

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

TIAGO ROSA DE SOUZA

**GASTO ENERGÉTICO E VOLUME TOTAL DE ATIVIDADE
FÍSICA DURANTE A PRÁTICA DE JOGOS ELETRÔNICOS
ATIVOS**

Florianópolis
2017

TIAGO ROSA DE SOUZA

**GASTO ENERGÉTICO E VOLUME TOTAL DE
ATIVIDADE FÍSICA DURANTE A PRÁTICA DE JOGOS
ELETRÔNICOS ATIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Educação Física, na área de concentração em Atividade Física relacionada à Saúde.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Rodrigues Barbosa

Florianópolis
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Souza, Tiago Rosa de
Gasto energético e volume total de atividade
física durante a prática de jogos eletrônicos ativos
/ Tiago Rosa de Souza ; orientadora, Aline
Rodrigues Barbosa, 2017.
81 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós
Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Jogos de vídeo. 3.
Metabolismo energético. 4. Acelerometria. 5.
Calorimetria indireta. I. Barbosa, Aline Rodrigues.
II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III.
Título.

TIAGO ROSA DE SOUZA

**GASTO ENERGÉTICO E VOLUME TOTAL DE
ATIVIDADE FÍSICA DURANTE A PRÁTICA DE JOGOS
ELETRÔNICOS ATIVOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre, em Educação Física, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 02 de outubro de 2017

Prof.^a Dr.^a Kelly Samara da Silva
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a Dra. Aline Rodrigues Barbosa
Orientadora - Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Dr. Thiago Ferreira de Sousa
Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM

Prof.^a Dra. Cíntia De La Rocha Freitas
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Dr. Cassiano Ricardo Rech
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

AGRADECIMENTOS

Não poderia começar de maneira diferente. Primeiramente gostaria de agradecer aos meus dois anjos. São chamadas de Marias (Rosa e Das Dores). Duas avós que me ensinaram a amar e me proporcionaram o meu maior patrimônio, chamado FAMÍLIA. São a elas que inicio agradecendo. Sei que estarão sempre torcendo por mim. E sei que estou no caminho que vocês sempre torceram e sonharam para que eu estivesse. Estudando! Muito obrigado por sempre estarem em meu pensamento e em meu coração. Ao grande Antônio, aquele que me enche de orgulho por ser meu pai, e por sempre deixar claro o quanto eu e minhas irmãs somos os grandes tesouros da vida dele. À guerreira Nely, minha mãe, que se parece mais como minha irmã, tamanha juventude que exala. Pai, mãe, muito obrigado por serem quem vocês são. Obrigado pelo amor, por saber que sempre, em qualquer situação, vocês estarão ao meu lado. Obrigado também por me proporcionarem as duas lindezas que são minhas irmãs, Ju e Lu. À vocês duas, muito obrigado pelas palavras sinceras quando preciso, por entenderem que o irmão de vocês não é uma pessoa tão fácil de lidar, mas por terem a certeza do amor que nos envolve.

Agradeço às minhas tias (Norma, Nilma, Nilda, Nilce, Nancy, Edilene) e tios (Newton, Neivaldo, Nivaldo, Nívio), por fazerem parte da minha vida, mesmo com tamanha distância que nos separam por tantos anos. Aos meus primos e primas, são muitos, Amanda, Ana, Igor, Bruno, Gustavo, Neimar, Pablo, Leonardo, Leandro, Wagner, obrigado por serem mais que primos.

Agradeço aos amigos de Belo Horizonte, que continuam presentes em minha vida. Grasi, Felipe, Marcela, Leila, vocês são sensacionais.

Obrigado à família que me acolheu tão bem em Floripa, aos Fujiwara, todo meu carinho por fazerem parte da minha vida, em especial ao Tadashi. Obrigado Japa por insistir que eu fizesse a seleção do mestrado, e por sempre me incentivar a crescer.

Agradeço às residentes e resistentes Juliana e Cândida, que, de uma Pós Graduação, tornaram-se parte da minha família.

Aos amigos de Floripa, obrigado pelos doze anos em que seguimos juntos.

Aos alunos de *personal*, obrigado pela torcida e por acreditarem em mim e em meu trabalho.

Agradeço à UFSC por mais esse momento de aprendizado. São 10 anos aprendendo com essa instituição tão conceituada e qualificada. Obrigado professores pela dedicação, obrigado por acreditarem em mim e me ajudar a ser um profissional melhor.

Muito obrigado à banca examinadora, pelas contribuições durante a qualificação, e de antemão também agradeço pelas futuras colocações, por saber que irão acrescentar ainda mais, tornando esse trabalho cada vez melhor e incentivando a ciência da Educação Física.

Aos colegas de mestrado, muito obrigado pelas discussões e pelo crescimento coletivo.

Obrigado à mais nova Dra. Susana Confortin, que passou por momentos de tensão durante a sua tese e pode me ouvir nos meus momentos de tensão durante a dissertação. Você é uma inspiração.

Minha grande amiga e doutoranda Vandrizze Meneghini, “de nada por tudo”, por poder te ajudar a ser uma ótima professora, você teve a oportunidade de ser testada por mim, e tenho certeza que você será uma excelente pesquisadora e orientadora. Obrigado por dividir risadas, aflições e cafés comigo. Sempre será um prazer a sua presença profissional e a sua amizade.

E não menos importante, mesmo já estando no final, obrigado Professora Dra. Aline. São 10 anos sob os teus cuidados. São 10 anos trabalhando e aprendendo com você. Admiração, respeito, honra, inspiração. Você foi muito mais importante do que uma orientadora seria. Uma orientadora teria feito apenas com que o trabalho chegasse ao final. Você fez isso, mas também permitiu que o processo fosse menos doloroso. Obrigado por me entender, compreender e ter tido toda a paciência do mundo comigo. Obrigado pela amizade, pelas palavras sinceras, pelos puxões de orelha e simplesmente por acreditar em mim.

Muito obrigado a todos que fizeram, de alguma forma, parte desse processo.

“Se você quer transformar o mundo, experimente primeiro promover o seu aperfeiçoamento pessoal e realizar inovações no seu próprio interior.”

Dalai Lama

RESUMO

Objetivo – Comparar, em adultos, a atividade física avaliada por meio de acelerômetros posicionados em três pontos anatômicos distintos e determinar a correlação entre as estimativas do equivalente metabólico (METs) por acelerometria e por calorimetria indireta em diferentes jogos eletrônicos ativos (*exergames*).

Participantes e Métodos – Estudo transversal, descritivo correlacional, com amostra não probabilística composta de adultos de ambos os sexos. Cada participante realizou uma sessão de *exergames* (Xbox 360, Kinecttm), composta de quatro jogos que simulavam modalidades esportivas: atletismo, boliche, boxe e vôlei de praia. Cada jogo teve duração de 10 minutos com intervalos de 5 minutos entre cada jogo. Os acelerômetros (ActiGraph[®] GT3XE-Plus) foram posicionados em três pontos anatômicos distintos (punho, quadril e tornozelo) para determinação dos valores de *counts* e METs. A calorimetria indireta (METs) foi verificada por meio do analisador de gases K4B2 (COSMED). Foi realizada correlação de *Pearson* entre o volume de atividade física (*counts*.minuto⁻¹) e os METs (calorimetria indireta). Os valores de *counts* (por jogo e posicionamento do acelerômetro) foram comparados usando-se a análise de variância com modelos mistos. A comparação entre os valores de METs, estimados por acelerometria (quadril) e por calorimetria indireta foi realizada por meio do teste *t de Student* para amostras pareadas e correlação de *Pearson*. Foi estabelecido nível de significância de 5% para todos os testes.

Resultados – Participaram do estudo 54 indivíduos (28 mulheres) com média etária de $34,2 \pm 12,9$ anos. Os resultados mostraram que a correlação entre *counts* e METs foi dependente da modalidade de jogo e do posicionamento do acelerômetro. vôlei de praia e atletismo foram as modalidades que apresentaram correlação entre METs e *counts* em todos os eixos analisados. Houve interação entre a localização dos acelerômetros e os diferentes jogos ($F=575,324$, $p<0,001$), e o acelerômetro posicionado no punho apresentou os maiores valores médios de *counts* em todas as modalidades. O boliche foi o jogo com maiores valores de *counts* para o acelerômetro posicionado no punho (27805 ± 12286 *counts*). Não houve diferença significativa entre os diferentes jogos, de acordo com o acelerômetro posicionado no quadril. O atletismo apresentou o maior valor médio (6406 ± 1878 *counts*) para o aparelho posicionado no tornozelo. Em todos os jogos, os valores de

METs por calorimetria indireta foram significativamente maiores que o estimado pelo acelerômetro (quadril). Houve correlação positiva apenas em relação à modalidade vôlei de praia.

Conclusão – Os valores identificados por meio de acelerometria variam de acordo com o local de posicionamento do dispositivo e o jogo realizado. Foi observada diferença nos valores de METs avaliados por meio da calorimetria indireta e do acelerômetro. Dessa forma, deve-se ter cautela na comparação de diferentes instrumentos de medida de atividade física.

Descritores: Jogos de vídeo. Metabolismo energético. Acelerometria. Calorimetria Indireta.

ABSTRACT

Objective – To compare, in adults, the physical activity evaluated by accelerometers positioned at three distinct anatomical points, as well as to determine the correlation between estimates of the metabolic equivalent (METs) by accelerometry and indirect calorimetry, in different games of exergames.

Participants and Methods - Cross-sectional and descriptive study with a non-probabilistic sample composed of adults, both sexes. Participants individually held an exergames session with Xbox 360 with Kinect. The session consisted of games that simulated athletics, bowling, boxing and beach volleyball, each lasting 10 minutes and it was performed at 5-minute intervals between each game. The variables were verified by accelerometry (counts and METs), use the motion device (ActiGraph® GT3XE-Plus) at three distinct anatomical points (wrist, hip and ankle), and indirect calorimetry (METs) by means of the gas analyzer K4B2 (COSMED). In the statistical analysis, a Pearson correlation was performed between the volume of physical activity (counts.minute⁻¹) and the METs (indirect calorimetry). A comparison of the *counts* per game and accelerometer positioning was verified by variance analysis mixed-model and Sidak post-hoc. A comparison between the values of METs, estimated by the accelerometer and the indirect calorimetry, was performed by the *t-Student* test for paired samples and *Pearson* correlation. A significance level of 5% was established for all tests.

Results - Fifty-four subjects (28 women) participated in the study, with mean age of 34.2 ± 12.9 years (21-64 years). The results showed that the correlation between METs and counts was different for each game and location of the accelerometer. Volleyball and athletics were modalities that showed correlation between METs and counts in all axes analyzed. There was interaction between an acceleration location and different games ($F = 575,324$, $p < 0.001$), and the accelerometer located in the wrist had higher mean values of counts, in all as modalities. The bowling was the game that presented the highest values of counts for the wrist (27805 ± 12286 counts). In the accelerometer positioned in the hip, there is no great difference ($p > 0.05$) between the different games. In the ankle, athletics had the highest mean value (6406 ± 1878 counts). The mean values of METs by indirect calorimetry were significantly higher; however, there was correlation with measures for volleyball.

Conclusion - We verified, with the present study, how accelerometer measurements vary according to the position of the device and the game

performed. It was observed the difference between MET values through indirect calorimetry and accelerometer. Thus, it is necessary to have caution when to compare different physical activity measurement instruments.

Keywords: Video Games, Energy Metabolism, Accelerometry, Indirect Calorimetry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma da coleta de dados.....	36
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características da amostra (n=54). Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.....	41
Tabela 2. Correlação de <i>Pearson</i> (r) entre <i>counts</i> (<i>epoch</i> de 10 segundos) e METs (calorimetria indireta). Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.	43
Tabela 3. Comparação dos valores médios de <i>counts.min</i> ⁻¹ do vetor magnitude por jogo e por localização de acelerômetro. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
2. OBJETIVOS	25
2.1 OBJETIVO GERAL	25
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
3. REVISÃO DE LITERATURA	27
3.1 DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS ELETRÔNICOS	27
3.2 ATIVIDADE FÍSICA E GASTO ENERGÉTICO: ACELEROMETRIA E CALORIMETRIA INDIRETA	28
3.3 GASTO ENERGÉTICO DURANTE A PRÁTICA DE EXERGAMES	31
4. MÉTODOS.....	35
4.1 PARTICIPANTES	35
4.2 ASPECTOS ÉTICOS	35
4.3 COLETA DOS DADOS	36
4.4 PROTOCOLOS DA SESSÃO DE EXERGAMES	36
4.5 VARIÁVEIS DE ESTUDO	37
4.6 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO	38
5. RESULTADOS	41
6. DISCUSSÃO	49
7. CONCLUSÃO.....	55
RECOMENDAÇÕES.....	57
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE A.....	69
APÊNDICE B.....	71
APÊNDICE C.....	76
ANEXO A	78
ANEXO B	79

1. INTRODUÇÃO

Diversos autores mostraram a importância da atividade física para uma vida saudável, diminuindo as morbidades e aumentando a expectativa de vida (DUNSTAN et al., 2010; WIJNDAELE et al., 2010; FRITSCHI et al., 2016). No entanto, nos últimos anos, a prevalência de pessoas em atividades sedentárias aumentou (SUBOC et al., 2016), levando à preocupação, por parte de entidades governamentais quanto à melhoria da saúde e qualidade de vida da população (HASKELL et al., 2007; INOUE et al., 2012; CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION, 2014; BRASIL, 2017).

Apesar das evidências dos benefícios de se manter ativo, estima-se que 17,4% da população mundial não realiza nenhum tipo de atividade física (DUMITH et al., 2011). Segundo dados do Sistema de Vigilância de Fatores de Risco por Inquérito Telefônico (Vigitel), nas capitais brasileiras e no Distrito Federal, apenas 37,6% dos investigados atingem as recomendações de atividade física para a promoção da saúde (150 minutos de atividade física moderada/vigorosa por semana), e essa prevalência diminui com o avançar da idade (BRASIL, 2017).

Uma alternativa que vem sendo discutida nos últimos anos para aumentar o gasto energético (GE) e o nível de atividade física de pessoas de diferentes idades são os jogos eletrônicos ativos (GRAVES et al., 2010; BARRY et al., 2016). Este tipo de jogo, chamado de *exergame*, combina videogame com os movimentos corporais (GRAVES et al., 2010). Dentre as tecnologias existentes, o Xbox 360 Kinecttm, lançado em 2010 (SMALLWOOD et al., 2012) destaca-se dos seus concorrentes (PlayStation[®], Nintendo[®] Wii) por não utilizar controle remoto nas mãos. O sistema Kinecttm permite que a interação e o controle dos jogos sejam realizados apenas com gestos e movimentos corporais, e, dessa forma, o jogador envolve todo o corpo durante o jogo, aumentando o gasto energético na atividade (CLEVENGER; HOWE, 2016).

O comportamento do GE durante a prática de diferentes tipos/modalidades de *exergames* vem sendo estudado em crianças, adolescentes (BAILEY; MCINNIS, 2011; WHITE; SCHOFIELD; KILDING, 2011), adultos (O'DONOVAN et al., 2012) e idosos (TAYLOR et al., 2012), por meio de calorimetria indireta, que permite verificar os equivalentes metabólicos (METs – múltiplos da taxa metabólica basal). A maioria dos estudos utilizou o console Nintendo[®] Wii ou o Dance Dance Revolution[®] (BAILEY; MCINNIS, 2011; LYONS et al., 2011; O'DONOVAN et al., 2012; TAYLOR et al., 2012;

WHITE; SCHOFIELD; KILDING, 2011), e alguns autores (CLEVENGER; HOWE, 2016; O'DONOVAN et al., 2012; TAYLOR et al., 2012; VERHOEVEN et al., 2015) utilizaram o Xbox 360 Kinecttm. Os estudos (BAILEY; MCINNIS, 2011; WHITE; SCHOFIELD; KILDING, 2011; O'DONOVAN et al., 2012; TAYLOR et al., 2012) mostraram que os *exergames* tem potencial para aumentar a atividade física, embora o console, o tipo de jogo e a experiência do jogador possam influenciar o GE (LYONS et al., 2011; VERHOEVEN et al., 2015).

Da mesma forma, recentemente alguns autores (TAYLOR et al., 2012; TRIPETTE et al., 2014) utilizaram a acelerometria para quantificar o movimento durante essa prática de atividades. A medida da acelerometria tem sido apresentada em *counts*, proporcional à variação da aceleração dos movimentos (CHEN et al., 2012), e em METs (ROSENBERGER et al., 2013), e os resultados dos estudos mostraram diferenças em relação ao tipo de jogo e posicionamento dos acelerômetros (TAYLOR et al., 2012; TRIPETTE et al., 2014). A maioria dos autores utilizou o acelerômetro em apenas um local – no peito (GRAVES et al., 2007) ou nas costas (LANNINGHAM-FOSTER et al., 2009) –, e alguns utilizaram em dois pontos anatômicos – no quadril e no punho (GRAVES; RIDGERS; STRATTON, 2008; TAYLOR et al., 2012; ROSENBERGER et al., 2013; TUDOR-LOCKE; BARREIRA; SCHUNA, 2015). Não foi identificado na literatura (Scopus e Pubmed) nenhum estudo utilizando acelerômetros em três pontos anatômicos distintos em praticantes de *exergames*. Embora o estudo de Stec e Rawson (2012) tenha utilizado acelerômetros em três pontos anatômicos (punho, quadril e tornozelo), a intervenção utilizada pelos autores foi o exercício contra resistência.

Nos diferentes jogos existentes no mercado, sejam do console Wii, do PlayStation, ou do Xbox, os temas do *exergames* giram em torno de dança, *fitness* e jogos esportivos (LYONS et al., 2011). Cada jogo eletrônico ativo apresenta especificidade de movimento (TRIPETTE et al., 2014). Alguns demandam mais a participação dos membros superiores, como o boxe; já em outros, a exigência de todo o corpo é maior (jogos esportivos), sendo o dispêndio energético dependente da demanda corporal envolvida no jogo (GRAVES; RIDGERS; STRATTON, 2008). Logo, acredita-se que o posicionamento do acelerômetro pode ter repercussões nos valores de *counts* e METs identificados nos diferentes jogos e que os valores identificados com a utilização de apenas um ou dois acelerômetros pode não apresentar, de forma precisa, os valores correspondentes. Devido à

especificidade dos movimentos, o posicionamento anatômico dos acelerômetros pode subestimar ou superestimar o gasto energético de cada atividade física (STEC; RAWSON, 2012), existindo uma lacuna sobre qual o melhor posicionamento anatômico durante a prática de *exergames* para estimar o gasto energético e o volume total da atividade física (AMINI et al., 2011; ROSENBERGER et al., 2013; TUDOR-LOCKE; BARREIRA; SCHUNA, 2015).

Diante do exposto, espera-se com esta pesquisa contribuir para o conhecimento e a discussão de qual o melhor posicionamento do acelerômetro para o cálculo do gasto energético e do volume de atividade física durante a prática de *exergames*.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar, em adultos, a atividade física avaliada por meio de acelerômetros posicionados em três pontos anatômicos distintos e determinar a correlação entre as estimativas do equivalente metabólico por acelerometria e por calorimetria indireta em diferentes jogos de *exergames*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa visam:

- verificar o volume total do movimento (*counts*) por meio de acelerômetros posicionados no punho, quadril e tornozelo e sua correlação com o equivalente metabólico por meio de calorimetria indireta;
- estimar o equivalente metabólico por meio de calorimetria indireta;
- comparar o volume total do movimento (*counts*) obtido por acelerometria de acordo com o posicionamento do aparelho e jogo;
- comparar as estimativas do equivalente metabólico por acelerometria (quadril) e por calorimetria indireta.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 DESENVOLVIMENTO DOS JOGOS ELETRÔNICOS

Criado em 1958 pelo físico William Higinbotham com o intuito de atrair visitantes ao laboratório militar em Nova Iorque (ALVES et al., 2009), o primeiro *game* era composto a partir de duas linhas rudimentares e uma bola, simulando uma partida de tênis. Desde então, com o avanço da tecnologia, Ralph Baer, entre os anos de 1967 e 1968, desenvolveu um aparelho que permitia o uso de jogos virtuais em aparelhos televisores. O Chasing Game, como foi nomeado, permitia que os jogadores controlassem dois quadrados podendo mover a tela, simulando uma partida de pingue-pongue. Na mesma época, ele criou o Brown Box, aparelho que permitia jogar tênis e *hockey* (A HISTÓRIA DOS VIDEOGAMES, 2010).

Nos anos 1970, a popularidade dos jogos eletrônicos aumentou, conquistando públicos de diferentes sexos e idades (LATHAM; PATSTON; TIPPETT, 2013), gerando, na área tecnológica, novas estratégias para o desenvolvimento de novos *games*.

Em 1972, surgiu o primeiro console doméstico, o Magnavox Odyssey, permitindo aos jogadores simular diferentes modalidades esportivas como o futebol e o voleibol (LATHAM; PATSTON; TIPPETT, 2013). No ano 1973, a empresa Atari Inc. desenvolveu o Pong, que foi o primeiro jogo de arcada – também conhecidos como fliperamas, por ficarem expostos nas lojas.

Em 1974, surgiram as versões domésticas dos jogos eletrônicos, em que os jogadores podiam trocar os jogos que estavam programados em cartuchos.

Na década de 1980, surgiu a Nintendo e o console Entertainment System, dando mais modernidade aos videogames através da pistola dos jogos de arcada para uso doméstico (A HISTÓRIA DOS VIDEOGAMES, 2010).

Após muitas inovações, no ano de 2000 os videogames se tornam mais reais. No entanto, com as inovações tecnológicas e a melhoria dos consoles, os videogames produziram nos jogadores o aumento do comportamento sedentário no tempo de lazer (VANDEWATER; SHIM; CAPLOVITZ, 2004; SMALLWOOD et al., 2012). Dessa forma, para se manterem no mercado, as fabricantes desenvolveram os videogames ativos, ou *exergame*, que permitem que os jogadores interajam de maneira ativa com os jogos através do movimento corporal (GRAVES et al., 2010).

Em 2006, a Nintendo, lançou o Wii, videogame que permite aos jogadores controlar o jogo usando o movimento do próprio corpo, apenas com o auxílio de um sensor que fica na mão do jogador (SPARKS; CHASE; COUGHLIN, 2009; SMALLWOOD et al., 2012). Esse foi o primeiro videogame a proporcionar essa tecnologia.

Em uma constante disputa de mercado, a Sony desenvolveu o console Playstation Move, no qual o controle é feito pelos movimentos das mãos, por meio de dois controles (um para cada mão). Já a Microsoft desenvolveu o console Xbox 360 Kinect, um aparelho revolucionário que não utiliza controle algum, sendo controlado apenas por um sensor de movimento. Esse sensor é composto de uma câmera digital e um microfone, que capta o jogador e seu próprio corpo. A partir dos movimentos dos jogadores, simulando as atividades propostas pelo jogo, o Kinect avalia o desempenho do competidor (A HISTÓRIA DOS VIDEOGAMES, 2010; SMALLWOOD et al., 2012).

Com as novas tecnologias, as empresas reinventaram os jogos eletrônicos e a interação jogo/jogador, permitindo novas experiências e se consolidando cada vez mais no mercado (ENTERTAINMENT SOFTWARE ASSOCIATION, 2006).

3.2 ATIVIDADE FÍSICA E GASTO ENERGÉTICO: ACELEROMETRIA E CALORIMETRIA INDIRETA

A necessidade de conhecer o comportamento do movimento humano e o gasto energético dispendido durante a atividade física vêm se tornando de suma importância e um desafio para os profissionais da área da saúde (HARRIS; BENEDICT, 1918).

Sabe-se que os benefícios para a saúde (diminuição da hipertensão, controle da obesidade e diabetes, entre outros) gerados pela atividade física dependem não apenas da frequência, mas também da intensidade com que se praticam os exercícios. Logo, a relação entre benefícios e intensidade/volume de atividade física deve ser bem determinada para que haja uma boa correlação entre eles (FREEDSON; MELANSON; SIRARD, 1998; ORHAN; TORUN; OZER, 2015).

O GE refere-se à quantidade de energia dispendida durante o exercício físico e pode ser representado por meio do MET, do consumo de oxigênio (VO_2) e pela quantidade de calorias consumidas (quilocalorias/dia – kcal/dia) (HOWLEY, 2000).

Diversas são as técnicas utilizadas para se estabelecer o GE, e dentre elas podemos citar o autorrelato (questionários, registros de atividade física e diários) e medidas objetivas de atividade física, como a

observação direta, água duplamente marcada, monitoramento da frequência cardíaca, sensores de movimento (acelerômetros e pedômetros) e a calorimetria direta e indireta (REIS; PETROSKI; LOPES, 2000; VOLP et al., 2011).

Não existe na literatura um consenso sobre qual o melhor método a ser utilizado, uma vez que todos eles possuem vantagens e desvantagens. Acredita-se que a combinação de métodos, o propósito da pesquisa e a população-alvo a ser investigada devem ser levados em consideração para que o pesquisador possa escolher aquele que melhor avalie e alcance o objetivo da pesquisa (REIS; PETROSKI; LOPES, 2000).

Ao longo dos últimos anos, os acelerômetros vêm sendo usados para verificar o comportamento do movimento humano e o gasto energético (ROWLANDS et al., 2004; LAMBIASE et al., 2014). Os acelerômetros são sensores portáteis de movimento piezelétricos, que através da aceleração e deformação mecânica criam um campo elétrico, transformando um sinal analógico em um sinal digital, gerando os *counts*. A variação dos *counts* se dá de forma proporcional à variação da aceleração dos movimentos e da deformidade mecânica (CHEN et al., 2012).

O ActiGraph vem sendo o acelerômetro mais utilizado nos estudos de avaliação do volume de atividade física (ROMANZINI; PETROSKI; REICHERT, 2012). Em sua evolução, durante a década de 1990 e início dos anos 2000, o ActiGraf iniciou com monitores uniaxiais (modelo 7164), avaliando apenas o plano vertical (X). Posteriormente, com a criação do modelo biaxial (GT1M), um novo eixo foi introduzido, o antero-posterior (Y), e através da combinação desses dois eixos (vertical e antero-posterior) foi identificado o vetor magnitude (VM2). Em 2009, a empresa criou o monitor triaxial (GT3X), introduzindo o plano médio-lateral (Z) e criando um vetor de magnitude ortogonal (VM3), através da combinação dos três planos (SASAKI; JOHN; FREEDSON, 2011).

A unidade de medida dos acelerômetros, os *counts*, descrevem a intensidade, frequência e duração da atividade física, mas os acelerômetros também podem nos fornecer o gasto energético utilizado durante a atividade realizada (CORDER; BRAGE; EKELUND, 2007).

Os pontos de corte, em *counts*, correspondentes à intensidade da atividade física por meio de METs foi proposto por Freedson, Melanson e Sirard (1998), e consistia em utilizar um modelo uniaxial, localizado no quadril direito, durante a prática de caminhada e corrida em laboratório e comparar os dados com a calorimetria indireta, por meio de

espirometria. Valores $\leq 1991 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ foram correlacionados às atividades leves (< 3 METs); valores entre > 1952 e $< 5724 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ referem-se às atividades moderadas ($\geq 3 - \leq 5,9$ METs); valores $\geq 5725 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ foram considerados para atividades vigorosas ($> 6 - \leq 9$ METs).

Em estudo conduzido por Sasaki e colaboradores (2011), com o objetivo de estimar o ponto de corte para a transformação de *counts* em nível de atividade física para acelerômetros triaxiais, obteve-se: $< 2690 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ = atividade leve; $\geq 2690 - \leq 6166 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ = atividade moderada; $\geq 6167 - \leq 9642 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ = atividade intensa; e para valores $> 9642 \text{ counts} \cdot \text{min}^{-1}$ = atividade muito intensa.

A calorimetria indireta é um método de avaliação do gasto energético através da troca gasosa, mensurada pelo consumo de oxigênio (O_2) e pela produção de gás carbônico (CO_2). Com um coletor de gases portátil, é possível verificar os múltiplos (METs) da taxa metabólica basal (TMB), que é de aproximadamente $3,5 \text{ ml/kg/min}$ (AINSWORTH et al., 2011; MCARDLE; KATCH; KATCH, 2011). Quando se descreve que uma referida atividade equivale ao GE de três METs, quer-se dizer que é necessário que o metabolismo de repouso seja multiplicado por três, ou seja, três vezes $3,5 \text{ ml/kg/min}$ (AINSWORTH et al., 2011).

Respeitando a individualidade biológica, a variação do METs ocorre de maneira diferente entre os indivíduos e é determinada por fatores como a idade, o sexo, a composição corporal, a ação de hormônios (AINSWORTH et al., 2000) e o condicionamento físico (TAPPY; BINNERT; SCHNEITER, 2003). Essa unidade metabólica é capaz de comparar e até mesmo indicar a intensidade do esforço e o GE em diferentes atividades físicas (COELHO-RAVAGNANI et al., 2013).

Muitas atividades físicas já estão descritas em um Compêndio de Atividades Físicas, determinando quanto de energia é consumido através da sua duração e intensidade (AINSWORTH et al., 2011), porém algumas atividades modernas de lazer ainda não foram inseridas, como é o caso do videogame e dos *exergames*.

As atuais recomendações do ACSM (GARBER et al., 2011) sugerem classificações de intensidade para a atividade física de acordo com os METs. Segundo esse posicionamento, atividades com GE < 3 METs são consideradas leves; entre 3 e 5,9 são moderadas; e $> 5,9$ são vigorosas. Contudo, os autores também classificam a intensidade conforme a idade, explicando que existem diferenças entre as populações.

3.3 GASTO ENERGÉTICO DURANTE A PRÁTICA DE EXERGAMES

A entrada dos *exergames* no mercado despertou o interesse de pesquisadores em investigar o GE durante a sua atividade. Muitos estudos comparam o GE durante a prática de *exergame* com videogames tradicionais e atividades físicas (GRAVES et al., 2007; LANNINGHAM-FOSTER et al., 2009; GRAVES et al., 2010; SMALLWOOD et al., 2012; LAU et al., 2015; BARRY et al., 2016).

A maioria dos estudos mostrou que a prática de *exergame* aumenta o GE quando comparado ao repouso e ao videogame sedentário (LANNINGHAM-FOSTER et al., 2009; GRAF et al., 2009; GRAVES et al., 2010; BARRY et al., 2016). No entanto, os resultados de estudos comparando o GE durante a prática de *exergame* com atividade física convencional ou com os pontos de corte de atividade física diária recomendada por diversos órgãos da área, como o American College of Sports and Medicine (GARBER et al., 2011), ainda são controversos.

Em estudo comparando o GE de adolescentes, adultos e idosos mais velhos utilizando jogos do Wii Fit, com videogame tradicional (atividade sedentária) e exercício físico aeróbico (caminhada rápida na esteira), verificou-se que, para todas as faixas etárias, o jogo ativo apresentou maior GE quando comparado ao jogo sedentário. No entanto, mesmo atingindo a recomendação diária de atividade física moderada, 20 minutos em cinco dias na semana (GARBER et al., 2011), o GE dispendido pelos jogos ativos foi menor quando comparado com a caminhada. Dessa forma, o estudo sugere que os *exergames* podem estimular a diminuição do comportamento sedentário no período de lazer, mas não se comparam ao exercício físico convencional (GRAVES et al., 2010).

Um estudo de meta análise, analisando os efeitos do *exergame* no GE, concluiu que esse tipo de jogo pode atingir as recomendações de prática de atividade física propostas pelo ACSM (2011). Contudo, os autores relataram ser necessário realizar estudos com populações maiores e de diferentes faixas etárias, pois a maioria das pesquisas foi realizada com crianças (PENG; LIN; CROUSE, 2011).

Um estudo piloto, propondo a utilização de *games* ativos para atingir as recomendações de atividade física diária em pacientes adultos com insuficiência cardíaca, não apresentou dados significativos (KLOMPSTRA; JAARSMA; STRÖMBERG, 2014).

Em estudo de revisão sobre a influência dos jogos ativos e os reais efeitos para a saúde de crianças de oito a 14 anos, mesmo após o

período de intervenção, com os *exergames*, observou-se que não houve aumento da prática de atividade física (MAITLAND et al., 2013).

Segundo Graves et al. (2007), os *exergames* apresentam melhores índices de GE quando comparados com videogames, no entanto não atingem o mesmo dispêndio energético quando comparados à prática esportiva real. Os autores sugerem mais investigações sobre a utilização dessa tecnologia para a diminuição do sedentarismo e dos riscos desse estilo de vida.

3.4 ESTIMATIVA DO GASTO ENERGÉTICO COM O USO DE ACELERÔMETRO

Existe na literatura uma lacuna sobre a compreensão do quanto e da intensidade necessária de atividade física que deve ser realizada, para se obter benefícios para a saúde. Isso ocorre em virtude das diversas técnicas de pesquisa, principalmente em relação às subjetivas, como as de autorrelato (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2008). A utilização de acelerômetros para a avaliação do GE vem se tornando cada vez mais comum, uma vez que esses monitores possuem a capacidade de captar as informações por um grande período de tempo e pela boa aceitabilidade por parte dos usuários, uma vez que são leves e não atrapalham na realização dos movimentos (ORHAN; TORUN; OZER, 2015), mas principalmente por apresentarem valores objetivos de volume e intensidade da atividade física (SASAKI et al., 2017). Os monitores triaxiais têm sido comumente utilizados, uma vez captam a variação dos movimentos em três eixos, permitindo maior variabilidade para a análise dos dados (SASAKI, 2017).

Stec e Rawson (2012) avaliaram o GE durante o protocolo de treinamento contra resistência, utilizando o analisador de gases (K4CosMed) e três acelerômetros triaxiais, localizados no punho, quadril e tornozelo. Participaram do estudo 30 indivíduos, com média etária de $21,7 \pm 1,0$ anos. Foi realizado um protocolo com duas séries de oito exercícios. Os resultados mostram que a soma de *counts*, dos três eixos, foi significativamente maior para o punho ($134,249 \pm 20,567$), seguida do tornozelo ($50,722 \pm 15,252$) e da cintura ($26,730 \pm 7,437$). O GE, por meio de calorimetria indireta (Kcal), foi significativamente correlacionado somente com a soma dos eixos da cintura, assim como de cada um dos três eixos. Também foi correlacionado com o eixo horizontal do acelerômetro do punho. Nesse estudo, também foi desenvolvida uma equação para a estimativa do gasto energético do

treinamento contra resistência, utilizando como variáveis o sexo, a massa livre de gordura e a soma de *counts* dos três eixos do acelerômetro da cintura. Essa equação foi capaz de prever 73% da variação do GE. O acelerômetro utilizado na cintura foi o que melhor se correlacionou com os valores de gasto energético pela calorimetria indireta.

Rosenberger et al. (2013) compararam a estimativa da intensidade da atividade física utilizando acelerômetros triaxiais no quadril e no punho, correlacionando os valores com a calorimetria indireta. Participaram do estudo 37 adultos durante 20 diferentes atividades. Os pesquisadores definiram pontos de corte para os valores de *counts* para categorizar as atividades entre sedentária, leve, moderada ou de intensidade vigorosa. Os valores de *counts* apresentaram diferentes valores de correlação com a calorimetria indireta. Para o quadril, a correlação foi de 0,52, e foi similar ao encontrado na literatura. No entanto, para o punho, o valor de correlação foi de 0,13, e a justificativa para esses valores deve-se aos diversos protocolos utilizados para a calibração de acelerômetros utilizados em outros pontos anatômicos, quando não no punho.

Comparando valores de *counts* durante atividades em laboratório e de atividades ao ar livre, utilizando-se de acelerômetro posicionado em punho e quadril, Tudor-Locke et al. (2015) encontraram diferentes valores para a estimativa do GE tanto entre os acelerômetros como também ao fato de as atividades serem praticadas em laboratório ou ao ar livre. Foram estabelecidos padrões de velocidade para as atividades em laboratório; já para as atividades livres, os participantes deveriam utilizar o acelerômetro durante sete dias consecutivos, apenas retirando o aparelho durante o banho ou as atividades aquáticas. Nas atividades feitas em laboratório, o acelerômetro localizado no quadril apresentou maiores valores de *counts* comparado ao acelerômetro do punho, independentemente da velocidade estabelecida. Para as atividades ao ar livre, os resultados se mostraram contrários, apresentando maiores valores para o punho e menores para o quadril. Esses resultados mostram que os valores de *counts* podem ser influenciados tanto pela atividade quanto pela localização do acelerômetro.

4. MÉTODOS

Esta pesquisa trata-se de estudo transversal, descritivo correlacional com análise de dados da pesquisa intitulada “Gasto energético, frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e nível de atividade física durante a prática de exergame”, coordenada por docente do Departamento de Educação Física (DEF), Centro de Desportos (CDS), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

4.1 PARTICIPANTES

A amostra do presente neste estudo ($n = 102$) foi do tipo não probabilística, e foram incluídos indivíduos de ambos os sexos com idade igual ou superior a 21 anos, pertencentes à comunidade acadêmica da UFSC (estudantes de graduação e pós-graduação, professores, funcionários e participantes de projetos de extensão). Os critérios de exclusão da amostra foram: uso de medicamentos para depressão; ter diagnóstico de hipertensão, doença cardiovascular ou distúrbios hormonais da tireoide; apresentar lesão ortopédica ou dificuldade de locomoção; dificuldade visual ou auditiva que pudesse atrapalhar a identificação de cores, imagens e sons.

O recrutamento dos participantes ocorreu por meio de convites direcionados à população-alvo, realizados através de *e-mails* às coordenações dos Cursos da UFSC e aos endereços cadastrados pelo serviço do “Divulga UFSC” (informativo diário que divulga as notícias institucionais via *e-mail*). A divulgação também foi realizada usando-se as redes sociais e a página de notícias da Instituição. Outra estratégia adotada foi visitar os projetos de extensão do Centro de Desportos (CDS) e as salas de aula (após a permissão dos professores responsáveis), convidando as pessoas a participarem.

Os interessados em participar entraram em contato com o pesquisador principal, sendo formada uma lista de identificação dos participantes para que assim fosse realizada a verificação dos critérios de exclusão e a marcação das avaliações.

4.2 ASPECTOS ÉTICOS

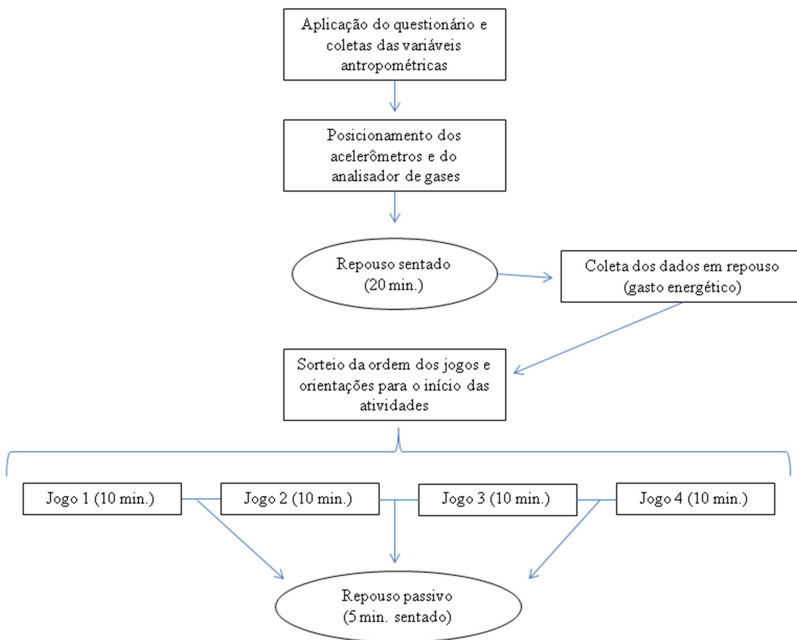
O protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC, com parecer nº 746.489 e CAAE nº 32996914.0.0000.0121 (Anexo A). Os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A).

4.3 COLETA DOS DADOS

A coleta de dados foi realizada entre março e dezembro de 2014 na sala do Programa de Prevenção e Reabilitação Cardiorrespiratória (PROCOR) e no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), no CDS da UFSC, e os dados foram anotados em formulário próprio (Apêndice B).

A coleta dos dados foi realizada em sessão única por entrevistadores treinados quanto à padronização das avaliações e técnicas utilizadas, como mostra a figura 1.

Figura 1. Fluxograma da coleta de dados.



Fonte: Elaborada pelo autor (2017).

4.4 PROTOCOLOS DA SESSÃO DE EXERGAMES

A sessão de *exergames* foi executada com a utilização do videogame Microsoft Xbox 360 com Kinecttm. A projeção dos jogos realizou-se em uma tela, sendo a área de projeção da câmera do sensor

Kinect delimitada em 4 m². Os jogos foram executados de forma individual, e os participantes foram orientados por um dos pesquisadores, que explicou, sempre antes de cada tarefa, o que deveria ser realizado.

Os participantes jogaram o Kinect Sports (1^a e 2^a temporadas) nas modalidades boxe, boliche, vôlei de praia e atletismo (corrida de 100 metros, salto em distância, lançamento de dardo e corrida com obstáculo). A ordem das modalidades foi sorteada para cada participante. Cada modalidade foi executada durante dez minutos, com intervalo de cinco minutos entre cada uma delas.

As modalidades apresentavam três diferentes níveis de dificuldade (iniciante, intermediário e profissional). Todos os participantes começaram pelo nível mais fácil, progredindo à medida que obtinham uma vitória. Caso perdessem, permaneciam no mesmo nível até que o tempo se esgotasse.

4.5 VARIÁVEIS DE ESTUDO

O volume total da atividade física (*counts*) foi mensurado por meio de acelerômetros (marca ActiGraph[®], ActiGraph LLC, Pensacola, Fla, USA; modelo GT3XE-Plus - Triaxial Activity Monitor), calibrados e posicionados simultaneamente em três pontos anatômicos: punho (processo estilóide da ulna), quadril (linha axilar anterior no nível da crista ilíaca) e tornozelo (acima do maléolo lateral) antes da realização da sessão dos jogos. Os aparelhos foram posicionados no lado dominante referido pelo participante.

Os dados dos acelerômetros foram descarregados em 10 segundos-epocs (*software* Actilife 6.11.5, ActiGraph, Pensacola, FL). A análise foi realizada pelo número de *counts* (unidade de medida dos acelerômetros) durante cada jogo, para cada aparelho (punho, quadril e tornozelo), anotados em formulário próprio (Apêndice B). Os *counts* foram analisados de acordo com cada eixo (x, y, z) separadamente e vetor de magnitude.

Já a estimativa do equivalente metabólico (METs) foi verificada por meio de acelerometria (acelerômetro localizado no quadril) e por calorimetria indireta, sendo os dados anotados em formulário próprio (Apêndice B). Os dados dos acelerômetros (ActiGraph[®], ActiGraph LLC, Pensacola, Fla, USA; modelo GT3XE-Plus - Triaxial Activity Monitor) foram descarregados em 10 segundos-epocs (*software* Actilife 6.11.5, ActiGraph, Pensacola, FL). A análise foi realizada pelos METs

(variável contínua) durante cada jogo somente para a região do quadril, por meio da equação de Freedson (1998).

A estimativa do METs por calorimetria indireta foi verificada por meio do analisador de gases K4B2 (COSMED). O analisador de gases mede a troca de gás a cada respiração, sendo o fluxo e o volume do ar expirado medidos por uma turbina digital bidirecional que assegura uma grande exatidão dentro de uma escala larga de fluxo (até 20 L.s⁻¹). O tamanho da máscara foi escolhido de acordo com cada participante, evitando o vazamento de ar.

O sistema do K4b2 foi calibrado antes de cada teste para assegurar as medidas exatas do ar ambiente, do gás do cilindro, da turbina e do *delay*, de acordo com as recomendações (Anexo B) do fabricante (COSMED SRL). As etapas de calibração estão descritas no Apêndice C.

Os METs foram utilizados por serem os múltiplos da taxa metabólica de repouso (AINSWORTH et al., 2011). Eles foram estimados pelo cálculo: VO₂ da atividade (ml(Kg.min)⁻¹) / VO₂ em repouso (ml(Kg.min)⁻¹). Os METs (variável contínua) foram verificados durante cada jogo (10 minutos). Entre cada jogo, os participantes eram instruídos a permanecer em repouso durante cinco minutos.

Para a caracterização da amostra, foram utilizados dados de sexo, idade (em anos completos), escolaridade (Ensino Fundamental; Ensino Médio; Ensino Superior), massa corporal, estatura e índice de massa corporal (kg/m²). A massa corporal (kg) foi mensurada por meio de balança digital (marca Toledo[®], precisão de 100g), a estatura (metros) foi verificada com o uso de estadiômetro (Sanny[®], precisão de 0,5cm), de acordo com a padronização de Frisancho (1984), e para a realização das medidas os indivíduos permaneceram descalços e vestindo o mínimo de roupa possível.

4.6 PROCEDIMENTO ESTATÍSTICO

Foram utilizados médias, desvios padrão e frequências na análise descritiva. A correlação (r) entre o volume de atividade física (*counts.minuto*⁻¹) e os METs (calorimetria indireta) foi verificada por meio da correlação de Pearson. A análise de variância com modelos mistos foi utilizada para comparar os valores de *counts.minuto*⁻¹, do Vetor Magnitude, de acordo com o jogo e posicionamento do acelerômetro. As comparações múltiplas foram analisadas por meio do teste *post-hoc Sidak*.

O teste *t de Student* para amostras pareadas e a correlação (r) por meio do teste de *Pearson* foram usados para comparar os valores de METs, estimados por meio do acelerômetro posicionado no quadril e por calorimetria indireta.

Em todas as análises foi utilizado o nível de significância estatística de 5% ($p \leq 0,05$) e os dados foram analisados utilizando o programa estatístico IBM SPSS Statistics for Windows (SPSS®, versão 22,0).

5. RESULTADOS

Participaram do estudo 102 pessoas, sendo a amostra final composta de 54 indivíduos – foram excluídos todos aqueles que tiveram algum erro ou defeito nos acelerômetros. A média etária dos participantes foi de $34,2 \pm 12,9$ anos (21 a 64 anos), e as características da amostra são apresentadas na tabela 1. Verifica-se que 81,5% dos participantes possuem Ensino Superior e 63% relataram ser solteiros. A maioria dos participantes (76%) informou praticar alguma atividade física regular, e aproximadamente 65% relatou nunca ter jogado *exergame*, ou ter jogado somente uma vez.

Tabela 1. Características da amostra (n=54). Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.

Variáveis	N	%
Sexo		
Feminino	28	51,9
Masculino	26	48,1
Estado civil		
Solteiro	34	63,0
Casado	17	31,5
Divorciado	3	5,5
Escolaridade		
Ensino Médio	10	18,5
Ensino Superior	44	81,5
Pratica atividade física		
Sim	41	75,9
Não	13	24,1
Já jogou <i>exergame</i>		
Não, nunca	27	50,0
Sim, uma vez	8	14,8
Sim, algumas vezes	17	31,5
Sim, constantemente	2	3,7
IMC (kg/m²)		
18,5 – 24,9	28	51,9
25,0 – 29,9	23	42,5
≥ 30,0	3	5,6

Fonte: Elaborada pelo autor (2017).

A tabela 2 apresenta os dados de correlação (r) entre os *counts* (acelerômetro) e os METs (calorimetria indireta), de acordo com a modalidade de jogo. Para o atletismo, apenas os valores de *counts* do acelerômetro posicionado no tornozelo apresentou correlação com o valor de METs ($5,53 \pm 1,04$), tanto para os eixos X ($r = 0,452$; $p = 0,001$), Y ($r = 0,382$; $p = 0,007$) e Z ($r = 0,326$; $p = 0,022$) quanto para o vetor magnitude ($r = 0,461$; $p = 0,001$). Para o boliche, houve correlação entre os METs ($5,60 \pm 1,43$) e os valores de *counts* no eixo Y (horizontal), tanto para o aparelho posicionado no quadril ($r = 0,351$; $p = 0,013$) quanto no tornozelo ($r = 0,301$; $p = 0,042$), assim como correlação com o vetor de magnitude para o dispositivo do quadril ($r = 0,337$; $p = 0,017$). Para o boxe, os valores de *counts* apresentaram correlação com os METs ($6,40 \pm 1,60$) apenas para o eixo Z ($r = 0,298$; $p = 0,042$) do acelerômetro do tornozelo, não havendo correlação para o vetor magnitude. Para o vôlei de praia, houve correlação entre os METs ($5,73 \pm 1,09$) e os valores de *counts* para o eixo Y ($r = 0,339$; $p = 0,015$) e para o vetor de magnitude ($r = 0,296$; $p = 0,035$), tanto para o acelerômetro posicionado no quadril quanto no tornozelo. Para o acelerômetro do tornozelo, também foram identificadas correlação entre METs e *counts* para os eixos X ($r = 0,392$; $p = 0,006$), Z ($r = 0,436$; $p = 0,002$) e vetor magnitude ($r = 0,427$; $p = 0,002$).

Tabela 2. Correlação de *Pearson* (r) entre counts (epoch de 10 segundos) e METs (calorimetria indireta). Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.

	METs	Counts								
		PUNHO			QUADRIL			TORNOZELO		
		Média (DP)	Cor.	P-valor	Média (DP)	Cor.	P-valor	Média (DP)	Cor.	P-valor
ATLETISMO	5,53 (1,04)									
Eixo X (vertical)		7174(4573)	0,003	0,983	1735 (873)	0,115	0,418	4993 (1664)	0,452	0,001
Eixo Y (horizontal)		6849 (3443)	0,017	0,901	1076 (987)	0,144	0,309	3216 (1489)	0,382	0,007
Eixo Z (perpendicular)		4319 (2229)	0,011	0,940	1325 (638)	0,114	0,419	2077 (1117)	0,326	0,022
Vetor de magnitude		10921 (5954)	0,014	0,919	2496 (1353)	0,111	0,432	6406 (2179)	0,461	0,001
BOLICHE	5,60 (1,43)									
Eixo X (vertical)		19527 (9000)	0,017	0,904	1344 (1185)	0,255	0,074	826 (1341)	0,211	0,159
Eixo Y (horizontal)		16180 (7832)	0,100	0,471	1754 (931)	0,351	0,013	1333 (934)	0,301	0,042
Eixo Z (perpendicular)		10552 (5259)	0,093	0,505	2061 (1194)	0,190	0,187	924 (693)	0,138	0,362
Vetor de magnitude		27805 (12286)	0,063	0,653	3241 (1515)	0,337	0,017	1949 (1629)	0,233	0,119
BOXE	6,40 (1,60)									
Eixo X (vertical)		16256 (6434)	0,138	0,320	1312 (785)	0,126	0,379	1526 (3575)	0,187	0,209
Eixo Y (horizontal)		12038 (4789)	0,182	0,188	2172 (1046)	-0,015	0,916	2537 (2466)	0,264	0,073
Eixo Z (perpendicular)		10057 (4638)	0,171	0,217	2047 (982)	0,249	0,078	1914 (1944)	0,298	0,042
Vetor de magnitude		22716 (8944)	0,163	0,239	3388 (1344)	0,128	0,372	3651 (4660)	0,237	0,108

VÔLEI DE PRAIA	5,73 (1,09)									
Eixo X (vertical)	9325 (3485)	0,150	0,279	2427 (917)	0,244	0,085	1800 (1466)	0,392	0,006	
Eixo Y (horizontal)	7564 (2555)	0,105	0,450	1528 (581)	0,339	0,015	2442 (1004)	0,425	0,003	
Eixo Z (perpendicular)	7664 (2477)	0,039	0,781	1959 (730)	0,223	0,116	2079 (1295)	0,436	0,002	
Vetor de magnitude	14320 (4757)	0,110	0,430	3523 (1165)	0,296	0,035	3731 (2106)	0,427	0,002	

*p-valor: significância da correlação.

Fonte: Elaborada pelo autor (2017).

A tabela 3 apresenta as comparações entre os valores médios (*counts*) do vetor magnitude por jogo e por posicionamento do acelerômetro. A análise de modelos mistos mostrou que houve interação entre a localização dos acelerômetros e os diferentes jogos ($F=575,324$, $p<0,001$). Nas comparações múltiplas, foi possível observar que houve diferença significativa ($p\leq 0,05$) nos valores médios de *counts* dos acelerômetros posicionados no punho para todos os jogos. Nesse caso, os valores de *counts* foram maiores para o boliche (27805 ± 12286 *counts*) e menores para o atletismo (10921 ± 5955 *counts*). Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os *counts* dos diferentes jogos para o acelerômetro posicionado no quadril. E, para o tornozelo, houve diferença significativa entre os valores de *counts* do atletismo e do boliche.

Quando comparados, de acordo com o posicionamento dos acelerômetros, foi observado que, para todos os jogos, os maiores valores médios foram para o aparelho posicionado no punho. Para o atletismo, o aparelho do quadril apresentou os menores valores de *counts* (2496 ± 645). Para os demais jogos, não houve diferença entre os valores de *counts* dos acelerômetros localizados no quadril e no tornozelo (tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos valores médios de *counts.min*⁻¹ do vetor magnitude por jogo e por localização de acelerômetro. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2014.

	Média ± desvio padrão			
	Atletismo (n=49)	Boliche (n=44)	Boxe (n=46)	Vôlei de praia (n=47)
Punho (n=54)	10921±5955 Aa	27805±1228 6Ba	22716±8944 Ca	14320±476D a
Quadril (n=50)	2496±645A b	3241±1515A b	3388±1351A b	3523±118Ab
Tornozelo (n=46)	6406±1878 Ac	1949±1629B b	3650±1404A Bb	3731±1024A Bb

Análise de modelos mistos: interação (modalidade*local): $F=575,324$, $p<0,001$. *post-hoc Sidak*.

Letras minúsculas comparam a localização dos acelerômetros (punho, quadril e tornozelo).

Letras maiúsculas comparam os jogos.

* Letras maiúsculas iguais não apresentam diferença estatística ($p\geq 0,05$) na linha; letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística ($p\geq 0,05$) na coluna.

Fonte: Elaborada pelo autor (2017).

A tabela 4 apresenta a comparação entre os METs do K4 (calorimetria indireta) e os METs do acelerômetro no quadril, de acordo com o jogo. Houve diferenças significativas entre os valores médios dos METs verificados por calorimetria indireta e por meio do acelerômetro em todos os jogos. Apenas para o vôlei de praia houve correlação (baixa) entre os valores de METs identificados por meio dos dois métodos.

Tabela 4. Comparação entre os METs do K4 (calorimetria indireta) e os METs do acelerômetro no quadril, de acordo com o jogo. Florianópolis, 2014

	METs calorimetria indireta Média ± DP	METs acelerômetro quadril Média ± DP	Teste t pareado p-valor	Correlação (r)	Correlação p-valor
Atletismo	5,53 ± 1,04	2,50 ± 0,76	<0,001	0,135	0,341
Boliche	5,60 ± 1,43	2,05 ± 1,22	<0,001	0,251	0,079
Boxe	6,40 ± 1,60	2,01 ± 0,87	<0,001	0,215	0,129
Vôlei de praia	5,73 ± 1,09	3,19 ± 0,98	<0,001	0,306	0,029

Fonte: Elaborada pelo autor (2017).

6. DISCUSSÃO

Este estudo comparou a atividade física avaliada por meio de acelerômetros posicionados em três pontos anatômicos distintos e determinou a concordância entre as estimativas do equivalente metabólico por acelerometria e por calorimetria indireta em diferentes jogos eletrônicos ativos (*exergames*). Os valores de *counts* e METs, assim como a correlação entre essas medidas, diferiram entre os jogos e o posicionamento do acelerômetro, sendo verificada interação entre o posicionamento dos acelerômetros e os diferentes jogos. Em todos os jogos, os valores dos METs verificados por calorimetria indireta foram significativamente maiores que os estimados pelo acelerômetro posicionado no quadril.

Os resultados mostraram que vôlei de praia e atletismo foram as modalidades que apresentaram correlação entre METs (calorimetria indireta) e *counts* em todos os eixos analisados. Isso ocorreu somente para o acelerômetro posicionado no tornozelo. Dentre os quatro jogos analisados, vôlei de praia e atletismo são os que apresentam maior movimentação de membros inferiores. Essa movimentação ocorre devido aos deslocamentos para melhor desempenho nas modalidades, o que justifica a correlação verificada. A realização de saques e ataques no vôlei de praia e de corridas e saltos no atletismo necessitam de deslocamento vertical; a realização das defesas no vôlei de praia exige deslocamento lateral e/ou antero-posterior; e as corridas no atletismo também podem ocasionar deslocamento antero-posterior.

Ressalta-se que os eixos propostos pelos acelerômetros avaliam a variação angular do movimento. Essa variação pode ser subestimada pela falta de prática do participante que pode limitar seus movimentos articulares (AMADIO; SERRÃO, 2007), uma vez que o padrão de execução do movimento depende da experiência prévia na modalidade (SELL; LILLIE; TAYLOR, 2008; CLEVENGER; HOWE, 2016). No estudo de Sell, Lillie e Taylor (2008), o GE dos jogadores experientes (n = 12) foi 54% maior durante a execução dos *exergames* em relação aos jogadores inexperientes (n = 7). Clevenger e Howe (2016) avaliaram o efeito da prática de *exergames* (Xbox Kinecttm) na dose-resposta do GE em 55 crianças e adolescentes (8-17 anos) e verificaram que a intensidade (METs) e o volume de atividade física (*counts*) foram maiores para aqueles com maior familiaridade com os jogos. Visto que 64,8% dos participantes do presente estudo relataram nunca ter jogado ou ter jogado apenas uma vez *exergame*, acredita-se

que aqueles com experiência prévia com *exergames* possam não ter tido experiência com as modalidades executadas. Dessa forma, aqueles que nunca haviam jogado podem ter apresentado padrões de movimento irregulares e menor variação angular durante os jogos.

É preciso cautela na interpretação dos resultados da correlação entre os valores de METs (calorimetria indireta) e de *counts*. Trata-se de correlação de dados obtidos por fatores fisiológicos e fatores mecânicos, respectivamente. Nenhuma equação de acelerometria é capaz de prever, tão precisamente, o GE quando comparada aos diferentes marcadores fisiológicos que avaliam, com maior precisão, a resposta à atividade física (CORDER et al., 2007). Crouter, Churrilha e Basset (2006) compararam a calorimetria indireta com 15 equações de regressão validadas para prever o gasto de energia por meio de acelerômetros em diversas atividades. De acordo com os autores (CROUTER; CHURRILHA; BASSET, 2006), as equações de predição tenderam a superestimar as atividades leves e subestimar as atividades da vida diária de intensidades moderadas e vigorosas. Kozey et al. (2010) compararam os METs (calorimetria indireta) e os valores de *counts* de um dispositivo uniaxial, localizado no quadril, durante a prática de 11 atividades descritas no Compêndio de Atividade Física. Para as atividades que exigiram maior força em membros superiores, como carregar uma carga, o acelerômetro subestimou os valores de METs. Também foram subestimados pelos acelerômetros os esforços fisiológicos em relação ao desnível do terreno. A variação de inclinação do terreno variou, em relação aos METs, de atividade moderada para vigorosa, enquanto que, para a medida de *counts* não houve variação, permanecendo com a mesma intensidade. As atividades de alta intensidade também não apresentaram correlação. Por fim, atividades muito vigorosas, como subir escadas, atingiram valores superiores a 10 METs, por meio de calorimetria indireta, mas os valores de *counts*, utilizando-se a equação de Freedson (1998), representaram 3,6 METs, sendo classificadas como moderadas.

No presente estudo, os valores de *counts* do acelerômetro posicionado no tornozelo apresentaram maior correlação com a calorimetria indireta, embora, em todos os jogos, os maiores valores de *counts* tenham sido identificados pelo dispositivo do punho. Observa-se, assim, que a mensuração mecânica, mesmo apresentando maiores valores para determinados segmentos corporais, não necessariamente captam medidas fisiológicas. Os resultados mostraram que os valores de *counts* diferiram de acordo com o posicionamento do aparelho em todos os jogos (punho apresentou maiores valores), ou seja, o posicionamento

do acelerômetro mostrou-se sensível à exigência motora, como identificado por outros autores em estudos com *exergame* (TAYLOR et al., 2012) e outras atividades físicas (TUDOR-LOCKE; BARREIRA; SCHUNA, 2015; BAI et al., 2016; KAMADA et al., 2016). As características dos jogos executados podem favorecer mais o uso dos membros superiores do que o movimento total, fazendo com que os dispositivos posicionados no punho superestimem a atividade, uma vez que capturam qualquer movimento realizado pelos membros superiores em tarefas na quais eles são utilizados (ELLIS et al., 2014; GRAVES et al., 2008).

O estudo de Graves et al. (2008) mostrou a importância dos membros superiores no aumento do gasto energético durante a prática de *exergames* utilizando quatro acelerômetros (punho direito/esquerdo e quadril direito/esquerdo). Os autores verificaram que, durante a prática de tênis, boxe e boliche, os valores de *counts* foram superiores para os dispositivos do punho, sendo significativamente maiores para os jogos de tênis e boxe quando comparados com o boliche, uma vez que os membros superiores, durante a prática dessas modalidades, são acionados a todo instante, até que o jogo se encerre. Na comparação entre *counts* e METs, os dispositivos do quadril apresentaram maior correlação em relação ao GE.

No presente estudo, em todos os jogos, o dispositivo do punho apresentou maiores valores de *counts*. As modalidades esportivas com maior demanda de membros superiores (boliche e boxe) tiveram maiores valores de *counts*. As modalidades com maior demanda de membros inferiores (atletismo e vôlei de praia) apresentaram valores de *counts* superiores para o acelerômetro localizado no tornozelo. Em relação ao acelerômetro posicionado no quadril, houve diferença significativa apenas para o atletismo, que apresentou a menor média de *counts* em relação aos demais jogos.

Taylor et al. (2012) compararam o GE em idosos durante a prática de *exergames* (Nintendo® Wii e Xbox 360 Kinect™), tanto em posições sentadas como em posições em pé. Para o Wii, foram praticadas as modalidades de boxe, boliche e tênis, e para o Xbox as modalidades foram boxe e boliche. Dois acelerômetros (punho dominante e quadril direito) foram utilizados para as comparações. Os resultados mostraram maiores valores para o acelerômetro do punho para ambos os *games*, independentemente da posição (sentada ou em pé) em que estavam os indivíduos, e foram explicadas pela maior demanda de movimento em membros superiores para a execução dos jogos.

Em estudo que comparou valores brutos de dois acelerômetros triaxiais (ActiGraph e ActivInsights), posicionados no punho e quadril, e a sua correlação com o GE por meio de calorimetria indireta durante atividades da vida diária, pesquisadores identificaram valores para punho até 200% maiores quando comparados aos valores estimados para o quadril (HILDEBRAND et al., 2014). Desse modo, a utilização de acelerômetros em outros pontos anatômicos pode quantificar melhor o GE de algumas atividades físicas e esportes.

Cabe ressaltar que, até o momento, não existe uma equação para transformação dos *counts* dos acelerômetros localizados no tornozelo e no punho para prever GE (OZEMEK et al., 2014). Por isso, a comparação entre os valores de GE por calorimetria indireta e acelerometria foi realizada somente com os valores de METs estimados pelo acelerômetro do quadril. Nessa comparação, houve correlação significativa apenas para o vôlei de praia, e, embora a correlação tenha sido significativamente positiva, ela foi fraca, e os valores encontrados diferem quanto à classificação da intensidade da atividade. De acordo com a calorimetria indireta, o vôlei de praia encontra-se no limite superior para a classificação de atividade moderada, enquanto que, para o acelerômetro (METs), a atividade é classificada como moderada, porém está próxima do limite inferior dessa classificação (GARBER et al., 2011). Uma possível explicação para a diferença entre os valores de METs, estimados por calorimetria indireta e por acelerometria, é o fato de os *exergames* serem uma atividade nova para os participantes, o que pode influenciar na demanda energética em virtude do recrutamento de músculos e das fibras antes não trabalhados, mesmo que os participantes já façam alguma atividade física regular. Dessa forma, o GE se mostra maior na estimativa da calorimetria indireta do que no trabalho mecânico calculado pelo acelerômetro. Estudos com o objetivo de determinar a correlação entre a estimativa do GE por meio desses dois protocolos de avaliação identificaram, independentemente da equação de predição de METs por meio de *counts*, limitações na transformação de *counts* em METs durante atividades da vida diária (CROUTER; CHURILLA; BASSETT, 2006).

O presente estudo apresenta pontos fortes e limitações. Destacam-se como pontos fortes a utilização de três acelerômetros posicionados em pontos anatômicos distintos, diferenciando-se dos estudos com *exergames* que utilizam apenas um ou dois pontos anatômicos distintos. De acordo com a literatura, trata-se do primeiro estudo com *exergames* a investigar o volume total de atividade física por

meio de três acelerômetros. Destaca-se, também, a utilização de medida objetiva para a estimativa dos METs por meio de calorimetria indireta.

Uma limitação do presente estudo é o tamanho e tipo de amostra, que não permite generalizações para a população adulta. A segunda limitação é o pouco tempo de duração de cada jogo, o que pode interferir nos resultados. O fato de os jogos terem sido desenvolvidos para serem jogados em casa e o estudo ter sido conduzido em laboratório é outra limitação do estudo. Os participantes podem ter se esforçado mais devido ao fato de estarem sendo observados e participando de um estudo, podendo não refletir a realidade do jogo em casa. Por fim, o desenho transversal deste estudo não permitiu controlar a influência do aprendizado do jogo na execução dos movimentos.

7. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que os valores de *counts* e METS (calorimetria indireta) foram específicos ao jogo e posicionamento do acelerômetro, havendo interação entre os jogos e o posicionamento do acelerômetro; ou seja, o posicionamento anatômico dos acelerômetros, assim como os diferentes jogos oferecidos pelo Xbox, pode interferir nos resultados do volume total da atividade física.

A correlação entre *counts* e METs (calorimetria indireta) foram específicas ao jogo e posicionamento/eixo do acelerômetro; e os valores dos METs, estimados pelo acelerômetro posicionado no quadril, são subestimados quando comparados aos METs identificados por calorimetria indireta.

RECOMENDAÇÕES

A partir dos resultados do presente estudo, recomenda-se a realização de estudos longitudinais para verificar o efeito do aprendizado e a melhor execução do movimento no volume total de atividade física e no gasto energético durante a execução dos *exergames*; assim como para estabelecer a relação dose-resposta, ou seja, os efeitos reais provocados por esses dispositivos eletrônicos nos benefícios para a saúde.

Recomenda-se também a realização de estudos com maior número de participantes e que investiguem melhores parâmetros de avaliação da intensidade dos jogos ativos por meio de acelerometria, bem como a realização de estudos que comparem os valores de *counts* durante a prática real das modalidades e durante os *exergames*, verificando se há diferença entre esses valores.

Finalmente, recomenda-se a utilização dos *exergames* como uma alternativa para a prescrição de exercícios físicos e que os efeitos dos *exergames* sejam discutidos na graduação, permitindo o conhecimento para trabalhar com essa tecnologia.

REFERÊNCIAS

- A HISTÓRIA DOS VIDEOGAMES. 2010. Disponível em: <http://alvanista.com/jack_nicholeen/posts/2379080-download-gratuito-livro-a-historia-dos-videogames>. Acesso em: 15 jul. 2016.
- AINSWORTH, Barbara Ellen et al. Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 43, n. 8, p. 1575-1581, ago., 2011.
- AINSWORTH, Barbara Ellen et al. Compendium of Physical Activities: an update of activity codes and MET intensities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 32, n., p. 498-516, set., 2000.
- ALVES, Luciana et al. Videogame: suas implicações para aprendizagem, atenção e saúde de crianças e adolescentes. **Revista Médica de Minas Gerais**, Belo Horizonte, v. 19, n. 1, p. 19-25, mar., 2009.
- AMADIO, Alberto Carlos; SERRÃO, Júlio Cerca. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, São Paulo, v. 21, n. especial, p. 61-85, dez., 2007.
- AMINI, Navid et al. Accelerometer-based on-body sensor localization for health and medical monitoring applications. **Pervasive and Mobile Computing**, [s.l.], v. 7, n. 6, p. 746-760, dez., 2011.
- BAI, Jiawei et al. An activity index for raw accelerometry data and its comparison with other activity metrics. **Plos One**, San Francisco, v. 11, n. 8, p.1-14, ago., 2016.
- BAILEY, Bruce Wayne; MCINNIS, Kyle. Energy cost of exergaming: a comparison of the energy cost of 6 forms of exergaming. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, Chicago, v. 165, n. 7, p. 597-602, jul., 2011.
- BARRY, Gillian et al. Assessing the physiological cost of active videogames (Xbox Kinect) versus sedentary videogames in young

healthy males. **Games for Health Journal**, Houston, v. 5, n. 1, p. 68-74, fev., 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **VIGITEL Brasil 2016** – Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico: estimativas sobre frequência e distribuição sociodemográfica de fatores de risco e proteção para doenças crônicas nas capitais dos 26 estados brasileiros e no Distrito Federal em 2016 / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância de Doenças e Agravos não Transmissíveis e Promoção da Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 160p. Disponível em <http://portalarquivos.saude.gov.br/images/pdf/2017/junho/07/vigitel_2016_jun17.pdf>. Acesso em 27/07/2017.

Centers for Disease Control and Prevention. **State Indicator Report on Physical Activity**, 2014. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, 2014. 28p. Disponível em <<http://www.cdc.gov/physicalactivity/resources/reports.html>>. Acesso em 27/07/2017.

CHEN, Kong Y. et al. Redefining the roles of sensors in objective physical activity monitoring. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 44, n. 1, p. 13-23, jan., 2012.

CLEVENGER, Kimberly; HOWE, Cheryl. Effect of prior game experience on energy expenditure during Xbox Kinect in children and teens. **Games for Health Journal**, Houston, v. 5, n. 5, p. 304-310, out., 2016.

COELHO-RAVAGNANI, Christianne de Faria et al. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercícios físicos baseada na calorimetria indireta. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 134-138, abr., 2013.

CORDER, Kirsten; BRAGE, Soren; EKELUND, Ulf. Accelerometers and pedometers: methodology and clinical application. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, London, v. 10, n. 5, p. 597-603, set., 2007.

CROUTER, Scott; CHURILLA, James; BASSETT, David. Estimating energy expenditure using accelerometers. **European Journal of Applied Physiology, Berlin**, v. 98, n. 6, p. 601-612, out., 2006.

DUMITH, Samuel Carvalho et al. Worldwide prevalence of physical inactivity and its association with human development index in 76 countries. **Preventive Medicine**, New York, v. 53, n. 1-2, p. 24-28, jul., 2011.

DUNSTAN, David et al. Television viewing time and mortality: the Australian diabetes, obesity and lifestyle study (AusDiab). **Circulation**, Dallas, v.121, n. 3, p. 384-91, jan., 2010.

ELLIS, Katherine et al. A random forest classifier for the prediction of energy expenditure and type of physical activity from wrist and hip accelerometers. **Physiological Measurement, Bristol**, v. 35, n. 11, p. 2191-2203, out., 2014.

ENTERTAINMENT SOFTWARE ASSOCIATION
(Ed.). **ESSENTIAL FACTS ABOUT THE COMPUTER AND VIDEO GAME INDUSTRY**. 2006. Disponível em:
<<http://www.org.id.tue.nl/IFIP-TC14/documents/ESA-Essential-Facts-2006.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

FREEDSON, Patty; MELANSON, Edward; SIRARD, John. Calibration of the computer science and applications, Inc. accelerometer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 30, n. 5, p. 777-781, maio, 1998.

FRISANCHO, Roberto. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, Rockville, v. 40, n. 4, p. 808-19, out., 1984.

FRITSCHI, Cynthia et al. Association between daily time spent in sedentary behavior and duration of hyperglycemia in type 2 diabetes. **Biological Research for Nursing**, Thousand Oaks, v. 18, n. 2, p. 160-166, mar., 2016.

GARBER, Carol Ewing et al. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and

neuromotor fitness in apparently healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, jul., 2011.

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

GRAVES, Lee et al. The Physiological Cost and Enjoyment of Wii Fit in Adolescents, Young Adults, and Older Adults. **Journal of Physical Activity and Health**, Champaign, v. 7, n. 3, p.393-401, maio, 2010.

GRAVES, Lee. et al. Comparison of energy expenditure in adolescents when playing new generation and sedentary computer games: cross sectional study. **British Medical Association**, London, v. 335, n. 7633, p.1282-1284, dez., 2007.

GRAVES, Lee; RIDGERS, Nicola; STRATTON, Gareth. The contribution of upper limb and total body movement to adolescents energy expenditure whilst playing Nintendo Wii. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 104, n. 4 p. 617-623, nov., 2008.

HASKELL, William et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, Dallas, v. 116, n. 9, p.1081-1093, ago., 2007.

HILDEBRAND, Maria et al. Age group comparability of raw accelerometer output from wrist- and hip-worn monitors. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 46, n. 9, p. 1816-1824, set., 2014.

HU, Frank et al. Television watching and other sedentary behaviors in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. **Journal of the American Medical Association**, Chicago, v. 289, n. 14, p. 1785-91, abril. 2003.

INOUE, Shigeru et al. Television viewing time is associated with overweight/obesity among older adults, independent of meeting physical activity and health guidelines. **Journal of Epidemiology**, Tokyo, v.22, n. 1, p. 50-6, jan., 2012.

- KAMADA, Masamitsu et al. Comparison of physical activity assessed using hip- and wrist-worn accelerometers. **Gait & Posture**, Oxford, v. 44, p. 23-28, fev., 2016.
- KLOMPSTRA, Leonie; JAARSMA, Tiny; STRÖMBERG, Anna. Exergaming to increase the exercise capacity and daily physical activity in heart failure patients: a pilot study. **BMC Geriatrics**, London, v. 14, n. 1, p. 1-9, nov., 2014.
- KOZEY, Sarah et al. Accelerometer output and MET values of common physical activities. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 42, n. 9, p. 1776-1784, set. 2010.
- LAMBIASE, Maya et al. Sleep and Executive Function in Older Women: The Moderating Effect of Physical Activity. **Journals of Gerontology**, Washington, v. 69, n. 9, p.1170-1176, abr., 2014.
- LANNINGHAM-FOSTER, Lorraine et al. Activity-promoting video games and increased energy expenditure. **The Journal of Pediatrics**, [s.l.], v. 154, n. 6, p. 819-823, jun., 2009.
- LATHAM, Andrew; PATSTON, Lucy; TIPPETT, Lynette. The virtual brain: 30 years of video-game play and cognitive abilities. **Frontiers in Psychology**, Pully, v. 4, p. 629-639, set. 2013.
- LAU, Patrick et al. Evaluating physical and perceptual responses to exergames in chinese children. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 12, n. 4, p. 4018-4030, abr., 2015.
- LYONS, Elizabeth et al. Energy expenditure and enjoyment during video game play. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 43, n. 10, p. 1987-1983, out., 2011.
- MADDISON, Ralph et al. Energy expended playing video console games: an opportunity to increase children's physical activity? **Pediatric Exercise Science**, Champaign, v. 19, n. 3, p. 334-343, ago., 2007.
- MAITLAND, Clover et al. A place for play? The influence of the home physical environment on children's physical activity and sedentary

behaviour. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, London, v. 10, n. 1, p. 1-21, ago., 2013.

MATTHEWS, Charles et al. Amount of time spent in sedentary behaviors in the United States, 2003–2004. **American Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 167, n. 7, p. 875-81, abr., 2008.

MCARDLE, Willian; KATCH, Frank; KATCH, Victor. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda, 2011. Traduzido de: Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance.

O'DONOVAN, C. et al. Energy expended playing Xbox Kinect™ and Wii™ games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes. **Physiotherapy**, London, v. 98, n. 3, p. 224-229, set., 2012.

ORHAN, Ilkay; TORUN, Nese Toktas; OZER, Kamil. Intermonitor variability of RT3 accelerometer during different activities. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, New York, v. 174, p. 3397-3404, fev., 2015.

OZEMEK, Cemal et al. Intermonitor reliability of the GT3X+ accelerometer at hip, wrist and ankle sites during activities of daily living. **Physiological measurement**, Bristol, v. 35, n. 2, p. 129, fev., 2014.

PENG, Wei; LIN, Jih-hsuan; CROUSE, Julia. Is playing exergames really exercising? A meta-analysis of energy expenditure in active video games. **Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking**, New Rochelle, v. 14, n. 11, p. 681-688, nov., 2011.

PEREIRA, Juscélia Cristina. et al. *Exergames* como alternativa para o aumento do dispêndio energético: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v. 17, n. 5, p. 332-340, out., 2012.

REIS, Rodrigo Siqueira; PETROSKI, Edio Luis; LOPES, Adair da Silva. Medidas da atividade física: revisão de métodos. **Revista**

Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 89-96, jan., 2000.

ROMANZINI, Marcelo; PETROSKI, Edio Luiz; REICHERT, Felipe Fossati. Limiares de acelerômetros para a estimativa da intensidade da atividade física em crianças e adolescentes: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 14, n. 1, p.101-113, jan., 2012.

ROSENBERGER, Mary et al. Estimating activity and sedentary behavior from an accelerometer on the hip or wrist. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 45, n. 5, p. 964-975, maio, 2013.

ROWLANDS, Ann et al. Validation of the RT3 triaxial accelerometer for the assessment of physical activity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 36, n. 3, p. 518-24, mar., 2004.

SASAKI, Jeffer Eidi et al. Orientações para utilização de acelerômetros no Brasil. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, Londrina, v. 22, n. 2, p. 10-126, mar., 2017.

SASAKI, Jeffer Eidi; JOHN, Dinesh; FREEDSON, Patty. Validation and comparison of ActiGraph activity monitors. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 14, n. 5, p. 411-416, set., 2011.

SELL, Katie; LILLIE, Tia; TAYLOR, Julie. Energy expenditure during physically interactive video game playing in male college students with different playing experience. **Journal of American College Health**, Washington, v. 56, n. 5, p. 505-512, mar., 2008.

SMALLWOOD, Stephen et al. Physiologic responses and energy expenditure of kinect active video game play in schoolchildren. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, Chicago, v. 166, n. 11, p.1005-9, 1 nov., 2012.

SPARKS, Dorothy; CHASE, Daniel; COUGHLIN, Lisa. Wii have a problem: a review of self-reported Wii related injuries. **Journal of Innovation in Health Informatics**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 55-57, 1 mar., 2009.

STEC, Michael; RAWSON, Eric. Estimation of resistance exercise energy expenditure using triaxial accelerometry. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Lincoln, v. 26, n. 5, p. 1413-1422, maio, 2012.

SUBOC, Tisha et al. Associations of reducing sedentary time with vascular function and insulin sensitivity in older sedentary adults. **American Journal of Hypertension**, Oxford, v. 29, n. 1, p. 46-53, jan., 2016.

TAPPY, L.; BINNERT, C.; SCHNEITER, Ph.. Energy expenditure, physical activity and body-weight control. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 62, n. 03, p. 663-666, ago., 2003.

TAYLOR, Lynne M. et al. Activity and energy expenditure in older people playing active video games. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Chicago, v. 93, n. 12, p. 2281-2286, dez., 2012.

TRIPETTE, Julien et al. Evaluation of active video games intensity: comparison between accelerometer-based predictions and indirect calorimetric measurements. **Technology and Health Care**, Amsterdam, v. 22, n. 2, p.199-208, abr., 2014.

TUDOR-LOCKE, Catrine; BARREIRA, Tiago; SCHUNA, John. Comparison of step outputs for waist and wrist accelerometer attachment sites. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 47, n. 4, p. 839-842, abr., 2015.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Part A: Executive Summary. **Nutrition Reviews**, Washington, Dc, v. 67, n. 2, p.114-120, fev. 2008. Oxford University Press (OUP).

VANDEWATER, Elizabeth; SHIM, Mi-suk; CAPLOVITZ, Allison. Linking obesity and activity level with children's television and video game use. **Journal of Adolescence**, London, v. 27, n. 1, p.71-85, fev. 2004.

VERHOEVEN, Katrien et al. Energy Expenditure During Xbox Kinect Play in Early Adolescents: The Relationship with Player Mode and Game Enjoyment. **Games for Health Journal**, Houston, v. 4, n. 6, p. 444-451, dez., 2015.

VOLP, Ana Carolina Pinheiro et al. Energy expenditure: components and evaluation methods. **Nutricion Hospitalaria**, Madrid, v. 26, n. 3, p. 20-30, maio, 2011.

WHITE, Kate; SCHOFIELD, Grant; KILDING, Andrew. Energy expended by boys playing active video games. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Belconnen, v. 14, n. 2, p.130-134, mar., 2011.

WIJDAELE, Katrien et al. Television viewing time independently predicts all-cause and cardiovascular mortality: the EPIC Norfolk Study. **International Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 150-9, jun., 2010.

WIJNDAELE, Katrien et al. Increased cardiometabolic risk is associated with increased tv viewing time. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, Madison, v. 42, n. 8, p.1511-1518, ago., 2010.

APÊNDICE A

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Departamento de Educação Física
Centro de Desportos
Universidade Federal de Santa Catarina**

TERMO DE CONSENTIMENTO

Título do trabalho: *Exergame: atividade física e saúde*

Pesquisadora principal: Doutoranda Moane Marchesan Krug

Coordenadora: Dr^a. Aline Rodrigues Barbosa

Você está sendo convidado a participar de um projeto de pesquisa. Antes de você decidir participar é importante que você o entenda porque a pesquisa está sendo feita e o que ela envolve. Por favor, perca um pouco do seu tempo e leia com atenção as informações e pergunte se você tiver dúvidas.

1- Qual o objetivo do estudo?

Nós gostaríamos de saber o que acontece com os seus movimentos, seus batimentos cardíacos e o número de calorias que você queima durante a prática de jogos eletrônicos esportivos. Nós pretendemos também verificar se o número de calorias que você queima enquanto joga são suficientes para recomendar esta forma de jogo como atividade física para a saúde.

2 - Por que eu fui escolhido?

Serão convidados a participar do estudo pessoas de ambos os sexos, membros da comunidade da Universidade Federal de Santa Catarina (estudantes, professores, funcionários e participantes de projetos de extensão).

3 - Eu sou obrigado (a) a participar?

Você é quem decide se quer participar ou não. Você pode decidir participar e desistir a qualquer momento, sem explicar o motivo e sem nenhum problema ou prejuízo para você.

4 - O que eu tenho de fazer? O que irá acontecer se eu decidir participar?

Você será solicitado a responder a um questionário sobre informações pessoais (aproximadamente 10 minutos). Também será verificado o seu peso, sua altura, seus batimentos cardíacos e sua queima de calorias (gasto energético). A avaliação do gasto energético será realizada por um aparelho eletrônico que ficará acoplado ao seu tórax conectado a uma máscara (aproximadamente 10 minutos sentado e 40 minutos enquanto joga). Você também irá usar um aparelho, similar a um relógio de pulso, colocados em três locais: pulso, cintura e tornozelo. Esses aparelhos serão presos com uma fita elástica ajustável.

Você precisará disponibilizar aproximadamente uma hora e quinze minutos para participar. Antes das avaliações será preciso que você fique sem comer por no mínimo quatro horas, podendo ingerir apenas água à vontade. Também será preciso que você não faça exercício físico nas últimas 24 horas.

5- Quais são as possíveis desvantagens e benefícios em participar?

Você poderá se sentir um pouco incomodado em responder a perguntas pessoais ou durante a avaliação da queima de calorias. Mas é importante frisar que as informações são sigilosas e você não será identificado em momento algum, apenas será usado um número de identificação.

O estudo não trará riscos para sua integridade física ou moral.

Participando deste estudo você irá experimentar uma forma divertida de jogo e receber informações sobre como seu coração se comporta enquanto joga. Além disso, as informações obtidas com esse estudo poderão ser úteis cientificamente e de ajuda para outras pessoas, contribuindo com novas informações sobre as recomendações de atividade física para a saúde.

6 – A minha participação será mantida em sigilo? O que será feito como os resultados da pesquisa?

A identificação dos participantes será mantida em sigilo, sendo que os resultados do presente estudo poderão ser divulgados em congressos e publicados em revistas científicas, mas seu nome e dados de identificação não serão divulgados. Todos os participantes serão identificados por um número (participante 1, participante 2...etc).

7 – Eu irei receber algum dinheiro ou terei de pagar por minha participação?

Você não receberá qualquer valor em dinheiro e todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa não serão de sua responsabilidade. A única coisa que você receberá será um lanche, após a primeira avaliação do gasto energético, para que não se exercite em jejum.

8 – Informações e dúvidas

Por favor, entre em contato com o responsável pela pesquisa no caso de qualquer dúvida ou se você desejar outras informações sobre o projeto. Caso ache necessário o Sr(a) pode entrar em contato com a profa. Moane Marchesan Krug, telefone: (48) 9646-5486 ou Profa. Dra. Aline Rodrigues Barbosa, tel.3721-2378.

Assinando o termo abaixo o senhor (a) estará indicando que:

- Leu e entendeu as informações e procedimentos que acontecerão neste estudo.
- Suas dúvidas foram respondidas.
- Compreendeu que poderá desistir do estudo a qualquer momento.
- Compreendeu que poderá entrar em contato com os pesquisadores quando julgar necessário.
- Aceitou participar do estudo: “*Exergame: atividade física e saúde*”.

Florianópolis, ___/___/___

Assinatura do participante:

Assinatura da pesquisadora principal:

APÊNDICE B

FORMULÁRIO DE DADOS

ENTREVISTADOR(A): _____ DATA: ___/___/___

A) DADOS DE IDENTIFICAÇÃO:

1. Nome completo:

2. Endereço:

3. Telefone:

4. Em caso de emergência, chamar:

B) CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS

5. Sexo: () feminino () masculino

6. Data de nascimento: __/__/__

7. Idade:

7. Estado Civil:

() Solteiro (a)

() Casado (a)/juntado (a)

() Separado (a)/divorciado (a)

() Viúvo (a)

() Outros

8. Escolaridade:

() Analfabeto/sem escolaridade

() Fundamental incompleto/1 a 7 anos

() Fundamental completo/ 8 anos

() Médio incompleto/9 a 10 anos

() Médio completo/ 11 anos

() Ensino superior incompleto

() Ensino superior completo

() Pós-graduação completa (esp., mestrado e doutorado)

9. Vínculo com a UFSC:

() Estudante

Curso: _____

() Professor

Curso: _____

D) EXERGAME

11. O Sr(a) já jogou exergame (vidogames que simulam exercício físico), tipo Wii, Playstation 3 ou Xbox 360 kinect?

() sim, uma vez.

() sim, algumas vezes

() sim, jogo constantemente (mínimo uma vez por semana)

() Não, nunca joguei.

E- PERCEPÇÃO DE COMPETITIVIDADE

11. O Sr (a) considera-se competitivo (a) em jogos esportivos?

() Sim, eu me considero competitivo.

() Considero-me um pouco competitivo.

() Não, eu não me considero competitivo.

F) CONSUMO DE SUBSTÂNCIAS

12. Uso de tabaco?

Fuma ()

Já fumou ()

Nunca fumou ()

13. Você costuma consumir bebidas alcoólicas (hábito frequente - todos os dias)?

Sim () Não ()

Se sim, quantas vezes por semana? _____

14. Você costuma consumir café?

Sim () Não ()

Se sim, quantas vezes por semana? _____

G) MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

15. Peso: _____ Kg.

16. Altura: _____ cm.

17. IMC: _____ Kg/m².

16. Circ. cintura: _____ cm; _____ cm; _____ cm; Média: _____ cm.

18. Circ. panturrilha: _____ cm; _____ cm; _____ cm; Média: _____ cm.

19. Circ. braço: _____ cm; _____ cm; _____ cm; Média: _____ cm.

20. Dobra tricipital: _____

H) DOR TARDIA (perguntar após 48 horas da prática)

21. O Sr (a) sentiu dores ou alguns desconforto após a participação do nosso estudo?

() Não, não senti dor muscular.

() Sim, senti um leve desconforto.

() Sim, senti dor moderada.

() Sim, senti dor intensa.

(_____)

Outra:

I) INTENSIDADE DO EXERCÍCIO (média)

	MET	VO₂	FC	NAFp	NAFq	NAFt	PSE
	s	(ml.kg. min ⁻¹)	(bp m)	(counts)	(counts)	(counts)	
Repouso							
Jogo 1							
Jogo 2							
Jogo 3							
Jogo 4							
Total sessão							

METs: equivalente metabólico; FC: frequência cardíaca; NAF: nível de atividade física;

PSE: percepção subjetiva de esforço.

J) OBSERVAÇÕES DURANTE A COLETA:

APÊNDICE C

CALIBRAÇÃO DO K4b2

PASSO A PASSO PARA UTILIZAÇÃO DO K4b2

1. Usar o cabo P/NC00341-01-12 para ligar o K4 na fonte. A fonte deve estar ligada na tomada e tem um botão laranja atrás dela que também deve estar ligado. Deixar o K4 aquecendo 40 minutos para garantir a qualidade das medidas.
2. Montar o aparelho:
 - a. Conectar a antena na caixa de energia usando o cabo P/NC 00342-01-12;
 - b. Conectar cabo da frequência cardíaca (S/N200705963).
 - c. Conectar o cabo da turbina (P/NC02111-01-06)
 - d. Conectar o Permapure.
 - e. Verificar se o gás está fechado, com as pressões corretas (3-5).
3. Calibração: Test – Calibration
 - a. Room air calibration (O₂- 2093 e CO₂) - ok
 - b. as (O₂ 1592 e o CO₂ 497 valores de referência no tanque de gás), deixar o tanque de gás aberto com a válvula da caixinha de gás do K4. Mandar calibrar e após o sinal (apito), inserir o permapure na caixinha do gás. Não esquecer de fechar o gás antes de retirar o permapure.
 - c. Delay Calibration: usar máscara reserva para calibrar delay. Conectar turbina e permapure. Quando apitar, soprar dentro da máscara com ritmo até parar de apitar.
 - d. Turbine Calibration: usar a seringa de forma ritmada, acoplada à turbina (que estará desmontada da máscara, mas com o resto de sua estrutura montada).
4. Teste:
 - a. Inserir dados do paciente em File – Patient (Nome, sexo).
 - b. Iniciar test em Test – Execute Test – Insere dados do paciente (Peso e Altura)

- c. Inserir dados no K4 em Patients Data
- d. Entrar em Start Test no K4 e dar iniciar test. O K4 vai pedir calibração, vai dando ok ate ele começar a calibrar. O K4 vai pedir para conectar o permasure.
- e. Assim que acabar a calibração dar enter pra começar a gravar o teste
- f. Para abrir a escala de BORG precisa pressionar F12.
- g. Para marcar os intervalos (MARK) precisa pressionar *.
- h. Para salvar o teste precisa dar “enter” no K4b2.

ANEXO A

COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

- DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Exergame: atividade física e saúde.
Pesquisador Responsável: Aline Rodrigues Barbosa
Área Temática:
Versão: 2
CAAE: 32996914.0.0000.0121
Submetido em: 30/10/2014
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Situação da Versão do Projeto: Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



 Comprovante de Recepção: **PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_413497**

ANEXO B

PROTOCOLO PARA AVALIAR O GASTO ENERGÉTICO



Tufts University Nutrition Collaborative ♦ Center for Drug Abuse and AIDS Research

Resting Energy Expenditure PROTOCOL

About Resting Energy Expenditure (REE)

- Humans require energy to support normal metabolic functions, growth and repair of tissues and physical activity. Energy is provided by the oxidation of dietary (and stored) carbohydrate, fat, and protein and is expressed as calories. The resting energy expenditure (REE) represents the amount of energy expended by a person at rest. Basal metabolic rate (BMR) is more precisely defined as the REE measured just after awakening in the morning. In practice, REE and BMR differ by less than 10% so the terms can be used interchangeably.
- REE is measured by indirect calorimetry. A large plastic “bubble” is placed over the participant’s head while a plastic sheet covers the participant’s upper body, preventing external air from entering the bubble. Oxygen flows into the bubble from a valve at the top. The calorimeter measures the amount of O₂ consumed and the amount of CO₂ produced while at rest by comparing the concentrations of O₂ and CO₂ in the air inspired by the participant with the concentration in the air expired by the participant.
- The modified Weir equation is used to convert the volume of oxygen consumed and the volume of CO₂ produced per minute into a value for resting energy expenditure expressed in calories. It differs from the standard Weir equation in that the gas concentration measured by the REE machine used by this study is in liters/minute, not ml/min (Weir JB, J Physiol. 1949:109, 1-9).

Preparation of the participant

- Instruct the participant NOT to eat or drink anything (other than water) for at least 4 hours before the REE test is performed and NOT to exercise for 48 hours prior to the measurement. Allow the participant to rest for 20 minutes in a chair after their arrival to clinic. For participants with diabetes, insulin and/or oral agents will need to be adjusted during a prolonged fast. Please see Protocol for Participants with Diabetes for these adjustments.
- Suggested explanation to the participant: “The ‘bubble’ machine measures the amount of oxygen you inhale and carbon dioxide you exhale. This information is translated into the amount of energy or calories your body uses while at rest. We have asked you about your usual physical activity which gives us a measure of how much energy (calories) your body uses while performing these activities. With your REE and activity estimates, we will be able to determine how many total calories your body needs every day. The food record you filled out will help us determine if you are eating enough calories to meet your energy needs. You may need to eat more if you are underweight, or less if you are overweight.”

Procedure

- Have the participant lie comfortably on his/her back on the bed. Instruct the participant to relax but not to sleep during the measurement and inform him/her that we will be looking in from time to time to make sure he/she is awake. Inform the participant that he/she is free to remove the bubble if he/she feels uncomfortable.
- Place the bubble over the participant’s head making sure that the plastic skirt is lying flat to prevent air from leaking in under the bubble. Check that the valve at the top of the bubble is not obstructed. (Important: this valve permits room air to enter the bubble and allows the participant to breathe).

- Run the test for 20 minutes. If participant removes the bubble at any time during the 20 minutes, make a note in your data collection forms. This should not effect the reliability of the test as long as the machine collects at least 10 minutes of a “steady state” reading.
- Following each measurement, clean the bubble with hydrogen peroxide and change the sheets on the bed and pillow.

Nutrition for Healthy Living currently uses the Sensor Medics Model #29N. Please refer to the manual that accompanies the REE instrument you are using for operating and calibration procedures.