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

MIRIELI OLIVEIRA GUEDES

**Variabilidade da frequência cardíaca de crianças com excesso de peso após intervenção
com exergames**

São Paulo

2020

MIRIELI OLIVEIRA GUEDES

**Variabilidade da frequência cardíaca de crianças com excesso de peso após
intervenção com exergames**

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

Guedes, Mirieli Oliveira

Variabilidade da frequência cardíaca de crianças com excesso de peso após intervenção com exergames / Mirieli Oliveira Guedes ; orientador, Alessandro Hervaldo Nicolai Ré. – 2020
59 f.

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. Fisiologia do exercício. 2. Frequência cardíaca - Variação. 3. Obesidade. 4. Crianças. 5. Jogos de computador. 6. Exercício físico. I. Ré, Alessandro Hervaldo Nicolai, orient. II. Título

CDD 22.ed. – 612.044

Nome: GUEDES, Mirieli Oliveira

Título: Variabilidade da frequência cardíaca de crianças com excesso de peso após intervenção com exergames

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 este trabalho primeiramente a DEUS, minha família, em especial á minha mãe
Fátima e a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por toda sabedoria, discernimento, inteligência e força que me concedeu neste período.

À minha família, principalmente minha mãe Fátima e meu padrasto Edilson, por terem dado vida e a oportunidade de ser quem eu sou hoje. Por ter feito o possível e o impossível para o meu crescimento pessoal, e por me ensinar a nunca me submeter a escolhas que ultrapassem meus valores éticos como ser humano e nunca aceitar menos que eu mereça. E o principal por ter passado e enfrentado tudo junto a mim, mesmo de longe.

À minha irmã Francieli por estar presente em minha vida e me dar dois presentes maravilhosos, Enzo e Helena, que me motivaram ainda mais nos meus propósitos.

Ao meu noivo Luis Henrique, por ter passado tudo junto a mim e ter me ensinado como enfrentar todo obstáculo que viesse a aparecer em meu caminho. Agradeço por todo apoio, incentivo, dedicação comigo sempre e principalmente por não ter deixado que desistisse.

Aos meus amigos que estiveram presentes comigo em todos momentos.

A minha amiga Andreza, que passou comigo por todo o processo do mestrado, desde as aulas de inglês, e se não estivéssemos juntas, as coisas seriam mais difíceis.

Ao meu orientador Prof, Dr, Alessandro, por confiar no presente estudo e dar todo o suporte necessário.

Ao grupo Pater USP, por toda colaboração e auxílio durante todo o mestrado, em especial ao Prof. Dr. Carlos Monteiro e as amigas de grupo Me. Íbis Ariana Peña de Moraes e Dr. Talita Dias, que ajudaram em tudo que foi possível e impossível.

À Prof. Dra. Deborah, que ensinou tudo sobre pesquisa científica, passou todo seu conhecimento e que vem sendo inspiração e dando todo suporte necessário desde a graduação. E a Prof. Dra. Maria Tereza por todo auxílio e dedicação sempre.

E finalmente, a EACH USP, pela oportunidade concedida e todo aprendizado recebido.

“Buscai em primeiro lugar o Reino de Deus e a sua justiça e todas estas coisas vos serão dadas em acréscimo. Não vos preocupeis, pois, com o dia de amanhã: o dia de amanhã terá as suas preocupações próprias. A cada dia basta o seu cuidado”

(BÍBLIA, Mateus, 6, 33-34)

RESUMO

GUEDES, Mirieli Oliveira. **Variabilidade da frequência cardíaca de crianças com excesso de peso após intervenção com exergames**. 2020. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Versão Original.

O sobrepeso e a obesidade associados ao sedentarismo podem causar alterações anatomofuncionais com maior risco de desenvolvimento de alterações cardiometabólicas, inclusive na população pediátrica, as quais necessitam de intervenção multiprofissional precoce. Neste sentido, este estudo teve como objetivo analisar a influência de uma intervenção com exergames nos parâmetros antropométricos, bioquímicos, metabólicos e cardiovasculares de crianças com excesso de peso. Foram avaliados 20 indivíduos de ambos os sexos, com média de idade de $9,62 \pm 0,91$ anos, com diagnóstico clínico de excesso de peso. Foi realizada avaliação de parâmetros antropométricos: peso, altura, índice de massa corporal (IMC), circunferência abdominal (CA), pregas cutâneas nas regiões supra-iliaca, subescapular, bíceps e tríceps e percentual de gordura corporal; bioquímicos: colesterol total e glicemia; metabólicos: taxa metabólica basal (TMB) e bioimpedância; cardiovasculares: pressão arterial (PA) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC) durante uma atividade de interceptação do movimento, utilizando o software MoveHero. A análise da VFC ocorreu em três momentos: repouso (M1), atividade (M2) e recuperação (M3). Em seguida iniciou-se a intervenção por meio de jogos do estilo serious games, com aparelho XBOX 360 one, cujo pacote de jogos utilizado foi o do Kinect *Adventures*® com os jogos: corredeiras, salão de ricochetes e cume dos reflexos, sendo captada a frequência cardíaca (FC) a cada cinco minutos. Foram realizadas 20 sessões, duas vezes na semana, com duração de 60 minutos. Para reavaliação, foram coletados os mesmos dados da avaliação. Já para a avaliação da FC durante a intervenção foi considerada a fórmula de Karvonen ($FC_{máxima} = 220 - idade$) e foram submetidos à ANOVAs para medidas repetidas. Para análise estatística, utilizou-se o teste *t* pareado entre a avaliação e reavaliação. Na análise de VFC foram submetidas a MANOVA, com fator 2 (avaliação e reavaliação) por 3 (M1, M2 e M3). Eta ao quadrado parcial (η_p^2) foi reportado para mensurar o tamanho do efeito e interpretado como pequeno, médio ou grande. As comparações *post hoc* foram realizadas com o teste LSD (*Least Significant Difference*), sendo considerada significância estatística quando $p < 0,05$. Ao analisar os resultados, nos parâmetros antropométricos foram encontradas diferenças significativas na porcentagem de gordura ($p = 0,020$), prega cutânea de bíceps direito ($p = 0,039$) e esquerdo ($p = 0,049$). Em relação aos

parâmetros bioquímicos e metabólicos não foram encontrados efeitos significativos. Nos parâmetros cardiovasculares encontrou-se efeito significativo na pressão arterial sistólica ($p=0,014$). Já em relação à VFC, não foram encontradas diferenças nesta população com a intervenção executada, fato que pode ser justificado pelo tempo de intervenção ou pelo diagnóstico dos indivíduos. Deste modo, o uso de exergames como estratégia terapêutica é viável em crianças com excesso de peso, impactando positivamente nos preditores de saúde, e consequentemente, auxiliando na prevenção de doenças futuras. Porém, é necessária atenção ao tempo de execução da intervenção, além da necessidade da associação de orientação e acompanhamento de uma equipe multidisciplinar de saúde.

Palavras-chave: Obesidade Pediátrica. Exercício. Metabolismo. Frequência Cardíaca. Jogos de Vídeo.

ABSTRACT

Guedes, Mirieli Oliveira. **Heart rate variability in overweight children after intervention with exergames.** 59 p. Dissertation (Master of Science) – School of Arts, Sciences and Humanities, University of São Paulo, São Paulo, Defense Year. Type version Original.

Overweight and obesity associated with sedentary lifestyle can cause anatomical and functional changes with a higher risk of developing cardiometabolic changes, including in the pediatric population, which require early multiprofessional intervention. In this sense, the present study aimed to analyze the influence of an intervention with exergames on the anthropometric, biochemical, metabolic and cardiovascular parameters of overweight children. Twenty individuals of both sexes, with a mean age of 9.62 ± 0.91 years, with a clinical diagnosis of overweight were evaluated. Anthropometric parameters were evaluated: weight, height, body mass index (BMI), waist circumference (WC), skin folds in the supra-iliac region, subscapularis, biceps and triceps and percentage of body fat; biochemicals: total cholesterol and blood glucose; metabolic: basal metabolic rate (BMR) and bioimpedance; cardiovascular: blood pressure (BP) and heart rate variability (HRV) during a movement interception activity, using the MoveHero software. The HRV analysis occurred in three moments: rest (M1), activity (M2) and recovery (M3). Then, the intervention started with serious games style games, with an XBOX 360 device, whose game package used was Kinect Adventures® with the games: rapids, ricochet and top of reflections, with the heart rate (HR) being captured at each five minutes. Twenty sessions were held twice a week, lasting 60 minutes. For the reassessment, the same evaluation data were collected. For the assessment of HR during the intervention, the Karvonen formula ($\text{maximum HR} = 220 - \text{age}$) was considered and they were subjected to ANOVAs for repeated measures. For statistical analysis, the paired t-test between assessment and reassessment was used. In the HRV analysis, they were submitted to MANOVA, with factor 2 (evaluation and reevaluation) by 3 (M1, M2 and M3). The partial squared Eta (η^2) was reported to measure the size of the effect and interpreted as small, medium or large. Post hoc comparisons were performed using the LSD test (Least Significant Difference), with statistical significance when $p < 0.05$. In the analysis of the results, in the anthropometric parameters significant differences were found in the percentage of fat ($p = 0.020$), skin fold of the right ($p = 0.039$) and left ($p = 0.049$) biceps. Regarding biochemical and metabolic parameters, no significant effects were found. Cardiovascular parameters found a significant effect on systolic blood pressure ($p = 0.014$). Regarding HRV, no differences were found in this population with the intervention performed, a fact that can be justified by the time of

intervention or by the individuals' diagnosis. Thus, the use of exergames as a therapeutic strategy is feasible in overweight children, positively impacting health predictors and, consequently, helping to prevent future diseases. However, attention is needed to the time of execution of the intervention, in addition to the need for the association of guidelines and monitoring of a multidisciplinary health team.

Keywords: Pediatric Obesity. Exercise. Metabolism. Heart Rate. Video Games.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento do estudo	16
Figura 2 – Representação da média e erro padrão das variáveis do domínio do tempo, na avaliação e reavaliação	26
Figura 3 – Representação da média e erro padrão das variáveis do domínio da frequência, na avaliação e reavaliação	28
Figura 4 – Representação da média e erro padrão das variáveis do plot de poincaré e das flutuações depuradas de tendências (dfa), na avaliação e reavaliação	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da amostra	15
Tabela 2 – Médias e desvio padrão de parâmetros antropométricos analisados na amostra.....	23
Tabela 3 – Médias e desvio padrão da mensuração das pregas cutâneas dos indivíduos da amostra.....	23
Tabela 4 – Médias e desvio padrão de parâmetros bioquímicos e metabólicos dos indivíduos da amostra	24
Tabela 5 – Médias e desvio padrão do parâmetro cardiovascular de pressão arterial dos indivíduos da amostra.....	24

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Frequência cardíaca durante os dias de treinamento em realidade virtual	34
Gráfico 2 – Percentual atingido da frequência cardíaca máxima em cada jogo realizado durante os dias de treinamento em realidade virtual.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CA	Circunferência Abdominal
cm	Centímetros
D	Direita
E	Esquerda
FC	Frequência Cardíaca
FCT	Frequência Cardíaca de Treinamento
HF	Alta Frequência
IMC	Índice de Massa Corporal
kg/m ²	Quilograma por metro quadrado
LF	Baixa Frequência
m	Metros
ms ²	Milissegundos ao Quadrado
mmHg	Milímetros de Mercúrio
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PAQ-C	Physical Activity Questionnaire for Children
Pnn50	Porcentagem das diferenças sucessivas do intervalo R-R cujo valor absoluto excede 50ms.
RMSSD	Raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes.
SDNN	Desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo.
SD1	Desvio-padrão da variabilidade instantânea batimento-a-batimento
SD2	Desvio-padrão a longo prazo de intervalos R-R contínuos Sigla/abreviatura
SD1/SD2	Razão entre desvio padrão instantâneo e de longo prazo
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
TA	Termo de Assentimento
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TMB	Taxa Metabólica Basal

u.n.	Unidades Normalizadas
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	17
2.OBJETIVO	20
3.MÉTODOS.....	21
3.1 ASPECTOS DE NATUREZA ÉTICA E DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	21
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	21
3.3 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO.....	22
3.4 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS	23
3.5 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS.....	24
3.6 PARÂMETROS METABÓLICOS.....	25
3.7 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES.....	25
3.7.1 PRESSÃO ARTERIAL	26
3.7.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	26
4.INTERVENÇÃO	28
4.1 PARÂMETRO ANALISADO.....	29
5.ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
6.RESULTADOS	30
6.1 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	31
6.1.1 Domínio do tempo	32
6.1.2 Domínio da frequência.....	33
6.1.3 Plot de Poincaré	34
6.1.4 Correlações	35
6.2 FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A INTERVENÇÃO	36
7.DISSCUSSÃO	37
8.CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS	45
ANEXOS	56

1 INTRODUÇÃO

O sobrepeso e a obesidade são causados principalmente pelo excesso de calorias consumidas associadas ao comportamento sedentário (CABRERA *et al.*, 2014). A obesidade tende a ter início na infância e é caracterizada como uma doença crônica, não transmissível, resultante do desequilíbrio entre a energia ingerida e a utilizada, de origem multifatorial, que leva á alterações funcionais, bioquímicas e estruturais do corpo, caracterizadas pelo acúmulo excessivo de gordura nos tecido, sob a forma de triglicerídeos (CIGARROA, SARQUI, ZAPATA, 2016; LINHARES *et al.*, 2016).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) publicou um relatório “Estatísticas Mundiais de Saúde 2012”, o qual é possível dimensionar a problemática representada pela obesidade e sobrepeso no mundo. Segundo o relatório, a cada ano morrem no mundo cerca de 2,8 milhões de pessoas devido ao sobrepeso e à obesidade (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE, 2012). No Brasil, pesquisas realizadas em 2008 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, verificaram que uma em cada três crianças com idade entre cinco e nove anos estão com peso acima do recomendado pelo Ministério da Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006; RADOMINSKI, 2011) e apenas 29% destas crianças em fase escolar atingiram o nível recomendado (> 300 minutos/semana) de realizações de atividades físicas, e quase dois terços (61,8%) possuem comportamentos sedentários (LUCIANO *et al.*, 2016).

De acordo com Porto *et al.* (2019), a obesidade apresenta risco para a saúde, pelo fato de contribuir para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares, além de colaborar para o desenvolvimento de hipercolesterolemia e complicações crônicas, destacando aquelas relacionadas à síndrome metabólica. Estudos (FUNTIKOVA *et al.*, 2015; FÜSSENICH *et al.*, 2016), relatam que crianças obesas possuem maior risco de um perfil cardiometabólico adverso, além de apresentarem menor condicionamento físico, o que está associado entre os maiores fatores de risco para doenças cardiovasculares. (SILVEIRA *et al.*, 2016; CAYRES *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2017). Este risco para doenças cardiovasculares está associado a um aumento nos marcadores inflamatórios e o desequilíbrio no sistema nervoso autônomo (SNA), sendo que ele é responsável pelo controle de uma parte significativa das funções internas do corpo, o desequilíbrio do mesmo é um fator negativo importante e consequentemente leva à uma diminuição da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) (VANDERLEI *et al.*, 2010; MIRANDA *et al.*, 2014).

A VFC representa as alterações na frequência cardíaca que são normais e esperadas, e indicam a habilidade do coração em responder aos múltiplos estímulos fisiológicos e

ambientais, bem como compensar desordens induzidas por doenças (VANDERLEI *et al.*, 2010). Com isso, a VFC baixa em crianças e adolescentes está associada com maiores níveis de pressão arterial (FARAH *et al.*, 2014) e também a obesidade abdominal, caracterizando assim, uma redução da atividade parassimpática com predominância da atividade simpática no SNA desses indivíduos (TAŞÇILAR, *et al.*, 2011; BAUM *et al.*, 2013).

Nesta temática, destaca-se como intervenção, a prática regular de atividade física, com aumento na execução das tarefas do cotidiano, incluindo atividades orientadas com treinamento, pois há a necessidade de se estabelecer atividades físicas apropriadas, considerando que proporcionam benefícios à saúde (FENG *et al.*, 2018) e consequente redução de comportamentos sedentários (VAN DER BERG *et al.*, 2017) e a redução de riscos cardiovasculares (LUCIANO *et al.*, 2016).

As crianças com excesso de peso tendem à permanecer um maior tempo em casa, reforçando assim os hábitos sedentários que requerem pouca movimentação, e assim, permanecendo mais tempo em atividades com o uso da tecnologia (aplicativos, jogos e vídeos em celulares, computadores e tablets) (BOYLE, CONNOLLY, HAINEY, 2011; CILLERO, JAGO, 2010; REZENDE *et al.*, 2014;). A fim de tornar esta tecnologia aliada no processo contra o sedentarismo e a obesidade, torna-se cada vez mais comum a utilização de jogos virtuais que estimulem a prática de atividade física (LORENZO, BRACCIALLI, ARAÚJO, 2015).

Atribui-se a eficácia da realidade virtual associada com atividade física, ao fato de que os movimentos recrutados aprimoram a motricidade global, que é essencial para as atividades da vida diária, esportiva e, conseqüentemente melhora a qualidade de vida dos praticantes (ROWLAND *et al.*, 2016). Essas atividades com o uso da tecnologia e seus jogos são capazes de oferecer ao praticante um ambiente mais dinâmico e, conseqüentemente, uma atividade mais atrativa, principalmente na faixa etária infantil, com atividades que estimulam o desenvolvimento sensorial, motor e proprioceptivo (OTERO E BOTELHO, 2010).

Os “exergames” (junção das palavras “exercício” e “jogo”) são utilizados em diversos tratamentos para fazer referência a jogar videogame com atividade física, com isso podendo ajudar a reduzir o sedentarismo de seus praticantes, pois estes tendem a possuir dificuldades para se adaptar a exercícios regulares (ROWLAND *et al.*, 2016). Além disso, os exergames, têm sido extensivamente investigados (BIDDISS, IRWIN, 2010) em relação ao gasto energético (WHITE *et al.*, 2011; SMALLWOOD *et al.*, 2012; READING *et al.*, 2013), respostas de frequência cardíaca (FC) (HUANG *et al.*, 2017), intensidade (MCNARRY e MACKINTOSH, 2016) e seus benefícios cognitivos (ANDERSON-HANLEY *et al.*, 2016).

Os efeitos dos exergames são benéficos para o SNA, pois reduzem a atividade simpática e aumentam a atividade vagal, que é crucial para reduzir o risco de doenças cardiovasculares (DIAS *et al.*, 2017; FERIANI *et al.*, 2017). Oliveira *et al.* (2017) em uma recente revisão sistemática, mostra que o aumento do nível de atividade física moderada e intensa tem se mostrado eficaz para uma melhora na função do SNA e consequentemente na VFC em crianças e adolescentes (SHARMA *et al.*, 2015).

Diante desse cenário, fazem-se necessários estudos que possam avaliar dados antropométricos, bioquímicos, metabólicos e a VFC antes e após serem submetidos a uma intervenção com a utilização de exergames, além de monitorar o comportamento da FC durante a prática da atividade por realidade virtual.

2 OBJETIVO

Analisar a influência de uma intervenção com exergames nos parâmetros antropométricos, bioquímicos, metabólicos e cardiovasculares de crianças com excesso de peso.

3 MÉTODOS

3.1 ASPECTOS DE NATUREZA ÉTICA E DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo de ensaio clínico de tratamento, longitudinal, controlado-não randomizado, com braço único, o qual apresenta o número de CAAE: 94506318.1.0000.5390. Foi realizado em uma clínica de Fisioterapia de uma cidade do Oeste Paulista, sendo que as crianças participantes foram encaminhadas de escolas públicas que participavam de um projeto de extensão de uma universidade, com a amostra composta por ordem de procura do tratamento.

Deste modo, aqueles pais ou responsáveis que permitiram e concordaram com a realização do projeto, assinaram a autorização de participação do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) de seus filhos, posteriormente, foi realizada a assinatura do termo de assentimento (TA) pela própria criança.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Foram incluídas 20 crianças de oito a 11 anos de idade, de ambos os sexos, sendo oito crianças do sexo feminino e 12 do masculino, com diagnóstico nutricional de excesso de peso, o qual foi feito no projeto de extensão realizado pela universidade, e que apresentassem liberação médica para realização de atividade física orientada, sendo excluídas crianças com doenças respiratórias ou metabólicas diagnosticadas previamente a avaliação, e que utilizassem medicamentos influenciadores da atividade autonômica cardíaca.

Na Tabela 1 apresenta-se a caracterização da amostra por meio da idade cronológica, sexo e alguns dados antropométricos (peso, altura, IMC), sendo que algumas variáveis apresentaram média de: idade de $9,62 \pm 0,91$ anos, peso $58,94 \pm 13,93$ Kg, altura $1,48 \pm 0,09$ m e IMC $26,61 \pm 4,07$ kg/m². Além disso, também está demonstrada a pontuação do PAQ-C (Physical Activity Questionnaire for Children), que consiste em uma avaliação do nível de atividade física realizada por meio de um questionário, o qual é composto por nove questões direcionadas à prática de atividade física, seja esta de lazer ou prática de esportes nos últimos sete dias anteriores a avaliação. Depois de realizado o questionário, as respostas são codificadas mediante a uma escala de medida crescente de um a cinco pontos, assim é realizada uma média de todas as questões. A pontuação de um a três indica baixa atividade física, ou seja, um indivíduo sedentário, enquanto uma pontuação

de quatro e cinco indica alta atividade física, um indivíduo ativo (GUEDES, 2015). Deste modo, no presente estudo a média da pontuação obtida no PAQ-C foi de $2,65 \pm 0,75$ pontos, sendo assim classificados 15 participantes como sedentários e cinco como ativos, notando assim uma tendência dessa população ao sedentarismo.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

Indivíduos	Idade	Sexo	Peso (Kg)	Altura (m)	IMC (Kg/m²)	PAQ-C (p)
1	10,08	F	40,9	1,33	23,23	2,02
2	10,16	F	40,7	1,4	20,76	4,14
3	8,5	F	60,5	1,51	26,53	2
4	8,91	M	42	1,34	23,46	3,73
5	9,25	M	60,3	1,48	27,53	2,68
6	8,75	M	49,2	1,41	24,84	1,66
7	10,5	M	66,8	1,42	33,23	3,89
8	10,25	M	61,9	1,51	27,14	3,83
9	8,25	M	56,8	1,5	25,24	2
10	9,83	F	48,2	1,42	23,98	3,2
11	9,6	F	39,7	1,48	19,16	2,99
12	9,16	F	59,7	1,42	29,7	2,85
13	9,25	M	64,2	1,46	30,14	2,87
14	9,33	F	56,8	1,5	25,24	2,52
15	10,08	M	60,3	1,53	25,76	2,13
16	10,5	M	60,2	1,55	25,08	2,54
17	11,16	M	60,2	1,55	25,08	2,13
18	11,58	M	76,8	1,69	26,94	2,71
19	10,08	M	97	1,62	37,02	1,51
20	8,25	F	40,4	1,33	22,95	2,55

IMC, índice de massa corporal; PAQ-C, Physical Activity Questionnaire for Children; Kg, quilogramas; m, metros; Kg/m², quilogramas por metro quadrado; p, pontos; M, Masculino; F, Feminino.

3.3 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

O protocolo deste estudo verificou diversos elementos da amostra, inicialmente foram avaliados parâmetros antropométricos: peso, altura, circunferência abdominal (CA), pregas cutâneas e porcentagem de gordura corporal (% gordura). Também foram avaliados parâmetros bioquímicos: glicemia e colesterol e parâmetros metabólicos: taxa metabólica basal (TMB) e bioimpedância.

Por fim, parâmetros cardiovasculares: pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC) e variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Durante a captação da VFC foi utilizado uma atividade virtual, realizado em um computador, no qual foram avaliados

três momentos: repouso (M1), atividade (M2) e recuperação (M3). Posteriormente foi feita a intervenção por meio de exergames, onde foi captada a FC durante toda a atividade.

Figura 1 – Delineamento do estudo

3.4 PARÂMETROS ANTROPOMÉTRICOS

Para a verificação de alteração de peso dos indivíduos e para constatar se os mesmos estavam com o perfil de acordo com a idade, foram avaliadas algumas variáveis, como o peso (balança digital, Plenna[®], Brasil), para qual a criança foi orientada a utilizar roupas leves, estar em posição ortostática, pés descalços e braços posicionados ao longo do corpo. Já para a verificação da altura (fita métrica, Coats Corrente[®], China), o indivíduo era posicionado com os pés descalços e juntos, com a região posterior do corpo e cabeça em contato com uma parede lisa, na qual foi posta uma fita métrica fixada a partir de um metro do chão (CABRERA *et al.*, 2014). Sendo estes parâmetros utilizados pela comunidade científica, por serem indicadores de obesidade (SANTOS *et al.*, 2019).

Para o cálculo do índice de massa corporal (IMC) foi utilizado a fórmula $IMC = \text{peso (Kg)} / \text{altura}^2 \text{ (m)}$ (SIGULEM, DEVINCENZI, LESSA, 2008), o qual é classificado pelo Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (BRASIL, 2011) em: magreza acentuada, correspondente ao percentil $< 0,1$; magreza, entre $\geq 0,1$ a < 3 ; eutrofia no intervalo do percentil ≥ 3 a ≤ 85 ; sobrepeso, percentil > 85 a ≤ 97 ; obesidade, percentil > 97 a $\leq 99,9$ e obesidade grave, correspondente ao percentil $> 99,9$.

Para análise do acúmulo de gordura abdominal, foi verificada a circunferência abdominal (CA), a qual é mensurada com a utilização de uma fita métrica (Coats Corrente®, China), com capacidade de 150 centímetros (cm), posicionada sobre a cicatriz umbilical, em torno do abdômen de forma que ficasse justa. A criança foi posicionada em pé, abdômem relaxado, braços estendidos ao longo do corpo e pés unidos (DIRETRIZES BRASILEIRAS DE OBESIDADE, 2016).

A avaliação das pregas cutâneas foi realizada por meio de um adipômetro (Cescor® , Brasil), com mensuração nas seguintes regiões: supra-ilíaca, subescapular, bíceps e tríceps, por meio de três repetições seguidas de cada prega, sendo obtido a média dos valores das mesmas. A verificação da prega cutânea do tríceps foi realizada na face posterior do braço, com cotovelo fletido a 90°, sendo coletada a medida no sentido vertical. A prega bicipital foi marcada no sentido longitudinal na região anterior, no local de maior circunferência do músculo. As subescapulares foram mensuradas de acordo com os arcos costais, sendo localizados dois cm abaixo do ângulo inferior da escápula. Já a prega supra-ilíaca foi obtida da metade da distância entre a última costela e a crista ilíaca, para realização dessa medida é necessário que se estenda o braço, visto que, a medida é retirada obliquamente (MACHADO, 2008; XAVIER, 2013; PEREIRA *et al.*, 2015).

Para análise da composição corporal foi utilizado o aparelho de bioimpedância Body Fat Analyser BF 906 (Maltron®, Reino Unido), para quantificar o percentual de gordura corporal (% de gordura). O indivíduo foi posicionado deitado em posição supina, com membros inferiores abduzidos a 45° e os membros superiores abduzidos em 30° (para evitar contato dos membros com o tronco) e sem uso de metais para não causar interferências. Os eletrodos passaram por assepsia com álcool 70%, e foram colocados na base do terceiro dedo e outro pouco acima da articulação do punho, próximo ao processo estilóide da mão direita e na base do terceiro dedo do pé direito um pouco acima da articulação do tornozelo entre os maléolos. Os valores são determinados pelo próprio aparelho de acordo com dados de cada indivíduo como sexo, peso, altura e idade (LUKASKI, 1987).

3.5 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS

Do mesmo modo que foram analisados os preditores clássicos da saúde para a antropometria, também foram utilizados parâmetros bioquímicos, os quais são os mais utilizados para avaliação de obesidade infantil (LIMA, *et al.*, 2019), sendo eles, colesterol

total e glicemia. Ambos foram avaliados neste estudo por meio das análises das coletas do dedo de colesterol total e glicemia (coletados com criança em jejum de oito horas). Para a coleta do dedo, inicialmente o avaliador paramentou-se com luvas e jaleco para o manuseio dos materiais, sendo necessário que a criança permanecesse sentada para a realização da assepsia do dedo, com utilização de álcool 70% e algodão, a coleta do sangue capilar foi efetuada na falange distal do segundo dedo do indivíduo (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

As coletas do dedo analisaram a taxa de colesterol total e de glicemia por meio da leitura no aparelho (Accutrend® Plus Roche, Suíça) e de glicemia no Optium Xceed (Abbott®, Argentina). Foram considerados os valores para colesterol total e glicemia sendo considerados os valores elevados a partir de ≥ 160 mg/dl, e 100 mg/dl respectivamente (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES, 2017-2018).

3.6 PARÂMETROS METABÓLICOS

Para que tivéssemos uma análise mais detalhada dos parâmetros metabólicos, foi analisada a taxa metabólica basal (TMB), a qual se obtém pelo aparelho de bioimpedância, citado no item 3.4. Os achados foram analisados de acordo com os valores de referência da Associação Brasileira de Neurologia (2011).

Nos parâmetros metabólicos foi avaliada a TMB, que consiste em uma taxa mínima de energia consumida e necessária para sustentar todas as funções celulares e corresponde de 60% a 70% do total de gasto energético diário nos indivíduos (SANTOS, 2018) e a impedância que é caracterizada pela oposição oferecida pelo corpo a passagem da corrente elétrica, o que é inversamente relacionada com o conteúdo de água e eletrólitos do corpo (TANG, RIDOUT e MODI, 1997), ambas foram avaliadas por meio da bioimpedância.

3.7 PARÂMETROS CARDIOVASCULARES

Para avaliação dos parâmetros cardiovasculares, orientou-se as famílias que as crianças não consumissem bebidas estimulantes do sistema nervoso autônomo (SNA), como café, chá, refrigerante e achocolatado, além de terem no mínimo oito horas de sono antecedente a avaliação. Também foram necessários alguns cuidados, como controle da temperatura, umidade e ruído no local da avaliação.

Durante a avaliação, o indivíduo encontrava-se ativo, o qual foi submetido a uma atividade de interceptação de movimento, por meio de um software denominado MoveHero (CROCETTA *et al.*, 2018). O software apresenta esferas que emergem da parte superior da tela do computador, em quatro colunas imaginárias, com músicas escolhidas pelo avaliador. A tarefa é do tipo de tempo coincidente; sendo necessária a reação do jogador utilizando os membros superiores e não deixando as bolas passarem dos alvos fixos. As esferas devem ser interceptadas apenas quando atingirem os alvos que são posicionados em dois níveis de altura, dois à esquerda e dois à direita do participante. Os indivíduos foram posicionados em pé, a uma distância de 1,5 m do monitor do computador. A mão do avatar deveria alcançar a esfera alvo junto com a chegada da bola, exigindo que o participante antecipasse o movimento (MARTINS *et al.*, 2019).

Esta atividade tinha duração de 30 minutos, sendo 10 minutos em repouso inicial (M1), antes do início da atividade, o qual o indivíduo era posicionado deitado em um colchonete, 10 minutos em atividade (M2), e após o término da tarefa, a criança era posicionada no colchonete novamente e instruída a ficar em recuperação (M3) por 10 minutos.

3.7.1 PRESSÃO ARTERIAL

As medidas de pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram coletadas três vezes, a cada cinco minutos, durante a avaliação. Foi verificada no braço esquerdo do indivíduo, o qual permaneceu em posição sentada e com o braço apoiado em cima de uma mesa. Utilizou-se um estetoscópio e um esfigmomanômetro (ambos da marca Premium[®]), que foram previamente validados para uso nesta população e os tamanhos de manguito apropriados foram escolhidos de acordo com a faixa mais ampla de idades e tamanhos corporais da amostra. Após a coleta foi realizada uma média dos valores obtidos de PAS e PAD (7ª DIRETRIZ DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2016).

3.7.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A frequência cardíaca (FC) foi captada por meio do frequencímetro Polar S810i (Polar Eletro, Kempele, Finland), equipamento previamente validado para captação dos intervalos R-R, assim como para a análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC) com a utilização da série de intervalos obtida (VANDERLEI *et al.*, 2009). Para a avaliação da modulação autonômica, a FC foi captada batimento a batimento em um

período de aproximadamente 30 minutos durante a tarefa de interceptação de movimentos (MoveHero).

Foi posicionada, no terço distal do esterno, uma cinta de captação e, no punho, um cardiofrequencímetro (Polar Electro). Os voluntários foram instruídos a manter-se em silêncio, acordados, em repouso, com respiração espontânea por 10 minutos em decúbito dorsal em um colchonete.

O padrão do comportamento da VFC foi registrado batimento a batimento durante todo o protocolo experimental. Para análise dos índices de VFC em repouso, foram utilizados 1000 intervalos R-R consecutivos, porém, durante a análise foram selecionados 256 batimentos, os quais foram incluídos no estudo. A série de intervalos R-R passou por uma filtragem manual para eliminação de batimentos ectópicos prematuros e artefatos. O programa utilizado para cálculo dos índices foi o Kubios HRV (NISKANEN *et al.*, 2004).

Dentre as variáveis que percorrem a análise da VFC, por meio dos métodos lineares, temos índices no domínio de tempo e no domínio da frequência. Os índices do domínio do tempo são compostos por intervalos R-R, que são os intervalos entre os batimentos cardíacos consecutivos, o índice SDNN (desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos, representando atividade simpática e parassimpática, porém não permite distinguir as alterações da VFC). O índice RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos, e representa a atividade parassimpática). O índice pNN50 (marcador sensível e facilmente interpretável da modulação do SNA parassimpático, definido como a porcentagem das diferenças sucessivas do intervalo R-R cujo valor absoluto excede 50ms) (PUMPRLA *et al.*, 2002; AUBERT *et al.*, 2003; BITTENCOURT *et al.*, 2005; RIBEIRO E MORAES FILHO, 2005; VANDERLEI *et al.*, 2009).

Para a análise da VFC no domínio da frequência, são analisados os componentes espectrais alta frequência e baixa frequência. O componente de alta frequência (*High Frequency* - HF), com variação de 0,15 a 0,4 Hz, corresponde à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração. Já o componente de baixa frequência (*Low Frequency* - LF), com variação entre 0,04 e 0,15 Hz, é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático (VANDERLEI *et al.*, 2009).

O Gráfico de Poincaré é um método quantitativo de análise, baseado nas mudanças da modulação simpática ou parassimpática da FC sobre os intervalos

subsequentes, sem necessidade da propriedade de estacionaridade dos dados. O Poincaré é um diagrama onde cada intervalo RR é representado como uma função de RR ($i-T$), no qual o “i” é o intervalo e “T” é um atraso pré-definido utilizado para um sinal R-R. A inspeção visual do diagrama tem sido amplamente utilizada na análise da VFC, onde o diagrama de Poincaré pode ser analisado quantitativamente para se calcular os desvios-padrão das distâncias dos intervalos RR. Estes desvios padrão são denominados de SD1 e SD2. Esta análise não requer pré-processamento ou estabilidade de dados, o que a torna especialmente interessante (GODOY, TAKAKURA E CORREA 2007).

Todos os dados dos parâmetros antropométricos, bioquímicos, metabólicos e cardiovasculares descritos acima foram reavaliados após a intervenção, para comparação de cada indivíduo.

4 INTERVENÇÃO

A atividade realizada na intervenção foi executada por meio de jogos do estilo serious games, com aparelho XBOX 360 one, (Microsoft®, EUA) com o Kinect, sendo um sensor de movimentos que possibilita uma interação com o jogador e o jogo, por meio da detecção do movimento. A criança permanecia em pé, em uma distância de aproximadamente 1,50 m de frente ao jogo projetado em uma tela plana de 40 polegadas (Semp Toshiba®, Brasil). Foram realizadas 10 sessões, com duração de 60 minutos cada, com frequência de duas vezes na semana.

O pacote de jogos utilizado foi o do Kinect *Adventures*® com os jogos: corredeiras, salão de ricochetes e cume dos reflexos, estes jogos foram escolhidos devido a exigência de mobilidade, trabalhando o deslocamento corporal e movimentos que abrangem todo o corpo, o jogo corredeiras exige algumas habilidades e movimentos do jogador, como saltar, equilíbrio, força de membros inferiores, controle de tronco, inclinação lateral de tronco com abertura de base de apoio, abaixar-se e levantar-se e controle cervical, já o jogo salão de ricochetes necessita estender os braços, sustentação dos mesmos contra a gravidade, ampla abertura de base de apoio, equilíbrio, controle de tronco, abaixar-se e levantar-se, passos laterais, inclinação lateral de tronco e controle cervical, por fim o jogo cume dos reflexos exige que o jogador possa estender os braços para frente e para cima, simular o movimento de puxar algo horizontalmente, abaixar-se, saltos contínuos e esquivar-se, movimento de remo; controle cervical, controle de tronco, inclinação frontal de tronco, equilíbrio e ampla abertura da base de apoio. Diante disso, o

jogo permite a realização de ajustes, que objetivam a facilitação do desempenho em demandas funcionais específicas, ao mesmo tempo em que outras estruturas corporais sejam exercitadas (DA SILVA *et al.*, 2017). Cada jogo tinha duração de 20 minutos e em todas as sessões seguia-se a ordem em que os jogos foram citados.

4.1 PARÂMETRO ANALISADO

Foi comprovado que as respostas cardíacas são menos eficientes em pessoas obesas ou com sobrepeso (SOUZA, 2018), diante disso, para a segurança dos indivíduos submetidos a intervenção, durante toda a atividade com os exergames foi captada a FC por meio de um Oxímetro digital (Bic®, Brasil), inicialmente foi verificada a FC em repouso de cada indivíduo e após o início dos jogos foram verificadas a FC a cada cinco minutos durante toda sessão.

Para determinar os limites da frequência cardíaca dos indivíduos durante a intervenção (MORAES *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2014), foi utilizado a frequência cardíaca máxima ($FC_{máxima} = 220 - idade$) e de treinamento por meio da fórmula de Karvonen [$FCT = (FC_{máxima} - FC_{repouso}) \times \% \text{ de treinamento} = FC_{repouso}$] (KARVONEN, 1957).

5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para avaliação da caracterização da amostra, foi realizado o teste *t* pareado entre os momentos de avaliação e reavaliação. Para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), foram consideradas como variáveis dependentes os índices de VFC. As variáveis dependentes foram submetidas a Análise Múltipla de Variâncias - Medidas Repetidas (MANOVA-MR), com fator 2 (avaliação e reavaliação) por 3 (M1, M2 e M3). 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 $> 0,14$) (SILVA-FILHO *et al.*, 2018). As comparações *post hoc* foram realizadas com o teste LSD (*Least Significant Difference*), sendo considerada significância estatística quando $p < 0,05$.

Já para a avaliação do controle da hemodinâmica durante o período de treinamento utilizou-se para análise a FC de início e fim da atividade todos os dias, e o

percentual atingido da FC máxima em cada jogo considerando a fórmula de Karvonen ($FC\text{ máxima} = 220 - idade$).

Os dados de FC e variação da frequência cardíaca diária (definida pelo Delta FC final – FC inicial de cada dia), e o percentual atingido da FC máxima em cada jogo, foram submetidos à ANOVAs para medidas repetidas.

6 RESULTADOS

De acordo com o Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional (SISVAN, Brasil, 2011), sete crianças foram classificadas com sobrepeso e 13 com obesidade. Os resultados demonstraram que na reavaliação não houve diferença significativa no índice de massa corporal (IMC) (kg/m^2) e circunferência abdominal (CA). Porém, ao analisar a % de gordura, obteve-se diferença significativa. Esses resultados não alteraram a classificação dos indivíduos. Os achados estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2: Médias e desvio padrão de parâmetros antropométricos analisados na amostra.

	Avaliação	Reavaliação	Valor de p
IMC (kg/m^2)	26,61 $\pm$ 4,07	25,15 $\pm$ 3,40	0,48
CA (cm)	89,38 $\pm$ 10,11	84,95 $\pm$ 10,52	0,41
% gordura	36,73 $\pm$ 9,10	30,43 $\pm$ 7,31	0,020*

IMC: Índice de Massa Corpórea; kg/m^2 : quilograma por metro quadrado; CA: Circunferência Abdominal; cm: centímetros; * $p < 0,05$.

Os achados referentes as pregas cutâneas estão expostos na Tabela 3 e demonstram que houve diferenças significativas em prega cutânea de bíceps direito e esquerdo na reavaliação, as demais não apresentaram efeito significativo.

Tabela 3: Médias e desvio padrão da mensuração das pregas cutâneas dos indivíduos da amostra.

	Avaliação	Reavaliação	Valor de p
Bíceps D (mm)	24,75 $\pm$ 6,23	20,53 $\pm$ 4,74	0,039*
Bíceps E (mm)	26,60 $\pm$ 5,71	22,71 $\pm$ 5,22	0,040*
Abdominal D (mm)	35,94 $\pm$ 7,15	32,29 $\pm$ 10,89	0,294
Abdominal E (mm)	36,57 $\pm$ 7,61	32,35 $\pm$ 9,93	0,220
Supra Ilíaca D (mm)	29,75 $\pm$ 6,82	30,64 $\pm$ 11,64	0,758

Supra Ilíaca E (mm)	30,12 ± 6,29	30,46 ± 11,64	0,836
Subescapular D (mm)	27,54 ± 8,19	26,20 ± 14,25	0,849
Subescapular E (mm)	28,40 ± 7,97	24,94 ± 8,60	0,362
Tríceps D (mm)	26,94 ± 6,65	24,17 ± 4,92	0,145
Tríceps E (mm)	25,92 ± 4,66	23,86 ± 4,92	0,175

D: Direita; E: Esquerda; mm: milímetros; * $p \leq 0.05$.

Como demonstrado na Tabela 4, os valores de glicemia e colesterol na avaliação já se apresentaram adequados de acordo com os valores de normalidade para a idade avaliada e com a manutenção realizada durante a intervenção, houve uma maior diminuição nestes valores. Em relação a TMB e a impedância não houve diferença significativa na reavaliação.

Tabela 4: Médias e desvio padrão de parâmetros bioquímicos e metabólicos dos indivíduos da amostra.

	Avaliação	Reavaliação	Valor de p
Glicemia (mg/dL)	94,33 ± 13,67	88,05 ± 10,38	0,15
Colesterol (mg/dL)	144,22 ± 61,04	139,85 ± 49,40	0,64
TMB (Kcal)	1524,94 ± 225,19	1525,5 ± 226,52	0,7
Impedância (R)	636,16 ± 123,04	591,7 ± 82,42	0,07

Mg/dL: miligramas por decilitro; Kcal: quilocaloria; TMB: Taxa Metabólica Basal; R: Resistência.

Em relação a pressão arterial, houve efeito significativo na PAS, já em relação a PAD os valores se mantiveram na reavaliação, como demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5: Médias e desvio padrão do parâmetro cardiovascular de pressão arterial dos indivíduos da amostra.

	Avaliação	Reavaliação	Valor de p
PAS (mmHg)	117,30 ± 10,83	107,49 ± 9,54	0,014**
PAD (mmHg)	75,36 ± 11,12	73,74 ± 8,16	0,801

PAS: Pressão Arterial Sistólica; PAD: Pressão Arterial Diastólica; mmHg: milímetros de mercúrio; * $p \leq 0.05$.

6.1 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A MANOVA foi utilizada tanto para a avaliação e reavaliação, quanto para os momentos (M1, M2 e M3), porém, não foram revelados efeitos significativos em nenhuma delas. Foram utilizadas medidas repetidas separadas (ANOVAs-MR) para índices lineares e não lineares da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), as mesmas estão relatadas nos parágrafos abaixo.

6.1.1 Domínio do tempo

Considerando os achados da avaliação e reavaliação pós intervenção, não foram encontrados efeitos significativos entre eles. Entretanto, quando avaliados os momentos (M1, M2 e M3), durante o MoveHero, foram encontrados efeitos significativos tanto na avaliação como na reavaliação para todos os índices do domínio do tempo: Média dos intervalos RR ($F_{2,12} = 22.86, p = 0.001; \eta_p^2 = 0.79$), FC média ($F_{2,12} = 12.45, p = 0.009; \eta_p^2 = 0.67$), RMSSD ($F_{2,12} = 16.28, p = 0.002; \eta_p^2 = 0.73$), SDNN ($F_{2,12} = 8.66, p = 0.016; \eta_p^2 = 0.59$) e pNN50 ($F_{2,12} = 21.09, p < 0.001; \eta_p^2 = 0.77$).

As comparações post hoc mostraram que, tanto na avaliação quanto na reavaliação, houve redução significativa da média dos intervalos RR, RMSSD, SDNN e pNN50 entre o M1 e o M2 e aumento significativo da FC média. Por sua vez, a redução da média dos intervalos RR, RMSSD, SDNN e pNN50 e aumento da FC média do M1 para o M3 foi encontrada apenas na reavaliação, sem diferenças na avaliação. Por fim, considerando o M2 e o M3, foi encontrada apenas uma tendência de redução significativa para o índice pNN50 ($p = 0.073$). Os valores tendência central e dispersão estão representados na Figura 2.

Figura 2: Representação da média e erro padrão das variáveis do Domínio do Tempo, na avaliação e reavaliação.

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 $< 0,1$.

6.1.2 Domínio da frequência

Assim como no domínio do tempo, para a avaliação e reavaliação não foram encontrados efeitos significativos no domínio da frequência, porém quando avaliados os momentos (M1, M2 e M3) foi encontrado efeito significativo para HF ms^2 ($F_{2, 12} = 10.18$, $p = 0.015$; $\eta_p^2 = 0.62$) e efeito marginal para LF u.n. ($F_{2, 12} = 4.06$, $p = 0.064$; $\eta_p^2 = 0.40$) e HF u.n. ($F_{2, 12} = 4.09$, $p = 0.063$; $\eta_p^2 = 0.40$), no entanto não foram encontrados efeitos para LF ms^2 e para LF/HF, além disso foi encontrada interação marginal entre a avaliação e reavaliação e os momentos (M1, M2 e M3) ($F_{2, 12} = 4.09$, $p = 0.063$; $\eta_p^2 = 0.40$).

Os valores tendência central e dispersão estão representados na Figura 3. As comparações post hoc mostraram que na avaliação, houve redução significativa entre o M1 e a M2 no índice HF ms^2 e redução marginalmente significativa no índice LF ms^2 , já na reavaliação houve redução significativa para os índices HF u.n., HF ms^2 e aumento significativo do LF u.n. e da relação LF/HF. Por sua vez, entre M1 e M3 foi encontrada redução significativa na reavaliação para os índices HF u.n., HF ms^2 , e aumento significativo para LF u.n., sendo que na relação LF/HF o aumento foi marginalmente

significativo. Não foram encontradas diferenças na avaliação, assim como não houve entre M2 e M3.

Figura 3: Representação da média e erro padrão das variáveis do Domínio da Frequência, na avaliação e reavaliação.

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; * $p < 0,05$.

6.1.3 Plot de Poincaré

Na análise quantitativa do Plot de Poincaré, para a avaliação e reavaliação não foram encontrados efeitos significativos, no entanto quando avaliados os momentos (M1, M2 e M3) foi encontrado efeito significativo para SD1 ($F_{2, 12} = 16.93$, $p = 0.002$; $\eta_p^2 = 0.73$) e SD2 ($F_{2, 12} = 6.62$, $p = 0.029$; $\eta_p^2 = 0.52$) e efeito marginal para SD1/SD2 ($F_{2, 12} = 4.72$, $p = 0.064$; $\eta_p^2 = 0.44$).

As comparações post hoc mostraram que na avaliação e reavaliação, ocorreram reduções significativas entre o M1 e M2 nos índices SD1 e SD2, não foram encontradas diferenças para SD1/SD2. Por sua vez entre M1 e M3 foi encontrada diferença significativa na reavaliação, para todos os índices, sendo que os índices SD1 e SD2 apresentaram redução e a relação SD1/SD2 apresentou aumento entre momentos. Por fim, considerando o M2 e o M3 nenhuma diferença foi encontrada. Os valores tendência central e dispersão estão representados na Figura 4.

Figura 4: Representação da média e erro padrão das variáveis do Plot de Poincaré e das Flutuações Depuradas de Tendências (DFA), na avaliação e reavaliação.

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; * $p < 0,05$.

6.1.4 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 na avaliação entre RMSSD e PAQ-C ($r = -0.482$, $p = 0.031$), e RMSSD e Classificação do PAQ-C ($r = -0.555$, $p = 0.011$), não foram encontradas correlações entre as demais variáveis.

6.2 FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A INTERVENÇÃO

Conforme apresentado no Gráfico 1, a ANOVA para as medidas de FC dos dias de treinamento não identificou efeito significativo, porém o post hoc identificou diferenças para a FC inicial que apresentou um aumento apenas no dia cinco, se mantendo sem alteração nos outros dias, a FC final diminuiu dos dias seis e sete para o dia 10 ($p = 0,027$ e $p = 0,046$, respectivamente). Por sua vez o Delta de FC diminuiu do dia dois para dia 10 ($p = 0,039$), do dia três para o dia 10 ($p = 0,050$) e do dia sete para dia 10 ($p = 0,025$).

Gráfico 1: Frequência cardíaca durante os dias de treinamento em realidade virtual.

Por sua vez, considerando o percentual atingido em cada jogo realizado no Kinect Adventures, a ANOVA revelou efeito significativo para o fator Jogo ($F_{2, 18} = 8,28$; $p = 0,003$, $\eta^2 = 0,47$), o post-hoc apresentou diferença significativa no percentual da FC máxima atingida entre os jogos (1. Corredeiras $M = 51,59\%$; 2. Salão de Ricochetes $M = 53,77\%$; 3. Cume de Reflexos $M = 55,15\%$; $1 \times 2 \ p = 0,007$; $2 \times 3 \ p = 0,020$; $1 \times 3 \ p = 0,001$), demonstrando que os jogos apresentaram padrão de aumento de intensidade durante os dias de intervenção. Não foi encontrado efeito para o fator Dias e interação entre Dias e Jogos (Gráfico 2).

Gráfico 2. Percentual atingido da frequência cardíaca máxima em cada jogo realizado durante os dias de treinamento em realidade virtual.

7 DISCUSSÃO

Neste estudo, foi verificado que quando crianças com sobrepeso e obesidade são submetidas a uma intervenção por meio de exergames há uma melhora na maioria das variáveis dos parâmetros antropométricos, bioquímicos, metabólicos e cardiovasculares. Estes resultados sugerem que quando o indivíduo diminui seus hábitos sedentários, a sua saúde melhora como um todo.

A análise dos parâmetros antropométricos demonstra que não houve diferença nas variáveis de índice de massa corporal (IMC) e circunferência abdominal (CA), porém, na % de gordura corporal houve diferença significativa na reavaliação. Neste sentido, após intervenção com utilização de exergames, propicia-se uma redução dos parâmetros antropométricos do indivíduo, já que que eles estimulam o jogador a praticar uma série de exercícios físicos aeróbicos (ARAGÃO, 2018).

Esses achados corroboram com o estudo de Simons *et al.* (2014), que relata que a intervenção com exergames em crianças com sobrepeso/obesidade, e pode resultar em pequenos efeitos no IMC ou no peso corporal. Oliveira *et al.* (2020), em sua revisão confirma estes achados, dizendo que exergames podem reduzir o IMC e o peso corporal de crianças e adolescentes, porém, não foram detectadas associações significativas entre essas variáveis, como no presente estudo.

Oliveira *et al.* (2020), ainda em sua revisão também relata que os exergames não foram eficazes na redução da gordura corporal e da CA de crianças e adolescentes, resultados estes que não condizem com os resultados do presente estudo o qual a CA não

modificou-se e houve uma redução significativa de % de gordura corporal. Já os achados de Maddison *et al.* (2011) e Testa *et al.* (2017), revelam que intervenções com exergames resultam em um efeito significativo do tratamento para a mudança da linha de base no porcentagem de gordura corporal de crianças com excesso de peso, achados estes que corroboram com este estudo.

Estes achados são justificados por uma revisão realizada por Dias *et al.* (2018), o qual encontrou-se que quanto maior o tempo de exposição e aplicação dos exergames, ou seja, de intervenção, maior era o interesse da criança no conteúdo e consequentemente na mudança de comportamento das crianças e em seus resultados. Bochner *et al.* (2015) em sua meta-análise confirmam que em estudos de apenas 10 a 12 semanas de duração, podem não ser o suficiente para afetar medidas antropométricas de uma criança com excesso de peso. Este fato pode explicar nossos achados, que se as crianças fossem submetidas a um tempo maior de intervenção, possivelmente todas variáveis antropométricas teriam efeitos significativos.

Com base nos achados deste estudo, ao considerar as pregas cutâneas, obteve-se diminuição significativa na reavaliação, de bíceps direito e esquerdo. Não foram encontrados na literatura achados sobre resultados significativos de pregas cutâneas bicipital após intervenção, pois o uso da prega cutânea é utilizado para estimar a gordura corporal em crianças (LOHMAN, 1987) e as que são utilizadas como referência para medidas antropométricas são as pregas cutâneas tricipital e subescapular (ANDAKI *et al.*, 2017), já que prega cutânea tricipital é considerado um indicador de gordura corporal subcutânea (FREITAS JÚNIOR *et al.*, 2008). Como mostra o estudo de Duman *et al.* (2016), que por meio de um programa de exercícios de oito semanas, observou uma diminuição altamente significativa na espessura das pregas cutâneas do tríceps em crianças com excesso de peso. Estes achados podem ser explicados por meio dos jogos utilizados, que segundo Silva *et al.* (2017), os jogos corredeiras, salão de ricochetes e cume de reflexos exigem que o jogador façam muitos movimentos de braços.

No presente estudo, antecedente a intervenção os valores de glicemia e colesterol na avaliação das crianças já apresentaram-se normais e com a manutenção realizada durante a intervenção com o uso de exergames, houve uma diminuição nestes valores. Pimentel *et al.*, também obteve os mesmo achados onde foi observado que houve uma maior diminuição no colesterol com o exercício aeróbico com auxílio do exergame, entretanto, o impacto não foi considerado estatisticamente significante. Isso se confirma por um levantamento realizado por Escalante *et al.* (2012), que relataram que programas

de exercícios aeróbicos realizados por uma média de 60 minutos, três vezes por semana, podem reduzir as concentrações de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicerídeos e glicemia, além de aumentar as lipoproteínas de alta densidade (HDL).

A prática regular de atividade física além de prevenir o excesso de peso, auxilia na prevenção ou redução da hipertensão arterial, além de estar associada a mudanças favoráveis no perfil dos lipídios e lipoproteínas no sangue e aumento na sensibilidade à insulina nos tecidos periféricos. Além disso, a prática esportiva, muito comum em crianças e adolescentes, se diferencia da atividade física habitual por envolver exercícios físicos, os quais são planejados e sistematizados com o intuito de aprimorar os componentes da aptidão física. (SILVA *et al.*, 2016.). Estudos comprovam que após crianças com excesso de peso serem expostas a atividade física há uma melhora nos índices de glicemia e colesterol total (STAIANO *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2020.) (YU *et al.*, 2020.)

Em relação aos parâmetros metabólicos, na taxa metabólica basal (TMB), mesmo as crianças já apresentando excesso de peso e obesidade na avaliação, seus valores eram altos e continuaram após a intervenção, devido a manutenção com a utilização de exergames a bioimpedância (resistência) teve efeito significativo na reavaliação. Assim como no presente estudo, Schneider e Meyer (2008) obtiveram como achados no seu estudo que crianças e adolescentes obesos quando realizam treinamento aeróbico e de força, proporciona um aumento na TMB, aumento na força e na resistência muscular. Com isso, a TBM representa uma maior porcentagem do gasto energético diário de um indivíduo, em torno de 60 a 75% do gasto energético total, sendo importante identificar formas de potencializar o seu aumento para facilitar a perda da massa corporal. Uma dessas formas é o exercício físico, que foi utilizado nesse estudo por meio dos exergames, pois é responsável por aumentar o gasto energético diário ajudando a manter ou aumentar a TMB (SCHNEIDER E MEYER, 2008).

Em relação a resistência, os valores são convertidos em estimativas de massa livre de gordura para calcular a massa gordurosa (ELLIS, 2007). Quando o indivíduo é submetido a uma atividade física moderada ou intensa, os valores de impedância podem ser alterados por diferentes mecanismos (DEHGHAN e MERCHANT, 2008), podendo aumentar o débito cardíaco e a perfusão vascular e, posteriormente, o fluxo sanguíneo para a musculatura esquelética, o que os aquece e conseqüentemente diminui a impedância (resistência) (KUSHNER *et al.*, 1996). Estes achados justificam os resultados

do presente estudo, que após a utilização de exergames houve diminuição da impedância (resistência).

Considerando a pressão arterial sistólica (PAS) e a pressão arterial diastólica (PAD), houve uma diminuição dos parâmetros em ambas na reavaliação, porém, só houve um efeito significativo na PAS. Esses resultados estão de acordo com a literatura, que indica que a intervenção por meio de atividades aeróbias é eficiente para a melhora da pressão arterial (PA). Duas possíveis explicações para tal evento são: (1) o curto tempo de intervenção e (2) a discreta redução da gordura corporal, uma vez que esse é um fator que está diretamente relacionada com a hipertensão arterial. Assim, para reduzir de maneira significativa a PA de indivíduos com excesso de peso, é necessário um tempo maior de prática de atividades físicas (BUONANI *et al.*, 2011; EVERTON DE FREITAS *et al.*, 2016). Nesse sentido, em relação aos níveis pressóricos, o efeito crônico do treinamento físico em crianças e adolescentes obesos tem sido bem evidenciado (TORRES, 2007). Poeta *et al.* (2013), encontraram em seu estudo, resultados controverso ao atual, em crianças obesas após 12 semanas de um programa de atividades físicas, que incluiu mini trampolim e hidroginástica, houve reduções nos níveis de PAD, sem alterações nos níveis de PAS, o que demonstra o potencial terapêutica do exercício de baixo impacto sobre os valores de PAD. A comparação, contudo, deve ser cautelosa em virtude das diferenças metodológicas entre eles.

Segundo Araújo *et al.* (2016) obtiveram como achados que, os altos valores de IMC e CA estão estreitamente relacionadas a aumento da PA. Portanto, em relação há outros estudos pode-se dizer que o presente estudo possui um ponto positivo por ter encontrados percentuais baixos em relação a PA e ter encontrado melhores resultados após a intervenção nos indivíduos avaliados.

Em relação a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) estudos indicam que uma frequência cardíaca variável é responsiva à maior sobrevida, a redução da VFC pode estar associada à pior saúde cardiovascular e aos desfechos. Nos últimos anos, muitos pesquisadores investigaram as implicações prognósticas da VFC em uma variedade de populações clínicas (ROUTLEDGE *et al.*, 2010).

Avaliamos as respostas da VFC induzidas por uma tarefa de computador em crianças e adolescentes com excesso de peso e obesidade. Considerando os índices do domínio do tempo, no presente estudo, somente foram encontrados efeitos significativos quando avaliados os momentos (M1, M2 e M3), durante o MoveHero, tanto na avaliação como na reavaliação para os índices: Média dos intervalos RR, FC média, RMSSD,

SDNN e pNN50. Em relação as comparações post hoc, tanto na avaliação quanto na reavaliação, houve redução significativa da média dos intervalos RR, RMSSD, SDNN e pNN50 entre o M1 e o M2 e aumento significativo da FC média. E uma redução da média dos intervalos RR, RMSSD, SDNN e pNN50 e aumento da FC média do M1 para o M3 foi encontrada apenas na reavaliação, sem diferenças na avaliação. Vanderlei *et al.* (2010) em um estudo também realizado com crianças obesas e VFC, observou uma redução significativa nos índices RMSSD, pNN50 e SDNN, do domínio do tempo, indicando assim uma diminuição da variabilidade global e da atividade tanto do SNP quanto SNS.

Esses fatos podem ser explicados por Piccirillo *et al.* (1996) que relataram que a obesidade está associada à diminuição da responsividade simpática. Indivíduos obesos apresentaram um nível de ativação pré-sináptica mais alto, conforme indicado pelos níveis plasmáticos de noradrenalina. Ao mesmo tempo, a resposta simpática pós-sináptica diminui nesses indivíduos. Pensa-se que a diminuição da reatividade simpática ao estresse seja um fator que contribui para as maiores taxas de mortalidade. Uma baixa atividade simpática também foi relatada por Peterson *et al.* (1988). Já Rossi *et al.* (1989) e Taşçilar *et al.* (2011) relataram menor função parassimpática em obesos em seus estudos.

Os achados do presente estudo nos mostram que não foram encontradas diferenças entre a avaliação e reavaliação em relação a VFC. Neste contexto, Rigoni *et al.* (2017) em sua pesquisa buscou verificar a possibilidade de ocorrência de alguma alteração no SNA após uma intervenção de 30 minutos de equoterapia, entretanto, observou-se que não houve diferença significativa entre as condições de avaliação e reavaliação após a intervenção com relação à VFC, porém, a literatura refere que uma perturbação fisiológica que afeta o SNA e pode resultar em adaptações positivas sobre a VFC, aumentando a atividade parassimpática e reduzindo a simpática no repouso (RACZAK *et al.*, 2005), e que uma única intervenção de algumas modalidades terapêuticas mostram-se eficientes para promover resultados positivos referentes a modulação autonômica cardíaca (MAIA, 1997). Os achados de Collier *et al.* (2009) corroboram com os achados anteriores, onde não foram encontradas alterações significantes nos parâmetros da VFC entre a avaliação e reavaliação.

Assim como no domínio do tempo, quando avaliados M1, M2 e M3 no domínio da frequência, somente foi encontrado efeito significativo para HF ms², tendo assim uma predominância do SNP (VANDERLEI *et al.*, 2010).

As comparações post hoc mostraram que na avaliação, houve redução significativa entre o M1 e o M2 no índice HF ms², indicando redução da atividade

parassimpática. Já na reavaliação houve redução significativa para os índices HF u.n., HF ms² e aumento significativo do LF u.n. e da relação LF/HF indicando assim variabilidade global e atividade simpática. Já entre M1 e M3 foi encontrada redução significativa na reavaliação para os índices HF u.n., HF ms², e aumento significativo para LF u.n., também indicando atividade global e simpática.

Alguns estudos encontram resultados semelhantes ao presente estudo, como Sekine *et al.* (2001) que analisaram os índices de VFC no domínio da frequência e sugeriram que crianças obesas exibem maior atividade simpática e menor atividade parassimpática do que crianças eutróficas. Mais recentemente, Kaufman *et al.* (2007) verificaram que crianças obesas exibiram um aumento na razão LF/HF em comparação com crianças eutróficas.

Em um estudo feito por Ancona *et al.* (2012) ressalta-se que, quando o valor da razão LF/HF for maior que um, revela-se o predomínio da atividade simpática cardíaca sobre a ação vagal (LONGO *et al.*, 1995 e AGELINK *et al.*, 2001). Isso justifica o achado do presente estudo sobre esta variável.

Não foram encontrados resultados significativos em nenhuma das variáveis entre o M2 e M3, esses achados podem ser justificados por Guilkey *et al.* (2017) que mostraram que não houve diferenças entre LF e LF/HF durante o período de recuperação (M3) após a atividade realizada. Alguns autores acreditam que a LF é apenas representativa da atividade do SNS e a LF/HF pode dar indicações de modulação simpaticovagal (AHMED *et al.*, 1994; MONTANO *et al.*, 1994; PAGANI *et al.*, 1986), sugerindo assim que a atividade do SNS e a relação simpaticovagal foram semelhantes durante o período de recuperação. Por outro lado, muitos pesquisadores acreditam que a LH reflete uma combinação de atividade do SNP e SNS (ASKELROD *et al.*, 1981 e CAMM *et al.*, 1996), portanto, essa interpretação deve ser vista com cautela.

Em relação ao Plot de Poincaré, foram encontrados efeitos significativos quando avaliados M1, M2 e M3 para SD1 e SD2. As comparações post hoc mostraram que na avaliação e reavaliação, ocorreram reduções significativas entre o M1 e M2 nos índices SD1 e SD2. Entre M1 e M3 foi encontrada diferença significativa na reavaliação, sendo que os índices SD1 e SD2 apresentaram redução e a relação SD1/SD2 apresentou aumento.

O índice SD1, que representa o eixo transversal do plot de Poincaré, mostra o desvio-padrão da variabilidade instantânea da frequência cardíaca batimento-a-batimento (BRUNETTO *et al.*, 2005) e indica a influência parassimpática sobre o nódulo sinoatrial

(TULPPO *et al.*, 1996). Os menores valores do índice SD1 em crianças obesas sugerem que a atividade parassimpática está reduzida. O índice SD2 expressa a variabilidade global dos intervalos RR (BRUNETTO *et al.*, 2005), o que sugere que crianças obesas do presente estudo apresentam redução da variabilidade global da frequência cardíaca.

Os achados de Vanderlei *et al.* (2010) corroboram com o presente estudo, onde eles utilizaram os índices, SD1, SD2, relação SD1/SD2 e a análise visual do *plot* de Poincaré. Os autores mostraram que crianças obesas apresentam redução na atividade parassimpática, caracterizada por diminuição do índice SD1, associada à redução da atividade global do SNA, observada pela análise dos índices SD2. Assim como no presente estudo ao analisar a atividade autonômica por meio dos índices SD1, SD2 e da relação SD1/SD2 frente ao exercício isométrico de flexão de cotovelo e durante sua recuperação, Dipla *et al.* (2010) não observaram nenhuma alteração significativa do SNA entre crianças obesas e não obesas no período de recuperação, porém, durante a realização do exercício, crianças obesas apresentaram menor valor do índice SD1, indicando uma menor atuação do SNP nessas crianças. Segundo os autores, a ocorrência dessa alteração somente surgir durante o exercício pode estar relacionada a uma fase precoce da obesidade, mostrando que a realização do exercício evidencia alterações que não são observadas em repouso.

Considerando a VFC, a provável explicação para esses achados, como mostrado anteriormente, são que crianças com excesso de peso e obesidade demoram um tempo maior para se recuperar (M3) após serem submetidas a uma atividade física (M2), por isso não foram encontrados efeitos significativos em nenhum efeito significativo em tal momento.

O estudo de Laguna *et al.* (2013) encontraram resultados distintos do presente estudo, onde mostram que a VFC só pode ser medida em condições estacionárias, portanto, foi mensurada na segunda metade do período de recuperação (GOULOPOULOU *et al.*, 2006 e BUCHHEIT *et al.*, 2011). No entanto, foi demonstrado que a análise nesse período reflete a modulação da SNP durante o primeiro minuto de recuperação (JAVORKA *et al.*, 2002). Esse achado, juntamente com a VFC durante o primeiro minuto de recuperação, indica que a reativação da SNP não foi afetada pelo excesso de peso nesse grupo de crianças. Esses achados podem sugerir que crianças com sobrepeso e obesidade podem estar em uma idade importante para implementar estratégias de intervenção sustentáveis e adequadas ao desenvolvimento para evitar a manifestação de disfunção autonômica resultante da obesidade excessiva, pois o exercício

físico promove mudanças tanto nos valores absolutos da frequência como na sua variabilidade (KINGSLEY *et al.*, 2005).

Em relação a FC durante a intervenção com exergames, os resultados mostraram que ao longo dos dias houve uma adaptação da mesma, ou seja, houve uma melhora na VFC desses indivíduos. Pois uma VFC alta é sinal de uma boa adaptação, caracterizando um indivíduo saudável com mecanismos autonômicos eficientes. Já a VFC baixa é frequentemente um indicador de adaptação anormal e insuficiente do SNA, o que pode indicar a presença de mau funcionamento fisiológico no indivíduo (PUMPRLA *et al.*, 2002).

Estudos relatam que há um aumento do ritmo cardíaco ou seja da FC ao comparar os exergames ao repouso, aos jogos sedentários, a caminhada, a corrida e a assistir televisão (GRAF *et al.*, 2009; WHITE *et al.*, 2011). Falcade *et al.* (2013) confirmam este fato, onde foi observado que mesmo o indivíduo estando em repouso, há uma aceleração da FC com aumento do desvio padrão da média da variável FC em repouso, podendo ser resultado da quantidade de catecolaminas liberada por cada indivíduo. Em outro estudo que verificou a prática de exergames, Barbosa *et al.* (2017) conclui que a prática traz alterações significativas na FC e em variáveis cardiorrespiratórias. Sendo assim, o autor alega que a utilização dos exergames pode ser empregada como forma de intervenção.

Esses fatos podem ser explicados por um estudo realizado por Costa *et al.* (2017) que aos 60 minutos de atividade com exergames realizados por crianças obesas, foi encontrada uma redução na atividade simpática e um aumento na atividade parassimpática, mas em indivíduos obesos houve uma super compensação, no qual a atividade simpática diminuiu abaixo dos valores de repouso e a atividade parassimpática aumentou acima dos valores de repouso. Este aumento pós-exercício da ativação parassimpática pode ser justificado devido ao acúmulo de metabólitos na corrente sanguínea (BUCHHEIT *et al.*, 2009; BUCHHEIT *et al.*, 2011).

Diante estes achados e os achados do presente estudo, eles indicam que uma criança com sobrepeso e obesidade quando é submetida à uma atividade com exergames a FC tende a aumentar durante os jogos e as sessões.

O estudo apresentou como limitação a falta do frequencímetro Polar S810i para a realização da coleta de FC durante a intervenção.

8 CONCLUSÃO

Diante do exposto e após a análise dos dados coletados na avaliação e reavaliação após a intervenção, concluiu-se que o uso dos exergames promoveu alterações positivas em diversos parâmetros antropométricos (% de gordura, prega cutânea de bíceps esquerdo e direito), bioquímicos (impedância), metabólicos (pressão arterial sistólica) e cardiovasculares de crianças com excesso de peso e obesidade, além de promover a adaptação da FC durante a realização do jogo.

Deste modo, o uso de exergames como estratégia terapêutica é viável em crianças com excesso de peso, sendo uma ferramenta que impacta positivamente em preditores de saúde, sendo necessária atenção ao tempo de execução, para que possa prevenir risco de doenças futuras, além da necessidade da associação de orientação e acompanhamento multidisciplinar de profissionais de saúde.

REFERÊNCIAS

AGELINK, Marcus W. et al. Standardized tests of heart rate variability: normal ranges obtained from 309 healthy humans, and effects of age, gender, and heart rate. **Clinical Autonomic Research**, v. 11, n. 2, p. 99-108, 2001.

AHMED, Mirza W. et al. Effect of physiologic and pharmacologic adrenergic stimulation on heart rate variability. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 24, n. 4, p. 1082-1090, 1994.

ANCONA, Mayara Caleffi et al. Variabilidade de frequência cardíaca em crianças eutróficas e obesas nas posições supina e bípede. **Revista de Ciências Médicas**, v. 18, n. 2, 2012.

ANDAKI, Alynne CR et al. Skinfold reference curves and their use in predicting metabolic syndrome risk in children. **Jornal de Pediatria (Versão em Português)**, v. 93, n. 5, p. 490-496, 2017.

ANDERSON-HANLEY, Cay et al. Neuropsychological benefits of neuro-exergaming for older adults: a pilot study of an interactive physical and cognitive exercise system (iPACES). **Journal of aging and physical activity**, v. 25, n. 1, p. 73-83, 2017.

ARAGÃO, Rafaella Belém. **Efeitos de exergames na autoestima, imagem corporal e antropometria de crianças com sobrepeso/obesidade**. 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, Jaqueline Alves de et al. Blood pressure and cardiac autonomic modulation at rest, during exercise and recovery time in the young overweight. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 22, n. 1, p. 27-34, 2016.

AUBERT, André E.; SEPS, Bert; BECKERS, Frank. Heart rate variability in athletes. **Sports medicine**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.

BARBOSA, Rhennan Rodrigues et al. Comparação das alterações cardiovasculares e dos equivalentes metabólicos durante a prática de videogames ativos: em pé e sentado em cadeiras de rodas. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 11, n. 66, p. 329-335, 2017.

BAUM, Petra et al. Dysfunction of autonomic nervous system in childhood obesity: a cross-sectional study. **PloS one**, v. 8, n. 1, p. e54546, 2013.

BÍBLIA, A. T. Mateus. In BÍBLIA. Português. **Sagrada Bíblia Católica: Antigo e Novo Testamentos**. Tradução de José Simão. São Paulo: Sociedade Bíblica de Aparecida, 2008. p. 202-203.

BITTENCOURT, Marcelo Imbroinise et al. Avaliação da função autonômica na cardiomiopatia hipertrófica. **Arq Bras Cardiol**, v. 85, n. 6, p. 388-96, 2005.

BOYLE, Elizabeth; CONNOLLY, Thomas M.; HAINEY, Thomas. The role of psychology in understanding the impact of computer games. **Entertainment Computing**, v. 2, n. 2, p. 69-74, 2011.

BIDDISS, Elaine; IRWIN, Jennifer. Active video games to promote physical activity in children and youth: a systematic review. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 164, n. 7, p. 664-672, 2010.

BOCHNER, Risa E.; SORENSEN, Karen M .; BELAMARICH, Peter F. O impacto dos videogames ativos no peso na juventude: uma meta-análise. **Pediatria clínica**, v. 54, n. 7, p. 620-628, 2015

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.

BUCHHEIT, Martin et al. Exercise-induced plasma volume expansion and post-exercise parasympathetic reactivation. **European journal of applied physiology**, v. 105, n. 3, p. 471, 2009.

BUCHHEIT, Martin et al. Effect of maturation on hemodynamic and autonomic control recovery following maximal running exercise in highly trained young soccer players. **Frontiers in physiology**, v. 2, p. 69, 2011.

BUONANI, Camila et al. Prevenção da síndrome metabólica em crianças obesas: uma proposta de intervenção. **Revista paulista de pediatria**, v. 29, n. 2, p. 186-192, 2011.

BRUNETTO, Antônio Fernando et al. Limiar ventilatório e variabilidade da frequência cardíaca em adolescentes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 22-27, 2005.

CABRERA, Thays Fernanda Castilho 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. **J Hum Growth Dev**, v. 24, n. 1, p. 67-72, 2014

CAMM, A. John et al. Variabilidade da frequência cardíaca: padrões de medida, interpretação fisiológica e uso clínico. Força-Tarefa da Sociedade Europeia de Cardiologia e da Sociedade Norte-Americana de Estimulação e Eletrofisiologia. 1996.

Cayres SU, Kemper HCG, Vanderlei LCM, et al. Changes in body fatness affect cardiovascular outcomes more than changes in physical activity. *Cardiol Young*. 2017;27(6):1060–1067.

COLLIER, S. R., KANALEY, J. A.; CARHART, R. JR.; FRECHETTE, V.; TOBIN, M. M.; BENNETT, N.; LUCKENBAUCH, A. N.; FERNHALL, B. Cardiac autonomic function and baroreflex changes following 4 weeks of resistance versus aerobic training in individuals with prehypertension. *Acta Physiologica, Oxford*, v.195, n.3, p.339-348, 2009.

COSTA, Herikson Araujo et al. Cardiovascular response of an acute exergame session in prepubertal obese children. **Games for health journal**, v. 6, n. 3, p. 159-164, 2017.

CIGARROA, Igor; SARQUI, Carla; ZAPATA-LAMANA, Rafael. Efectos del sedentarismo y obesidad en el desarrollo psicomotor en niños y niñas: Una revisión de la actualidad latinoamericana. **Revista Univ. Salud**, v. 18, n. 1, p. 156-169, 2016.

CILLERO, Itziar Hoyos; JAGO, Russell. Systematic review of correlates of screen-viewing among young children. **Preventive medicine**, v. 51, n. 1, p. 3-10, 2010.

CROCETTA, Tânia Brusque et al. Virtual reality software package for implementing motor learning and rehabilitation experiments. **Virtual Reality**, v. 22, n. 3, p. 199-209, 2018.

DA SILVA, Sara Raquel Martins et al. O videogame x-box 360: uma análise de jogos da mídia kinect adventures para crianças no contexto terapêutico. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação Especial**, v. 4, n. 2, 2017

DE BARROS RIGONI, Denise; PAIVA, Luciana Laureano; DE SOUZA, Rubens Severo. Efeitos agudos e subagudos de uma sessão de montaria a cavalo sobre variáveis cardiovasculares de indivíduos jovens e saudáveis. **Fisioterapia Brasil**, v. 18, n. 3, p. 284-293, 2017.

DE OBESIDADE, DIRETRIZES BRASILEIRAS. ABESO. **Diagnóstico e tratamento da obesidade em criança e adolescentes**. Ed, v. 4, p. 129-158, 2016.

DE REZENDE, Leandro Fornias Machado et al. Sociodemographic and behavioral factors associated with physical activity in Brazilian adolescents. **BMC Public Health**, v. 14, n. 1, p. 485, 2014.

DEHGHAN, Mahshid; MERCHANT, Anwar T. Is bioelectrical impedance accurate for use in large epidemiological studies?. **Nutrition journal**, v. 7, n. 1, p. 26, 2008.

DIAS, Jéssica David et al. Serious games as an educational strategy to control childhood obesity: a systematic literature review. **Revista latino-americana de enfermagem**, v. 26, 2018

DIAS, A. Reis et al. Effect of exercise training and detraining in autonomic modulation and cardiorespiratory fitness in breast cancer survivors. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 7-8, p. 1062-1068, 2017.

DIPLA, Konstantina et al. Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. **American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology**, v. 299, n. 6, p. H2090-H2096, 2010.

DOS SANTOS PORTO, Tatiana Naiana Rodrigues et al. Prevalência do excesso de peso e fatores de risco para obesidade em adultos. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 22, p. e308-e308, 2019.

DUMAN, Fatma et al. The role of active video-accompanied exercises in improvement of the obese state in children: a prospective study from Turkey. **Journal of clinical research in pediatric endocrinology**, v. 8, n. 3, p. 334, 2016.

ELLIS, Kenneth J. Evaluation of body composition in neonates and infants. In: **Seminars in Fetal and Neonatal Medicine**. WB Saunders, 2007. p. 87-91.

ESCALANTE, Yolanda et al. Improvement of the lipid profile with exercise in obese children: a systematic review. **Preventive medicine**, v. 54, n. 5, p. 293-301, 2012.

EVERTON DE FREITAS, André et al. Atividade física e pressão arterial em crianças obesas. **Educación Física y Ciencia**, v. 18, 2016.

FALCADE, Ana Cristina et al. Análise do consumo de oxigênio, da frequência cardíaca e equivalente metabólico obtidos através de um videogame ativo. **ANÁLISE**, v. 5, n. 6, 2013.

FARAH, Breno Q. et al. Heart rate variability and cardiovascular risk factors in adolescent boys. **The Journal of pediatrics**, v. 165, n. 5, p. 945-950, 2014.

FERIANI, Daniele J. et al. Impact of exercise training associated to pyridostigmine treatment on autonomic function and inflammatory profile after myocardial infarction in rats. **International journal of cardiology**, v. 227, p. 757-765, 2017.

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

FÜSSENICH, Lotte M. et al. Physical activity guidelines and cardiovascular risk in children: a cross sectional analysis to determine whether 60 minutes is enough. **BMC public health**, v. 16, n. 1, p. 67, 2015.

GRAF, Diana L. et al. Playing active video games increases energy expenditure in children. **Pediatrics**, v. 124, n. 2, p. 534-540, 2009.

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.

GOULOPOULOU, Styliani et al. Heart rate variability during recovery from a Wingate test in adolescent males. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 5, p. 875-881, 2006.

GUEDES, Dartagnan Pinto; GUEDES, Joana Elisabete Ribeiro Pinto. Medida da atividade física em jovens brasileiros: reprodutibilidade e validade do PAQ-C e do PAQ-A. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 6, p. 425-432, 2015.

GUILKEY, Justin P. et al. Heart rate response and variability following maximal exercise in overweight children. **Pediatric exercise science**, v. 29, n. 3, p. 341-349, 2017.

HUANG, Han-Chung et al. Can using exergames improve physical fitness? A 12-week randomized controlled trial. **Computers in Human Behavior**, v. 70, p. 310-316, 2017.

JAVORKA, M. et al. Heart rate recovery after exercise: relations to heart rate variability and complexity. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, n. 8, p. 991-1000, 2002.

JÚNIOR, Ismael Forte Freitas et al. Impedância bioelétrica e indicadores de gordura corporal e risco cardiovascular em adolescentes. **Rev. bras. cineantropom. desempenho hum**, v. 10, n. 1, p. 19-24, 2008.

KARVONEN, Martti J. The effects of training on heart rate: A longitudinal study. **Ann Med Exp Biol Fenn**, v. 35, p. 307-315, 1957.

KAUFMAN, Christopher L. et al. Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. **Obesity**, v. 15, n. 5, p. 1164-1171, 2007.

KIM, Jun et al. The effects of a 12-week jump rope exercise program on body composition, insulin sensitivity, and academic self-efficacy in obese adolescent girls. **Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism**, v. 33, n. 1, p. 129-137, 2020.

KINGSLEY, Michael; LEWIS, Michael J.; MARSON, R. E. Comparison of polar 810 s and an ambulatory ECG system for RR interval measurement during progressive exercise. **International journal of sports medicine**, v. 26, n. 01, p. 39-44, 2005.

KUSHNER, Robert F.; GUDIVAKA, Rani; SCHOELLER, Dale A. Clinical characteristics influencing bioelectrical impedance analysis measurements. **The American journal of clinical nutrition**, v. 64, n. 3, p. 423S-427S, 1996.

LAGUNA, María et al. Heart rate recovery is associated with obesity traits and related cardiometabolic risk factors in children and adolescents. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 23, n. 10, p. 995-1001, 2013.

LIMA, Rafael Silva et al. Avaliação e associação dos parâmetros metabólicos, inflamatórios e epigenéticos na obesidade infantil. 2019.

LINHARES, Francisca Michelli Medeiros et al. Obesidade infantil: influência dos pais sobre a alimentação e estilo de vida dos filhos. **Temas em Saúde**, v. 16, n. 2, p. 460-48, 2016.

LOHMAN, T. G. The use of skinfold to estimate body fatness on children and youth. **Journal of physical education, recreation & dance**, v. 58, n. 9, p. 98-103, 1987.

LONGO, A. et al. Variabilidade da frequência cardíaca. **Rev Port Cardiol**, v. 14, n. 3, p. 241-62, 1995.

LORENZO, Suelen Moraes de; BRACCIALLI, Lígia Maria Presumido; ARAÚJO, Rita de Cássia Tibério. Realidade virtual como intervenção na Síndrome de Down: uma perspectiva de ação na interface saúde e educação. **Rev bras educ espec [Internet]**, v. 21, n. 2, p. 259-74, 2015.

LUCIANO, Alexandre de Paiva et al. Nível de atividade física em adolescentes saudáveis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 3, p. 191-194, 2016.

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.

MACHADO, Alexandre Fernandes. Dobras cutâneas: localização e procedimentos. **Motricidade**, v. 4, n. 2, p. 41-45, 2008.

MADDISON, Ralph et al. Effects of active video games on body composition: a randomized controlled trial. **The American journal of clinical nutrition**, v. 94, n. 1, p. 156-163, 2011.

Maia IG. Avaliação da função autonômica do coração pela variabilidade da frequência cardíaca. In: Cruz Filho ES, Maia IG. Eletrofisiologia clínica e intervencionista das arritmias cardíacas. Rio de Janeiro: Revinter; 1997. p. 41-48.

MALACHIAS, Marcos Vinicius Bolívar et al., **7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension**. Arquivos Brasileiros de Cardiologia, São Paulo, v. 107, n. 3, supl. 3, Sept, 2016.

MARTINS, Fabiana Paula Almeida et al. analysis of motor performance in individuals with cerebral palsy using a non-immersive virtual reality task—a pilot study. **Neuropsychiatric disease and treatment**, v. 15, p. 417, 2019

MCNARRY, Melitta A.; MACKINTOSH, Kelly A. Investigating the relative exercise intensity of exergames in prepubertal children. **Games for health journal**, v. 5, n. 2, p. 135-140, 2016.

Ministério da Saúde. Obesidade. Cadernos de Atenção Básica, Brasília. Num. 12. ed. 1. p.108. 2006. Disponível em: <http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/doc_obesidade.pdf> Acesso em: 02/01/2014.

MIRANDA, João Marcelo de Queiroz et al. Efeito do treinamento de força nas variáveis cardiovasculares em adolescentes com sobrepeso. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 2, p. 125-130, 2014.

MONTANO, Nicola et al. Power spectrum analysis of heart rate variability to assess the changes in sympathovagal balance during graded orthostatic tilt. **Circulation**, v. 90, n. 4, p. 1826-1831, 1994.

MORAES, Ruy Silveira et al. Diretriz de reabilitação cardíaca. **Arq Bras Cardiol**, v. 84, n. 5, p. 431-40, 2005.

NATIONAL HIGH BLOOD PRESSURE EDUCATION PROGRAM WORKING GROUP et al. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. **Pediatrics**, v. 114, p. 555-576, 2004.

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, Crystian B. et al. Effects of active video games on children and adolescents: A systematic review with meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 30, n. 1, p. 4-12, 2020

OLIVEIRA, José Egidio Paulo; VENCIO, Sérgio. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes: 2013-2014/Sociedade Brasileira de Diabetes. **São Paulo: AC Farmacêutica**, p. 1-360, 2014.

OLIVEIRA, Ricardo Santos et al. Is cardiac autonomic function associated with cardiorespiratory fitness and physical activity in children and adolescents? A systematic review of cross-sectional studies. **International journal of cardiology**, v. 236, p. 113-122, 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE et al. Estatísticas mundiais de saúde 2012 [Internet]. **Genebra: OMS**, 2012.

OTERO VAGHETTI, César Augusto; DA COSTA BOTELHO, Silvia Silva. Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de Exergames. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 76-88, 2010.

PAGANI, Massimo et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog. **Circulation research**, v. 59, n. 2, p. 178-193, 1986.

PEREIRA, Patrícia Feliciano et al. Indicadores antropométricos para identificar síndrome metabólica e fenótipo cintura hipertrigliceridêmica: uma comparação entre as três fases da adolescência. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 33, n. 2, p. 194-203, 2015.

PETERSON, Hugh R. et al. Body fat and the activity of the autonomic nervous system. **New England Journal of Medicine**, v. 318, n. 17, p. 1077-1083, 1988.

PIMENTEL, Morgana Monteiro et al. IMPACTO DA ATIVIDADE FÍSICA COM AUXÍLIO DO EXERGAME NA SÍNDROME METABÓLICA EM ADOLESCENTES COM SOBREPESO OU OBESIDADE.

PICCIRILLO, G. et al. Power spectral analysis of heart rate variability in obese subjects: evidence of decreased cardiac sympathetic responsiveness. **International journal of obesity and related metabolic disorders: journal of the International Association for the Study of Obesity**, v. 20, n. 9, p. 825-829, 1996.

POETA, Lisiane Schilling et al. Effects of physical exercises and nutritional guidance on the cardiovascular risk profile of obese children. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 59, n. 1, p. 56-63, 2013.

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.

RACZAK, Grzegorz et al. Cardiovagal response to acute mild exercise in young healthy subjects. **Circulation Journal**, v. 69, n. 8, p. 976-980, 2005.

RADOMINSKI, Rosana Bento. Aspectos epidemiológicos da obesidade infantil. **Revista da Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica**, v. 11, p. 49, 2011.

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.

ROSSI, Marco et al. Cardiac autonomic dysfunction in obese subjects. **Clinical science**, v. 76, n. 6, p. 567-572, 1989.

ROWLAND, Jennifer L. et al. Perspectives on active video gaming as a new frontier in accessible physical activity for youth with physical disabilities. **Physical therapy**, v. 96, n. 4, p. 521-532, 2016.

SANTANA, Milana DR et al. Autonomic responses induced by aerobic submaximal exercise in obese and overweight adolescents. **Cardiology in the young**, v. 29, n. 2, p. 169-173, 2019.

SANTOS, Elise Gabriela Rosa et al. Prevalência de risco cardiovascular a partir de parâmetros antropométricos em crianças e adolescentes. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 17, n. 60, 2019.

SANTOS, Ravi Marinho dos. **Efeito do treinamento pliométrico sobre a taxa metabólica basal de crianças dos 7 aos 10 anos de idade com sobrepeso e obesidade**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso.

SANCHES SILVEIRA, Loreana et al. High blood pressure combined with sedentary behavior in young people: a systematic review. **Current hypertension reviews**, v. 12, n. 3, p. 215-221, 2016.

SCHNEIDER, Patrícia; MEYER, Flávia. O papel do exercício físico na composição corporal e na taxa metabólica basal de meninos adolescentes obesos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 15, n. 1, p. 101-108, 2008.

SEKINE, Michikazu et al. Obesity and cardiac autonomic nerve activity in healthy children: Results of the toyama birth cohort study. **Environmental health and preventive medicine**, v. 6, n. 3, p. 149, 2001.

SHARMA, Vivek Kumar et al. Heart Rate variability in adolescents—normative data stratified by sex and physical activity. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 9, n. 10, p. CC08, 2015.

SIGULEM, D. M.; DEVINCENZI, M. U.; LESSA, A. C. Avaliação nutricional, antropometria, crianças, adolescentes, composição corporal. **J Pediatr (Rio J)**, v. 76, n. 3 Supl, p. 275-84, 2000.

SIMONS, Monique et al. Active video games as a tool to prevent excessive weight gain in adolescents: rationale, design and methods of a randomized controlled trial. **BMC public health**, v. 14, n. 1, p. 275, 2014.

SILVA, Maria Joana Carvalho et al. Associação da atividade física e prática esportiva com os fatores de risco metabólicos e força da musculatura respiratória em crianças obesas. **Saúde em Revista**, v. 16, n. 43, p. 21-28, 2016.

SILVA, Kelly Samara et al. Commuting to school and to work among high school students in Santa Catarina state, Brazil: a comparative analysis between 2001 and 2011. **Journal of physical activity and health**, v. 11, n. 8, p. 1458-1467, 2014.

SILVA-FILHO, Edson et al. Neuromodulation treats Chikungunya arthralgia: a randomized controlled trial. **Scientific reports**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2018.

SILVA, Danilo R. et al. Cardiorespiratory fitness effect may be under-estimated in 'fat but fit' hypothesis studies. **Annals of human biology**, v. 44, n. 3, p. 237-242, 2017.

SILVA, Anne Kastelianne França da et al. Cardiac risk stratification in cardiac rehabilitation programs: a review of protocols. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 29, n. 2, p. 255-265, 2014.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO PARENTERAL E ENTERAL et al. associação brasileira de nutrologia. **Projeto Diretrizes. Acessos para terapia de nutrição parenteral e enteral [Internet]. São Paulo: AMB/CFM**, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES. Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes (2017-2018). 2017.

SOUZA, Pedro Victor Nogueira de. Influência da obesidade e elevadas taxas antropométricas nas respostas cardíacas no exercício físico. 2018

SMALLWOOD, Stephen R. et al. Physiologic responses and energy expenditure of kinect active video game play in schoolchildren. **Archives of pediatrics & adolescent medicine**, v. 166, n. 11, p. 1005-1009, 2012.

STAIANO, Amanda E. et al. Home-based exergaming among children with overweight and obesity: a randomized clinical trial. **Pediatric obesity**, v. 13, n. 11, p. 724-733, 2018

TANG, Wing; RIDOUT, Deborah; MODI, Neena. Assessment of total body water using bioelectrical impedance analysis in neonates receiving intensive care. **Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition**, v. 77, n. 2, p. F123-F126, 1997.

TAŞÇILAR, Mehmet Emre et al. Cardiac autonomic functions in obese children. **Journal of clinical research in pediatric endocrinology**, v. 3, n. 2, p. 60, 2011.

TESTA, Wagner Luiz; POETA, Lisiane Schilling; DA SILVA DUARTE, Maria de Fátima. Exercício físico com atividades recreativas: uma alternativa para o tratamento da obesidade infantil. **RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 11, n. 62, p. 49-55, 2017.

TORRES, Felipe Soares et al. Medida da espessura das camadas íntima e média das artérias carótidas para avaliação do risco cardiovascular. **Rev Bras Hipertens**, v. 14, n. 3, p. 167-71, 2007.

TULPPO, Mikko P. et al. Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise. **American journal of physiology-heart and circulatory physiology**, v. 271, n. 1, p. H244-H252, 1996.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques 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.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Analysis of cardiac autonomic modulation in obese and eutrophic children. **Clinics**, v. 65, n. 8, p. 789-792, 2010.

VANDERLEI, Luiz Carlos Marques et al. Índices geométricos de variabilidad de la frecuencia cardíaca en niños obesos y eutróficos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, n. 1, p. 35-40, 2010.

VAN DER BERG, Julianne D. et al. Replacement effects of sedentary time on metabolic outcomes: the Maastricht study. **Med Sci Sports Exerc**, v. 49, n. 7, p. 1351-1358, 2017.

XAVIER, Hermes T. et al. V Diretriz brasileira de dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 101, n. 4, p. 1-20, 2013.

WHITE, Kate; SCHOFIELD, Grant; KILDING, Andrew E. Energy expended by boys playing active video games. **Journal of science and medicine in sport**, v. 14, n. 2, p. 130-134, 2011.

YU, Hong-jie et al. Improving the Metabolic and Mental Health of Children with Obesity: A School-Based Nutrition Education and Physical Activity Intervention in Wuhan, China. **Nutrients**, v. 12, n. 1, p. 194, 2020.

ANEXO 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Mirieli Oliveira Guedes, realizo uma pesquisa intitulada de Variabilidade da Frequência Cardíaca de Crianças com Excesso de Peso após Intervenção com Exergames. Essa pesquisa tem como objetivos: Avaliar a variabilidade da frequência cardíaca em crianças com excesso de peso após intervenção com uso de exergames.

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.
- 6- Os riscos destes procedimentos são mínimos, pois envolvem medições não-invasivas. Os incômodos que poderá sentir são os seguintes: Ficar cansado (a), ficar enjoado (a), sentir dor, não conseguir executar o movimento necessário para que o jogo seja realizado. Se sentir qualquer tipo de desconforto, poderá avisar o pesquisador e parar imediatamente de realizar os jogos, sem qualquer prejuízo.

Esclareço-lhe ainda que o tempo estimado de sua participação será de 60 minutos.

A sua participação nesta pesquisa ajudará a responder várias perguntas sobre como a prática de atividade física pode influenciar no perfil antropométrico, bioquímico, motor e na variabilidade da frequência cardíaca. Estes dados irão ajudar vários familiares e crianças a entender melhor sobre a importância da atividade física no dia-a-dia.

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) 981750018 – Mirieli Oliveira Guedes 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 participante de pesquisa (ou responsável legal)

Identificação do CEP-EACH-USP: Endereço: Av. Arlindo Bétio, 1000 – Ermelino Matarazzo – CEP: 05508-000 – São Paulo – SP - Telefone: 3091-1046 - e-mail: cep-each@usp.br

ANEXO 2

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CRIANÇAS COM EXCESSO DE PESO APÓS INTERVENÇÃO COM EXERGAMES.

Você está sendo convidado (a) a participar de uma pesquisa que visa avaliar a variabilidade da frequência cardíaca em crianças com excesso de peso após intervenção com uso de exergames. Seus pais ou responsáveis já permitiram que você participe.

Os participantes dessa pesquisa têm de 6 a 11 anos de idade. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser, é um direito seu, não terá nenhum problema se desistir.

Serão avaliados: peso, altura, circunferência abdominal e pregas cutâneas, o que não irão ocasionar nenhum desconforto. O perfil bioquímico será avaliado por meio das análises das coletas do soro de colesterol total e glicemia (coletados em jejum de 8 horas), no qual será utilizada a mesma gota de sangue para avaliar os mesmos, tomando o devido cuidado necessário com a criança e o modo de realizar o procedimento, além do percentual de gordura e taxa metabólica basal por bioimpedância. O perfil motor será avaliado por meio de testes da Escala de Desenvolvimento Motor (EDM), serão realizadas atividades de motricidade fina, motricidade global, equilíbrio, esquema corporal/rapidez, organização espacial, linguagem/organização temporal e lateralidade, já a análise do comportamento da agilidade motora, será por uma atividade em computador, com jogos sérios que 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 avaliação da Variabilidade da frequência cardíaca, será captada por meio do frequencímetro Polar S810i (Polar Eletro, Kempele, Finland), para a análise da VFC que será registrado batimento a batimento durante todo o protocolo experimental.

A sua participação irá ajudar com informações que nos permitirão identificar a influência que a atividade física pode ter no perfil antropométrico, bioquímico, motor e na variabilidade da frequência cardíaca.

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.

Se você tiver alguma dúvida, você pode me perguntar sou à pesquisadora **Mirieli Oliveira Guedes**. 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.

Mirieli Oliveira Guedes
Fone: (18) 981750018
E-mail: mirieli.guedes.02@hotmail.com

DECLARAÇÃO DE ASSENTIMENTO DA CRIANÇA DA PESQUISA:

Eu, _____, tendo sido convidado (a) a participar como voluntário (a) da pesquisa **VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CRIANÇAS COM EXCESSO DE PESO APÓS INTERVENÇÃO COM EXERGAMES**, 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 participante 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 - II.