

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
CENTRO BIOLÓGICO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PÓS – GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

ANA CRISTINA FALCADE

ANÁLISE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA OBTIDOS ATRAVÉS DE UM VIDEOGAME ATIVO

CURITIBA
2012

ANA CRISTINA FALCADE

**ANÁLISE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA OBTIDOS ATRAVÉS DE UM VIDEOGAME ATIVO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como pré-requisito para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Dalton Bertolim
Précoma

**CURITIBA
2012**



ATA DA SESSÃO PÚBLICA DE EXAME DE DISSERTAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE EM NÍVEL DE MESTRADO DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ.

Aos vinte e cinco dias do mês de junho de 2012, realizou-se a sessão pública de defesa de dissertação "ANÁLISE DO CONSUMO DE OXIGÊNIO E DA FREQUÊNCIA CARDÍACA OBTIDOS ATRAVÉS DE UM VIDEOGAME ATIVO" apresentada por ANA CRISTINA FALCADE para obtenção do título de mestre; Área de Concentração: Medicina e áreas afins.

A Banca Examinadora foi composta pelos seguintes membros:

MEMBROS DA BANCA	ASSINATURA
Prof. Dr. Dalton Bertolim Precoma PUCPR - Presidente	
Prof. Dr. Emilton Lima Junior PUCPR	
Prof. Dr. Esperidião Elias Aquim INSPIRAR	

De acordo com as normas regimentais a Banca Examinadora deliberou sobre os conceitos a serem distribuídos e que foram os seguintes:

Prof. Dr. Dalton Bertolim Precoma Conceito: APROVADO
Prof. Dr. Emilton Lima Junior Conceito: APROVADO
Prof. Dr. Esperidião Elias Aquim Conceito: APROVADO
Conceito Final: APROVADO

Observações da Banca Examinadora:

O título será concedido pois a apresentação do artigo

Prof. Dr. Dalton Bertolim Precoma
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. Roberto Pecoits Filho
Coordenador do PPGCS PUCPR

DEDICATÓRIA

A minha mãe-pai Iracema Sebben Falcade, pelo exemplo de coragem frente às adversidades, meu modelo de dedicação, independência e integridade;

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção durante as dificuldades, e por ter me agraciado com o dom da persistência, pois sem ela não teria suportado durante um ano, todas as sextas, rodar 12 horas ou 700 km de ônibus para assistir uma hora de seminário;

Ao meu orientador Prof. Dr. Dalton Bertolim Précoma pela oportunidade oferecida para a realização desse sonho;

Ao meu querido namorado Marcos Taras da Cunha pelo companheirismo, e paciência em passar um ano, todas as madrugadas de sábado em claro para me buscar na rodoviária;

Aos “nonos” Joana Lorenzetti e Antonio Sebben participantes ativos da minha criação e formação do meu caráter.

A minha família e aos amigos verdadeiros, por aceitar minha ausência sem cobranças;

Ao Dr. Marcelo Bichels Leitão, responsável pela CLINICOR onde foram realizados os testes, pela gentileza e atenção que dispensou a mim e a toda a equipe;

Aos acadêmicos: Douglas Ribas Schumann, Felipe de Negreiros Nanni, Eduardo Vieira de Souza, Felipe Neves Campos, Cristian Minikovski, pelo empenho e importante auxílio em diversas etapas do estudo;

Às minhas amigas Ana Flávia Champoski, Lara Guérios e Liz Andrea Villela Baroncini pela inestimável ajuda, conselhos, dicas e conforto emocional que sempre me proporcionaram.

RESUMO

Introdução: De acordo a Organização Mundial da Saúde, o estilo de vida sedentário é uma das dez causas fundamentais de incapacidade e mortalidade no mundo, tanto a inatividade física como a baixa aptidão física são prejudiciais à saúde. As reações e mudanças no sistema cardiovascular também são conhecidas como respostas metabólicas. Os videogames que utilizam realidade virtual, também são chamados de videogames ativos ou *exergames* (exercício e *game*), e proporcionam ao usuário o desenvolvimento de habilidades sensoriais e motoras propiciado por mecanismos de realidade virtual, seu uso está relacionado ao entretenimento e a formas alternativas de atividades físicas. **Objetivo:** Fazer a análise comparativa dos parâmetros metabólicos: frequência cardíaca (FC) e consumo de oxigênio (VO₂) por meio do equivalente metabólico (MET), obtidos no repouso e durante um videogame ativo. Pretende-se também, avaliar as características da atividade física para utilização da mesma no combate ao sedentarismo em jovens. **Métodos:** Recrutou-se 30 jovens saudáveis entre 20 a 30 anos (23,1±1,8 anos), submetidos à análise das variáveis metabólicas durante um jogo de videogame ativo que utiliza realidade virtual para estimular movimentos físicos de membros superiores e inferiores. Utilizou-se a medida direta da FC, VO₂ e sequencialmente o cálculo do MET. Inicialmente foi mensurado as variáveis no repouso, posteriormente frente ao videogame. Foi adotado nível de significância de $p < 0.05$. **Resultados:** Houve aumento significativo da FC no esforço quando comparado ao repouso (145.8±21.1 versus 88.4±13.2 bpm, $p < 0.001$). Houve aumento significativo do VO₂ no esforço em comparação ao repouso (25.6±5.8 versus 5.7±1L/Kg/min, $p < 0.001$), o equivalente metabólico resultante da atividade foi de 7,3 METs caracterizando a atividade física como vigorosa. **Conclusão:** O videogame ativo X-BOX – Kinect® através do jogo *Gym games Your Shape Fitness evolved* trata-se de uma atividade física do tipo vigorosa, capaz de estimular sistema cardiovascular, sendo uma opção de atividade física no combate ao sedentarismo em indivíduos sedentários e saudáveis do sexo masculino.

Descritor: Kinect®, frequência cardíaca, consumo de oxigênio, MET, videogame ativo.

ABSTRACT

Introduction: According to World Health Organization, the sedentary lifestyle is one of the ten fundamental causes of disability and mortality worldwide, both physical inactivity and low fitness are detrimental to health. The reactions and changes in the cardiovascular system are also known as metabolic responses. Video games that use virtual reality, video games are also called active or exergames (exercise and game), and provide the user with the development of skills and sensory mechanisms afforded by virtual reality, its use is related to alternative forms of entertainment and activities physical. **Aim:** a comparative analysis of metabolic parameters: heart rate (HR) and oxygen consumption (VO₂) by the metabolic equivalent (MET), obtained at rest and during an active game. The aim is also to evaluate the characteristics of physical activity for the same use in combating sedentary lifestyles in young people. **Methods:** Recruited were 30 healthy young adults between 20 and 30 years (23.1 ± 1.8 years), subjected to analysis of metabolic variables during an active video game that uses virtual reality to stimulate physical movements of upper and lower limbs. We used the direct measurement of HR, VO₂ and sequentially calculating the MET. Initially the variables was measured at rest, then forward to the game. We adopted a significance level of $p < 0.05$. **Results:** A significant increase in HR in the effort when compared to rest (145.8 ± 21.1 versus 88.4 ± 13.2 bpm, $p < 0.001$). A significant increase in VO₂ effort compared to rest (25.6 ± 5.8 versus 5.7 ± 1 L/Kg/min, $p < 0.001$), the resulting metabolic equivalents of activity was 7.3 METs characterizing physical activity as vigorous. **Conclusion:** The active X-BOX game - Kinect ® Gym games through the game Your Shape Fitness Evolved it is a kind of vigorous physical activity, can stimulate the cardiovascular system, with an option of physical activity in combating inactivity in sedentary and healthy male.

Key - words: Kinect ®, heart rate, oxygen consumption, MET, active video games.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Kinect para X-box 360®.....	31
Figura 02 – Preparação do voluntário: máscara facial e eletrodos torácicos.....	36
Figura 03 – Coleta de dados em repouso e computadores registrando dados.....	37
Figura 04 – Detalhe dos <i>Softwares</i> ErgoPC Elite® e Metasoft®.....	38
Figura 05 – Analisador de gases adaptado ao teto para a livre movimentação.....	38
Figura 06 – Rastreamento pelo Kinect® e demarcação no solo do espaço a ser utilizado pelo indivíduo.....	40
Figura 07 – Opções na tela: voltar ao jogo, iniciar novo jogo ou ativar a seleção.....	41
Figura 08 – Elevação do braço dando o comando de início de jogo.....	41
Figura 09 – O jogo começa com a queda de cubos sobre o jogador.....	42
Figura 10 – Jogador real movimentando os braços através de socos nos cubos que caem virtualmente.....	43
Figura 11 – Imagem do jogador real ou “esqueleto digital” gerado no videogame instantaneamente.....	43
Figura 12 – Quando os blocos ficam no chão o jogador dá chutes e chutes cruzados até destruí-los.....	44
Figura 13 – Pêndulo cruzam sob a cabeça provocando agachamentos e movimentos de tronco.....	44
Figura 14 - Média da FC Repouso X Videogame ativo.....	47
Figura 15 - Consumo de Oxigênio (relativo: ml/Kg min) - médio em Repouso X <i>Game</i> ou jogo virtual.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Classificação por intensidade de esforço em MET e (Kcal/min).....	25
Tabela 02 – Variáveis: peso, altura, IMC e idade.....	46
Tabela 03 – Variável: FC – média em Bpm.....	47
Tabela 04 – Variável: VO ₂ (consumo de oxigênio relativo em ml/Kg min) - média do VO ₂	48
Tabela 05 – Obtenção do MET (VO ₂ médio dividido por 3,5mL/kg ⁻¹ /min ⁻¹).....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FC	Frequência Cardíaca
O ₂	Oxigênio
VO ₂	Consumo de Oxigênio
VO ₂ máx	Consumo de Oxigênio Máximo
ATP	Trifosfato de Adenosina
MET	Equivalente Metabólico
METs	Equivalentes Metabólico
MET- min	Equivalente Metabólico por minuto
IMC	Índice de Massa Corporal

Sumário

1.INTRODUÇÃO	13
2.OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	15
3. REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 ATIVIDADE FÍSICA E SEDENTARISMO	16
3.2 FISILOGIA DO EXERCÍCIO	17
3.2.1 Metabolismo energético	18
3.2.2 Adaptações cardiorrespiratórias frente as atividades físicas	19
3.2.3 Comportamento da FC frente as atividades físicas	21
3.2.4 Comportamento do VO₂ e MET frente as atividades físicas	23
3.3 RECOMENDAÇÕES DE ATIVIDADE FÍSICAS PARA A SAÚDE	25
3.4 VIDEOGAMES ATIVOS - <i>EXERGAMES</i>	27
3.4.1 Plataforma Kinect®	29
4. MATERIAS E MÉTODOS	31
4.1 MATERIAIS	31
4.2 METODOLOGIA	32
4.2.1 Delineamento do estudo	32
4.2.2 Critérios de inclusão e exclusão	33
4.2.3 Condições do ambiente e da análise dos gases	33
4.2.4 Normas adotadas	34
4.2.5 Funcionamento do videogame	34
4.3 FASES DO ESTUDOS	35
4.3.1 Coleta de dados	35
4.3.2 Medida do VO₂ e FC em repouso	36
4.3.3 Tutorial explicativo sobre o videogame	39
4.3.4 Início dos testes com o jogo	40
4.3.5 Análise das variáveis	45

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	45
5. RESULTADOS	46
5.1 VARIÁVEIS ESTUDADAS	46
5.2 FREQUÊNCIA CARDÍACA	47
5.3 CONSUMO DE OXIGÊNIO E EQUIVALENTE METABÓLICO	48
6. DISCUSSÃO	50
6.1 VIDEOGAMES ATIVOS E ESTUDOS RELACIONADOS	50
6.2 EFEITO DOS VIDEOGAMES ATIVOS NAS VARIÁVEIS METABÓLICAS	54
6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
7. CONCLUSÃO	59
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	68
ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA SERES HUMANOS DA PUC.....	69
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO ENTREGUE AOS PARTICIPANTES	70

1. INTRODUÇÃO

De acordo a Organização Mundial da Saúde, o estilo de vida sedentário é uma das dez causas fundamentais de incapacidade e mortalidade no mundo, tanto a falta de atividade física, como a baixa aptidão física, são prejudiciais à saúde^{1,2}. Pode ser considerado atividade física qualquer movimento do corpo realizado pelos músculos e que requer energia acima dos valores basais para acontecer^{3,4}.

O sedentarismo por sua vez, está envolvido como hábito relacionado ao estilo de vida em diversas doenças crônicas^{5,6}, pode ser classificado como menos de 150 minutos de atividade física de intensidade moderada por semana, ou pela prática de atividade física vigorosa durante tempo livre com tempo menor de 60 minutos por semana⁷.

Com custo acessível, uma nova classe de jogos virtuais surgiu no mercado e vem sendo denominada de videogame ativo ou *exergame*, exercício e *game*, proporcionando ao usuário o desenvolvimento de habilidades sensoriais e motoras pelo meio de mecanismos que utilizam realidade virtual, seu uso está relacionado ao entretenimento e a formas alternativas de atividade física. O monitoramento dos eventos, ações e respostas fisiológicas do usuário após o uso de um *exergame* é uma potencial fonte de pesquisa científica⁸.

A participação em atividades físicas declinam consideravelmente com o crescimento, especialmente da adolescência para o adulto jovem, assim, a presente pesquisa foi realizada nessa faixa etária, buscando o incentivo a atividade física e estímulo frente ao sedentarismo⁹. Em adição, a gama de opções de jogos para videogames ativos é imensa, sendo que a modalidade escolhida ainda não foi pesquisada.

Com isso, o estudo aqui apresentado tem como objetivo fazer uma análise comparativa dos parâmetros metabólicos: consumo de oxigênio (VO_2) e frequência cardíaca (FC), obtidos no repouso e durante a realização de um

videogame que utiliza realidade virtual para estimular atividade física utilizando membros superiores e inferiores.

Pretende-se também, através da análise do equivalente metabólico (MET), avaliar qual a característica da atividade física gerada pelo estímulo do jogo virtual escolhido e, se a modalidade escolhida pode ser considerada uma atividade física com capacidade de elevar o valor do VO_2 e da FC acima dos valores de repouso, e tornar-se uma opção de atividade física frente ao sedentarismo em adultos jovens.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise comparativa dos parâmetros metabólicos: consumo de oxigênio (VO_2) e da frequência cardíaca (FC), obtidos no repouso e durante um videogame ativo que utiliza realidade virtual para estimular movimentos corporais utilizando membros superiores e inferiores.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Analisar o valor do equivalente metabólico (MET) obtido no repouso e no esforço para se conhecer as características da intensidade da atividade gerada.
- * Verificar se a opção de jogo escolhido pode ser utilizado como um estímulo frente ao sedentarismo em jovens.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 ATIVIDADE FÍSICA E SEDENTARISMO

O termo saúde tem sido definida não apenas como a ausência de doenças, mas também se aproxima a um conceito de múltiplos aspectos do comportamento humano voltados a um estado de completo bem-estar físico, mental e social, onde a saúde positiva estaria associada com a capacidade de resistir aos desafios do cotidiano, enquanto a saúde negativa estaria associada com a morbidade e, no extremo, com a mortalidade¹⁰.

A atividade física relacionada à saúde aparece como um dos fatores que podem modificar o risco dos indivíduos ficarem mais suscetíveis a enfermidades, além disso, a adoção de estilo de vida fisicamente ativo, também leva o indivíduo a uma mudança comportamental, principalmente em seu meio de convívio¹¹.

A atividade física promove um dispêndio energético, dessa forma, é cabível a mensuração do gasto energético de toda atividade física protagonizada pelo sujeito no seu dia-a-dia, já que isso contribui para o dispêndio energético total ou final, ou seja, a atividade física utilizada no deslocamento, nas tarefas da vida diária, nas atividades de lazer, nas atividades desportivas mais ou menos organizadas e no trabalho¹².

O termo atividade física pode ser compreendido como uma movimentação corporal qualquer, enquanto o exercício físico pode ser caracterizado como atividades físicas sistemáticas, com finalidade de melhoria e a manutenção de um ou mais componentes da aptidão física como condição aeróbica, força e flexibilidade¹³.

A prática regular de atividades físicas tem sido recomendada para a prevenção de várias doenças crônicas e também, como combate aos fatores de risco e tratamento de inúmeras doenças, principalmente as cardiovasculares e também o diabetes, por importantes associações de saúde no mundo, como o *American College of Sports Medicine*, os *Centers for Disease Control and*

Prevention, a *American Heart Association*, o *National Institutes of Health*, o *US Surgeon General*, a *Sociedade Brasileira de Cardiologia*, entre outras¹⁴.

Quanto menor o nível de aptidão física e atividade física, maior é a associação a taxas de mortalidade por todas as causas¹⁵. A ausência de atividade física é um hábito de aquisição relativamente recente na história da humanidade, sendo o sedentarismo um fator de risco independente para as doenças cardiovasculares¹⁶.

A qualidade de vida e a promoção da saúde humana podem ser melhoradas e preservadas pela prática regular de exercícios físicos, os danos causados pela sedentarismo superam em muito as possíveis ou eventuais complicações advindas da prática de atividades físicas, o que contribui na diminuição de custos para a saúde pública e benefícios sociais¹⁷.

Dietz (1996)¹⁸, afirma que nos Estados Unidos, a prevalência de um estilo de vida sedentário em adultos tem aumentado gradualmente nas duas últimas décadas, em ambos os sexos, a porcentagem de indivíduos que não praticam exercícios regulares aumenta com a idade e diminui com o nível de renda familiar. Um estilo de vida sedentário contribui significativamente em mortes por doenças crônicas, incluindo doenças coronárias, infarto e câncer colorretal, perdendo somente para o hábito de fumar e obesidade¹⁹.

3.2 FISILOGIA DO EXERCÍCIO

A principal função do sistemas cardiovascular e ventilatório consiste no transporte de gases entre as células e a atmosfera, inúmeras e importantes modificações no funcionamento do sistema cardiovascular e em seus mecanismos de ajustes autonômicos são causados pela atividade física²⁰.

Durante a atividade física, ocorrem diversas adaptações fisiológicas, sendo necessários ajustes cardiovasculares e respiratórios para compensar ou conservar a homeostase do organismo e também manter o esforço realizado, por exemplo, a captação de O₂ pelo organismo pode ser elevada em até 200

vezes pelo tecido muscular esquelético e o VO_2 pode aumentar em cerca de dez a 20 vezes acima do valor do VO_2 total requerido pelo corpo²¹.

O sistema cardiovascular e o sistema respiratório estão intimamente interligados ao processo aeróbio, durante o treinamento aeróbio ocorre uma série de adaptações cardiovasculares, tanto funcionais como de origem central, nela, destacam-se alterações do volume cardíaco e sanguíneo, modificações na FC e fração de ejeção, diferenças no débito cardíaco e extração de O_2 , modificações da função respiratória e do fluxo na distribuição sanguínea corpórea²².

Os ajustes cardiovasculares acontecem para que ocorra um aumento de fluxo sanguíneo aos territórios musculares em atividade, em função de um aumento da demanda metabólica local, com conseqüente aumento do VO_2 , para satisfazer o aumento da demanda de trocas, ventilação e circulação tem que elevar-se adequadamente para atender às demandas do metabolismo, mantendo a homeostase²³.

3.2.1 Metabolismo energético

O organismo se utiliza de três fontes energéticas para realizar atividades físicas, no primeiro sistema - o fosfágeno, há o armazenamento de energia das ligações de alta energia vindas de fonte direta e imediata do trifosfato de adenosina (ATP) e da fosfocreatina, ambos vistos no interior das fibras musculares, a energia é liberada a medida que um fosfato do ATP é removido enzimaticamente resultando em adenina difosfato mais fosfato inorgânico, esse sistema supre atividades intensas de energia por períodos de dez a 15 segundos iniciais²⁴.

O impulso nervoso inicia o comando de contração do músculo e o cálcio é liberado no interior da célula muscular, o ATP provém a energia para o músculo se contrair, mas seu estoque é pequeno e limitado, assim, para que o organismo recrute mais ATP entram em ação outros sistemas energéticos, em atividades curtas e vigorosas o ATP é provido do sistema de fosfágeno que usa

ATP e fosfato de creatina (conhecido como sistema ATP-CP), que independe do aporte de O_2 a mitocôndria (anaeróbio), o fosfato de creatina auxilia na ressíntese de ATP por cinco ou dez segundos após o uso do estoque inicial se esgotar²⁴.

No segundo sistema - o glicogênio-ácido láctico, há a liberação de energia pela conversão de glicogênio em ácido láctico, as atividades que duram de 20 segundos até dois minutos, dependem da energia anaeróbia produzida pela composição inicialmente de fosfogênios e pela degradação do glicogênio muscular (tipo de glicose armazenada no músculo), uma vez liberada, a energia é produzida pela trajetória metabólica da glicólise, que forma o ácido láctico como um subproduto da produção anaeróbia rápida do ATP, mas, esse sistema não pode produzir energia por um tempo prolongado²⁵.

No terceiro sistema - o aeróbio, há a liberação de energia pela metabolização dos carboidratos, gorduras e das proteínas com O_2 , ou seja, a oxidação dos macronutrientes dietéticos, o termo metabolismo, refere-se ao O_2 que é consumido e ao gás carbônico liberado, o metabolismo aeróbio ou oxidativo (obtido através do ciclo de Krebs ou de cadeia de transporte de elétrons), embora demande tempo, consegue sustentar a atividade física prolongada²⁶.

Na transição entre o repouso e a atividade física, nota-se um atraso do metabolismo aeróbico com déficit do O_2 , sendo suprido pelos depósitos locais de O_2 (como a mioglobina), fosfocreatina e alguma glicólise anaeróbia, após algum tempo, as necessidades aeróbias são supridas e o organismo passa a depender dos ajustes cardiorrespiratórios, e caso a intensidade do exercício seja aumentada, há um aumento linear do VO_2 ²⁶.

3.2.2 Adaptações cardiorrespiratórias frente as atividades físicas

A ventilação é a entrada do ar ambiente nos pulmões e posterior permuta pelo ar existente em seu interior, aproximadamente 4.2 litros de ar ventilam os alvéolos a cada minuto em repouso, enquanto cinco litros de

sangue flui através dos capilares pulmonares, seu controle é feito por circuitos neuronais intrincados que retransmitem a informação dos centros superiores do cérebro, dos pulmões e de outros sensores espalhados pelo corpo, além disso, os estados gasoso e químico do sangue que banha o bulbo e os quimiorreceptores aórticos e carotídeos fazem a mediação da ventilação alveolar²⁷.

O O₂ percorre algumas etapas desde o ar atmosférico até a mitocôndria, primeiramente ele penetra pelos pulmões onde é feita a troca gasosa e posterior difusão no sangue pelos capilares pulmonares, no sangue há a fixação do O₂ na hemoglobina e o transporte da maior parte do O₂ fica sob a responsabilidade do sistema cardiovascular onde, sequencialmente, há a difusão do capilar do músculo para dentro do músculo esquelético, onde é oxidado na mitocôndria para a produção de energia²⁸.

Durante o exercício, o músculo esquelético tem a capacidade de aumentar a demanda metabólica em dez vezes, levando a um aumento sistêmico do fluxo de O₂, assim, a ventilação pulmonar torna-se crescente e de forma linear, enquanto o exercício intenso e moderado é realizado, o VO₂ por sua vez aumenta também de forma linear e com a produção de dióxido de carbono, alcançando entre 20 e 25 litros de ar para cada litro de O₂ consumido²⁸.

Nas atividades dinâmicas, onde há contração muscular seguida de movimento articular e não existe a obstrução mecânica do fluxo de sangue, ocorre um aumento da atividade nervosa simpática desencadeada pela ativação do comando central através de mecanorreceptores musculares e metaborreceptores musculares (esse último dependendo da intensidade do exercício realizado), essas ações aumentam a FC, volume sistólico, débito cardíaco, e produzem metabólitos musculares que fazem a vasodilatação na musculatura ativa, gerando redução da resistência vascular periférica, aumento da pressão arterial sistólica e manutenção ou redução da diastólica²⁹.

Durante as atividades físicas prolongadas, o desempenho físico depende da capacidade do organismo de captar, transportar e utilizar O₂, assim como da disponibilidade de substratos energéticos³⁰.

O treinamento físico aeróbico leva a diminuição da pressão arterial, também é conhecido que esse fato é visto mais pronunciadamente em

indivíduos hipertensos³¹, sendo um resultado da alteração autonômica e hemodinâmica do sistema cardiovascular estimulado pelo treinamento físico aeróbico³².

Com o treinamento aeróbico, há um aumento no número e tamanho dos alvéolos pulmonares, a capacidade vital é aumentada e o espaço morto diminuído, além disso, o sistema cardiovascular é levado a um aumento do volume cardíaco, também é conhecido que pessoas com menor FC de repouso ou menor taquicardia durante o exercício físico submáximo tendem a apresentar uma probabilidade menor de desenvolver doenças cardíacas³³.

3.2.3 Comportamento da FC frente as atividades físicas

A passagem do estado de repouso para o começo da atividade física aeróbia implica em modificações no ritmo e na contratilidade cardíaca modulada pela retirada vagal e pelo o aumento da atividade autonômica simpática, com objetivo de nutrir a demanda energética imposta pela musculatura ativa³⁴.

A FC é uma importante variável fisiológica relacionada à prescrição e controle da atividade física, objeto de investigações clínicas e científicas, ela é modulada por uma ação combinada mas, também independente, dos ramos simpático e parassimpático do sistema nervoso autônomo³⁵.

O aumento da FC durante a atividade física é principalmente mediado pelo sistema nervoso simpático, cuja ação sobre a liberação de catecolaminas atinge a permeabilidade ao sódio e ao cálcio no músculo cardíaco e também na resistência vascular periférica, o acompanhamento da forma pela qual a FC reage à administração de cargas pode ser útil na apreciação do estresse cardiovascular frente às intensidades do exercício³⁶.

As respostas agudas da FC frente a atividade física dependem de diversos fatores, como a posição corporal, o estado clínico, a volemia e as condições ambientais³⁷.

Borst *et al.* (1982)³⁸, afirmam que a prática de atividades físicas exige que o coração aumente seu trabalho através do aumento da sua frequência, assim, a FC é um parâmetro para se monitorar a efetividade do exercício, e que um exercício que tenha intensidade suficiente para elevar a FC 70% da frequência de reserva é válido.

Para McArdle *et al.* (1997)³⁹ nas atividades aeróbias, recomenda-se como intensidade a zona alvo situada entre 60 e 80% da FC máxima, estimada em teste ergométrico. Mas de acordo com o Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia (2007)⁴⁰, há erros de estimativa expressivos na equação que utiliza a FC máxima e a equação deve ser utilizada com apropriada moderação⁴⁰.

Em relação à FC obtida no repouso, Shin *et al.* (1997)⁴¹, relatam que, indivíduos com FC de repouso mais baixas tem um risco de mortalidade inferior, essa informação é baseada em função de uma maior atividade vagal cardíaca neste período, assim, a FC repouso tende a refletir condição de saúde indivíduos, mas a condição aeróbica tem baixa associação com a FC.

Dentre as características da FC no instante inicial da atividade física, sabe-se que a inibição vagal acelera a FC através de duas formas, uma através do comando central e outra através do comando periférico, comando central é feito através dos centros motores superiores que mandam impulsos descendentes para a área cardiovascular do cérebro, que sequencialmente são retransmitidos ao nodo sinusal via sistema nervoso autônomo, já no comando periférico, há o direcionamento dos impulsos ascendentes à área cardiovascular a partir dos mecanorreceptores (receptores localizados nas articulações) e metabolorreceptores (receptores localizados nos músculos), sendo que estes agem mais rapidamente que o mecanismo de comando central⁴².

O sistema nervoso autônomo é responsável pela mediação das respostas da FC tanto no instante inicial como final da atividade física, mas seus mecanismos de controle apresentam diferenças, no instante inicial, é modulado exclusivamente pela retirada da atividade vagal (reflexo vagal cardíaco), não havendo alterações significativas do componente adrenérgico, e no instante final da atividade física sofre controle tanto simpáticas (diminuição) como parassimpáticas (retorno)⁴³.

3.2.4 Comportamento do VO_2 e MET frente as atividades físicas

O VO_2 é obtido pela velocidade do fluxo sanguíneo por minuto (débito cardíaco) e pelo grau de extração de O_2 (diferença artério-venosa de O_2), pois, o volume de O_2 removido do sangue, consiste na diferença entre o volume contido em um litro de sangue arterial e o volume que retorna aos pulmões através do sistema venoso, assim, se o VO_2 é determinado pelo produto do débito cardíaco pela diferença artério-venosa de O_2 , e o débito cardíaco é o produto da FC pelo volume de ejeção, entende-se assim, que a FC possui uma influência direta VO_2 ⁴⁴.

Aproximadamente 75% do O_2 consumido quando o indivíduo encontra-se em repouso, é convertido em dióxido de carbono, produzido pelo metabolismo oxidativo e eliminado pelos pulmões⁴⁵.

De acordo com o estudo pioneiro de Hill e Lupton (1923)⁴⁶, o VO_2 aumenta proporcionalmente a intensidade do esforço até que uma intensidade crítica seja atingida (platô), não havendo mais acréscimo no VO_2 , independente do indivíduo ainda conseguir aumentar a intensidade do esforço, assim, o esforço que ultrapassar a estabilização do VO_2 é suportado pelo metabolismo anaeróbio, o que gera acúmulo de lactato intracelular, acidose e a inevitável exaustão.

Três fases fisiológicas da adaptação do VO_2 frente às cargas impostas e importantes para o conhecimento da cinética do VO_2 são destacadas por Whipp (1994)⁴⁷, a primeira fase é a resposta do VO_2 , com curso ascendente e atraso temporário na resposta do VO_2 pela dissociação do O_2 absorvido no pulmão e consumido pela musculatura esquelética, dura de 15 a 20 segundos.

A fase dois segue a um, aumentando continuamente o VO_2 , podendo ou não apresentar uma fase de equilíbrio (*steady-state*), dependendo da intensidade da atividade física realizada⁴⁷.

Quando a atividade é realizada em intensidades abaixo do primeiro limiar ventilatório, surge a fase três, que é quando o VO_2 estabiliza e mantém-

se com pouca variação até o final, ou seja, um aparente equilíbrio metabólico. Em intensidades acima do primeiro limiar ventilatório o VO_2 correspondente à carga encontra-se acima do predito pela relação VO_2 - carga das intensidades primeiro limiar ventilatório, e, muitas vezes, pode não chegar a estabilizar (o O_2 extra consumido é chamado componente lento do VO_2)⁴⁷. A terceira fase nem sempre é atingida durante o exercício físico⁴⁸.

Wasserman e McIlroy (1964)⁴⁹ investigaram o limiar ventilatório com o propósito de determinar, de forma indireta, a intensidade de esforço em que o lactato no sangue sofre elevação em relação ao valor de repouso, é mensurado somente durante teste de esforço progressivo.

Os limiares ventilatórios um e dois, são marcadores de intensidade no estudo do componente lento do VO_2 em exercícios realizados em intensidades entre o limiar ventilatório um e o dois, há uma disposição à estabilização do VO_2 , mas em valores superiores ao predito pela relação VO_2 - carga das intensidades abaixo do primeiro limiar ventilatório, já supra limiar dois existe uma tendência do VO_2 aumentar progressivamente, atingindo o VO_2 máx⁵⁰.

A intensidade da atividade física aeróbica pode ser prescrita fundamentando-se em diferentes indicadores como: FC máxima estimada, FC máxima, VO_2 máx, limiares ventilatórios, limiar anaeróbico, ponto de compensação respiratória e também pelo MET⁵¹.

A taxa metabólica basal ou energia vital para a manutenção do organismo em estado de repouso equivale a aproximadamente 0,35 litros de O_2 por minuto⁵².

O termo MET é uma outra maneira de enunciar o custo energético da atividade, ou seja nada mais é do que o VO_2 , assim, presume-se que em uma análise de gases, na qual seja possível delinear o VO_2 e a eliminação de gás carbônico diretamente reflete, em última análise, a integridade desses sistemas, bem como suas adaptações durante a realização de um exercício⁵³.

A unidade MET é amplamente utilizada para prescrever a intensidade da atividade, um indivíduo em repouso, sentado, consome 3,5ml/ O_2 /kg/min, ela permite avaliar o gasto de energia durante determinada atividade física em relação ao repouso, ela é uma importante medida que serve de base para a prescrição de atividade física⁵⁴. O dispêndio energético das atividades físicas deverá ser expresso em múltiplos do MET de repouso, que é igual a 1MET⁵⁵.

De acordo com Ainsworth *et al.* (1993)⁵⁶, a classificação pela intensidade do esforço em equivalente metabólico, também é representada pelo gasto calórico consumidos por minuto (Tabela 1).

Tabela 1 – Classificação por intensidade de esforço em MET e (kcal/min)*

Leve	Moderada	Forte/Vigorosa
< 3,0 METs	3,0 - 6,0 METs	> 6,0 METs
4 kcal/min	4-7 kcal/min	7 kcal/min

Fonte: *Adaptado de Ainsworth *et al.*⁵⁶

Ainda em relação ao MET é conhecido que 1 MET pode ser comparado com uma captação de O₂ em repouso de aproximadamente 250 ml/min para um indivíduo comum tanto do sexo masculino, quanto do sexo feminino⁵⁷.

3.3 RECOMENDAÇÕES DE ATIVIDADES FÍSICAS PARA A SAÚDE

A palavra dosagem é frequentemente usada na prescrição e descrição de atividades físicas, no que diz respeito à energia dispendida ou intensidade, as atividades de intensidade vigorosa realizadas por um período determinado de frequência, gera maior gasto de energia do que atividades de intensidade moderada com a mesma duração e frequência, alguns estudos ainda medem a quantidade de atividade física com os termos "ativo", "moderadamente ativos", ou "inativo"⁵⁸.

A associação entre atividade física e riscos de morbidade e mortalidade demonstra que, na maioria dos casos, ocorre um efeito dose-resposta e um

benefício à saúde quando os indivíduos sedentários são comparados com indivíduos moderadamente ativos⁵⁹.

Inicialmente, a recomendação para a prescrição de atividades físicas predominantemente aeróbicas era de que fosse realizado de três a cinco vezes por semana, com duração de 20 a 30 minutos, com intensidade de leve a moderada, mas como forma alternativa a essa prescrição formal, os indivíduos também poderiam acumular 2.000 kcal ou acima disso semanalmente, reduzindo de forma expressiva a mortalidade geral e cardiovascular⁶⁰.

Também como forma alternativa de mensuração as atividades de intensidade acima de 4,5 METs proporcionam uma redução adicional da mortalidade geral e cardiovascular de aproximadamente 10%⁶⁰.

Os adultos que almejam a melhora da aptidão física ou reduzir o risco prematuro mortalidade e de doenças crônicas relacionadas à inatividade física, devem exceder o mínimo recomendado de exercícios físicos⁶¹.

Em 2008, as Diretrizes de *Intensity of Physical Activity Into Guidelines for Americans* foram delineadas por um Comitê Consultivo do Departamento dos Estados Unidos, de Saúde e Serviços Humanos, o qual expôs que é aceitável seguir a recomendação do Centers for Disease Control e *American College of Sports Medicine* (que recomendaram 30 minutos diários de atividade física moderada preferencialmente todos os dias por semana), mas ilustraram que, as diretrizes propostas por essas duas associações foram muito específicas, que as evidências científicas existentes não permitem aos pesquisadores dizer, por exemplo, se os benefícios de saúde de 30 minutos em cinco dias por semana são diferentes dos benefícios de saúde de 50 minutos em três dias por semana, e como resultado⁶².

Uma das principais conclusões do Comitê consultivo americano é que os benefícios para a saúde da atividade física dependem, principalmente, do gasto energético total semanal resultante da atividade física, além disso, as novas orientações permitem que a pessoa possa acumular 150 minutos por semana de várias maneiras⁶².

Quando a atividade física é considerada moderada (limite inferior de três METs) há a indicação de 150 minutos (duas horas e 30 minutos) de atividade por semana o que equivale aproximadamente a 500 MET-minutos por semana. Entretanto, quando a atividade é considerada vigorosa (limite inferior de 6

METs) o recomendando para adultos é a prática de pelo menos 75 minutos (1 hora e 15 minutos) por semana o que também geralmente alcança 500 a 1.000 MET-minutos por semana⁶².

3.4 VIDEOGAMES ATIVOS - EXERGAMES

A realidade virtual trata-se de uma avançada interface homem-máquina que simula um ambiente real, foi criada para determinar os mundos virtuais desenvolvidos com o uso de alta tecnologia para convencer o usuário que ele se encontra em outra realidade, a realidade virtual busca sempre interfaces interativas mais próximas aos sentidos humanos^{63,64}.

O crescente avanço nas áreas da tecnologia da informação e comunicação, associado à necessidade de diminuir os problemas causados a saúde pela inatividade física serviram de estímulo para o aparecimento de uma classe de *games* desenvolvidos para a prática de atividade física, onde a interface é feita para utilizar o movimento humano como dados de entrada, com intenção de aumentar o gasto calórico e interatividade⁶⁵.

Os primeiros jogos criados na década de 70 utilizavam interfaces primitivas, com mínima capacidade de modificação de funções e planos, e só obtiveram a qualificação de jogo por sujeitarem o usuário a utilizar a intervenção em contextos específicos, e eram tidos como divertidos por remeter de alguma forma a experiência física⁶⁶.

O fascínio despertado pelos *games* aumenta o desenvolvimento de novos *softwares* cada vez mais próximos da realidade dos ambientes dos jogos, ele ainda retira o caráter passivo dos habituais telespectadores⁶⁷.

Devido às várias possibilidades de emprego de tecnologias de percepção e atuação, com baixo custo, surge uma nova classe de games denominada *exergame*, exercício e *game*, proporcionando ao usuário o desenvolvimento de habilidades sensoriais e motoras propiciado por mecanismos de realidade virtual, seu uso está relacionado ao entretenimento e a formas alternativas de exercício físico⁶⁷.

Para Vagheti e Botelho (2010)⁶⁸, os *exergames* são uma nova ferramenta educacional para área da Ciência da Saúde, especialmente para a educação física, visto que o movimento humano é característica fundamental nesses tipos de *games*. A utilização dos *games* promove maior gasto calórico e aumento da FC durante o exercício, aspectos fundamentais para a promoção da saúde e tratamento contra a obesidade e, alguns sistemas, favorecem a portabilidade e uma boa relação custo x benefício para o usuário.

Os jogos virtuais vêm sendo utilizados em atletas para aumento das habilidades técnica e física, e têm sido incorporado nos programas de reabilitação para pacientes com disfunções ortopédicas e neurológicas, e, essa nova tecnologia tem sido bem recebida pelos pacientes que estão no processo de reabilitação⁶⁹.

Papastergiou (2009)⁷⁰ descreve que, a viabilidade de se aproveitar do movimento humano como parte integrante do jogo permite a formação de um ambiente propício para o ensino-aprendizagem, na área da fisioterapia já existem trabalhos de controle do movimento e do equilíbrio utilizando jogos virtuais.

Os *games* tradicionais são tidos atualmente como atividades sedentárias quando comparados aos *exergames*, principalmente pelo aspecto lúdico do jogo e a fascinação da realidade virtual, o que está contribuindo para o crescente sucesso de tais jogos⁷¹.

Hoysniemi (2006)⁷², afirma que *exertion interfaces*, *physically interactive game*, *sports interface*, *sports over a distance*, *active videogame*, *exergaming*, *exertion games*, *bodily interfaces* e *embodied interfaces*, são sinônimos para *exergames*.

Clark *et al.* (2011)⁷³, observam que jogos de vídeo têm se tornado um lazer para muitas pessoas ao redor do mundo, e que, 45% da população adulta nos Estados Unidos também jogam videogame, existe uma tendência recente em desenvolver novos jogos que incorporem maior movimento físico, com intuito de combater os efeitos negativos dos jogos que promovem o sedentarismo e, permitir que os fabricantes de jogos capitalizem sobre os potenciais efeitos positivos da prática de *exergame* na aptidão física e saúde.

3.4.1 Plataforma kinect®

O XBOX® 360 é um console desenvolvido pela Microsoft® em parceria com a empresa Prime Sense cujas interfaces de áudio e vídeo permitem que os jogos ofereçam imagens com qualidade de TV de alta definição de som, possui um sistema de *shaders*, que permite diversos efeitos especiais durante o jogo, como simular a aparência de pêlos, reflexos de imagens e outros pequenos detalhes que aumentam o realismo virtual sem sobrecarregar o aparelho⁷⁴.

O Kinect®, ou Projeto Natal, tem 23 centímetros de comprimento horizontal, duas câmeras, um sensor de profundidade (escaneamento tridimensional do ambiente), e um microfone embutido, que capta as vozes mais próximas e consegue diferenciar os ruídos externos (de modo que o barulho ao fundo, não atrapalhe o andamento do jogo), também detecta vozes de várias pessoas em uma sala⁷⁴.

Com processador e *software* próprios, é capaz de detectar 48 pontos de articulação do corpo, e consegue estreitar o espaço livre para o jogo, adequando o espaço virtual ao espaço físico, em que o jogador consegue interagir com os personagens por comando de voz ou falar com os personagens do jogo⁷⁴.

O periférico Kinect® para uso com o console XBOX 360®, utiliza a realidade virtual e suprime a o uso de controle físico, ele é formado por um conjunto de câmeras e sistema de projeção que promove informações muito próximas da realidade de cor e da profundidade associada a cada ponto, também devolve a posição de coordenadas (x, y e z) de um conjunto de pontos associados às articulações principais do corpo humano (cabeça, mãos, cotovelos, pernas, tornozelos entre outras)⁷⁵.

O Kinect® oferece três características, a *Image Stream* (ou formação de imagens em câmera RGB - *Red, Green and Blue* - e câmera infravermelha), o *Depth Stream* (ou informação de profundidade, onde cada pixel indica a distância do objeto em relação ao aparelho, detecta cerca de 2000 níveis de

sensibilidade e percebe objetos presentes de 1.2 a 3.5 metros à frente do aparelho, também é possível retornar com exatidão se o pixel faz parte do corpo de um ser humano, conseguindo diferenciar até seis corpos humanos em seu alcance), e o *Áudio Stream* (ou fluxo de áudio, com um conjunto de quatro microfones e a anulação de ruído e eco), que promove a gravação de áudio e o reconhecimento da fala em inglês⁷⁵.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

Os materiais permanentes e parte do material de consumo foram disponibilizados pela CLINICOR – Clínica Paranaense de Cardiologia de Curitiba - PR. O material de consumo restante foi adquirido pelos pesquisadores responsáveis (eletrodos, papel sulfite e gel).

MATERIAL PERMANENTE: Um videogame KINECT® para X-BOX 360 (Figura 1) e o jogo *Gym games Your Shape Fitness evolved*, Ubisoft 2010®, um analisador de gases Córtext, Modelo *Metalyzer II*, o eletrocardiograma foi feito pelo sistema computadorizado de eletrocardiograma, os dados foram processados pelos *Softwares ErgoPC Elite®* e *Metasoft®*, 15 máscaras faciais de silicone marca *Hans Rudolph® - Córtext Biophysik GmbH®*, uma balança *Filizola®*, um estetoscópio *Littman®*, Modelo *Classic II*, um esfigmomanômetro *BD®*, um estadiômetro, um televisor *Gradiente®*, um computador de mesa com dois monitores *AOC®*, um equipamento para a calibragem do analisador de gases e uma impressora *HP® officejet Pro K5400*.



Figura 1- Kinect para X-BOX 360®
Fonte: o autor

MATERIAL DE CONSUMO: 11 eletrodos cardíacos descartáveis Meditrace® por pessoa (330 no total), cinco litros de gel para contato, 1000 folhas de Papel Sulfite, e um cartucho de tinta para impressora HP® officejet Pro K5400.

4.2 METODOLOGIA

4.2.1 Delineamento do estudo

O presente estudo, iniciou-se através de uma revisão de literatura para colher o maior número de informações possíveis a respeito do uso da realidade virtual como atividade física na área da medicina física e da reabilitação, e também sobre as respostas metabólicas frente à atividade física.

Sequencialmente foi elaborado um projeto e posteriormente enviado feito para a Comissão de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, o qual foi aprovado (Anexo A).

Os testes foram realizados na CLINICOR – Clínica Paranaense de Cardiologia, e começaram a partir de um projeto piloto, pois, nenhum estudo foi encontrado com o jogo escolhido, assim, na ausência de estudos similares disponíveis na literatura que pudessem informar sobre a variabilidade das variáveis do estudo, o cálculo do tamanho da amostra foi feito com base numa amostra com 15 indivíduos. A partir dos resultados que foram obtidos no projeto piloto, foi feito o cálculo do tamanho da amostra do estudo sendo que, o mesmo foi executado considerando-se o nível de significância de 5% e o poder do teste de 90%.

Após o cálculo do tamanho da amostra, foram realizadas mais duas etapas de testes, uma com 12 indivíduos e outra com 18 indivíduos. Para que não houvesse viés no estudo os indivíduos do projeto piloto não entraram nos testes posteriores.

4.2.2 Critérios de inclusão e exclusão

Os sujeitos de pesquisa foram recrutados num ambiente universitário, de acordo com os critérios abaixo:

INCLUSÃO: sexo masculino, com idade entre 20 a 30 anos, saudáveis e sedentários. Foram considerados sedentários os indivíduos que relatavam menos de 150 minutos de atividades físicas moderadas por semana, ou menos de 60 minutos por semana de atividades físicas intensidade vigorosas, o que segue as recomendações para a prática de atividades físicas⁷⁶, ou também ainda os indivíduos que não realizam atividade física contínua por pelo menos dez minutos por semana⁷⁷.

EXCLUSÃO: jejum prolongado, tabagistas, problemas ortopédicos que impedissem o movimento, doenças respiratórias agravadas por exercício tais como asma, ingestão de álcool e atividades físicas vigorosas 48 horas antes dos testes.

4.2.3 Condições do ambiente e da análise dos gases

Todas as análises foram realizadas em condições controladas de temperatura, pressão e umidade. A calibragem do equipamento ficou sob responsabilidade de um Cardiologista e Médico do esporte integrante da equipe e que supervisionou todos os testes, a calibração do equipamento foi feita através de uma seringa própria com capacidade de três litros de volume, a qual acompanha o equipamento e tem como função de enviar os gases para o aparelho fazer a leitura.

Inicialmente foi realizada a calibração do fluxo ou volume que entra no aparelho, onde, como procedimento padrão, foi injetado e aspirado de três

litros de gás inerte, sendo feita essa manobra por cinco vezes consecutivas para a calibração ser completa, os dados obtidos foram inseridos manualmente no *software*.

Posteriormente foi feita outra calibração para os sensores de O₂ e gás carbônico, dividida em duas etapas, a primeira etapa foi feita com ar ambiente, o qual também foi injetado via seringa para análise. Na segunda etapa foi injetado um gás inerte também via seringa, mas, com uma concentração pouco maior de gás carbônico do que nas condições ambiente.

Após calibração foram inseridos o peso e a altura dos participantes no *software* para início dos testes.

4.2.4 Normas adotadas

As normas adotadas foram a de redação de trabalhos científicos de Vancouver.

4.2.5 Funcionamento do videogame

Segundo as especificações dos fabricantes, o videogame funciona através de uma combinação de câmeras, microfones e *software* que transforma o corpo em uma imagem de videogame. Nas especificações técnicas que acompanham o videogame, há uma ampla explicação em relação à câmera de vídeo e no que diz respeito a câmera com sensor de profundidade e que têm resolução de 640 x 480 pontos e funcionam a 30 quadros por segundo. Os movimentos são captados por um sensor de movimento, um sensor de reconhecimento facial, um sensor de reconhecimento de voz, o que em ação conjunta, promovem um rastreamento do esqueleto do indivíduo para dentro da tela. As especificações do videogame também sugerem que se deve respeitar

a distância de aproximadamente 1,8 metros de espaço entre o jogador e o sensor do Kinect®. Ainda seguindo as orientações, há algumas regras que devem ser respeitadas, como o posicionamento do sensor acima do chão e centralizado abaixo da televisão, em uma superfície plana, fixa e segura, sem que haja contato direto de luz solar no sensor ou no indivíduo que irá jogar.

4.3 FASES DO ESTUDO

4.3.1 Coleta de dados

Inicialmente foi explicado verbalmente o desenvolvimento do trabalho ao voluntário e posteriormente foi feito a leitura, preenchimento e assinatura do termo de consentimento pelos participantes (Anexo B); o estudo iniciou com a anamnese e o exame físico, através da pesagem dos participantes com o uso da balança *Filizola*® e aferição da pressão arterial com um estetoscópio *Littman*®, Modelo Classic II e esfigmomanômetro BD®, e medida da altura do indivíduo através do uso de um estadiômetro. Nessa fase foi realizado a preparação dos sujeitos de pesquisa para os testes com uma máscara facial de silicone marca *Hans Rudolph*® do tipo *Córtex Biophysik GmbH*®, na região do nariz e da boca, e 11 eletrodos *Meditrace*® na região torácica (pré-cordial) (Figura 2).

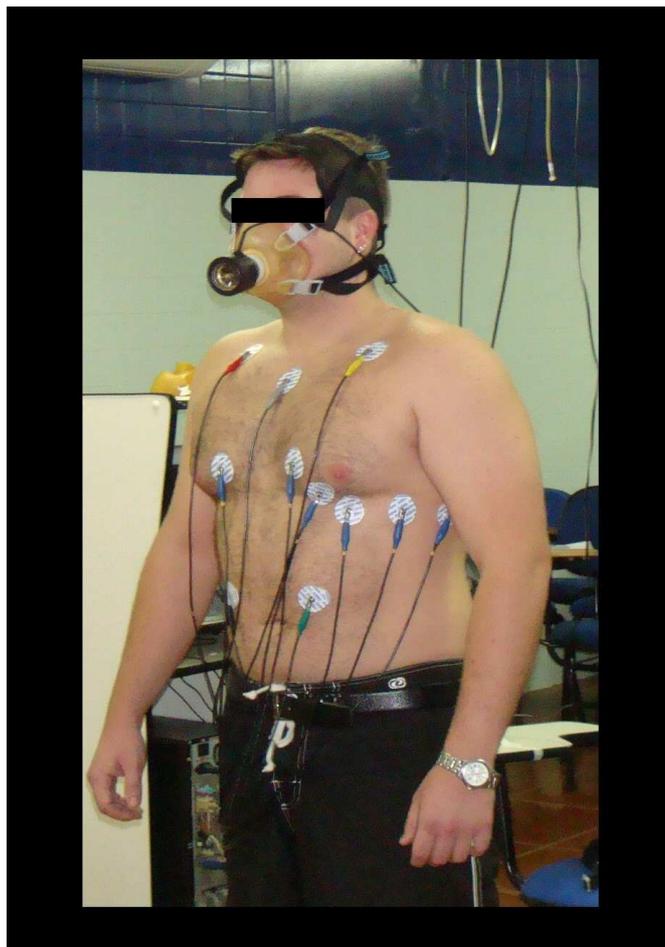


Figura 2 - Preparação do voluntário: máscara facial e eletrodos torácicos
Fonte: o autor

4.3.2 Medida do VO_2 e FC em repouso

De acordo com um estudo de Vogel *et al.* (2004)⁷⁸, não há um critério específico para a mensuração da FC no repouso. Sendo assim a medida das variáveis em repouso foi realizada com o indivíduo em pé, orientado a não conversar, calmo, sem estímulos auditivos ou visuais, durante um minuto antes de iniciar o tutorial sobre o videogame (Figura 3), a medida direta do VO_2 foi feita pelo Analisador de gases CórteX, Modelo *Metalyzer II* que se utiliza da metodologia de avaliação do tipo *mixing chamber*, na qual os dados coletados vão para a câmara de mistura a cada respiração, mas o registro dos dados são gerados a cada dez segundos, já, a FC foi mensurada pelo sistema

computadorizado de eletrocardiograma, com 13 derivações (Figura 4), os indivíduos eram preparados com tricotomia na região anterior do tórax (quando necessário), e posteriormente aplicado tintura de Benjoim para melhor aderência dos eletrodos (também pela ação umectante e anti-séptica). As variáveis obtidas foram processadas pelos Softwares *ErgoPC Elite®* e *Metasoft®* (Figura 5).

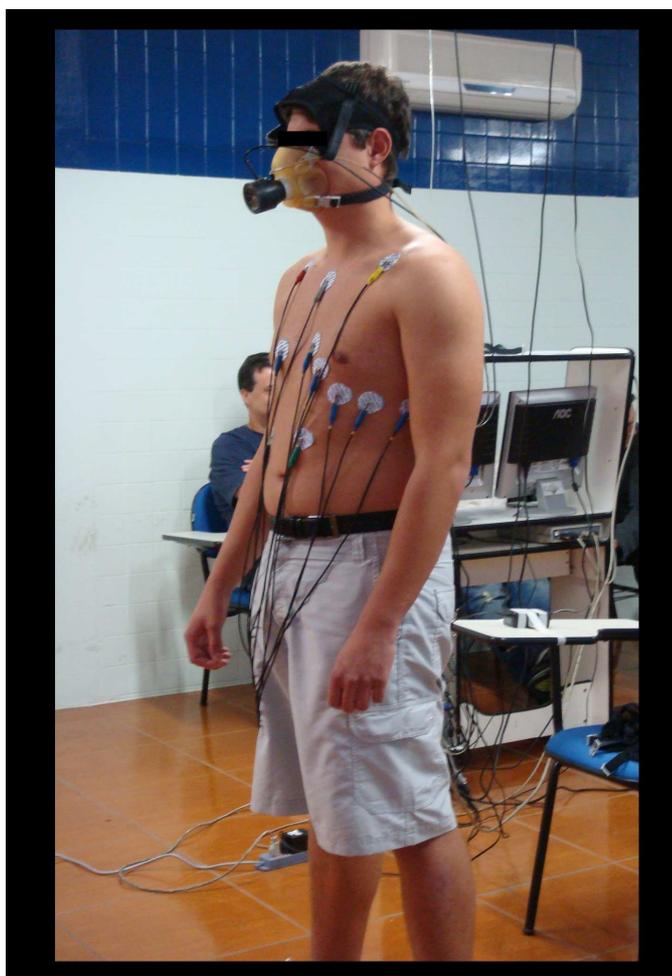


Figura 3 – Coleta de dados em repouso e computadores registrando dados
Fonte: o autor

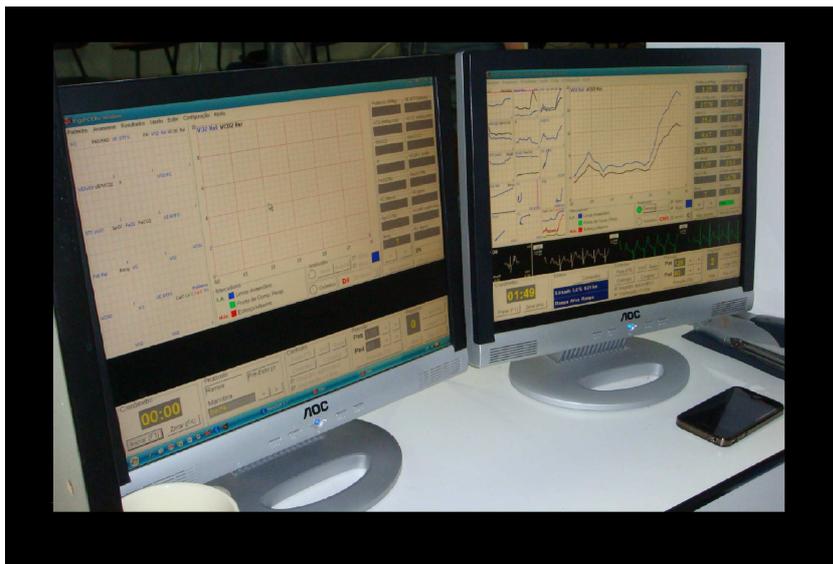


Figura 4- Detalhe dos Softwares Ergo PC Elite® e Metasoft®
Fonte: o autor

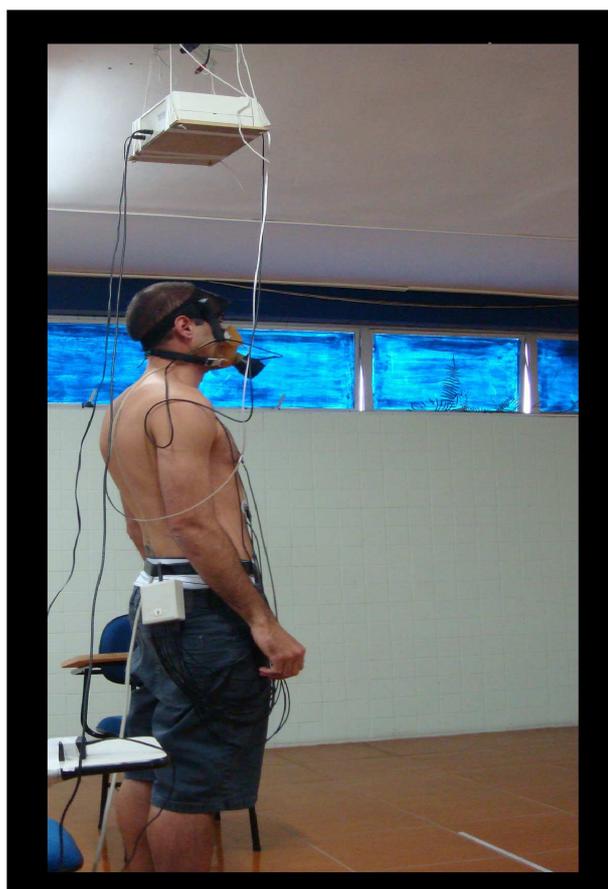


Figura 5 – Analisador de gases adaptado ao teto
para a livre movimentação
Fonte: o autor

4.3.3 Tutorial explicativo sobre o videogame

Nenhum dos participantes tinha experiência no jogo escolhido, ou seja, não foram previamente treinados fisicamente, os indivíduos foram orientados verbalmente quanto aos procedimentos através de uma prévia explicação sobre o funcionamento do videogame e do teste com o analisador de gases, e, além disso, passaram por um tutorial que acompanha o próprio videogame.

Foi esclarecido ao indivíduo que o videogame reproduz um “esqueleto” digital através de sensores que fazem um rastreamento do corpo, e que os movimentos realizados seriam em tempo real transcritos na tela. Também foi orientado a cada sujeito de pesquisa, a necessidade em se respeitar a distância de 1.8 m do sensor para que não houvesse a possibilidade da perda de alcance das informações captadas, e, para facilitar a visualização dessa área, foi demarcado o chão na medida necessária orientada pelos fabricantes através da colagem de fita crepe, o que facilitou a visualização dos sujeitos de pesquisa (Figura 6).



Figura 6 - Rastreamento do corpo pelos sensores do Kinect® e demarcação no solo do espaço a ser utilizado pelo indivíduo
Fonte: o autor

4.3.4 Início dos testes com o jogo

O jogo teve início com o indivíduo dentro da área pré-delimitada e demarcada previamente. Quando o indivíduo eleva o braço ele gera um comando virtual de início do jogo. O jogo possui três etapas semelhantes, de um minuto cada, mas o que dá continuidade de uma para a outra é o simples comando do jogador elevando o braço, logo que acaba uma etapa, prontamente inicia-se a outra com a elevação do braço comandando virtualmente a sequência (Figura 7 e 8), no total o ciclo de um jogo leva três minutos, o jogo é curto e rápido, mas o jogador tem a opção de ir continuando o jogo pelo tempo que desejar. No presente estudo foram utilizados apenas um

ciclo de três minutos e analisado o último minuto do jogo. As medidas metabólicas iniciaram concomitantemente ao início do jogo do videogame virtual.



Figura 7- Opções na tela sobre o jogo *Gym Games*: voltar ao jogo, iniciar um novo jogo ou ativar a seleção
Fonte: o autor



Figura 8 – Elevação do braço dando o comando de início de jogo
Fonte: o autor

O jogo começa com a queda virtual de cubos sob a cabeça do participante (Figura 9).

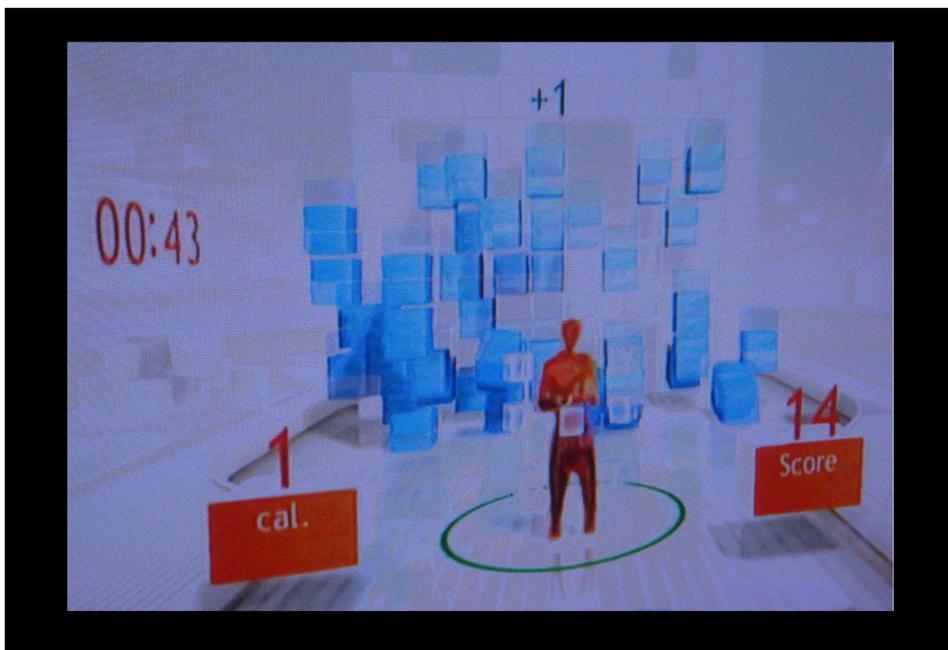


Figura 9 – O jogo começa com a queda de cubos sobre o jogador
Fonte: o autor

Na sequência, cubos caem sob o jogador, o qual deve executar chutes e socos cruzados para destruí-los, quando algum cubo cai no chão o jogador ainda pode executar chutes cruzados para destruí-los (Figuras 10,11 e 12).

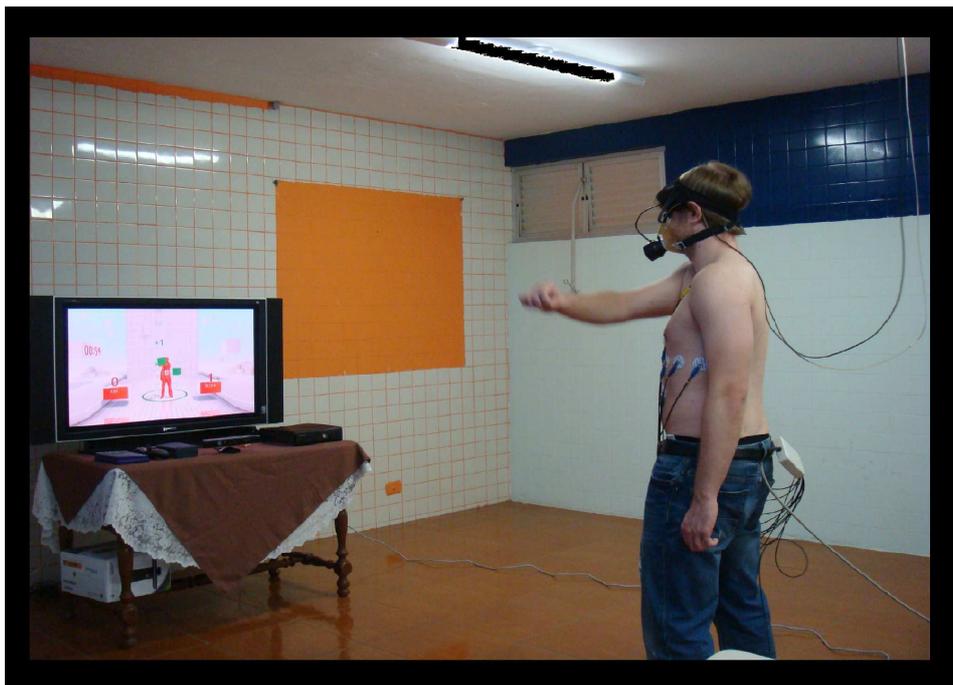


Figura 10 - Jogador real movimentando os braços através de socos nos cubos que caem virtualmente
Fonte: o autor



Figura 11 - Imagem do jogador real ou “esqueleto digital” gerado no videogame instantaneamente
Fonte: o autor



Figura 12 – Quando os blocos ficam no chão o jogador dá chutes e chutes cruzados até destruí-los
Fonte: o autor

Pêndulos passam sob a cabeça dos participantes obrigando-os fazer agachamentos rápidos, bem como movimentos constantes de tronco, pois, esses pêndulos que balançam virtualmente sobre a cabeça do jogador (Figura 13) obrigando-o a escapar dos mesmos muito rapidamente.



Figura 13 - Pêndulos cruzam sob a cabeça provocando agachamentos e movimentos de tronco
Fonte: o autor

4.3.5 Análise das variáveis

Os dados foram registrados a cada dez segundos, foi utilizada a medida do VO_2 no último minuto do repouso e no último minuto do videogame ativo. As medidas foram processadas pelos Softwares Ergo PC Elite® e Metasoft®, foi necessário realizar a migração dos dados desses softwares para uma planilha do software Excel for Windows®, após esse procedimento, foi realizada a confecção de uma tabela com as variáveis utilizadas no repouso e no esforço de cada um dos participantes também no software Excel for Windows®, para posterior entrega para análise estatística. O MET foi obtido pelo resultado da divisão do VO_2 médio dos participantes pelo gasto energético na condição de repouso em função do peso corporal e que corresponde a $3,5\text{mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos no estudo foram expressos por médias, medianas, valores mínimos, valores máximos e desvios-padrão. Para a comparação das avaliações em repouso e após o exercício (videogame ativo) foi considerado o teste t de Student para amostras dependentes. A condição de normalidade das variáveis foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. Valores de $p < 0,05$ indicaram significância estatística. Os dados foram analisados com o programa computacional Statistica v.8.0. Para cada uma das variáveis analisadas, testou-se a hipótese nula de que a média na avaliação em repouso é igual à média na avaliação após o exercício (videogame ativo) versus a hipótese alternativa de médias diferentes.

5 RESULTADOS

5.1 VARIÁVEIS ESTUDADAS

A amostra constituída para o estudo foi caracterizada como homogênea, apresentando distribuição normal em relação à média de valores das variáveis: peso 79,0 Kg ($\pm 12,2$), altura 178,2cm ($\pm 7,2$), IMC 24,8 kg/m² ($\pm 3,3$), e idade 23,1 anos ($\pm 1,8$). Os valores mínimos, máximos, medianos e desvio padrão das variáveis: peso, altura, IMC e média de idade dos participantes, aferidos na avaliação do indivíduo, estão sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis: peso, altura, IMC e idade

Variável	N	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
Peso	30	79,0	79,8	49,0	104,5	12,2
Altura	30	178,2	178,3	161,0	194,0	7,2
IMC	30	24,8	24,6	18,0	34,5	3,3
Idade (anos)	30	23,1	23,0	20,0	29,0	1,8

5.2 FREQUÊNCIA CARDÍACA

Com relação à FC média, houve um aumento significativo dos valores em repouso (88.4 bpm) ($\pm 13,2$) para os valores obtidos no videogame ativo (145.8 bpm; $p < 0,001$) ($\pm 21,1$) (Figura 1). Os valores mínimos, máximos, medianos e desvio padrão da FC média, estão sumarizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Variável: FC – média em Bpm

Variável	Classificação	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Valor de p
FC média	Repouso	30	88,4	88,1	66,9	117,4	13,2	
	Videogame ativo	30	145,8	143,4	108,7	181,4	21,1	<0,001
	Dif (videogame ativo - repouso)	30	57,4	62,6	25,9	93,7	18,6	
	Variação%	30	66,9	66,0	28,4	109,2	24,7	

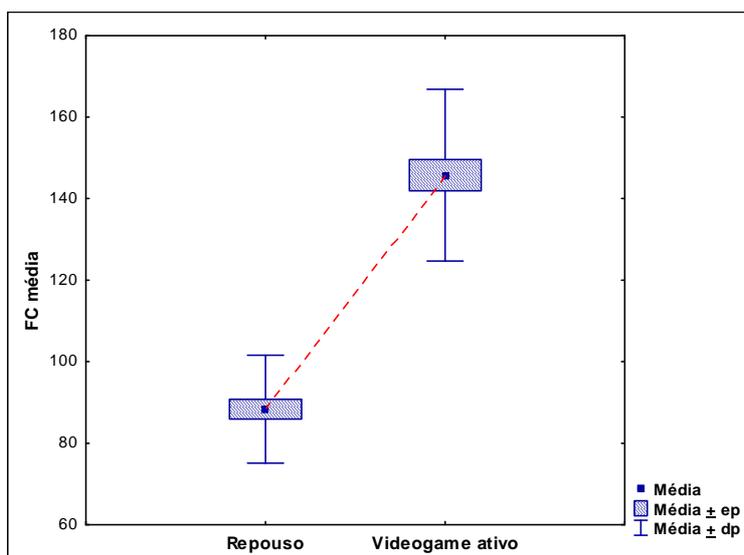


Figura 14 – Média da FC Repouso X Videogame ativo.

5.3 CONSUMO DE OXIGÊNIO E EQUIVALENTE METABÓLICO

Houve aumento significativo ($p < 0.001$) do VO_2 médio no videogame ativo (25.6 ml/Kg/min) (± 5.8) em comparação ao repouso (5.7 ml/Kg/min) ($\pm 1,0$) (Figura 2). Na Tabela 4 encontram-se os valores mínimos, máximos, medianos e desvio padrão da média do VO_2 .

Tabela 4 - Variável: VO_2 (consumo de oxigênio relativo em ml/Kg min) - média do VO_2

Variável	Classificação	n	Média	Mediana	Mínimo	Máximo	Desvio padrão	Valor de p
VO_2 média	Repouso	30	5,7	5,7	3,7	8,0	1,0	
	Game ou jogo virtual	30	25,6	24,9	16,2	38,2	5,8	<0,001
	Dif (videogame ativo - repouso)	30	19,8	19,0	11,5	32,8	5,5	
	Variação%	30	352,1	334,6	200,6	614,4	102,1	

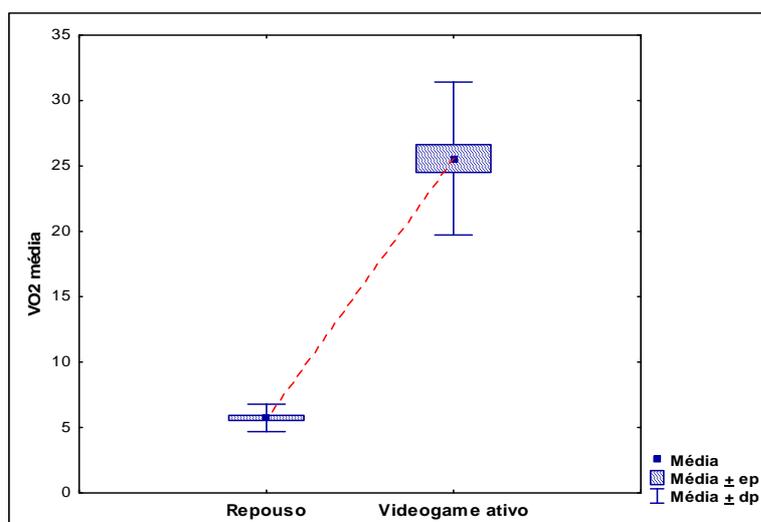


Figura 15 – Média do Vo_2 (relativo: ml/Kg min) em Repouso X Videogame ativo.

O MET aumentou de $1.6 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ em situação de repouso para $7.3 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$ durante o videogame ativo (Tabela 5).

Tabela 5 – Obtenção do MET (análise do VO_2 médio no esforço e no repouso dividido por $3,5 \text{ mL/kg}^{-1}/\text{min}^{-1}$)

Variável	Classificação	N	Média	Divisão equivalente metabólico	Resultados em MET $\text{mL/kg}_1^{-1}/\text{min}$
VO_2 média	Repouso	30	5,7	/ 3.5	1.6
	Videogame ativo	30	25,6	/ 3.5	7.3

6 DISCUSSÃO

6.1 VIDEOGAMES ATIVOS E ESTUDOS RELACIONADOS

As aplicabilidades dos *exergames* foram estudadas principalmente com crianças e adolescentes, observando seus efeitos frente ao sedentarismo e ao possível combate a obesidade, três estudos destacam-se inicialmente.

Graves *et al.* (2007)⁷⁹ investigaram os efeitos dos jogos sedentários e ativos utilizando o Wii Sports®, para a mensuração do gasto calórico de crianças em diferentes faixas etárias, durante 15 minutos, os resultados mostraram que o gasto energético de jogos ativos foram significativamente maiores que o do jogo sedentário entretanto, não foram intensos o bastante para contribuir para a quantidade diária de exercício recomendado para crianças.

Maloney *et al.* (2008)⁸⁰, comandaram um ensaio clínico randomizado com indivíduos brancos de classe média, de sete a oito anos de idade com IMC normal, o objetivo foi determinar se o videogame *Dance Dance Revolution*® poderia ser utilizado em casa para aumentar os níveis de atividade de moderada ou vigorosa e reduzir o sedentarismo, como resultado, a mudança foi pequena e estatisticamente não significativa entre os grupos.

Haddock *et al.* (2010)⁸¹, por sua vez, apresentaram um estudo com 37 estudantes do ensino médio, com pesos variados para investigar o gasto energético ao jogar Nintendo Wii Sports®, eles avaliaram o gasto energético em várias modalidades (tênis, boliche, golfe, beisebol, boxe), foram tomadas medidas basais em repouso seguido de mensurações durante 20 minutos jogando Wii Sports®, como resultado somente o jogo de boxe preenchia os critérios para o exercício de intensidade moderada.

Dois estudos destacam-se por avaliar o grau de satisfação durante a execução dos *exergames*, Graves *et al.* (2010)⁸² conduziram um trabalho também com idosos, que avaliou o gasto energético, o comportamento da FC

e o nível de satisfação durante exercício aeróbico (atividade leve e moderada em esteira) também com jogos do Wii Fit® (yoga, condicionamento muscular, equilíbrio, aeróbica) e jogos convencionais de videogame, em três diferentes grupos etários (adolescentes, n=14; adultos, n=15; e idosos, n=13), os resultados mostraram que o gasto energético e o comportamento da FC durante a execução do jogo Wii Fit® tiveram diferença significativa em comparação com os jogos convencionais de videogame, entretanto, menores quando comparados ao gasto energético e a FC obtidas durante os exercícios aeróbicos.

Penko e Bakley (2010)⁸³ por sua vez, conduziram um trabalho levando em conta a satisfação em realizar a atividade física com de crianças entre oito e 12 anos, através de uma comparação entre a FC e o VO₂ durante o uso dos *games* que exigiam esforço físico, foi utilizado o *Wii Sports Boxing*®, os tradicionais “videogames sedentários”, além disso, foi avaliado o nível de satisfação entre as crianças que jogavam. Como resultado houve um aumento da FC e VO₂ entre as crianças do grupo que jogaram Wii®, e ainda um índice maior de satisfação relacionado ao entretenimento.

Um estudo conduzido por Sieguel *et al.* (2009)⁸⁴ apresenta algumas semelhanças com o presente trabalho, ele foi realizado com 13 jovens, (seis homens e sete mulheres) com média de idade de 26,6± 5,7 anos, estudantes universitários, saudáveis, sem doença crônica conhecida ou limitações físicas, os quais foram previamente treinados e passaram por três jogos ativos por 30 minutos, o gasto energético se enquadrou nas recomendações da *American College of Sports Medicine* para atividade física diária, podendo ser utilizado como parte de um programa de exercícios aeróbicos em geral.

Quando comparado como estudo de Sieguel *et al.* (2009)⁸⁴, o trabalho aqui exposto apresenta pontos diferenciados, no estudo de Sieguel *et al.* (2009), os indivíduos participantes da amostragem foram previamente treinados, já no presente estudo, não houve treino, o que poderia facilitar a prática da atividade e condicioná-los o que não foi objetivo do estudo, os indivíduos aprenderam como se jogava o videogame com instruções verbais, visuais e com um tutorial autoexplicativo que acompanha o próprio videogame demonstrando um passo a passo.

Além disso, como trata-se de um jogo que estimula reações e reflexos onde o indivíduo tem que se esquivar e agachar-se rapidamente, caso o jogador fosse previamente treinado provavelmente faria os movimentos de forma mais rápida, o que poderia gerar discussão sobre os reais resultados, ou também poderia caracterizar outra pesquisa com outros objetivos.

Nota-se que a amostragem do presente trabalho se caracteriza como homogênea, com um total de 30 indivíduos com IMC dentro dos padrões considerados normais $24,8 \text{ kg/m}^2 (\pm 3,3)$ pois, pelos dados da Organização Mundial da Saúde (1990)⁸⁵, o valor de 25 kg/m^2 é sugerido como limite máximo para normalidade do IMC.

A variável IMC pode influenciar no resultado do gasto energético, pois, para Mcardle *et al.* (1998)⁸⁶, a massa corporal é um fator importante e que afeta a energia dispendida em muitas formas de atividade física, o custo energético de um determinado exercício em geral é mais alto para pessoas mais pesadas, principalmente no que diz respeito a atividades com sustentação de peso, nessas atividades a pessoa terá que transportar sua própria massa. Nas pessoas com o peso corporal semelhante, a variação na captação de O_2 é pequena e a massa corporal vai influenciar o metabolismo energético enquanto a atividade com sustentação de peso estiver sendo realizada⁸⁶.

Ainda para McArdle *et al.* (1998)⁸⁶, ao se utilizar do VO_2 para classificar a intensidade da atividade física, duas grandezas podem ser vistas através da unidade MET, pode ser representada em termos de litros de O_2 consumidos por minuto (L/min), e também em mililitros de O_2 por quilograma de massa corporal por minuto, sendo que a classificação em ml/kg/min é a mais utilizada pela precisão, explicando as variações no tamanho corporal, sendo por isso utilizada em nosso estudo.

O dispêndio de energia foi o tema mais abordado em estudos como o de Fogel *et al.* (2010)⁸⁷, Morelli (2010)⁸⁸ e Rizzo *et al.* (2011)⁸⁹. Bailey e McInnis (2011)⁹⁰, também buscaram os efeitos dos *exergames* no gasto energético de crianças em idade escolar com diferentes IMC e compararam com o gasto calórico em atividade aeróbica convencional, foram utilizadas seis formas de *exergames* comparados com caminhada em esteira, os resultados demonstraram que todos se beneficiaram dos *exergames* e os maiores gastos foram apresentados por crianças com os maiores IMC.

O estudo de revisão sistemática de Foley e Maddison (2010)⁹¹ faz uma análise dos estudos existentes sobre *exergames* e aponta que os videogames ativos podem ter o potencial para aumentar a atividade física livre, além disso, os mesmos afirmam que tanto os jogos que estimulam membro superior quanto inferior do corpo são propensos a oferecer atividade física moderada, além disso, relatam que muitos os estudos dos quais revisaram tinham limitações metodológicas.

Os dados da presente investigação, mostram que o nosso estudo se contrapõe os dados da revisão de literatura de Foley e Maddison (2010)⁹¹, no que diz respeito a intensidade da atividade física, pois os autores concluíram que tanto os jogos que estimulavam os movimentos da porção superior do corpo quanto da porção inferior do corpo foram mais propensos a oferecer atividade física moderada, mas, apesar da faixa etária ser diferente, nosso trabalho se utiliza de membros inferiores e superiores e gerou uma atividade física vigorosa.

Neste trabalho, os achados vão ao encontro das orientações de Noakes (1991)⁹², o qual afirma que durante a atividade física, o aumento do uso da musculatura requer um aumento de energia ATP como combustível para a interação entre actina-miosina, os substratos energéticos usados para a ressíntese de ATP atuam como um acelerador da entrada dos substratos na mitocôndria e na vasodilatação dos vasos que irrigam a musculatura ativa o que aumenta a demanda de O₂ muscular, assim, entende-se que quanto maior a massa muscular utilizada maior o VO₂.

Observa-se assim que, pelos movimentos utilizados como agachamentos rápidos, socos cruzados intensos e movimentação contínua de tronco (característicos do jogo escolhido), a utilização de grandes grupos musculares levou a um aumento significativo do VO₂ médio no videogame ativo. Além disso, nota-se também que pelas características do jogo, o qual envolve reações rápidas e reflexos rápidos do jogador, e, como essa característica é particular e variável de jogador para jogador, houve uma diferença no desvio padrão do VO₂ durante o jogo virtual.

Pelo número amplo de opções de jogos para videogames ativos encontrados no mercado, nota-se a importância do estudo individual de cada jogo, afim de se conhecer as características da atividade física gerada em cada

um deles, para que também se tenha um cuidado em relação a prescrição da atividade física, conhecendo as características da atividade gerada em cada jogo.

Apesar do presente trabalho ter sido feito com um grupo de indivíduos jovens e saudáveis, a atividade física vigorosa deve ser feita com cuidado e sob recomendação profissional. Pessoas sintomáticas ou com alguma doença cardiovascular, diabetes, doença ativa, outras doenças crônicas, ou qualquer outra preocupação médica, devem consultar um médico antes de qualquer aumento substancial na atividade física, principalmente se a atividade for de intensidade vigorosa⁹³.

Além disso, em uma revisão sobre *exergames*, feita por Barnett e Baranowski (2011)⁹⁴ os autores destacam que existe a necessidade dos médicos terem cuidado ao recomendar um *exergame* que estimule a atividade vigorosa principalmente em crianças.

Nota-se, a pouca quantidade de trabalhos intervencionistas envolvendo *exergames* e adultos jovens, o que também instigou a presente pesquisa, Daley (2009)⁹⁵, em uma metanálise também chegou a essa conclusão com crianças, e ainda afirma que são poucos os estudos que apresentam uma metodologia adequada com *exergames* em crianças, bem como faltam trabalhos e que mostrem os benefícios dos *exergames* para as crianças a longo prazo.

6.2 EFEITO DOS VIDEOGAMES ATIVOS NAS VARIÁVEIS METABÓLICAS

Segundo Bezerra de Almeida (2007)⁹⁶, a FC trata-se de uma das principais variáveis fisiológicas relacionadas ao controle e a prescrição do exercício físico, suas adaptações são objeto de investigação científica, o conhecimento da resposta da FC nas diferentes situações da atividade física é de extrema importância, sendo necessária para a prescrição e controle das cargas de treinamento aeróbico, com intuito de diminuir a sobrecarga cardíaca, além disso, a mensuração dessa variável deve ser baseada em evidências

científicas, com o intuito potencializar sua aplicação e de reduzir os riscos e erros de interpretação.

Ainda para Bezerra de Almeida (2007)⁹⁶, ocorre uma resposta antecipatória da FC frente à atividade física através da ativação do córtex motor, com consequente aumento do fluxo anterógrado simpático, e liberação das catecolaminas adrenalina e noradrenalina, as quais promovem aumento da FC antes do início da atividade física, esse fato foi observado durante a mensuração da FC em repouso no presente trabalho.

Nota-se através dos resultados que, mesmo o indivíduo estando em repouso, houve uma aceleração da FC com aumento do desvio padrão da média da variável FC em repouso, causada possivelmente pela quantidade de catecolaminas liberada por cada indivíduo.

A utilização da FC como variável em equações matemáticas para estimar sua máxima e ser a base da prescrição de exercícios físicos, tem sido intensamente questionada, ainda para Bezerra de Almeida (2007)⁹⁶, a utilização dessas equações deve ser feita com certa parcimônia, devido à possibilidade de erro na prescrição da intensidade do treinamento, em especial para pessoas de idade mais avançada.

Froelicher *et al.* (1998)⁹⁷, explicam que, essa margem de erro se dá pelo fato da FC máxima ser considerada uma variável fisiológica difícil de se explicar, devido ao grande grau de variabilidade das variáveis cardíacas em geral, bem como a relação entre FC máxima e idade, sabe-se ainda que a FC máxima tende a diminuir com o envelhecimento, possivelmente em decorrência de uma menor atividade autonômica inerente ao envelhecimento.

Sabe-se que uma das equações mais utilizadas é tanto em nível clínico como em pesquisa é $FC\ Máx = 220 - idade$ ⁹⁸. Independente da equação utilizada é conhecido que em todas elas há um erro padrão de estimativa, que pode produzir uma janela de até 40 batimentos de margem de erro, a equação $220 - idade$ não foi feita a partir de bancos de dados, mas sim de uma aproximação matemática de outras equações vigentes, carecendo, portanto, de mérito científico⁹⁹.

Sendo assim, nesse estudo não foi utilizada a FC máxima para a estimativa de intensidade do exercício, no trabalho foi utilizado os valores reais da máxima da FC obtida durante o esforço físico em relação à máxima da FC

obtida no repouso e foi feita a posterior transcrição em porcentagem. O trabalho obteve 66.9% de aumento na FC, o que promove um incremento significativo no trabalho do sistema cardiovascular.

É conhecido que a FC possui uma influência direta no VO_2 também demonstrada através da relação entre a velocidade do fluxo sanguíneo por minuto pelo grau de extração de O_2 . O exercício dinâmico envolve grandes grupos musculares, e o aporte de sangue colocado em circulação aumenta conforme a necessidade de fornecer O_2 muscular há maior carga de volume no ventrículo esquerdo que leva as respostas cardíacas e hemodinâmicas proporcionais à intensidade e à massa muscular envolvida na atividade¹⁰⁰.

No presente estudo também foi observado um aumento estatisticamente significativo do VO_2 na atividade resultante do videogame ativo em relação ao repouso, além disso, nota-se também que houve uma diferença no desvio padrão do VO_2 durante o jogo virtual, o que pode ser elucidado pela diferença nas reações de cada um dos jogadores, pois o jogo escolhido envolve reações rápidas e reflexos rápidos do jogador, sendo estas características particulares e variáveis de jogador para jogador.

Ainda de acordo com os resultados obtidos, de acordo com Sallis e Patrick (1994)¹⁰¹ quando atividades nas quais o gasto energético for de 3 a 6 METs ou uma atividade que aumenta moderadamente a FC, sem implicar um esforço físico exaustivo ela pode ser considerada uma atividade física moderada, já quando o exercício gera um gasto energético for igual ou superior a 7 METs ou que acelere a FC consideravelmente, a atividade física é considerada vigorosa, então, com 7,3 METs obtidos no jogo, nota-se que a atividade física resultante pode ser classificada como vigorosa.

Ainda no que diz respeito às recomendações aos jovens, para Sallis e Patrick (1994)¹⁰¹, as diretrizes internacionais de atividade física têm revelado que os jovens podem obter benefícios substanciais à saúde, quando envolvidos em atividades moderadas a vigorosas com duração de 20-30 minutos/dia, ou ainda, de 60 minutos/dia, três ou mais dias/semana.

Quanto às recomendações de atividades físicas, em um estudo de Maddison *et al.* (2009)¹⁰² foram distribuídos aproximadamente 150 *exergames Eye Toy* da Sony ® para crianças entre 10 e 14 anos, as quais foram incentivadas a usar os jogos de vídeo para atender a quantidade diária

recomendada de atividade física, foi avaliado que num período entre 12 e 24 meses, as crianças que usaram os games ativos aumentaram a aptidão cardiorrespiratória e diminuíram a sua porcentagem de gordura corporal.

O presente estudo, por sua vez difere da metodologia aplicada em relação ao tempo de exposição ao jogo, pois, foi baseado nas Diretrizes de *Intensity of Physical Activity Into Guidelines for Americans*, que possibilita a contabilidade cumulativa de minutos por semana de atividades física, em adição, se for feito o cálculo pelo mínimo de tempo recomendando para atividades de intensidade vigorosa de pelo menos 75 minutos por semana multiplicado pelo gasto de 7.3 MET, pode também ser apresentado como aproximadamente 574.5 MET-minuto por semana, o que se assemelha as resoluções das diretrizes *Intensity of Physical Activity Into Guidelines for Americans*.

A recomendação da prática de atividade física que permite a opção de se fracionar ou acumular a atividade física de várias formas abre perspectivas concretas de intervenções práticas e acessíveis a grande parcela da população, e a unidade MET sendo utilizada como indicador de intensidade de atividade permite que os adultos, geralmente saudáveis possam acumular crédito para as várias atividades de intensidade moderada ou vigorosa que realizam durante a semana, e o videogame ativo, através da modalidade escolhida pode ser uma opção para a fração de atividade física em jovens adultos.

Nota-se também que não só o sedentarismo, mas também hábitos ou comportamentos sedentários presentes no cotidiano, aumentam de forma considerável. Os hábitos sedentários se caracterizam por uma gama de atividades executadas na posição sentada, que apresentam um gasto energético próximo os valores de repouso/basal (1,0 a 1,5 MET), nelas enquadram-se atividades como assistir televisão, utilizar o computador, jogar videogames inativos, ficar à toa conversando com os amigos, falar ao telefone, dentre outras atividades similares¹⁰³.

Sendo assim, uma atividade que eleve em 7.3 vezes mais o MET em relação ao repouso, pode ser utilizada como opção de atividade física frente ao sedentarismo e também comportamento sedentário, principalmente

nas horas de lazer, pois, sabe-se que prevalências ainda mais elevadas de sedentarismo são tidas justamente no tempo de lazer^{104,105}.

Thisted *et al.*(2003)¹⁰⁶, demonstraram por meio de análise ajustada para as pontuações de risco de Framingham, que para cada aumento de 1 MET na capacidade de atividade física havia redução de 17% no risco de morte por doenças cardiovasculares, o que permite observar que o MET e o MET-minuto tratam-se unidades favoráveis para delinear o gasto energético de uma atividade física específica, pois permite a soma aproximada da atividade física semanal, já que atualmente, de acordo com Porto *et al.*(2004)¹⁰⁷, indisponibilidade de tempo é apontada por muitos como a principal barreira à prática regular de atividades física.

Em adição, o caráter lúdico e a praticidade em se executar uma atividade física prazerosa na sala de casa com a possibilidade da soma semanal dos minutos praticados, confere um diferencial aos *exergames* em relação a outras atividades físicas.

6.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente estudo, não foi apresentado ao participante durante os testes uma escala de satisfação com o jogo utilizado, o que seria conveniente em estudos futuros, além disso, seria interessante replicar o estudo com uma intervenção maior de tempo e frequência semanal, para avaliar se o jogo utilizado além de combater sedentarismo, pode ser utilizado como instrumento para outros benefícios a saúde e treinamento aeróbico.

7 CONCLUSÃO

O uso do videogame ativo X-BOX – Kinect® com o jogo *Gym Games Your Shape Fitness evolved*® é considerado uma atividade vigorosa que estimula o sistema cardiovascular, sendo uma opção no combate ao sedentarismo em indivíduos saudáveis do sexo masculino.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE. *et al.* Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men. *JAMA* 273:1093-8, 1995.
2. Paffenbarger RS Jr, Hyde RT, Wing AL. *et al.* The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. *N Engl J Med* 328:538–45, 1993.
3. Fahey T, Insel PM, Roth WT. *Fit & Well — Core Concepts and Labs in Physical Fitness and Wellness.* Mountain View: Mayfield, 1999. 374 p.
4. Ghorayeb N, Dioguardi G. *Tratado de Cardiologia do Esporte e Exercício.* São Paulo: Guanabara Koogan, 2007. 671 p.
5. Brum PC, Forjaz CLM, Tinucci T. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paulista Edu Fís* 18: 21-3, 2004.
6. Barna M, Biró. Atherosclerosis: dietary considerations. *World Rev Nutr Diet* 59:126-55, 1989.
7. Burton NW, Turrell G. Occupation, Hours Worked, and Leisure-Time Physical Activity. *Preventive Medicine* 31:673-68, 2000.
8. Sinclair J, Hingston P, Masek M. Considerations for the design of exergames. *Sch Comp Inform Scien*, Cowan University 289-296, 2007.
9. Malina RM. Physical activity and fitness: pathways from childhood to adulthood. *Am J Hum Bio* 13:162-72, 2001.
10. American College of Sports Medicine. ACSM stand position on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 33:2145-56, 2001.
11. Jakicic JM, Clark K, Coleman E. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Med Sci Sports Exerc* 33:2145-56, 2001.
12. Lesniak KT, Dubbert PM. Exercise and hypertension. *Curr Opin Cardiol* 16:356-9, 2001.
13. Mendes MJFL, Alves JGB, Alves AV. *et al.* Associação de fatores de risco para doenças cardiovasculares em adolescentes e seus pais. *Rev Bras Saúde Mater Inf* 6(1): 549-554, 2006.

14. Gorely T, Marshall SJ, Biddle SJH. *et al.* Patterns of sedentary behaviour and physical activity among adolescents in the United Kingdom: Project STIL. *J Behav Med* 30:521-531, 2007.
15. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology: Energy, nutrition and human performance.* Philadelphia: Lea & Febige, 1991. 313p.
16. Mendes MJFL, Alves JGB, Alves AV. *et al.* Associação de fatores de risco para doenças cardiovasculares em adolescentes e seus pais. *Ver Bras Saúde Mater Inf* 6(1):549-554, 2006.
17. Carvalho T, Nóbrega ACL, Lazzoli JK. *et al.* Posição oficial da sociedade brasileira de medicina do esporte: atividade física e saúde. *Rev Bras Med Esport* 2(4):79-81, 1996.
18. Dietz WH. The role of lifestyle in health: the epidemiology and consequences of inactivity. *Proc Nutr Soc* 55:829-40, 1996.
19. Hahn RA, Teutsch SM, Rothenberg RB. *et al.* Excess death from nine chronic diseases in the United States. *JAMA* 264:2654-9, 1986.
20. Barbanti JV. *Dicionário de educação física e do esporte.* São Paulo: Manole, 1994. 118p.
21. Koury JC, Donangelo CM. Zinco, estresse oxidativo e atividade física. *Rev Nutr* 16(4):433-441, 2003.
22. Filho HT. Respostas morfofisiológicas do Organismo ao Treinamento Aeróbico e de Força. *Rev Méd HSVP* 11(28):23-30, 2001.
23. Albouaini K, Egred M, Alahmar A. *et al.* Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Cardiot Cent, Liverpool UK.* 93(10):1285-92, 2007.
24. Guyton AC. *Fisiologia Humana.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988. 564p.
25. Colberg S. *Atividade Física e diabetes.* São Paulo: Manole, 2003. 316p.
26. Rubin AS, Nery LE, Cavalazzi AC. *et al.* Diretrizes para o testes de Função Pulmonar. *J Pneumol* 28(3):1-238, 2002.
27. McArdle WD, Katch FL, Katch VL. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 1175p.
28. Tompson PD. *O exercício e a cardiologia do esporte.* São Paulo: Manole, 2004. 489p.
29. Forjaz CLM, Tinucci T. A medida da pressão arterial no exercício. *Rev Bras Hipert* 7(1):79-87, 2000.

30. Rey JPR. Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício: aspectos fisiológicos, metodológicos e clínicos. *Rev HCPA* 25(3):107-15,2005.
31. Rondon MUP, Brum PC. Exercício físico como tratamento não-farmacológico da hipertensão arterial. *Rev Bras Hipert* 10:134-139, 2003.
32. Appel LJ. Nonpharmacologic therapies that reduce blood pressure: a fresh perspective. *Clin Cardiol* 22:1-5, 1999.
33. Seccareccia F, Menotti A. Physical activity, physical fitness and mortality in a sample of middle aged men followed-up 25 years. *Jour Spor Med Phys Fit* 32(2):206-213, 1992.
34. Javorka M, Zila I, Balhárek T. *et al.* On- and off-responses of heart rate to exercise: relations to heart rate variability. *Clin Phys Func Imag. Oxford* 23(1):1-8, 2003.
35. Raxwal V, Shetler K, Morise A. *et al.* Simple Treadmill Score To Diagnose Coronary Disease. *Chest* 11(6):1933-40, 2001.
36. Farinatti PTV, Polito M.D. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Rev Port Ciênc Desp* 3(1):79-91, 2003.
37. Wilmore JH, Costill DL. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign: Human Kinetics, 1999. 710 p.
38. Borst C, Wieling W, Van Brederode, JFM. *et al.* Mechanisms of initial heart rate response to postural change. *Am J Physiol* 243: 676-68.1982.
39. Mcardle W, Frank I, Katch VI. *Fisiologia do treinamento físico*. São Paulo: Guanabara Koogan, 1997. 281p.
40. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. IV Diretriz Brasileira Sobre Dislipidemia e Prevenção da Aterosclerose, *Arq. Brasileiro. Cardiol* 88: 2007.
41. Shin K, Minamitani H, Onishi S. *et al.* Autonomic differences between athletes and nonathletes: spectral analysis approach. *Med Sci Sports Exerc* 29:1482-90, 1997.
42. Nóbrega ACL, Williamson JW, Friedman DB. *et al.* Cardiovascular responses to active and passive cycling movements. *Med Sci Sports Exerc* 26:709-14, 1994.
43. Ricardo DR, Almeida MB, Franklin BA. *et al.* Initial and final exercise heart rate transients: influence of gender, aerobic fitness and clinical status. *Chest* 127:317-28, 2005.

44. Robergs RA, Roberts SO. Princípios fundamentais de fisiologia do exercício: para aptidão, desempenho e saúde. São Paulo: Phorte, 2002. 1263p.
45. Barros Neto TL, Tebexreni AS, Tambeiro VL. Aplicações Práticas da Ergoespirometria no Atleta. Rev. Soc. Cardiol. Est SP, 11(3): 695-705, 2006.
46. Hill AV, Lupton H. Muscular exercise, lactic acid and the supply and utilization of oxygen. Quart Med Journ 16:135-171, 1923.
47. Whipp BJ. The component of O₂ uptake kinetics during heavy exercise. Med Sci Sports Exer 26:1319-1326, 1994.
48. Barstow TJ, Molé PA. Linear and nonlinear characteristics of oxygen uptake kinetics during heavy exercise. J Appl Physiol 71: 2099-2106, 1991.
49. Wasserman K, McIlroy MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. The American Journal of Cardiology; 14: 844-852, 1964.
50. Gaesser GA, Poole DC. The slow component of oxygen uptake kinetics in humans. Exer Sport Sci Rev 24: 35-71, 1996.
51. Denadai BS. Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações. Ribeirão Preto: BSD, 1999. 76p.
52. Wilmore JH. Fisiologia do Esporte e do Exercício. São Paulo: Manole, 2001. 138p.
53. Foss ML, Keteyian SJ. Bases fisiológicas do exercício e do esporte. Guanabara Koogan, 2000. 560p.
54. Araújo WB. Ergometria & Cardiologia Desportiva. Rio de Janeiro: MEDSI, 1986. 139p.
55. Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC. *et al.* Compendium of physical activities: an update of activity codes and Met intensities. Medic and Scien in Spor and Exerc 32:498-516, 2000.
56. Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS. *et al.* Compendium of physical activities. Med Sci Sports Exerc 25:71-80, 1993.
57. Adriano AEL, Oliveira RF. Consumo de oxigênio durante o exercício físico: aspectos temporais e ajustes de curvas. Rev Bras Cine Des Hum 6(2): 73-82, 2004.
58. Lee IM, Skerrett PJ. Physical activity and all-cause mortality: what is the dose-response relation? Med. Sci. Sports Exerc. 33(6):459-S471, 2001.

59. Pate RR, Pratt M, Blair SN. *et al.* Physical activity and public health: a recommendation from the centers for disease control and prevention and the american college of sports medicine. *JAMA* 273:402-407, 1995.
60. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB. *et al.* Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Arq Geriatr Gerontol* 4(1): 28-32, 2000.
61. Kesaniemi YA, Danforth Jr E, Jensen MD. *et al.* Dose-response issues concerning physical activity and health: an evidence-based symposium. *Med. Sci. Sport Exerc.* 33(6):531-538, 2001.
62. 2008 Physical Activity Guidelines for Americans. Department of Health and Human Services U.S 1-61, 2008. Disponível em: <http://health.gov/paguidelines/guidelines/appendix1.aspx>. Data de acesso: 01/11/11.
63. Montero EFS, Zanchet DJ. Realidade virtual e a medicina *Acta Cir Bras* 18(5):489-490, 2003.
64. Kirner C, Tori CR. Realidade Virtual - Conceitos e Tendências - São Paulo: Mania de Livro . 2004. 341p.
65. Berkovsky S, Bhandari D, Kimani S. *et al.* Design games to motivate physical activity. In: Proceedings of the 4th International Conference on Persuasive Technology 26-29, 2009.
66. Souza FH. Uma revisão bibliográfica sobre a utilização do Nintendo® Wii como instrumento terapêutico e seus fatores de risco. *Rev Esp Acad* 11(123):155-160, 2011.
67. Kenski VM. O impacto da mídia e das novas tecnologias de comunicação na educação física. *MOTRIZ* 1(2):129-133, 1995.
68. Vaghetti CAO, Botelho SSC. Ambientes virtuais de aprendizagem na educação física: uma revisão sobre a utilização de Exergames. *Ciências & Cognição* 15(1):076-088, 2010.
69. Middlemas DA, Basilicato J, Prybicien M. *et al.* Incorporating gaming technology into athletic injury rehabilitation. *Athletic Training & Sports Health Care* 2(1):79-84, 2009.
70. Papastergiou M. Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers Education* 52:1-12, 2009.
71. Parizkova J, Chin M. Obesity prevention and health promotion during early periods of growth and development. *J Exercise Sci Fitness* 1:1-14, 2003.

72. Hoysniemi, J. Design and evaluation of physically interactive video games. University of Tampere: Finland. 2006. 221p.
73. Clark RA, Paterson K, Ritchie C. *et al.* Design and validation of a portable, inexpensive and multi-beam timing light system using the Nintendo Wii hand controllers. *J Sci Med Sport* 14(2):177-182, 2011.
74. Monteiro de Mello CB. Realidade Virtual na Paralisia Cerebral. São Paulo: Plêiade, 2011. 220p.
75. Campagnolo de Paula, B. Adaptando e desenvolvendo jogos para uso com o Microsoft Kinect®. *SBGames* 1-13, 2011.
76. Haskell WL, Lee IM, Pate RR. *et al.* Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc* 39(8):1423-34,2007.
77. Matsudo, S. M. Matsudo VR, Araújo T. *et al.* Nível de atividade física da população do Estado de São Paulo: análise de acordo com o gênero, idade e nível sócio-econômico, distribuição geográfica e de conhecimento. *Rev Bras Ciênc Mov* 10(4):41-50, 2002.
78. Vogel CU, Wolpert C, Wehling M. How to measure heart rate? *Eur J Clin. Pharmacol* 60:461-6, 2004.
79. Graves L, Stratton G, Ridgers ND. *et al.* Energy expenditure in adolescents playing new generation computer games. *Br Med J* 335: 22-29, 2007.
80. Maloney AE, Carter Bethea T, Kelsey KS. *et al.* A pilot of a video game (DDR) to promote physical activity and decrease sedentary screen time. *Obesity* 16(9): 2074-2080, 2008.
81. Haddock BL, Siegel SR, Wilkin LD. Energy expenditure of middle school children while playing Wii Sportsgames. *Californian Journal of Health Promotion* , 8(1): 32-39, 2010.
82. Graves LE, Ridgers ND, Williams K. *et al.* The physiological cost and enjoyment of Wii Fit in adolescents, young adults, and older adults. *J Phys Act Health* 7(3):393-401, 2010.
83. Penko AL, Barkley JE. Motivation and physiologic responses of playing a physically interactive video game relative to a sedentary alternative in children. *Annuals of Behav Medic* 39:162-169, 2010.
84. Siegel SR, Haddock BL, Dubois AM. *et al.* Active Video/Arcade e Games (Exergaming) and Energy Expenditure in College Students. *International Journal of Exercise Science* 165-174, 2009.

85. World Health Organization. Diet nutrition and the prevention of chronic diseases. Geneva 797: 3-102, 1990.
86. Mcardle WD, Katch F I, Katch VI. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Rio de Janeiro: Guanabara koogan, 1998. 695 p.
87. Fogel VA, Miltenberger RG, Graves R. *et al.* The effects of exergaming on physical activity among inactive children in a physical education classroom. *Journ Appl Behav Anal* 43(4):591-600, 2010.
88. Morelli A. Haptic/audio based exergaming for visually impaired individuals. *Sigaccess newsletter* 96:50-52, 2010.
89. Rizzo A, Difede I, Rothbaum BO. *et al.* Virtual reality and interactive digital game technology: new tools to address obesity and diabetes. *J Diabetes Sci Technol* 5(2):256-264, 2011.
90. Bailey BW, Mcinnis K. Energy cost of exergaming: a comparison of the energy cost of 6 forms of exergaming. *Arch Pediatr Adolesc Med* 165(7): 597-602, 2011.
91. Foley L, Maddison R. Uso de jogos de vídeo ativa para aumentar a atividade física em crianças: Uma realidade (virtual)? *Ciênc Exerc Pediat* 22 (1):7-20. 2010.
92. Noakes TD. Lore of running. Chanpaing: Human Kinectis, 1991. 804p.
93. Thompson PD, Buchner D, Piña IL. *et al.* Exercise and physical activity in the prevention and treatment of atherosclerotic cardiovascular disease: a statement from the Council on Clinical Cardiology (Subcommittee on Exercise Rehabilitation, and Prevention) and the Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity). *Circulat* 107:3109-3116, 2003.
94. Barnett A, Baranowski T. Jogos de vídeo ativo para jovens: uma revisão sistemática. *J Phys Lei de Saúde* 8(5) :724-737, 2011.
95. Daley AJ. Can Exergaming Contribute to Improving Physical Activity Levels and Health Outcomes in Children? *Pediatrics*. 2009; 124 (2): 763-771.
96. Bezerra de Almeida M. Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação Baseada em evidências. *Rev Bras Cineantropom. Desemp Hum* 9(2)196-202, 2007.
97. Froelicher VF, Myers J, Follansbee WP. *et al.* Exercício e o coração. Rio de Janeiro: Revinter, 1998. 365p.
98. Robergs RA, Landwehr R. The surprising history of the “HRmax=220-age” equation. *JEPonline* 5:1-10, 2002.

99. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY. *et al.* Casaburi R, Whipp BJ. Principles of Exercise Testing and Interpretation. Lippincott Williams & Wilkins, 1999. 556p.
100. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF. *et al.* Exercise standards: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. *Circulation* 91:580-615, 1995.
101. Sallis JF, Patrick K. Physical activity guidelines for adolescents: consensus statement. *Pediatr Exerc Sci* 6:302-14,1994.
- 102 Maddison, R, Foley L, Mhurchu CN. *et al.* Feasibility, design, and conduct of a pragmatic randomized controlled trial to reduce overweight and obesity in children: The electronic games to aid motivation to exercise (eGAME) study. *BMC Public Heal* 9:146, 2009.
103. Russell RP, O'Neill R, Lobelo F. The evolving definition of sedentary. *Exerc Sport Sci Rev* 36(4):173-8, 2008.
104. Dias-da-Costa JS, Hallal PC, Wells JC. *et al.* Epidemiology of leisure-time physical activity: a population-based study in Southern Brazil *Cad Saúde Pub* 21(1):275-82, 2005.
105. Hallal PC, Victora CG, Wells JC. *et al.* Physical inactivity: prevalence and associated variables in Brazilian adults. *Med Sci Sports Exerc* 35(11):1894-900, 2003.
106. Thisted RH, Wicklund, AJ. Black MG. *et al.* Capacity and the Risk of Death in Women : The St James Women Take. *Circulation* 108:1554-1559, 2003.
107. Porto LGG, Ribeiro GR, Aguilar LS. *et al.* Uso do IPAQ e do inquérito de risco ACSM na avaliação da atividade física e e fatores de risco em servidores do TST-Brasília, DF. *Anais do XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, São Paulo, Rev Bras Cienc Mov* 1-157. 2004.

ANEXOS

ANEXO A – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA PARA SERES HUMANOS DA PUC



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ
Núcleo de Bioética
Comitê de Ética em Pesquisa
Ciência com Consciência

PARECER CONSUBSTANCIADO DE PROTOCOLO DE PESQUISA

Parecer Nº **0005787/12** Protocolo CEP Nº **6369**
 Título do projeto **Análise do consumo de oxigênio e da frequência cardíaca obtida pela ergoespirometria durante um jogo de exercício virtual** Grupo **III**
 Protocolo CONEP **0404.0.084.000-11** Pesquisador responsável **DALTON BERTOLIM PRÉCOMA** Versão **009**
 Instituição **PUCPR**

Objetivos

Alteração do título do projeto.

Comentários e considerações

Justificado devido a delimitação dos modelos de dispositivos testados.

Termo de consentimento livre e esclarecido e/ou Termo de compromisso para uso de dados.

Não se aplica a este documento

Conclusões

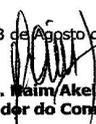
Considerando que a alteração do nome do projeto com a inclusão de um nome comercial não implica nas condições éticas dos sujeitos de pesquisa. Ressaltando que para uso do nome comercial do projeto é necessário autorização de seus proprietários.

Devido ao exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa da PUCPR, de acordo com as exigências das Resoluções Nacionais 196/96 e demais relacionadas a pesquisas envolvendo seres humanos, em reunião realizada no dia: **03/08/2011**, manifesta-se por considerar o projeto **Aprovado**.

Situação Aprovado

Lembramos aos senhores pesquisadores que, no cumprimento da Resolução 196/96, o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) deverá receber relatórios anuais sobre o andamento do estudo, bem como a qualquer tempo e a critério do pesquisador nos casos de relevância, além do envio dos relatos de eventos adversos, para conhecimento deste Comitê. Salientamos ainda, a necessidade de relatório completo ao final do estudo. Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP-PUCPR de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificado e as suas justificativas. Se a pesquisa, ou parte dela for realizada em outras instituições, cabe ao pesquisador não iniciá-la antes de receber a autorização formal para a sua realização. O documento que autoriza o início da pesquisa deve ser carimbado e assinado pelo responsável da instituição e deve ser mantido em poder do pesquisador responsável, podendo ser requerido por este CEP em qualquer tempo.

Curitiba, 03 de Agosto de 2011.


Prof. MSc. Waim Akei Filho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
PUC PR

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO ENTREGUE AOS PARTICIPANTES

Termo de consentimento livre esclarecido

Eu, _____ nacionalidade _____
 _____, idade _____ anos, estado _____ civil _____
 Profissão, _____ Endereço _____

Número _____, RG _____, estou sendo convidado a participar de um estudo denominado “Análise do Consumo de oxigênio e da Frequência Cardíaca obtidos durante um jogo de exercício virtual”, cujos objetivos e justificativas são: avaliar os resultados obtidos nos jogos virtuais e ver se os mesmos elevam o VO₂ acima dos valores de repouso, e isso para saber se a modalidade de jogo virtual escolhida pode ser considerada uma atividade física.

A minha participação no referido estudo será no sentido de primeiramente, passar por uma avaliação física, sendo mensurado peso e altura, dados como histórico da minha saúde presente e passada (anamnese), aferição da Pressão Arterial e eletrocardiograma. Estando o exame clínico sem alterações, participarei da análise de gases durante o jogo virtual, sendo que durante estes procedimentos estarei usando uma máscara na região do nariz e da boca e estarei com eletrodos aderidos na região anterior do tórax.

Recebi os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Assim, poderei sentir-me cansado ou com dores musculares provocadas pela atividade física realizada, que podem permanecer por dois ou três dias.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma me identificar será mantido em sigilo.

Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e por desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo a assistência que venho recebendo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são: Professor Dr. Dalton Précoma e a aluna Ana Cristina Falcade e com eles poderei manter contato pelos telefones (41) 99723516 e (42) 99641789.

É assegurada a assistência durante toda a pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante ou depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico a receber ou pagar por minha participação.

No entanto, caso eu tenha qualquer despesa decorrente da participação na pesquisa, haverá ressarcimento na forma seguinte: O valor gasto será depositado diretamente na conta corrente do participante. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Curitiba _____ de _____ de 2011.

Assinatura do participante.