com excesso de peso ao longo da vida, e que esta pode ser um dos principais fatores de risco para complicações cardiovasculares. Ao observar os valores das variáveis bioquímicas é notório que, mesmo dentro da normalidade, ambos os grupos tinham valores muito próximo ao limite de normalidade, levantando um aspecto que merece atenção também para o GNP, pois demonstram também estar sujeitos a futuras alterações. Portanto, enfatiza-se a necessidade de análise dessas variáveis nesta população e da necessidade de elaboração de intervenções para manutenção desta, diminuindo os riscos futuros (VARDA, 2020).

Dentre os parâmetros antropométricos, como era esperado, foi encontrado valores alterados no GEP para as variáveis de peso, altura, IMC /idade, circunferência abdominal (CA), percentual de gordura corporal e pregas cutâneas. Valores de índice de massa corpórea elevados também foram encontrados na literatura, e correlacionam-se com o aumento de chances para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, além disso, é considerado preditor de disfunção autonômica cardíaca (CHO et al., 2017). Para redução do IMC considera-se a prática regular de atividade física (POETA et al., 2013).

As crianças analisadas foram avaliadas e pareadas quanto ao nível de atividade física pelo questionário PAQ-C, em ambos os grupos, cerca de 70% dos participantes eram sedentários, ou seja, o fato de não serem praticantes de atividade física de intensidade moderada favorece o aumento do ganho de peso e consequentemente reflete em seu IMC. Portanto, até mesmo os indivíduos considerados normopeso podem desenvolver uma mudança nas condições

antropométricos, metabólicas e bioquímicas no futuro em consequência ao sedentarismo. Para isso, faz necessário orientações e atenção também para este grupo (VILCHIS-GIL et al., 2015).

Em relação as medidas de CA, o GEP também apresentou valores elevados. A CA é uma importante variável a ser avaliada quando se trata de crianças com excesso de peso, pois esta medida é capaz de analisar de forma indireta a adiposidade central, além disso, está relacionada ao risco para o desenvolvimento de doenças associadas à obesidade (ESCRIVÃO, 2011). De acordo com o estudo de Patnaik et al. (2017), que avaliaram crianças eutróficas e também com sobrepeso/obesidade detectadas por meio do IMC, descrevem que os valores para a CA obtiveram a média de 70,75 cm para meninos e 69,25 cm para meninas. Com base nesses resultados, pode-se observar que o GEP apresentou média superior ao exposto no estudo citado. Além disso, valores elevados de CA em crianças e adolescentes podem estar associados a alterações metabólicas, como a resistência insulínica, dislipidemias, hipertensão arterial e ao risco cardiovascular futuro (PATNAIK et al., 2017).

Com base nos achados, ao considerar os valores de percentual de gordura corporal, pode-se pressupor que o acúmulo excessivo de gordura provoca alterações na regulação autonômica cardíaca, causada pela associação entre tecido adiposo e sistema nervoso autônomo (JEZDIMIROVIC et al., 2017). Yadav et al. (2017) associaram a obesidade aos índices da variabilidade da frequência cardíaca, relataram que o desequilíbrio de gordura é um fator muito importante, visto que o sistema nervoso autônomo controla parte das funções internas do corpo e quando o percentual de gordura está acima do normal no organismo o risco de doenças aumentam.

Outro aspecto importante que deve ser mencionado, são as medidas de pregas cutâneas das regiões bicipital, tricipital, abdominal, subescapular e supra ilíaca, pois sabe-se que os usos de indicadores relacionados à distribuição de gordura corporal na infância, assim como as medidas de pregas cutâneas, são mais sensíveis que o IMC para crianças de 6 a 10 anos (ESCRIVÃO, 2011). Neste contexto, o estudo de Miguel-Etayo et al. (2014), também avaliou as pregas cutâneas tricipitais, bicipitais, subescapulares e suprailíaca em adolescentes com obesidade e concluíram que a soma dessas medidas compõe o percentual de massa gorda, este índice possui alta sensibilidade para alterações dos estoques de gordura corporal e isso o torna um índice interessante para avaliação do estado nutricional (MIGUEL-ETAYO et al., 2014).

Dentre os parâmetros metabólicos, foi encontrado diferença significativa entre GEP e GNP para a variável de TMB, sendo esta elevada no GEP. Esta variável representa a soma do gasto energético diário de tecidos e órgãos, além de depender da composição corporal e de poder ser expressa em massa livre de gordura e massa gorda. Verificar com precisão a TMB

em indivíduos com excesso de peso, é de extrema importância para elaboração de uma terapia adequada, pois ela fornece a base para atingir o nível desejado de energia (WAHRLICH, 2001). Neste sentido, os resultados de Lazzer et al. (2014), corroboram com os achados deste estudo, no qual as crianças obesas avaliadas apresentaram maiores valores de gasto energético, explicado pelo fato de que o tecido adiposo pode secretar leptina, que por sua vez, aumentam o gasto energético. Além disso, o sistema nervoso simpático pode contribuir para vários aspectos do gasto energético, incluindo na TMB (LAZZER et al., 2014).

Em relação aos parâmetros cardiovasculares, foi encontrado diferença significativa entre os grupos para PAS e PAD, porém, ao analisar tais valores é notório que se encontram dentro da normalidade, considerando os valores de referência (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 2016). O estudo de Araújo et al. (2019) descreve que também não houve diferenças significativas para pressão arterial, perfil glicêmico e lipídico, porém em outra população, em adultos obesos. Mediante ao exposto, no presente estudo, também não foram encontradas diferenças significativas para os parâmetros bioquímicos de glicemia e colesterol total, sugerindo que a obesidade isolada não é suficiente para prejudicar a modulação autonômica cardíaca e contrapondo-se assim aos demais estudos (ARAÚJO et al., 2019). Porém, é importante salientar que vários estudos descrevem acerca do comprometimento cardíaco provocados pela PA elevada e associam também outros fatores que podem influenciar o desempenho autonômico cardíaco como a idade avançada, o tempo de exposição e grau de obesidade, hemodinâmica, estresse oxidativo e marcadores inflamatórios, o que não foi verificado neste estudo (PRASTOWO, HARYONO 2020).

Os resultados obtidos no presente estudo por meio dos índices da VFC no domínio do tempo, mostraram que as crianças com excesso de peso analisadas apresentaram reduções significativas nos índices Média dos iRR, SDNN que representam a modulação global e RMSSD e PNN50 que estão relacionados com a modulação parassimpática, sugerindo comprometimento no controle autonômico cardíaco. Vários estudos presentes na literatura abordam atividades simpáticas e parassimpáticas reduzidas em crianças com excesso de peso e correlacionam com complicações cardiovasculares e com a diminuição da expectativa de vida (SANTOS & BORGES 2018). E neste contexto, o estudo de Moraes (2016) descreve que a disfunção autonômica cardíaca em crianças obesas, deve-se à uma maior modulação simpática e um detrimento vagal, o que corrobora com os achados deste estudo evidenciado pela redução dos índices RMSSD e pNN50. E, Plaza-florido et al. (2019) também encontraram em 107 crianças com sobrepeso e obesidade menores valores nos parâmetros de VFC, que indicavam a atividade parassimpática (MORAES, 2016; PLAZA-FLORIDO, 2019).

De acordo com os índices no domínio da frequência, o índice LF representa componente de baixa frequência e corresponde a modulação global, com predominância do sistema simpático. Já o índice HF representa o componente de alta frequência e corresponde a atuação do sistema vagal. Além dos valores brutos de LF e HF, também são obtidos os valores normalizados, que são calculados a partir dos valores brutos e expressos em porcentagem ou decimal. A razão obtida entre alta e baixa frequência é mais conhecida como relação LF / HF e usada para representar o balanço simpatovagal, ou seja, o equilíbrio entre os sistemas. O valor dessa razão deve ser aproximadamente 1, sendo que valores elevados indicam predominância simpática e sua diminuição parassimpática (HEATHERS,2014).

Deste modo, os achados neste domínio demonstram que o GEP apresenta um desequilíbrio do balanço simpatovagal, representado pelo aumento do índice LF (n.u) e diminuição do HF (n.u), além disso, a relação LF/HF apresentou sua razão próximo de 2, confirmando o desequilíbrio e predomínio de atuação simpática. Nesse sentido, Freitas et al. (2014) avaliaram a disfunção autonômica cardíaca de crianças e adolescentes obesos normotensos e também verificaram comprometimentos no balanço simpatovagal, representado pelo aumento da razão LF/HF. Do mesmo modo, o estudo de Kauffman et al. (2007) também confirma os achados, no qual adolescentes obesos apresentaram a banda HF (n.u) reduzidas, enquanto a banda LF (n.u) e a razão LF/HF estavam aumentadas. As pesquisas citadas anteriormente, sugerem ainda que as alterações no controle autonômico cardíaco podem ser justificadas pelos níveis de leptina, à resistência insulínica, ao aumento do estresse oxidativo e da inflamação provocados pela obesidade (KAUFFMAN et al.,2007; FREITAS et al.,2014). Esses mecanismos são responsáveis pela hiperativação simpática, com maior risco cardiovascular (FREITAS et al.,2014).

Dentre os métodos não lineares, para análise quantitativa do Plot de Poincaré foi encontrado diferença significativa em todas as variáveis, sendo elas: o índice SD1 que representa um índice de registro de curta duração da variabilidade batimento a batimento, e corresponde a influência parassimpática. O índice SD2 que representa a VFC em registros de longa duração e corresponde a influência de ambos os sistemas. E a relação SD1/SD2 que mostra a razão entre curta e longa duração (VANDERLEI et al., 2009).

Foram encontrados valores reduzidos de SD1 nas crianças com excesso de peso avaliadas, indicando que a atividade parassimpática está reduzida, porém, a redução de SD2 e de sua razão sugerem que a variabilidade global da frequência cardíaca também está sendo influenciada. Vanderlei et al. (2009) também encontraram valores reduzidos dos índices geométricos de SD1 e SD2 em crianças obesas e associaram ao risco de desenvolvimento de

morbimortalidades, principalmente se relacionados a outros fatores de risco. Yadav et al. (2017) também encontraram evidências em relação as variáveis do Plot de Poincaré, no qual SD1 manteve-se significativamente menor no grupo obeso, fato que afirma os nossos achados e demonstra que a obesidade provoca um aumento no risco de distúrbios cardiovasculares, em consequência da redução parassimpática (MORAES, 2016).

Estudos recentes têm incentivado a utilização da teoria do caos, pois acredita-se que pode descrever melhor a natureza complexa do sistema cardiovascular (SEN, MCGILL, 2018). Isso é apoiado ao observar que os mecanismos reguladores desse sistema podem interagir de maneira não linear. Mediante isso, as Flutuações Depuradas de Tendência (DFA) é um método promissor pois pode ser útil na diferenciação de dados saudáveis e patológicos. O DFA quantifica as escalas fractais de curto e longo prazo, sendo o expoente de escala de curto prazo (11 batimentos ou menos) - α_1 e expoente de escala de longo prazo (maior que 11 batimentos) - α_2 . Quando o coeficiente de α está próximo de 1, caracteriza um indivíduo saudável, mas quando o coeficiente estiver próximo de ($\alpha = 1,5$) ou ($\alpha = 0,5$) podem representar um sinal de disfunção cardíaca (SEN, MCGILL, 2018).

As flutuações depuradas de tendência têm sido utilizadas também para investigar crianças acima do peso, e o índice de α_1 reduzido pode ser considerado um preditor fractal de mortalidade (SEN, MCGILL, 2018). No entanto, houve diferença significativa entre os grupos tanto para α_1 quanto para α_2 , porém, ambos se apresentaram dentro dos valores de normalidade. Além disso, não representando necessariamente que um grupo foi pior que outro, provado pela razão estabelecida entre eles que não houve diferença significativa. No estudo de Carvalho et al. (2018), o índice fractal de curto prazo α_1 não diferiu entre os grupos, porém em adultos obesos e com peso normal, portanto, os índices de α_1 e α_2 não pareceram sensíveis para detectar disfunções autonômicas cardíacas nestas populações (CARVAHO et al., 2018).

A dinâmica simbólica é uma metodologia não linear que busca analisar o índice de complexidade e entropia, usado para avaliar a VFC em várias populações. A análise simbólica reflete os aspectos simpáticos e parassimpáticos da modulação cardíaca respectivamente pelos índices 0V% e 2ULV% (MOURA-TONELLO et al., 2019). Em discordância com os demais estudos, os achados não apresentaram diferenças significativas entre os grupos nas variáveis de 0V%, 1V%, 2LV% e 2ULV%. O estudo de Oliveira et al. (2018) que comparou a análise simbólica, porém em adultos jovens com Diabetes Mellitus tipo 1, observaram redução de 2LV%, que reflete modulação simpática e parassimpática, com predomínio parassimpático. Resultado semelhante foi observado no estudo de Moura-Tonello et al. (2019) quando mostrou que em indivíduos diabéticos, havia uma redução de 2LV% e um aumento de 0V%, o que reflete

a atividade simpática (OLIVEIRA et al.,2018; MOURA-TONELLO et al.,2019).

No presente estudo, houve diferença significativa marginal, apenas para o índice de entropia de shanon, utilizado para quantificar a complexidade das flutuações da frequência cardíaca (OLIVEIRA et al., 2018). Esse resultado sugere que talvez as variáveis desta análise não foram tão sensíveis quanto as lineares, porém se relacionarmos as outras variáveis analisadas como a entropia de shanon, pode-se notar que a complexidade autonômica parece ter sido influenciada nessa população (MOURA-TONELLO et al., 2019). O estudo de Silva et al. (2017), concluiu que após comparar a análise espectral com a dinâmica simbólica, a potência de alta frequência em valores absolutos foi a medida mais confiável para avaliar a modulação parassimpática (SILVA et al., 2017).

A análise da recorrência é uma técnica não linear que quantifica a contagem e período de recorrências de um sistema dinâmico. Os gráficos de recorrência são feitos medindo diversos índices, dentre eles: Taxa de recorrência (% REC), Determinismo (% DET) e Laminaridade (% LAM). A Taxa de recorrência é calculada simplesmente contando os pontos pretos do gráfico. O determinismo foi desenvolvido para determinação minimalista do sinal. Em um gráfico, os pontos diagonais representam a dinâmica de repetição do sinal. A laminaridade é definida como a proporção de pontos de recorrência que constituem linhas verticais no gráfico, representa dinâmica aleatória no sinal (SINGH et al., 2019).

Em relação aos resultados obtidos por meio da análise de recorrência, foram encontrados valores elevados para o GEP, apresentando diferença significativa para o índice DET e efeito significativo marginal para os demais índices. Javorka et al. (2016), em seu estudo analisou a VFC de jovens obesos por meio da análise de quantificação de recorrência e concluiu que as variáveis também se apresentaram significativamente maiores em indivíduos obesos, além disso, acredita-se que são capazes de detectar precocemente anormalidades no controle autonômico cardíaco. Estudos envolvendo a quantificação de recorrência são escassos na literatura, e requerem maior investigação por se tratar de um método que busca compreender a complexidade do sistema (JAVORKA et al., 2016).

Os indivíduos desse estudo foram submetidos a um período de jejum durante 12 horas para análise da glicemia e colesterol total, com privação de alimentos e bebidas estimulantes do SNA. Com o desenvolvimento do trabalho, surgiu a hipótese de que este período de privação poderia ter influenciado no momento na VFC. Ao buscar na literatura por respostas, Schulz et al. (2015) após analisarem 20 mulheres saudáveis durante um período de 18 horas de privação de alimentos, sugere que a curto prazo a privação de alimentos altera representação cortical de sinais visceral-aférentes originados do sistema cardiovascular

refletindo em uma maior frequência cardíaca e contratilidade, bem como menor VFC (SCHULZ et al., 2015).

Dados os resultados apresentados anteriormente, abordagens no estilo de vida, como exercícios associados a reeducação alimentar, com foco na melhoria da modulação autonômica cardíaca são recomendados, a fim de prevenir eventos cardiovasculares e o desenvolvimento de doenças crônicas (CARVALHO, 2018). Intervenções que inibam o sistema nervoso simpático, desafiando sua adaptabilidade é o tipo de terapêutica utilizada para contrariar os efeitos da obesidade em crianças. Essas mudanças podem ser alcançadas por meio de terapêuticas que envolva a perda de peso e controle de parâmetros metabólicos, alcançados com treinamentos aeróbicos e aumento do nível de atividade física (CARVALHO, 2018). Em resumo, este estudo mostra-se de grande relevância para clínicos e pesquisadores, afim de direcionar tratamentos voltados a essa população que promovam a melhora da modulação autonômica.

4 CONCLUSÃO

Ressalta-se que foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para variáveis antropométricas e metabólicas, sem alteração nos dados bioquímicos de glicemia e colesterol total. De acordo com os índices lineares (domínio de Tempo e Frequência) e não lineares da VFC (Plot de Poincaré e Gráfico de Recorrência) o grupo excesso de peso apresentou menor variabilidade quando comparados ao grupo normopeso. Desta forma, é notório que as crianças com excesso de peso avaliadas, apresentaram alterações em diversas variáveis importantes que estão amplamente relacionadas ao sistema nervoso autônomo, sugerindo comprometimento precoce da função autonômica cardiovascular.

Portanto, conclui-se que o aumento dos dados antropométricos e metabólicos, predispõe crianças a impactos na saúde cardíaca, diminuindo sua resposta autonômica e consecutivamente diminuindo a variabilidade da frequência cardíaca, o que pode contribuir para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares na vida adulta, mesmo estas crianças não apresentando alterações bioquímicas (glicemia e colesterol total). Porém, faz-se necessário estudos que avaliem estes elementos em crianças com taxas bioquímicas elevadas. Além disso, medidas que visem a intervenção nesta população com excesso de peso devem ser adotadas como forma de prevenção de agravos futuros.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Jaqueline A., et al. Isolated Obesity Is Not Enough to Impair Cardiac Autonomic Modulation in Metabolically Healthy Men. **Research quarterly for exercise and sport**, 2019, 90.1: 14-23.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). **Diretrizes brasileiras de obesidade**. Abeso, São Paulo, 2016.
- AUBERT, André E.; SEPS, Bert; BECKERS, Frank. Heart rate variability in athletes. **Sports medicine**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- BERGMANN, Gabriel G, et al. Índice de massa corporal para triagem de fatores de risco para doenças cardiovasculares na infância. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 55, n. 2, p. 114-20, 2011.
- BIRCH, Samantha L.; DUNCAN, Michael J.; FRANKLIN, Craig. Overweight and reduced heart rate variability in British children: An exploratory study. **Preventive medicine**, v. 55, n. 5, p. 430-432, 2012.
- BITTENCOURT, Marcelo I, et al. Avaliação da função autonômica na cardiomiopatia hipertrófica. **Arq Bras Cardiol**, v. 85, n. 6, p. 388-96, 2005.
- BRASIL. Orientações para a coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional-SISVAN. 2011.
- CABRERA TFC et al. Analysis of the prevalence of overweight and obesity and the level of physical activity in children and adolescents of a southwestern city of São Paulo. **Journal of Human Growth and Developmental**. 2014; 24.1: 67-66
- CARVALHO, Livia P., et al. Metabolic syndrome impact on cardiac autonomic modulation and exercise capacity in obese adults. *Autonomic Neuroscience*, 2018, 213: 43-50.
- CARVALHO, T. Dias et al. Índices geométricos de variabilidade da frequência cardíaca na doença pulmonar obstrutiva crônica. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 17, n. 6, p. 260-265, 2011.
- CHO, Yoon H. et al. Higher body mass index predicts cardiac autonomic dysfunction: A longitudinal study in adolescent type 1 diabetes. **Pediatric diabetes**, v. 19, n. 4, p. 794-800, 2018.
- CROCKER, P. R. et al. Measuring general levels of physical activity: preliminary evidence for the Physical Activity Questionnaire for Older Children. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 29, n. 10, p. 1344-1349, 1997.
- DE MIGUEL-ETAYO, Pilar, et al. Anthropometric indices to assess body-fat changes during a multidisciplinary obesity treatment in adolescents: EVASYON Study. *Clinical Nutrition*, 2015, 34.3: 523-528.

DIAS, André R. L. et al. Higher blood pressure and lower cardiac vagal activity in obese young individuals in supine and seated position. **Journal of clinical and translational research**, v. 3, n. 3, p. 328, 2018.

ESCRIVÃO, Maria Arlete Meil Schimith. Diagnóstico de obesidade e síndrome metabólica na criança e no adolescente. *Rev. méd. Minas Gerais*, 2011, 48-51.

FISKUM, Charlotte et al. Nonlinear heart rate variability as a discriminator of internalizing psychopathology and negative affect in children with internalizing problems and health controls. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 561, 2018.

FREITAS, Isabelle M.G., et al. Disfunción autonómica cardíaca en niños y adolescentes obesos normotensos. **Revista Paulista de Pediatria**, 2014, 32.2: 244-249.

FRIEDEMANN, Claire et al. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. **Bmj**, v. 345, p. e4759, 2012.

FUNTIKOVA, Anna N. et al. Impact of diet on cardiometabolic health in children and adolescents. **Nutrition journal**, v. 14, n. 1, p. 118, 2015.

GODOY, Moacir F.; TAKAKURA, Isabela T.; CORREA, Paulo R. Relevância da análise do comportamento dinâmico não-linear (Teoria do Caos) como elemento prognóstico de morbidade e mortalidade em pacientes submetidos à cirurgia de revascularização miocárdica. **Arq Ciênc Saúde**, v. 12, n. 4, p. 167-71, 2005.

HEATHERS, James AJ. Everything Hertz: methodological issues in short-term frequency-domain HRV. **Frontiers in physiology**, v. 5, p. 177, 2014.

JAVORKA, Michal, et al. Heart rate and blood pressure control in obesity—how to detect early dysregulation. **Clinical physiology and functional imaging**, 2016, 36.5: 337- 345

JEZDIMIROVIC, Tatjana, et al. Does body fat percentage predict post-exercise heart rate response in non-obese children and adolescents. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, 2017, 30.6: 629-633.

KAUFFMAN CL, Kaiser DR, Steinberger J, Kelly AS, Dengel DR. Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. **Obesity (Silver Spring)** 2007; 15:1164-71.

LAKENS D. Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: a practical primer for t-tests and ANOVAs. **Front Psychol**. 2013; 4:863

LAZZER, S., et al. Prediction of basal metabolic rate in obese children and adolescents considering pubertal stages and anthropometric characteristics or body composition. **European journal of clinical nutrition**, 2014, 68.6: 695-699.

LOHMAN TG, Roche AF, Martorell R. Anthropometric standardization reference manual. **Champaign: Human Kinetics**; 1988.

LUKASKI, Henry C. Methods for the assessment of human body composition: traditional and new. **The American journal of clinical nutrition**, v. 46, n. 4, p. 537-556, 1987

MORAES, Fernanda R. Obesidade infantil: fatores de risco perinatais, obesidade central, maturação sexual e análises linear e não linear da modulação autonômica da frequência cardíaca. 2016.

MOURA-TONELLO, Sílvia C.G. et al. Evaluation of Cardiac Autonomic Modulation Using Symbolic Dynamics After Cardiac Transplantation. **Brazilian journal of cardiovascular surgery**, v. 34, n. 5, p. 572-580, 2019.

NISKANEN, Juha-Pekka et al. Software for advanced HRV analysis. **Computer methods and programs in biomedicine**, v. 76, n. 1, p. 73-81, 2004.

OLIVEIRA, Elaine A. et al. Influência do Diabetes Tipo 1 na Análise Simbólica e Complexidade da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Jovens Adultos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 2018, 111.1: 94-101.

PATNAIK, Lipilekha et al. Validating neck circumference and waist circumference as anthropometric measures of overweight/obesity in adolescents. **Indian pediatrics**, v. 54, n. 5, p. 377-380, 2017.

PLAZA-FLORIDO, Abel, et al. The role of heart rate on the associations between body composition and heart rate variability in children with overweight/obesity: The ActiveBrains project. **Frontiers in physiology**, 2019, 10: 895.

POETA LS, Duarte MFS, Caramelli B, Jorge M, Giuliano ICB. Efeitos do exercício físico e da orientação nutricional no perfil de risco cardiovascular de crianças obesas. **Rev Assoc Med Bras** 2013; 59.1:56-63.

PRASTOWO, Nawanto Agung; HARYONO, Ignatio Rika. Elevated blood pressure and its relationship with bodyweight and anthropometric measurements among 8–11-year-old Indonesian school children. **Journal of Public Health Research**, v. 9, n. 1, 2020.

PUMPRLA, Jiri et al. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **International journal of cardiology**, v. 84, n. 1, p. 1-14, 2002.

RIBEIRO, Jorge Pinto; MORAES FILHO, Ruy Silveira. Variabilidade da frequência cardíaca como instrumento de investigação do sistema nervoso autônomo. **Rev. bras. hipertens**, v. 12, n. 1, p. 14-20, 2005.

SANTOS, Pábula Oliveira dos; BORGES, Grasiely Faccin. Cardiac autonomic modulation in obese and eutrophic children: systematic review and metaanalysis. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 20, n. 3, p. 352-362, 2018.

SANTOS-MAGALHAES, Andre F. et al. Heart rate variability, adiposity, and physical activity in prepubescent children. **Clínical Autonomic Research**, v. 25, n. 3, p. 169-178, 2015.

SCHULZ, André, et al. Short-term food deprivation increases amplitudes of heartbeat-evoked potentials. **Psychophysiology**, 2015, 52.5: 695-703.

SEN, Jonathan; MCGILL, Darryl. Fractal analysis of heart rate variability as a predictor of mortality: a systematic review and meta-analysis. **Chaos: An Interdisciplinary Journal of Nonlinear Science**, v. 28, n. 7, p. 072101, 2018.

SILVA, Luiz Eduardo V, et al. Comparison between spectral analysis and symbolic dynamics for heart rate variability analysis in the rat. **Scientific reports**, 2017, 7.1: 1-8.

SIMÃO, A. F. et al. I Diretriz brasileira de prevenção cardiovascular. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 101, n. 6, p. 1-63, 2013.

SINGH, Vikramjit et al. A unified Nonlinear approach based on recurrence quantification analysis and approximate entropy: application to the classification of heart rate variability of age-stratified subjects. **Medical & biological engineering & computing**, v. 57, n. 3, p. 741-755, 2019.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, et al. Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial. **Rev. bras. hipertens**, 2016, 13.4: 260-312.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2017-2018. **São Paulo**, 2017.

SPOSITO, Andrei C. et al. IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose: Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 88, p. 2-19, 2017.

ŠTEFAN, Lovro; KASOVIĆ, Mario; ZVONAR, Martin. Association between the levels of physical activity and plantar pressure in 6-14-year-old children. **PeerJ**, 2020, 8: e8551.

VANDERLEI, Luiz Carlos M, et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular/Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, n. 2, p. 205-217, 2009.

VANZELLA, Laís M, et al. Complexity of autonomic nervous system function in individuals with COPD. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 44, n. 1, p. 24-30, 2018.

VARDA, Nataša M, MEDVED, Martina; OJSTERŠEK, Laura. The associations between some biological markers, obesity, and cardiovascular risk in Slovenian children and adolescents. **BMC pediatrics**, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2020.

VILCHIS-GIL, Jenny et al. Food habits, physical activities and sedentary lifestyles of eutrophic and obese school children: a case-control study. **BMC public health**, v. 15, n. 1, p. 124, 2015.

WAHRLICH, Vivian; ANJOS, Luiz Antonio dos. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p. 801-817, Aug. 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Tenfold increase in childhood and adolescent obesity in four decades: new study by Imperial College London and WHO. **Saudi Medical Journal**, v. 38, n. 11, p. 1162-1163, 2017.

YADAV, Ram L, et al. Association between obesity and heart rate variability indices: an intuition toward cardiac autonomic alteration—a risk of CVD. **Diabetes, metabolic syndrome and obesity: targets and therapy**, 2017, 10: 57.

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Andreza Dias de Almeida, realizo uma pesquisa intitulada de Caracterização da variabilidade da frequência cardíaca em crianças eutróficas e com excesso de peso.

Essa pesquisa tem como objetivos: avaliar o perfil antropométrico, metabólico, nível de atividade física, variabilidade da frequência cardíaca e tarefa motora através da realidade virtual.

Para tanto, gostaria que você participasse desta pesquisa, na qual me comprometo a seguir a Resolução CNS 466/12, relacionada à Pesquisa com Seres Humanos, respeitando o seu direito de:

- 1- Ter liberdade de participar ou deixar de participar do estudo, sem que isso lhe traga algum prejuízo ou risco,
- 2- Manter o seu nome em sigilo absoluto, sendo que o que disser não lhe resultará em qualquer dano à sua integralidade,
- 3- Interromper a participação na pesquisa caso se sinta incomodado (a) com a mesma,
- 4- Responder as questões levantadas pelo pesquisador (a) caso seja solicitado (a) para uma entrevista, onde será marcado um local na instituição, horário e data em que possa se sentir mais confortável,
- 5- Garantia de receber uma resposta a alguma dúvida durante ou após a participação na pesquisa.

Esclareço-lhe que ao participar dessa pesquisa, poderá ocorrer risco mínimo de queda da cadeira e de escorregar durante as tarefas (no caso de não cadeirantes), entretanto, sempre haverá um pesquisador que tomará os devidos cuidados para que isso não ocorra, e não será realizado nenhum procedimento que traga desconforto ao paciente.

Esclareço-lhe ainda que o tempo estimado de sua participação será de 30 minutos.

A sua participação nesta pesquisa ajudará a responder várias perguntas sobre como pessoas com deficiência conseguem ou não fazer algum movimento. Estes dados irão ajudar vários familiares e deficientes a entender melhor as dificuldades de movimento.

Este Termo de Consentimento será emitido em duas vias, sendo que uma via ficará em poder do pesquisador e a outra em poder do participante.

Deixo telefone para contato: (18) 99612-9804 – Andreza Dias e o endereço do CEP-EACH-USP no rodapé deste impresso, para que possa obter mais esclarecimentos ou informações sobre o estudo e sua participação.

Grato (a) pela atenção

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____.

Assinatura do sujeito de pesquisa (ou responsável legal)

Identificação do CEP-EACH-USP: Endereço: Av. Arlindo Bétio, 1000 – Ermelino Matarazzo – CEP: : 03828-00005508-000 – São Paulo – SP - Telefone: 3091-1046 e-mail: cep-each@usp.br

ANEXO B – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**Título do Projeto: CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM CRIANÇAS EUTRÓFICAS E COM EXCESSO DE PESO**

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que envolve avaliações como: peso, altura, IMC/idade, circunferência abdominal, percentual de gordura e pregas cutâneas abdominais. Além disso, serão avaliados também os níveis glicêmicos e de colesterol, nível de atividade física e perfil cardiometabólico através do uso da variabilidade da frequência cardíaca. Ao final, você participará de jogos sérios com uso de realidade virtual em computador. Seus pais ou responsáveis já permitiram que você participe.

Os participantes dessa pesquisa têm de 6 a 10 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir. Portanto, uma pesquisa como esta avaliará sua condição física e sua saúde, e todos seus resultados serão apresentados em forma de carta á seus pais, sendo de extrema importância.

Os jogos sérios criam desafios divertidos para serem superados com movimentos do corpo, braços e mãos. Os jogos reconhecem os movimentos dos seus braços e mãos e transformam em dados importantes, como velocidade, tempo de reação total, posição de alcance do objetivo do jogo e salva estes dados para análises futuras.

A sua participação irá ajudar com informações que nos permitirão identificar quanto das características de cada indivíduo influenciam na execução das tarefas e na obtenção do objetivo de cada jogo, permitindo que profissionais da saúde possam ajudar na reabilitação de outras pessoas que possuem alguma deficiência nos braços ou nas mãos.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa, não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. “Os resultados da pesquisa vão ser publicados, mas sem identificar os participantes da pesquisa”. Quando terminarmos a pesquisa poderemos deixar estes jogos para serem usados por qualquer pessoa que queira treinar suas habilidades de forma divertida.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar sou à pesquisadora **Andreza Dias**. Eu escrevi os telefones na parte de baixo desse texto. Você irá preencher um questionário e jogar com o computador. Você será auxiliado pelo (a) pesquisador (a) _____ e você não precisa ter

nenhum conhecimento prévio dos jogos que são divertidos e desafiadores. Os jogos podem demorar aproximadamente 30 minutos.

Você irá jogar em uma sala reservada com a presença apenas dos pesquisadores e profissionais qualificados para ajudar você. Se você sentir qualquer desconforto pode pedir para parar e será auxiliado pelos profissionais responsáveis.

Andreza Dias de Almeida
Fone: (18) 99612-9804
E-mail: andrezadfisio@hotmail.com

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DA CRIANÇA DA PESQUISA:

Eu,

_____, tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa **CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM CRIANÇAS EUTRÓFICAS E COM EXCESSO DE PESO**, entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir que ninguém vai ficar furioso. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e li e concordo em participar da pesquisa.

_____, _____ de _____ 20____

Assinatura da Criança participante

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Artes, Ciências e Humanidades Universidade de São Paulo. Av. Arlindo Bértio, 1000 Ermelino Matarazzo São Paulo - SP CEP: 03828-000. Informações: INFORMAÇÕES: CEP EACH TELEFONE: 3091-1046 EMAIL: CEP-EACH@USP.BR ATENDIMENTO: SEGUNDA A SEXTA-FEIRA, DAS 10H ÀS 12H E DAS 14H ÀS 16H. LOCALIZAÇÃO: SALA T14 - I1.