

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO**

**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

**JULIANA FERNANDES BARRETO DE MENDONÇA**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA COM JOGO DE  
VIDEOGAME ATIVO EM CRIANÇAS ASMÁTICAS**

**JULIANA FERNANDES BARRETO DE MENDONÇA**

**AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DA ATIVIDADE FÍSICA COM JOGO DE  
VIDEOGAME ATIVO EM CRIANÇAS ASMÁTICAS**

**Dissertação de mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-graduação em  
Ciências da Reabilitação da  
Universidade Nove de Julho (UNIOVE)  
para obtenção do título de Mestre em  
Ciências da Reabilitação**

**Orientador: Prof. Dr. Dirceu Costa  
Co-orientadora: Profa. Dra. Évelim L F Dantas Gomes**

**São Paulo, 2016**

Mendonça, Juliana Fernandes Barreto de.

Avaliação dos efeitos da atividade física com jogo de vídeo game ativo em crianças asmáticas./ Juliana Fernandes Barreto de Mendonça. 2015.

55 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2015.

Orientador (a): Prof. Dr. Dirceu Costa.

1. Jogos de vídeo. 2. Asma. 3. Criança. 4. Exercício físico. 5. Qualidade de vida.

I. Costa, Dirceu. II. Titulo

CDU 615.8

São Paulo, 18 de fevereiro de 2016.

**TERMO DE APROVAÇÃO**

Aluno(a): Juliana Fernandes Barreto de Mendonça

Titulo da Dissertação: "Efeitos do treinamento com vídeo game ativo associado ao exercício resistido nos desfechos inflamatórios e funcionais em crianças asmáticas: ensaio clínico randomizado cego".

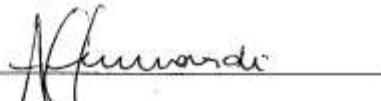
Presidente: PROF. DR. DIRCEU COSTA



Membro: PROFA. DRA. FERNANDA DE CORDOBA LANZA



Membro: PROFA. DRA. ADRIANA CLAUDIA LUNARDI



## **DEDICATÓRIA**

Dedico este mestrado aos meus amados pais Adilson e Joaquina, todos os familiares e amigos que me deram todo apoio e suporte emocional para que essa etapa da minha vida fosse concluída, a vocês muito obrigada por tornarem esse momento menos difícil e por me ajudarem a transpô-lo.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, porque sem a presença Dele, não somos nada.

Aos meus pais, por todo amor, carinho e palavras de confiança que sempre foram a mim dedicadas. Ao meu amado pai que esteve presente ao meu lado em todos os momentos e etapas da minha vida, sempre me apoiou e nunca mediou esforços para a realização dos meus projetos pessoais, você é meu maior exemplo. A minha amada mãe, minha melhor amiga, minha companheira de todas as horas, obrigada pela dedicação, por todos os ensinamentos e por enxugar as minhas lágrimas no momento em que achei que não fosse suportar. Sem vocês meus amados pais nada disso seria possível, obrigada por serem a minha base e meu porto seguro, amo-os imensamente.

Ao meu orientador Dirceu Costa, pela oportunidade e por confiar em mim, por acreditar que eu seria capaz de concluir este trabalho, pelas palavras de animo, obrigada por todas as horas destinadas à minha orientação e por toda a paciência, não tenho palavras para agradecer por esta oportunidade.

A professora co-orientadora Évelim, obrigada por toda a dedicação, por ser um exemplo em toda a minha formação, sou imensamente grata pela ajuda para a conclusão dessa fase em minha vida.

Às colegas de mestrado Daysi, Carla, Maisi, Natália e Nina, as quais se tornaram mais que colegas, mas verdadeiras amigas e confidentes. A minha querida amiga Tamiris, obrigada pelo incentivo e palavras de animo. As minhas alunas de iniciação científica, Antonia, Erika, Joelma e Thamara, vocês tornaram esse momento bem mais fácil, com vocês eu ri e chorei por muitas vezes, obrigada por estarem sempre ao meu lado mesmo nos meus momentos mais difíceis.

Agradeço aos professores do programa de pós-graduação por todo ensinamento que nos foi destinado.

Agradecimento especial aos pacientes que participaram deste estudo de forma voluntária e tornaram esse trabalho possível.

*“Aprender é a única coisa de que a mente nunca se cansa, nunca tem medo e nunca se arrepende.”*

*Leonardo da Vinci*

## RESUMO

**Introdução:** A asma é uma doença respiratória crônica comum na infância, que tem por característica marcante a inflamação persistente das vias aéreas. A inflamação mostra-se ativa mesmo nos períodos fora da crise e sua cronicidade associa-se a ação de mecanismos pró e antiinflamatórios. Estas alterações fisiopatológicas levam estas crianças a um ciclo de hipoatividade e sedentarismo influenciando na capacidade funcional e dificultando o controle da doença. **Objetivo:** “Avaliação dos efeitos da atividade física com jogo de vídeo game ativo em crianças asmáticas”. **Método:** Foi realizado até o momento um estudo transversal. Foram avaliadas 34 crianças asmáticas que se submeteram à avaliação antropométrica e bioimpedância tetrapolar elétrica, Questionário de Qualidade de Vida (PAQLQ), de Controle Clínico da Asma (ACQ6), Prova de Função Pulmonar, avaliação da Força da Musculatura Respiratória (FMR), Fração exalada de Óxido Nítrico (FeNO), Avaliação da Força Muscular Periférica (1 RM) e Teste de Esforço Cardiopulmonar . **Conclusão:** Os resultados obtidos por meio do exercício físico com videogame ativo (VGA) foram semelhantes ao TECP. Com consumo energético em METS considerado intenso, podemos concluir que o VGA, além de tratar-se de atividade física lúdica pode garantir um efeito aeróbio ao organismo, semelhante ao exercício realizado em esteira ergométrica.

**Palavras-chaves:** jogos de vídeo; asma; criança; exercício físico; qualidade de vida.

## ABSTRACT

**Introduction:** asthma is a chronic respiratory disease common in childhood, whose outstanding feature persistent inflammation of the Airways. Inflammation is active even in periods of crisis and its chronicity is associated with the action of pro-and anti-inflammatory mechanisms. These changes take these children to a pathophysiologic cycle under active and sedentary influencing on functional capacity and making the control of the disease. **Objective:** Assessment of the effects of physical activity with active video game in asthmatic children. **Method:** A cross-sectional study to date. Been evaluated 34 asthmatic children who have undergone anthropometric assessment and tetrapolar bioelectrical impedance electrical, Quality of life questionnaire (PAQLQ), Clinical asthma control (ACQ6), Pulmonary Function Test, evaluation of Respiratory Muscle Strength (FMR), the fraction of Exhaled nitric oxide (FeNO), evaluation of Peripheral Muscle Strength (1 RM) and Cardiopulmonary stress test (CST).

**Conclusion:** The results obtained by means of physical exercise with active video game (AVG) were similar to the CST. With energy consumption in METS considered intense, we can conclude that the AVG, as well as recreational physical activities can ensure an aerobic effect the body, similar to the exercise carried out on treadmill.

**Keywords:** video games; asthma; child; physical exercise; quality of life.

# SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>05</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>06</b>
<b>Sumário .....</b>	<b>07</b>
<b>Lista de abreviaturas .....</b>	<b>09</b>
<b>1. <i>Introdução</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>2. <i>Contextualização</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Asma .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Videogame interativo .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Gasto energético .....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 Teste de esforço cardiopulmonar (TECP).....</b>	<b>16</b>
<b>3. <i>Objetivos</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>3.1Objetivo Geral .....</b>	<b>18</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>4. <i>Materiais e Métodos</i> .....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 Aspectos Éticos e Legais .....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Caracterização do estudo .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3 Critérios de inclusão .....</b>	<b>19</b>
<b>4.4 Critérios de exclusão .....</b>	<b>19</b>
<b>4.5 Avaliações .....</b>	<b>21</b>
<b>4.5.1 Antropometria e Composição corporal .....</b>	<b>21</b>
<b>4.5.2 Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ)..</b>	<b>22</b>
<b>4.5.3 Asthma Control Questionnaire (ACQ).....</b>	<b>23</b>
<b>4.5.4 Função pulmonar .....</b>	<b>24</b>
<b>4.5.5 Força da musculatura respiratória .....</b>	<b>24</b>
<b>4.5.6 Fração Expirada de Oxido Nítrico (FeNO) .....</b>	<b>25</b>
<b>4.5.7 Avaliação da força muscular periférica.....</b>	<b>26</b>
<b>4.5.8 Teste de Esforço Cardiopulmonar.....</b>	<b>27</b>
<b>4.5.9 Protocolo de treinamento .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.9.1 Treinamento em Videogame .....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.9.2 Treinamento combinado .....</b>	<b>28</b>

<b>5. Resultados .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1 Artigo 1 - Intensidade da atividade física do jogo de videogame ativo em crianças asmáticas.....</b>	<b>37</b>
<b>6. Referências .....</b>	<b>31</b>
<b>7. Considerações finais .....</b>	<b>51</b>
<b>8. Anexos.....</b>	<b>52</b>

## **Lista de abreviaturas**

ANVISA	Agência Nacional de Saúde
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
ACQ6	Questionário de controle clínico da asma
BPM	Batimentos por minuto
Cal/min	Calorias por minuto
FC	Frequência cardíaca
FeNO	Fração exalada de Óxido Nítrico
IL10	Interleucina 10
IL1 $\alpha$	Interleucina 1 $\alpha$
IL1 $\beta$	Interleucina 1 $\beta$
ILra	Interleucina ra
IL6	Interleucina 6
iNOS	Óxido nítrico induzido
IMC	Índice de massa corporal
LARESP	Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória
METS	Equivalente metabólico
MMSS	Membros superiores
MMII	Membros inferiores
mmHg	Milímetros de mercúrio
NO	Óxido Nítrico
OMS	Organização Mundial da Saúde
PAQLQ	Questionário de qualidade de vida
PFP	Prova de função pulmonar
Peak Flow	Pico máximo de fluxo aéreo

PImáx	Pressão inspiratória máxima
PEmáx	Pressão expiratória máxima
SUS	Sistema único de Saúde
TE	Teste ergométrico
TECP	Teste de esforço cardiopulmonar
TNF $\alpha$	Fator de necrose tumoral
TC6	Teste de caminhada de 6 minutos
VEF1	Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF1/CVF	Índice Tiffeneau
VG	Vídeogame
VGA	Vídeogame ativo
VGRS	Vídeo game e exercício resistido
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
1RM	Teste de 1 repetição máxima
WHO	<i>World Health Organization</i>

## 1- INTRODUÇÃO

A asma é uma doença inflamatória e crônica, caracterizada pela hiperreatividade das vias aéreas inferiores, que se manifesta clinicamente com episódios recorrentes de sibilância, dispneia, tosse e dor torácica. Estes episódios estão associados à obstrução do fluxo aéreo que é, em parte, reversível. Deriva de uma interação entre genética, alérgenos, exposição ambiental e irritantes, e outros fatores específicos que levam ao desenvolvimento e manutenção dos sintomas<sup>1-3</sup>.

Em virtude do agravamento dos sintomas da asma durante a atividade física ou o medo de desencadear a crise, os pacientes asmáticos apresentam menor tolerância ao exercício físico, com consequente inatividade e redução da aptidão cardiorrespiratória<sup>4-7</sup>. O declínio do desempenho físico destas crianças também pode relacionar-se ao mal estado nutricional e à miopatia por uso de corticoides. Além das restrições físicas, podem ainda ser citadas as restrições emocionais e sociais, sendo estas proporcionalmente maiores a medida que a sintomatologia não é controlada adequadamente<sup>8</sup>. Contudo, evidências sugerem que o exercício físico melhora os fatores psicossociais<sup>9</sup>, reduz broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE)<sup>10</sup>, a inflamação das vias aéreas<sup>11-13</sup>, o que pode contribuir positivamente para controle clínico da doença.

No entanto, o desafio de tratar a população pediátrica é conhecer em profundidade as características desta população, adequar a linguagem a ser adotada, bem como encontrar métodos para obter adesão ao tratamento. O tratamento de uma doença crônica que envolve o treinamento físico contínuo pode ser desestimulante e isso parece ser especialmente importante para as crianças, uma vez que um melhor desempenho e maior gasto energético exige uma motivação intrínseca para a atividade física<sup>13</sup>.

As mudanças no estilo de vida foram propostas ainda na última década, uma vez que grande parcela das crianças e adolescentes não seguem as diretrizes de saúde pública em relação aos níveis recomendados de atividade física<sup>14,15</sup>. Embora as novas tecnologias afetem de forma crescente o sedentarismo entre os jovens, tecnologias como a utilização do videogame ativo (VGA) também têm sido utilizadas terapeuticamente para estimular as atividades entre os pacientes pediátricos e adultos<sup>16,17</sup> e são capazes de promover um elevado grau de dispêndio de energia<sup>18-20</sup>. Apesar do restrito número de trabalhos encontrados na literatura abordando tais aspectos nesta população, Maddison

et al. 2011<sup>17</sup> observaram modificação no índice de massa corporal (IMC) de crianças obesas e aumento no tempo gasto em atividades físicas com este recurso, enquanto Graf et al., 2009<sup>19</sup> já haviam encontrado correlação entre o gasto energético produzido pela atividade física com o VGA e a caminhada na esteira a 5,7 km/h. De forma semelhante, Kuys et al 2011<sup>16</sup> puderam evidenciar que o gasto energético e a demanda cardiovascular durante a atividade física com o VGA é muito semelhante ao produzido no cicloergômetro, porém em pacientes adultos e com fibrose cística.

O VGA vem ganhando destaque na literatura, como uma forma adequada de atividade física, pois recentemente Del Corral et al. 2014<sup>21</sup> compararam o gasto energético e a demanda do VGA com o teste de caminhada de seis minutos (TC6), e encontraram correlação positiva entre eles. Em estudo prévio<sup>22</sup> pudemos constatar que o exercício físico com o VGA pode atingir alta intensidade em crianças asmáticas. Há, contudo, a necessidade de se conhecer melhor a intensidade que o VGA proporciona em comparação com outra atividade física classicamente conhecida, e com os parâmetros fisiológicos adequados, como o teste de esforço cardiopulmonar (TECP).

Sendo assim, justificou-se a realização desse estudo, que objetivou verificar a efetividade e viabilidade da utilização de VGA como parte de um programa de reabilitação pulmonar, com vistas a melhor compreender os impactos acarretados pelo uso desta tecnologia, bem como propor um programa constituído de atividades que contemplam as recomendações da Associação Americana de Reabilitação Cardiovascular e Pulmonar<sup>23</sup>.

## 2- CONTEXTUALIZAÇÃO

### 2.1- Asma

A asma é uma das principais doenças pulmonares crônicas da infância. Ela é caracterizada por inflamação das vias aéreas e a importânci, tanto para o indivíduo quanto para a coletividade, relaciona-se ao fato de ser uma afecção potencialmente grave na população pediátrica, que tem aumentado significativamente durante as últimas décadas<sup>3,24</sup>.

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), estima-se que acomete 235 milhões de indivíduos com asma, embora a sua taxa de mortalidade seja relativamente baixa em comparação a outras doenças crônicas, como em 2005, em que, 255.000 pessoas foram a óbito<sup>25</sup>.

No Brasil, anualmente ocorrem cerca de 350 mil internações por asma, sendo esta a quarta causa de hospitalizações pelo Sistema Único de Saúde (SUS) e terceira causa entre crianças e adultos jovens. A taxa média de mortalidade no país, entre 1998 e 2007, foi de 1,52/100.000 habitantes (variação, 0,85-1,72/100.000 habitantes), com estabilidade na tendência temporal desse período. Devido a dificuldade de se comparar os dados epidemiológicos entre os países, e de uma região para outra, motivou a realização de um estudo internacional de grande porte, o estudo ISAAC - *“International Study of Asthma and Allergies in Childhood”*. Neste estudo, o Brasil ficou classificado em 8º lugar, com uma prevalência de 20%, o que reforça a necessidade de estudos nessa população<sup>26</sup>.

Na asma, o processo inflamatório está associado à hiperresponsividades das vias aéreas, o que resulta em episódios recorrentes de sibilos, dispneia, dor torácica e tosse, particularmente à noite ou início da manhã. Esses episódios são resultado da obstrução ao fluxo aéreo intrapulmonar generalizada e variável, que é reversível espontaneamente ou com tratamento<sup>3</sup>.

Diversas células e seus produtos estão envolvidas no processo inflamatório das vias aéreas. Entre as células inflamatórias, destacam-se os mastócitos, eosinófilos, linfócitos T, células dendríticas, macrófagos e neutrófilos. Entre as células brônquicas estruturais envolvidas na patogenia da asma, figuram as células epiteliais, as musculares lisas, as endoteliais, os fibroblastos, os miofibroblastos e os nervos. Dos mediadores inflamatórios já identificados como participantes do processo inflamatório da asma, destacam-se quimiocinas, citocinas, eicosanoides, histamina e óxido nítrico (NO)<sup>3</sup>.

O processo inflamatório tem como resultado as manifestações clínico-funcionais características da doença. O estreitamento brônquico intermitente e reversível é causado pela contração do músculo liso brônquico, pelo edema da mucosa e pela hipersecreção mucosa. A hiperresponsividade brônquica é a resposta broncoconstritora exagerada ao estímulo que seria inócuo em pessoas normais. A inflamação crônica da asma é um processo no qual existe um ciclo contínuo de agressão e reparo que pode levar a alterações estruturais irreversíveis, isto é, o remodelamento das vias aéreas<sup>27</sup>.

Assim, quanto mais grave e menor o controle da doença, maior a fadiga e dispneia relatada pelos pacientes. A obstrução aumenta a resistência das vias aéreas, o que impede a resposta ventilatória fisiológica durante o esforço físico e resulta em dispneia e o BIE atinge de 40 a 90% das crianças asmáticas. Por sua vez, estes eventos levam o paciente a um estilo de vida sedentário, predispondo-o a fadiga precoce e intolerância ao exercício<sup>28</sup>.

## **2.2- Videogame interativo**

Pacientes com doença respiratória crônica tendem a mostrar menor tolerância ao exercício físico devido à dificuldade respiratória, restrição própria às atividades, ou falta de atividades físicas. As crianças asmáticas adquirem um estilo de vida sedentário e inclinado a condicionamento físico aeróbio inferior ao de crianças não asmáticas. Além do mais, essas crianças frequentemente têm problemas em suas relações sociais, com atitudes negativas para com o exercício. Esses fatores combinam-se com experiências sem sucesso em atividades físicas e outras circunstâncias psicológicas<sup>29</sup>.

Inúmeros são os benefícios promovidos pela realização de atividades físicas, porém, apesar desta constatação, os pacientes com asma geralmente não aderem de maneira satisfatória a prática do exercício, também em decorrência da possibilidade de BIE. Em contrapartida, este é um importante componente não farmacológico para o controle clínico dessa doença. Essa disparidade entre os cuidados a serem tomados e a necessidade da atividade física exige de quem a ministra, o devido conhecimento técnico e respectiva dosagem ou intensidade de exercício para cada paciente, além de cuidados e constante monitoramento, e do paciente, as condições físicas mínimas, mas também, a disciplina, a persistências e, sobretudo, a motivação para realizarem atividade física. Todavia, se tratando de crianças asmáticas, a realização de esforços físicos, geralmente não é motivante, exceto se tratam de atividades lúdicas.

Neste sentido, um recurso bastante utilizado como método auxiliar na reabilitação é o chamado videogame interativo, também conhecido como jogo de realidade virtual ou *exergame*. Essa tecnologia baseia-se na virtualização da imagem dos jogadores e seus respectivos movimentos, sendo esta captura por meio de um dispositivo de captação de imagens que na prática, recria um “ginásio online” ou espaço tridimensional, no qual as atividades realizadas pelos participantes são guiadas por um monitor<sup>30</sup>.

O uso de recursos tecnológicos como ferramenta complementar na reabilitação passou a ser observado a partir da década de 90, sendo inicialmente aplicada no tratamento de doenças neurológicas, a exemplo as sequelas de acidente vascular cerebral (AVC), Parkinson, distúrbios de equilíbrio, dentre outros<sup>31</sup>.

Nos últimos anos, o interesse pelo assunto e o número de publicações aumentaram consideravelmente, bem como a área de aplicabilidade deste recurso tecnológico. Os jogos virtuais antes voltados para tratamento de doenças neurológicas, têm sido aplicados tanto na promoção de saúde, como recurso mais atrativo para incentivar a prática de atividade física tanto por crianças quanto por idosos<sup>32</sup>, além de ser utilizado também na reabilitação de pacientes após infarto agudo do miocárdio (IAM), combate à obesidade e no tratamento de doenças pulmonares<sup>33</sup>.

A barreira mais comum para a realização de atividade física observada e relatada por esta população é o desconforto ocasionado em virtude destas serem geralmente repetitivas e entediantes, associado a tal fato, estudos tem demonstrado que a auto estima, motivação e a realização de uma atividade considerada agradável, são fatores importantes para aumentar a aderência aos programas de reabilitação<sup>34</sup>.

Essas evidências sugerem a utilização dos jogos de realidade virtual como recurso terapêutico auxiliar em um programa de reabilitação, pois estudos tem demonstrado que os jogos interativos aumentam os níveis de satisfação e motivação dos pacientes para realização da atividade física e melhoram o convívio social, dessa forma, acredita-se que este recurso tecnológico possa aumentar a aderência aos programas de reabilitação pulmonar e é uma tecnologia emergente com potencial para ultrapassar muitos dos atuais obstáculos à atividade física em crianças.

### **2.3- Gasto energético**

A intensidade e a duração da atividade física são variáveis que devem ser avaliadas com intuito de potencializar os benefícios do exercício físico executado. A intensidade dos exercícios usualmente é determinada pelo percentual do VO<sub>2</sub> máx ou da frequência cardíaca máxima, escala de percepção de esforço e obtendo resultados em equivalente metabólico (MET) ou Calorias por minuto (Cal/min)<sup>35</sup>. De acordo com a quantidade de MET uma atividade pode ser caracterizada em leve (abaixo de 3 e MET), moderada (3 a 6 MET) e intensa, quando o gasto energético é maior do que 6 MET<sup>36</sup>.

Um dos equipamentos utilizados para este fim é a braçadeira (armband), modelo Body media Sense wear. Este recurso é colocado na região medial do braço não dominante do indivíduo avaliado e mensura a temperatura e a resposta galvânica da pele, por meio de um acelerômetro biaxial que calcula o gasto energético em MET durante a realização do movimento<sup>37</sup>.

Sabe-se que para uma atividade física lúdica proporcionar benefícios fisiológicos à saúde da criança asmática é necessária atender pelo menos três pré-requisitos de uma atividade física apropriada, a saber: que envolva grandes grupos musculares; de intensidade moderada e que atinja no mínimo entre 3 e 6 METS e, de duração mínima de 20 minutos<sup>38</sup>. Se possível também que seja aplicável na prática clínica. De acordo com McGuire e Willems 2015<sup>39</sup>, tais recomendações são atendidas quando realizadas atividades físicas guiadas por videogames interativos, utilizando a braçadeira, os autores observaram que o gasto energético durante a realização de uma atividade com um videogame interativo foi significativamente maior quando comparada com o repouso ou com um videogame considerado sedentário.

### **2.4- Teste de esforço cardiopulmonar (TECP)**

O teste ergométrico (TE) é um método diagnóstico com inúmeras indicações em crianças e adolescentes (idade  $\leq 19$  anos). Este é considerado o padrão ouro para determinar intolerância ao exercício, e consiste em avaliar o desempenho cardíaco, vascular, respiratório e metabólico na saúde e na doença, além de determinar as causas fisiopatológicas que o limitam<sup>40</sup>. Este teste quando comparado ao realizado em adultos, oferece baixo risco, mesmo quando realizado em crianças cardiopatas<sup>41,42</sup>.

O protocolo de Bruce é o protocolo frequentemente utilizado na prática clínica, este foi desenvolvido originalmente para adultos<sup>43</sup>, mas têm sido mundialmente aplicada em crianças<sup>44,45</sup>.

A esteira ergométrica tem sido o método mais utilizado em clínicas e laboratórios no Brasil que realizam o TE, sendo que o protocolo mais utilizado é o Bruce<sup>46</sup>. Este protocolo tem duração de 8 a 12 minutos, com aumentos pequenos e constantes de velocidade e inclinação, individualizados para o sexo e idade do paciente tomando como base o consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max) previsto, que pode ser estimado pelas fórmulas do *American College of Sports Medicine (ACSM)*<sup>47,48</sup> ou pelo questionário VSAQ (*Veterans Specific-Activity Questionnaire*)<sup>49,50</sup>.

Por se tratar de um custo elevado na avaliação de crianças e adolescentes asmáticos, são poucos os estudos que utilizaram o TE<sup>22</sup> como um método de avaliação nesta população. Todavia, este teste pode avaliar o impacto da doença no status funcional da criança e do adolescente possibilitando maior segurança, para o engajamento desses sujeitos em um programa de reabilitação pulmonar melhor explorando seus efeitos e também na investigação de situações diversas.

### **3- OBJETIVOS**

#### **3.1- Objetivo Geral**

- Avaliar os efeitos de um programa de reabilitação pulmonar com exercício aeróbio isolado e combinado envolvendo um sistema de VGA (Xbox-360).

#### **3.2- Objetivos Específicos**

- Avaliar o controle clínico da asma, qualidade de vida, inflamação das vias aéreas, função pulmonar e o gasto energético em um treinamento aeróbio com VGA isolado e combinado.
- Avaliar a intensidade do exercício aeróbio com VGA em relação ao TECP em crianças asmáticas.

## **4- MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1- Aspectos Éticos e Legais**

O estudo foi conduzido de acordo com os padrões éticos estabelecidos na Declaração de Helsinque, de 1961 (revista em Hong Kong, em 1989, e em Edimburgo, na Escócia, em 2000) e está em conformidade com as Diretrizes e Normas Reguladoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Conselho Nacional de Saúde (CNS) do Ministério da Saúde brasileiro, instituída em dezembro de 2012. Este protocolo recebeu a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Nove de Julho (Brasil), sob o parecer n º.907236/2014.

Todos os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo que a todos era permitido o afastamento a qualquer tempo sem qualquer ônus. Todos os procedimentos do estudo são confidenciais.

### **4.2-Caracterização do estudo**

Trata-se de um estudo transversal, conduzido no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP) da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética e pesquisa (COEP) da instituição, sob o número de parecer 907236/2014, conforme estabelece a resolução 466/2012 do CNS. Todos os responsáveis pelos menores assinaram e concordaram com o TCLE.

### **4.3- Critérios de Inclusão**

Pacientes com idade entre 05 e 11 anos; de ambos os sexos; com diagnóstico de asma, de acordo com os critérios do Global Initiative for Asthma (GINA); não estar incluído em qualquer programa de atividade física; não ter recebido Teofilina ou aminofilina e corticoide oral nos últimos 30 dias; não ter apresentado infecção respiratória nos últimos 2 meses; e ter assinado o TCLE.

### **4.4- Critérios de Exclusão**

Impossibilidade de compreender ou realizar qualquer um dos testes, em virtude de limitações físicas e cognitivas; intolerância as atividades propostas; estar em na

vigência de algum processo infeccioso com quadro febril e baixa aderência ao protocolo proposto.

## 4.5-Avaliações

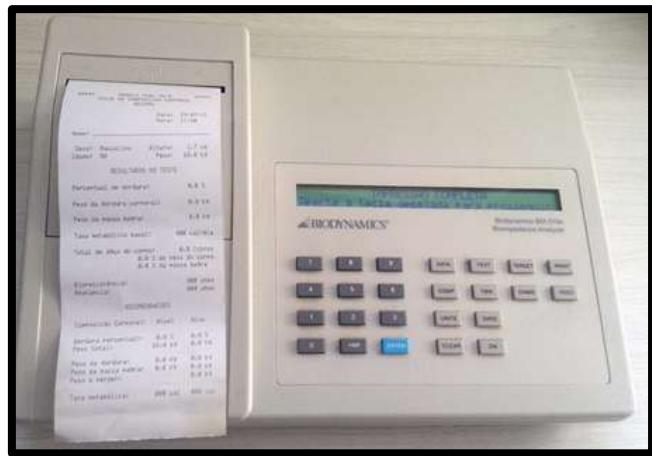
Após o consentimento à participação no estudo por meio da assinatura do TCLE, os pacientes foram submetidos à avaliação. As avaliações foram divididas em dois dias, e em seguida o protocolo de treinamento iniciou-se na semana seguinte.

Antes e após os protocolos de treinamento, os pacientes foram submetidos à avaliação antropométrica e bioimpedância tetrapolar elétrica, responderam questionário de qualidade de vida (PAQLQ) e de controle clínico da asma (ACQ6), realizaram prova de função pulmonar, por meio da espirometria, avaliação da força da musculatura respiratória (FMR), Fração exalada de Óxido Nítrico (FeNO), Avaliação da força muscular periférica, por meio do teste incremental de 1 repetição máxima (1 RM) e TECP, por meio da realização do teste ergométrico (Protocolo de Bruce).

### 4.5.1 Antropometria e Composição corporal

Todas as crianças foram avaliadas individualmente e foram feitas avaliação do peso corporal obtido por uma balança digital (*Filizola* ®,Brasil). A estatura foi verificada por um estadiômetro de parede (*Wiso*), com resolução em milímetros. Foi utilizado o programa Anthroplus para a determinação do escore Z, de acordo com a determinação estabelecida pela World Health Organization<sup>51</sup>. O Z-score é utilizado para classificar a criança como obesa ou eutrófica, dependendo do escore Z, mantendo valores entre 2 e -2.

A composição corporal dos participantes foi avaliada com a utilização de uma balança de bioimpedância elétrica tetra polar, mecanismo aceito atualmente como o de maior acurácia para tal<sup>52</sup>. O modelo de Biodinâmica™310 (Biodinâmica Corporação SeattleWA, EUA) (Fig.1).



**Fig 1.** Bioimpedância elétrica tetra polar modelo de Biodinâmica™310

Para a mensuração da composição corporal foram acoplados quatro eletrodos sobre a pele dos pacientes, previamente higienizada com álcool. Dois eletrodos foram colocados na extremidade superior direita (um próximo à articulação metacarpo-falangeana da superfície dorsal da mão e outro entre as proeminências distais do rádio e da ulna) e os demais na extremidade inferior também de hemicorpo direito (um na região distal do arco transverso da superfície superior do pé e um segundo entre os maléolos, medial e lateral do tornozelo)<sup>53</sup>.

Antes de iniciar o teste, form coletadas as seguintes informações: idade, sexo, peso, previamente verificado em uma balança calibrada e altura, obtida com o auxílio de uma fita métrica.

Para a realização desse procedimento o paciente foi instruído a não ingerir bebidas com cafeína pelo menos 12 horas antes do teste; não comer ou beber num período de 4 horas antes do teste, urinar 30 minutos antes do teste e a não realizar atividade física 6 horas antes do teste<sup>54</sup>.

#### 4.5.2 Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ)

O Pediatric Asthma Quality of Life Questionnaire (PAQLQ), que é um questionário de qualidade de vida relacionado à saúde, é o instrumento mais utilizado para a asma infantil, sendo o questionário mais conhecido e validado para a população brasileira, podendo ser utilizado em crianças e adolescentes de 7 a 17 anos. O PAQLQ é composto de 23 questões divididas em três domínios, a saber: limitação das atividades

físicas (cinco questões); sintomas (dez questões) e, emoções (oito questões) com score total de 161 pontos. As respostas foram medidas por meio de uma escala de 7 pontos, onde 1 indica o máximo prejuízo e 7 nenhum prejuízo<sup>55,56</sup>.

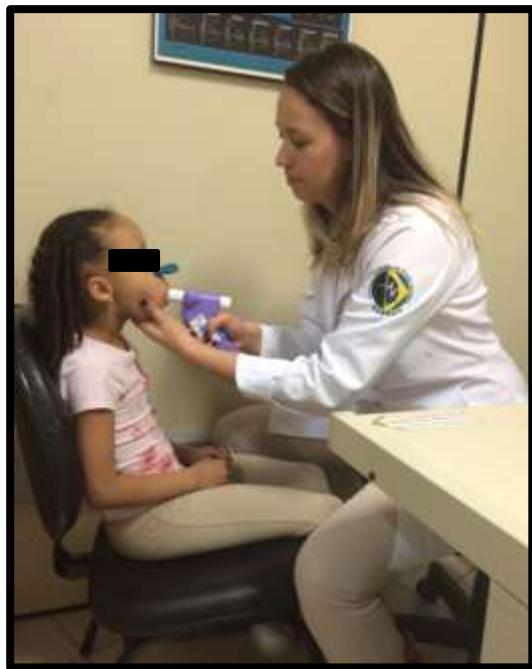
#### **4.5.3 Asthma Control Questionnaire (ACQ)**

O Asthma Control Questionnaire (ACQ) trata-se de um questionário para avaliar o controle clínico em pacientes asmáticos e é composto por 7 questões, 5 relacionadas com os sintomas da asma, um em relação ao uso de  $\beta_2$ -agonista de curta duração como medicação de resgate, e uma relação VEF<sub>1</sub> pré-broncodilatador em percentagem do previsto. A Pontuação do ACQ é a média desses itens varia de 0 (totalmente controlado) a 6 (descontrolada), obtido em um período de 7 dias. O ponto de corte para a asma controlada/descontrolada é de 2 pontos. O paciente foi classificado de acordo com os escores do ACQ em controlada ( $<0,75$ ), parcialmente controlada (0,75-1,5) e asma não controlada ( $> 1,5$ ). Uma diferença importante clínica mínima é de 0,5 numa escala de 7 pontos<sup>57,58,59</sup>. A versão utilizada foi do ACQ6.

#### **4.5.4 – Prova de função Pulmonar (espirometria)**

O teste espirométrico consistiu em manobras de inspiração e expiração máximas, realizadas por meio de espirômetro Easy-One NDD® Medizintechnik Suíça, previamente calibrado. Para conclusão do teste, três manobras reproduutíveis deverão ser obtidas, de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society* (ATS)<sup>60</sup>.

Com a finalidade de se caracterizar a gravidade da asma, a função pulmonar foi avaliada em todas as crianças pela espirometria (Fig 2). O teste foi constituído de manobras de inspiração e expiração máximas, realizadas por meio de um espirômetro da marca Easy One®, da NDD Medizintechnik Suíça, previamente calibrado. Para conclusão do teste, três manobras reproduutíveis foram obtidas de cada uma das três manobras clássicas da espirometria, a saber: Capacidade Vital Lenta (CVL), CVF e suas derivações, como o Volume VEF<sub>1</sub>, as relações VEF<sub>1</sub>/CVF e a Ventilação Voluntária Máxima (MVV), seguindo-se os critérios da ATS.



**Fig 2.** Espirometria

Todos os testes foram realizados em ambiente climatizado e os valores de referência utilizados foram os de Polgar e Promadhat<sup>61</sup>, adequado para crianças, para efeito de classificação, assim como para registro da evolução pós-intervenção.

#### **4.5.5- Força da Musculatura Respiratória (FMR)**

A FMR, medida pela manovacuometria, possibilitou as pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx), utilizando-se um manovacuômetro analógico (Wika), escalonado, com intervalo operacional de  $\pm 300$  cmH<sub>2</sub>O, previamente calibrado e equipado com adaptador contendo válvula de escape de ar para aliviar as pressões da parede bucal. As coletas foram realizadas de acordo com a ATS, sendo que para a PImáx, a manobra foi de inspiração máxima, a partir de uma expiração máxima e para a PEmáx esta manobra foi de expiração máxima, partindo de uma inspiração máxima. Cada manobra foi repetida no mínimo 5 e no máximo 8 vezes, sendo aceito o maior valor obtido, desde que os valores não excedam 10% do imediatamente inferior<sup>62,63</sup> (Fig 3). Os resultados obtidos foram comparados aos previstos, propostos por Gomes et al. 2014<sup>64</sup>.



**Fig 3.** Medida da força muscular respiratória

#### 4.5.6 - Fração Expirada de Oxido Nítrico (FeNO)

A FeNO foi medida seguindo os critérios da ATS, no equipamento NIOX Mino® (Aerocrine), no qual considerou-se valores acima de 20 partes por bilhão (ppb)<sup>65</sup> para classificação de inflamação eusinofílica. Este teste foi realizado na posição sentada e utilizando-se um clipe nasal para evitar a contaminação do ar da cavidade sinusal, com a criança expirando e esvaziando os pulmões ao máximo, até o nível do volume de reserva expiratória (VRE), visando à descontaminação dos gases respirados e, em seguida realizando uma inspiração profunda, para depois expirar todo o ar pela boca, com fluxo constante no equipamento, por pelo menos 6 segundos. Após 1 minuto e 40 segundos deu-se a leitura do FeNO (Fig 4 e 5).



**Fig 4.** Avaliação da FeNO



**Fig 5.** NIOX Mino® (Aerocrine)

#### **4.5.7– Avaliação da força muscular periférica**

A força muscular periférica foi realizada pelo teste incremental de 1 RM. Para determinar a carga máxima de treinamento, foi realizado o teste incremental de MMSS, que consiste na elevação de halteres na diagonal primitiva, enquanto para determinação da carga dos MMII foram realizados movimentos de flexo-extensão no Leg press. Antes de iniciar o teste, as crianças deveriam realizar de 5 a 10 repetições, sem carga, para aprender o movimento de forma adequada e aquecer a musculatura envolvida. A carga inicial utilizada foi de 0,5 kg, sendo progressivamente aumentada (0,5 kg) até que a criança atingisse a carga máxima tolerada, realizando toda amplitude de movimento de forma correta. Após estabelecer o valor de 1 RM, o teste de resistência foi realizado com a carga de 50%, quando o número de repetições atingidas até a parada voluntária da criança fosse registrado<sup>66,67</sup> (Fig 6).



**Fig 6.** Teste incremental MMSS

#### 4.5.8 - Teste de Esforço Cardiopulmonar

O TECP, ilustrado na figura 7, é considerado o padrão ouro para avaliar intolerância ao exercício. O protocolo utilizado neste estudo foi o de Bruce que, apesar de ter sido desenvolvido para adultos, vem sendo amplamente aplicado em crianças, a partir de 4 anos de idade<sup>68,69</sup>.

Este protocolo tem sido usado para prover informações sobre a capacidade de exercício, as características fisiopatológicas durante o esforço e o risco potencial de doenças<sup>69</sup>. O protocolo foi interrompido quando a criança relatou fadiga ou quando atingiu a frequência cardíaca máxima (FCmáx), neste caso estipulada em 208 bpm – (0,7 x idade)<sup>70</sup>. Também foram registradas as medidas de pressão arterial (PA), saturação periférica de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e dados do eletrocardiograma. A escala de Borg modificada foi utilizada para quantificar a sensação de falta de ar durante o esforço e em repouso com escala que varia de 0 a 10 pontos<sup>71</sup>(Fig 7).



**Fig 7.** Teste de esforço cardiopulmonar

#### **4.5.9- Protocolo de treinamento**

##### **4.5.9.1- Treinamento em Videogame**

Os pacientes foram submetidos previamente ao aquecimento em esteira a 2km/h durante 10 minutos antes de cada sessão. Em seguida, realizaram 30 minutos de atividade com videogame (10 rodadas de 3 minutos com 30 segundos de descanso entre cada uma), seguido por 5 minutos de desaquecimento novamente na esteira. O jogo utilizado para treinamento foi o “Cume dos reflexos” da Kinect Adventure (Xbox-360). A intensidade era aumentada quando a criança concluía cada nível do jogo. Em um nível mais elevado, era necessário que a criança realizasse maior número de saltos, agachamentos, movimentos laterais e movimentos dos braços.

A fim de se detectar possível presença de BIE, antes e após a sessão de VGA foram coletadas três medidas do pico máximo do fluxo aéreo (Peak-Flow), com a criança na posição ortostática, fazendo uso do clipe nasal. Essas medidas foram realizadas com um equipamento da marca Assess<sup>TM</sup> e seria considerado broncoespasmo caso houvesse uma redução  $\geq 20\%$  no pico de fluxo expiratório <sup>72</sup>.

##### **4.5.9.2- Treinamento Combinado**

O protocolo de treinamento foi composto por dezesseis sessões de atendimento, com duração de 45 minutos cada uma, distribuídas em: aquecimento em

esteira a 2km/h, antes de cada sessão, com duração de 10 minutos; atividade com videogame, por 30 minutos, composta de 10 rodadas de 3 minutos cada, incluindo 30 segundos de descanso entre cada uma; desaquecimento, novamente na esteira, por 5 minutos. Neste grupo também foram coletadas três medidas do Peak-Flow, também a fim de se detectar possível presença de BIE. Em seguida as crianças foram submetidas à realização de exercícios resistidos de baixa intensidade, com 3 séries de 15 repetições para MMSS na diagonal primitiva e MMII em flexo-extensão. A cada 5 sessões um novo teste incremental para MMSS e MMII foi realizado para reavaliar a carga de treinamento.

Durante todas as atividades os pacientes foram monitorados em relação FC e SpO<sub>2</sub>, por meio de um frequencímetro (Polar)® e de um oxímetro de pulso NONIN® respectivamente. Para determinar a intensidade da atividade física foram feitas avaliações do dispêndio de energia, obtendo resultados em equivalente metabólico (MET) ou Calorias por minutos (Cal/min), por meio do equipamento portátil Body Media Sense Wear® (Fig. 8), que avalia a temperatura da pele assim como a resistência galvânica e o movimento por um acelerômetro biaxial, calculando o dispêndio de energia em METS e Cal/min. Para efeito de padronização este equipamento foi colocado sempre no membro superior direito das crianças testadas.



**Fig 8.** Body Media Sense

## 5. RESULTADOS

Os resultados da dissertação, em conformidade com as Normas do Programa de Pós-graduação em Ciências da Reabilitação da UNINOVE - [http://s3.uninove.br/app/uploads/2015/08/1445435971150821\\_Proposta\\_para\\_Formatacao\\_da\\_Dissertacao\\_Tese\\_Proposta\\_final.pdf](http://s3.uninove.br/app/uploads/2015/08/1445435971150821_Proposta_para_Formatacao_da_Dissertacao_Tese_Proposta_final.pdf), estão apresentados em forma de Estudos/Artigos, resultando em dois Artigos, a saber:

**Artigo 1 Intensidade da Atividade Física do Jogo de videogame ativo em crianças asmáticas** - em processo de submissão no **Journal of Asthma**) e,

**Artigo 2 Efeitos do exercício aeróbio com jogos de videogame ativo comparado ao exercício combinado em crianças asmáticas** - em fase final de coleta de dados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. McCormack, MC and Enright PL. Making diagnosis of asthma. *Respiratory Care*. 2008; 53(5): 583-592.
2. IV Diretrizes Brasileiras para Manejo da Asma. *J Bras Pneumol*. 2006; 32(7): 447-474.
3. GINA. Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2014 (revision). Available from: <http://www.ginasthma.org/documents/4>
4. Carson KV, Chandratilleke MG, Picot J, Brinn MP, Esterman AJ, Smith BJ. Physical training for asthma. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013; 30:9.
5. Clark CJ and Cochrane LM. Assessment of work performance in asthma for determination of cardiorespiratory fitness and training capacity. *Thorax*. 1988; 43:745-749.
6. Garfinkel SK, Kesten KR, and Chapman Rebuck AS. Physiologic and nonphysiologic determinants of aerobic fitness in mild to moderate asthma. *Am. Rev. Respir. Dis.* 1992; 145:741-745.
7. Nedern JA, Neri LE, Silva AC et al. Short term effects of aerobic training in the clinical management of moderate to severe asthma in children. *Thorax*. 1999; 54:202-206.
8. Jardim JR, Mayer AF, Camalier A. Músculos respiratórios y rehabilitación pulmonar en asmáticos. *Arch Bronconeumol*. 2002; 38(4):181-188.
9. Mendes FA, Almeida FM, Cukier A, Stelmach R, Jacob-Filho W, Martins MA et al. Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. *Med Sci Sports Exerc*. 2011; 43: 197-203.
10. Fanelli A, Cabral AL, Neder JA, Martins MA, Carvalho CRF. Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children. *Med Sci Sports Exerc*. 2007.
11. Pinto-França A, Mendes FAR, Carvalho-Pinto RM et al. Aerobic training decreases bronchial hyperresponsiveness and systemic inflammation in patients with moderate or severe asthma: a randomised controlled trial. *Thorax*. 2015; 70(8):732-739.
12. Scott HA, Latham JR, Callister R et al. Acute exercise is associated with reduced exhaled nitric oxide in physically inactive adults with asthma. *Rev Bras Fisioter*. 2008; 12(2):127-135.
13. Gao Z, Podlog L, Huang C. Associations among Children's situational motivation, physical activity participation and enjoyment in an active dance video game. *J Sports Health Science*. 2013; (2):122-8.
14. Biddle SJ, Gorely T, Marshall SJ, Murdey I, Cameron N. Physical activity and sedentary behaviours in youth: issues and controversies. *J R Soc Promot Health*. 2004; 124:29-33.
15. Hallal PC, Andersen LB, Bull FC, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*. 2012; 21;380(9838):247-57

16. Kuys SS, Hall K, Peasey M, Wood M, Cobb R, Bell SC. Gaming console exercise and cycle or treadmill exercise provide similar cardiovascular demand in adults with cystic fibrosis: a randomized crossover trial. *J Physiother*. 2011; 57(1): 35–40.
17. Maddison R, Mhurchu CN, Foley L, Epstein L, Jiang Y, Tsai M, et al. Screen-time weight-loss intervention targeting children at home (SWITCH): a randomized controlled trial study protocol. *BMC Public Health*. 2011; 11:524
18. Graf DL, Pratt LV, Hester CN, Short KR. Playing active video games increases energy expenditure in children. *Pediatrics*. 2009; 124:534–41
19. Ni Mhurchu C, Maddison R, Jiang Y, Jull A, Prapavessis H and Rodgers A. Couch potatoes to jump beans: A pilot study of the effect of active video games on physical activity in children. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2008; 5:8.
20. Counil FP, Varray A, Matecki S, Beurey A, Marchal P, Voisin M and Préfaut C. Training of aerobic and anaerobic fitness in children with asthma. *J Pediatr* 2003; 142:179–184.
21. Corral T, Percegona J, Seborga M, Rabinovich RA, Vilaró J. Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis (CF). *J Cyst Fibros*. 2014; 13 (6):706–711.
22. Gomes ELF D, Carvalho CRF, Peixoto-Souza FS et al. Active Video Game Exercise Training Improves the Clinical Control of Asthma in Children: Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*. 2015; 10(8):e0135433.
23. American Association of Cardiovascular & Pulmonary Rehabilitation. Guidelines of pulmonary rehabilitation programmes. 2<sup>nd</sup> edn. Champaign, IL, USA: Human Kinetics; 1998, ISBN:0-88011-863-6.
24. Burr ML, Wat D, Evans C, Dunstan FD, Doull IJ. Asthma prevalence in 1973, 1988 and 2003. *Thorax*. 2006;61(4): 296–299.
25. OMS. Organização Mundial da Saúde. 2013. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs307/es/>
26. Asher MI, Weiland SK. The international study of asthma and allergy in childhood (ISAAC). ISAAC Steering Committee. *Eur Respir J*. 1998;12(3): 15–35.
27. Payne D, Bush A. Phenotype-specific treatment of difficult asthma in children. *Paediatr Respir Rev*. 2004 Jun;5(2):116-23.
28. Wanrooij VHM, Willeboordse M, Dompeling E, van de Kant KDG. Exercise training in children with asthma: a systematic review. *Br J Sports Med*. 2014; 48(13):1024-31.
29. Silva CS, Torres LAGMM, Rahal Abel, Filho JT, Vianna EO. Avaliação de um programa de treinamento físico por quatro meses para crianças asmáticas. *J Bras Pneumol*. 2005;31(4):279-285.
30. Cassola F, Morgado L, Carvalho F, Paredes H, Fonseca B, Martins P. Onlyne-gym: a 3D Virtual gymnasium using Kinect interaction. *Procedia Technology*. 2014; 13:130-138.
31. Molina K I, Ricci N A, Moraes S A, Perracini M R. Virtual reality using games for improving physical functioning in older adults: a systematic review. *Journal of neuroengineering*. 2014, 11:156.

32. de Bruin E D, Schoene D, Pichierri G, Amith S T. Use of virtual reality technique for the training of motor control in the elderly. Some theoretical considerations. *Z Gerontol Geriatr.* 2010;43(4):229-34.
33. Saposnik G, Levin M. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analyses and implications for clinicians. *Stroke.* 2011;42(5):1380-6.
34. Wardini R, Dajczman E, Yang N, Baltzan M, Préfontaine D, Stathatos M, Marciano H, Watson S, Wolkove N. Using a virtual game system to innovate pulmonary rehabilitation: Safety, adherence and enjoyment in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Can Respir J* 2013; 20(5):357-361.
35. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2007; 39(8):1423-34.
36. Ravagnani C F C, Melho F C L, Ravagnani F C P, Burini F H P, Burini R C. Estimativa do equivalente metabólico (MET) de um protocolo de exercíciosfísicos baseada na calorimetria indireta. *Ver Bras Med esporte.* 2013; 19(2):134-138.
37. Ohannsen D L, Calabro M A, Stewart J, ranke W, Rood J C, Welk G J. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in health adults. *Med Sci Sports exerc.* 2010; 42(11):2134-40.
38. Biddiss E, Irwin J. Active video game to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2010; 164(7):664-672.
39. McGuire S, Willems M E T. Physiological Responses during multiplay Exergaming in Young Adult Males are Game-Dependent. *Journal of Human Kinetics.* 2015; 46:263-71.
40. Barbosa e Silva O, Saraiva LCR. Indicações do teste ergométrico em crianças e adolescentes. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10(5): 416-9.
41. Silva OB, Saraiva LCR, Filho DCS. Teste Ergométrico em Crianças e Adolescentes – Maior Tolerância ao Esforço com o Protocolo em Rampa. *Arq Bras Cardiol* 2007; 89(6): 391-397.
42. Silva OB, Saraiva LCR. Indicações do teste ergométrico em crianças e adolescentes. *Rev Bras Med Esporte.* 2004; 10(5): 216-419.
43. Bruce RA, Kusumi F, Hosmer D (1973) Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. *Am Heart J* 85:546–562.
44. Wessel HU, Strasburger JF, Mitchell BM . New standards for the Bruce treadmill protocol in children and adolescent. *Pediatr Exerc Sci.* 2001; 13:392–401.
45. Chatrath R, Shenoy R, Serrato M, Thoelle DG (2002) Physical Wtness of urban American children. *Pediatr Cardiol.* 2002; 23:608–612)
46. Araújo CGS. Teste de exercício: terminologia e algumas considerações sobre passado, presente e futuro baseado em evidências. *Rev Bras Med Esporte.* 2000; 6(3): 77-84.
47. Protocolo em rampa: manual de referência rápida. Brasília, 1998. Disponível em URL: <http://www.micromed.ind.br/ergopc13/download/rampa.pdf>

48. Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACMS). Manual do ACMS para o teste de esforço e prescrição do exercício: cálculos metabólicos. 5a. ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. p. 237-50.
49. Myers J, Buchanan N, Smith D, Neutel J, Bowes E, Walsh D, et al. Individualized ramp treadmill: observations on a new protocol. *Chest*. 1992; 101(5):236S-241S.
50. Vivacqua R. Considerações sobre o protocolo de rampa aplicado no teste ergométrico. *Boletim do Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular da SBC*. 1999;18: 16-7.
51. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization*. 2007; 85(9): 660-7.
52. Reis Filho A D, Ravagnani FCP, Oliveira MPP, Arturo CAF, Zavala A, Ravagnan CFC. Comparação entre diferentes aparelhos de bioimpedância para avaliação do percentual de gordura Comparison. *R. bras. Ci. e Mov.* 2011; 19(2):5-12.
53. Khalil S, Mohktar M, Ibrahim F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors (Basel)*. 2014;14(6):10895-928
54. Rezende FAC, Rosado LEFPL, Franceschinni FCC, Rosado GP, Ribeiro RCL. Aplicabilidade do Índice de Massa Corporal na Avaliação da Gordura Corporal. *Rev Bras Med Esporte* 2010; 16(2):90-94.
55. La Scala CSK, Naspritz C, Solé D. Adaptação e validação do Pediatric asthma quality of life questionnaire (PAQLQ-A) em crianças e adolescentes brasileiros com asma. *J pediatr (Rio)* 2005; 81(1): 54-60.
56. Sarria EE, Rosa RCM, Fischer GB, Hirakata VN, rocha NS, Mattiello R. Versão Brasileira do Paediatric of life questionnaire: Validação de campo. *J Bras pneumol.* 2010; 36(4): 417-424.
57. Juniper EF, Svensson K, Mörk AC, Ståhl E. Measurement properties and interpretation of three shortened versions of the asthma control questionnaire. *Respir Med*. 2005; 99(5): 553-8.
58. Leite M, Ponte EV, Petroni J, D`Oliveira Júnior A, Pizzichini E, Cruz AA. Evaluation of the Asthma Control Questionnaire validated for use in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2008; 34(10): 756-763.
59. Ko FWS, Hui DS, Leung T-F, Chu H-Y, Wong GWK, Tung AHM, Ngai JCN, Ng SSS, Lai CKW. Evaluation of the asthma control test: reliable determinant of disease stability and a predictor of future exacerbations. *Respirology*. 2012;17(2):370-8.
60. Gaffin JM, Shotola NL, Martin TR, Phipatanakul W. Clinically Useful Spirometry in preschool aged children: Evaluation of the 2007 American Thoracic Society Guidelines. *J Asthma*. 2010; 47(7):762-7.
61. Polgar, P., Promadhat, V. Pulmonary testing in children. W. B Saunders, Philadelphia. 1971; p. 100–153.
62. Costa D., Fisioterapia Respiratória Básica, São Paulo, Atheneu, 1999.
63. Black, L.F. et al. Maximal Respiratory Pressures: Normal Values and Relationship to Age and Sex. *Am Rev Res Dis*. 1969; 99(5):696-702.

64. Gomes ELFD, Souza FSP, Carvalho EFT, Nascimento ESP, Sampaio LMM, Eloi JS, Magalhães AF, Costa D. Maximum Respiratory Pressures: Values Found and Predicted in Children. *J Lung Pulm Respir Res.* 2014; 1(3): 00014.
65. ATS/ERS Recommendations for Standardized Procedures for the Online and Offline Measurement of Exhaled Lower Respiratory Nitric Oxide and Nasal Nitric Oxide. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171(8):912-30.
66. Calle MC and Fernandez ML. Effects of resistance training on the inflammatory response. *Nutr Res Pract* 2010; 4(4):259-269.
67. Council on Sports Medicine and Fitness. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics* 2008; 121(4):835-840.
68. Zijp MHMVC, Ijssestijn H, Takken T, Willemsen SP, Tibboel D, Stam HJ, van den Berg-Emons RJG. Exercise testing of pre-school children using the Bruce treadmill protocol: new reference values. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 108(2): 393–399.
69. Regamey N, Moeller A. Pediatric exercise testing. *Eur Respir Mon* 2010;47:291-309.
70. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001;37(1):153–6.
71. Lamb KL. Children's Ratings of Effort During Cycle Ergometry: An Examination of the Validity of Two Effort Rating Scales. *Pediatric Exercise Science.* 1995; 7(4): 407-21.
72. Silva LO, Silva LP, Nogueira AMOC, Silva MB, Luz GCP, Narciso FV et al. Evaluation of Exercise-Induced Bronchospasm Assessed by Peak Flow Meter in Obese Adolescents. *Rev Bras Med Esporte.* 2011; 17(6): 393–6.

## **ARTIGO 1**

## INTENSIDADE DA ATIVIDADE FÍSICA DO JOGO DE VIDEOGAME ATIVO EM CRIANÇAS ASMÁTICAS

Juliana Fernandes Barreto Mendonça, Évelim Leal de Freitas Dantas Gomes e Dirceu Costa

### Resumo

**Contextualização:** O exercício físico é um excelente meio de controle não farmacológico da asma, mas como pode provocar broncoespasmo e nem sempre é motivante para as crianças, especialmente às crianças asmáticas, o sedentarismo passa a ser suscetível a esses pacientes, o que piora o quadro da doença. Neste sentido, os exercícios físicos lúdicos podem motivar as crianças asmáticas a praticá-los com frequência e, desde que aplicados de forma controlada e segura, podem contribuir para minimizar os efeitos dessa doença. Contudo, há necessidade de informações mais precisas sobre os reais efeitos fisiológicos desta atividade lúdica. **Objetivo:** Avaliar a intensidade do videogame ativo (VGA) comparado a um teste de exercício cardiopulmonar (TECP) em crianças asmáticas. **Método:** 30 crianças asmáticas com idade média de  $7,86 \pm 1,9$  anos; VEF<sub>1</sub> de  $77 \pm 12,9\%$  do previsto; BMI de  $17,27 \pm 4,42 \text{ kg}^{-2}$ , (escore Z de 1,09), participaram, em dois dias diferentes, de um TECP e do jogo de VGA XBOX 360 Kinect Adventure “Reflex Ridge”. Foram avaliados pela Bioimpedância tetrapolar, Prova de função pulmonar, Fração exalada de Óxido Nítrico (FeNO) e responderam ao questionário Asthma Control Questionnaire (ACQ6), resultando nas variáveis fisiológicas: equivalentes metabólicos em METS, coletada pelo Acelerômetro Sensewear proactive; Frequência Cardíaca máxima (FCmáx); Volumes e Fluxos Pulmonares; percentual de Massa Magra e de Massa Gorda; FeNO, além das respostas sobre a sensação de cansaço e dispneia pela escala Borg modificada e ao ACQ6. **Resultados:** A FCmáx com VGA foi de 87% da prevista e atingiu 93% daquela obtida no TECP; a intensidade do exercício com VGA chegou a atingir  $8,46 \pm 1,86$  METS, considerado intenso; que correspondeu a 81% da intensidade atingida no TECP. O broncoespasmo, controlado pelo peak flow não se alterou entre o pré e pós-exercícios, tanto no TECP, quanto no VGA. Os demais resultados serviram de caracterização da amostra.

**Conclusão:** Como o exercício físico com VGA foi fisiologicamente muito semelhante aquele obtido no TECP, com consumo energético em METS considerado intenso, podemos concluir que o VGA, além de tratar-se de atividade física lúdica e motivante, pode garantir um efeito aeróbico ao organismo, semelhante ao exercício realizado em esteira ergométrica. Como não foi constatada redução do peak-flow durante ambos os tipos de atividades físicas, tão pouco manifestações clínicas que pudessem interrompê-los, podemos considerar o VGA como viável, seguro e eficiente para o treinamento físico das crianças asmáticas.

## INTRODUÇÃO

É sabido que o exercício físico é um importante componente não farmacológico para o controle clínico da asma, especialmente em crianças. Por outro lado, o exercício físico pode provocar broncoespasmo induzido, o que atinge de 40 a 90% das crianças asmáticas<sup>1</sup>, além de nem sempre ser uma atividade motivante. Portanto, esses aspectos podem levar essas crianças ao sedentarismo, o que ainda é pior para o quadro clínico da doença<sup>2</sup>. Neste sentido, alternativas como atividades físicas lúdicas, a exemplo de jogos interativos, podem ser benéficas e se tornam importantes, desde que devidamente controladas e seguras.

Sabe-se que para uma atividade física lúdica proporcionar benefícios fisiológicos a saúde da criança asmática é necessária atender pelo menos três pré-requisitos de uma atividade física apropriada, a saber: que envolva grandes grupos musculares; de intensidade moderada e que atinja no mínimo entre 3 e 6 METS e, de duração mínima de 20 minutos. Se possível também que seja aplicável na prática clínica<sup>3</sup>.

Cabe salientar que a atividade física lúdica e motivante tem sido os jogos interativos com a utilização de videogames ativos (VGA), apesar do restrito número de trabalhos publicados com esta população de pacientes. Maddison et al., 2011<sup>4</sup> observaram modificação no índice de massa corpórea (IMC) de crianças obesas e aumento no tempo gasto em atividades físicas com este recurso, enquanto Graf et al., 2009<sup>5</sup> já haviam encontrado correlação entre o gasto energético produzido pela atividade física do VGA e o da caminhada na esteira a 5,7 km/h e, de forma semelhante, Kuys et al., 2011<sup>6</sup> puderam evidenciar que o gasto energético e a demanda cardiovascular durante a atividade física com o VGA é muito semelhante ao produzido no cicloergômetro, porém em pacientes adultos com fibrose cística.

O VGA vem ganhando destaque na literatura, como uma forma adequada de atividade física, pois recentemente Del Corral et al., 2014<sup>7</sup> compararam o gasto energético e a demanda do VGA com o TC6, e encontraram correlação positiva entre eles. Em estudo prévio<sup>22</sup> pudemos constatar que o exercício físico com o VGA pode atingir alta intensidade em crianças asmáticas. Há, contudo, a necessidade de se conhecer melhor a intensidade que o VGA proporciona em comparação ao teste de esforço cardiopulmonar (TECP).

Com base nestas informações o objetivo deste estudo foi avaliar a intensidade do exercício físico atingido por crianças asmáticas com VGA em comparação com um TECP em esteira ergométrica.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo transversal, conduzido no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LARESP) da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), São Paulo, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética e pesquisa (COEP) da instituição, sob o número de parecer 907236/2014, conforme estabelece a resolução 466/2012 do CNS. Todos os responsáveis pelos menores assinaram e concordaram com o termo de consentimento livre esclarecido e, todas as crianças também aceitaram o respectivo Termo de Assentimento.

### **Critérios de Inclusão**

Foram incluídas 30 crianças com idade entre 5 e 11 anos, com diagnóstico de asma e com sua gravidade, de acordo com os critérios do Global Initiative for Asthma como asma moderada ou grave, que não estivessem incluídos em qualquer programa de atividade física regular.

### **Critérios de exclusão**

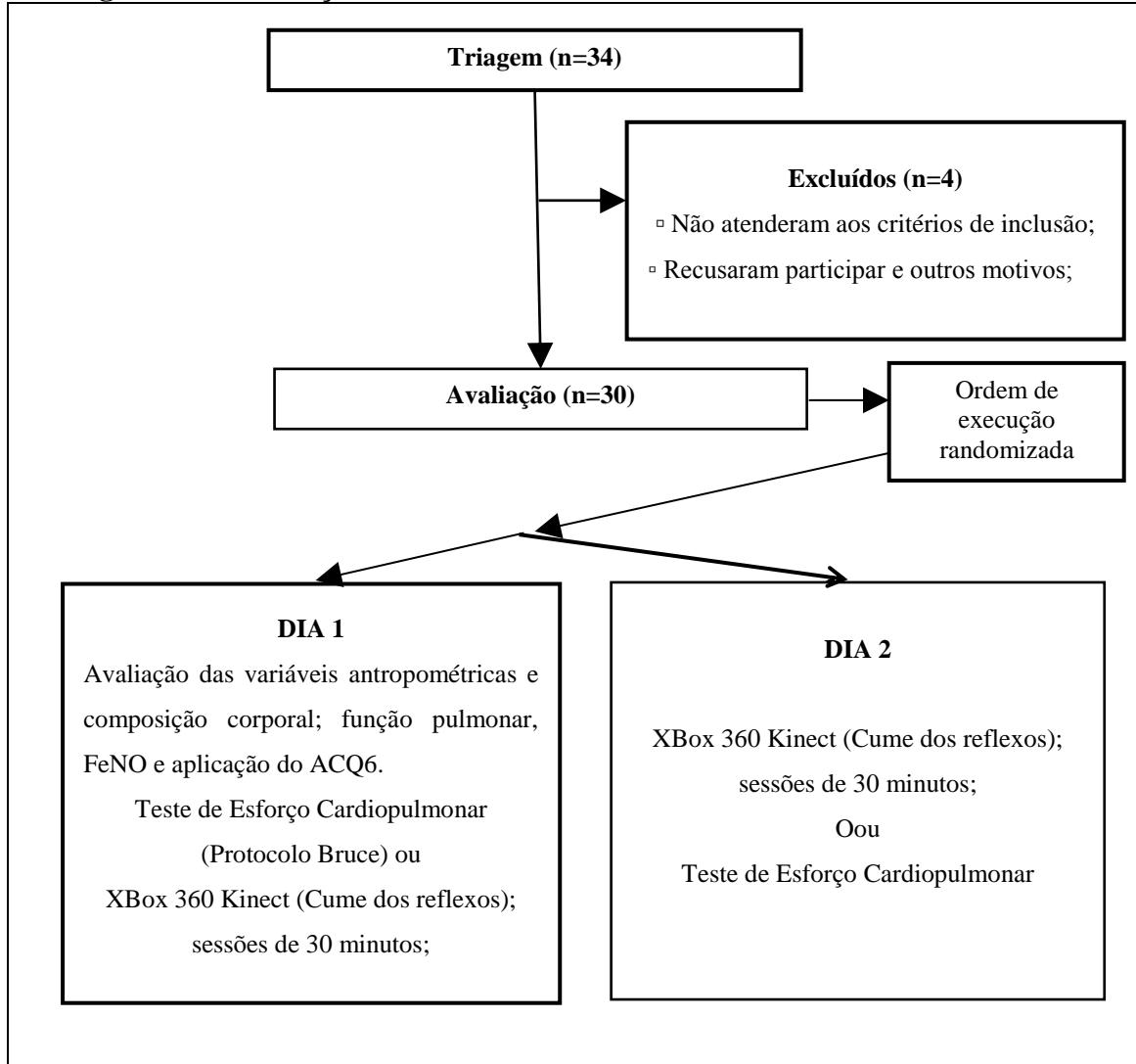
Foram excluídas crianças que receberam Teofilina ou Aminofilina e corticoide oral nos últimos 30 dias; que apresentaram infecção respiratória nos últimos 2 meses, que apresentaram impossibilidade de realizar qualquer um dos testes; que fossem portadoras de doença cardíaca de origem inflamatória, congênita ou isquêmica e que estivessem na vigência de algum processo infeccioso com quadro febril no momento da avaliação.

### **Procedimentos Experimentais**

#### **Triagem das Crianças Asmáticas**

Trinta e quatro crianças asmáticas foram avaliadas e triadas no Hospital Mandaqui, sendo que os pais foram convidados a encaminhá-las e acompanhá-las no Laboratório de Avaliação Funcional Respiratória (LAREP) da unidade Memorial da UNINOVE, onde foram avaliadas e submetidas a um jogo de VGA e a um TECP cuja ordem de execução foi randomizada e executada em dias diferentes conforme as descrições a seguir.

## Fluxograma de Avaliação



## Antropometria e Composição Corporal

Todas as crianças foram avaliadas individualmente, no período da tarde, e foram feitas medidas antropométricas como altura, peso e bioimpedância tetrapolar<sup>74</sup> (Biodynamics™ modelo 310, Biodynamics Corporation Seattle WA- USA). Foi utilizado o programa Anthro plus para a determinação do escore Z, de acordo com a determinação estabelecida pela World Health Organization (WHO, 2007)<sup>8</sup>. Z-score é utilizado para classificar a criança como obesa ou eutrófica, dependendo do escore Z, mantendo valores entre 2 e -2.

## **Função Pulmonar**

Com a finalidade de se caracterizar a gravidade da asma, a Função Pulmonar foi avaliada em todas as crianças pela espirometria, com o equipamento Easy One™ da NDD, previamente calibrado, numa sala aclimatada, com valores de referência de Polgar e Promadhat<sup>9</sup>, adequado para crianças. Foram registrados três testes reproduutíveis e tecnicamente aceitos de cada uma das três manobras clássicas da espirometria, a saber: Capacidade Vital Lenta (CVL); Capacidade Vital Forçada (CVF) e Ventilação Voluntária Máxima (VVM), seguindo-se os critérios da American Thoracic Society (ATS)<sup>10</sup>.

## **Fração expirada do Óxido Nítrico (FeNO)**

A inflamação pulmonar foi mensurada pela FeNO, seguindo os critérios da ATS<sup>74</sup>. Na posição sentada e utilizando-se um clipe nasal, todas as crianças realizaram um teste no equipamento NIOX Mino® da Aerocrine. Esse teste foi realizado com a criança expirando e esvaziando os pulmões ao máximo, até o nível do volume de reserva expiratória, visando a descontaminação dos gases respirados e, em seguida realizando uma inspiração profunda, para depois expirar todo o ar pela boca, com fluxo constante no equipamento, por pelo menos 6 segundos e, após 1minuto e 40 segundos deu-se a leitura do FeNO, em partes por bilhão (ppb), no leitor do equipamento<sup>11</sup>.

## **Asthma Control Questionnaire (ACQ)**

O Asthma Control Questionnaire (ACQ) se trata de um questionário para avaliar o controle clínico em pacientes asmáticos e é composto por 7 questões, sendo 5 relacionada com os sintomas da asma, um em relação ao uso de  $\beta$ 2-agonista de curta duração como medicação de resgate, e uma relação VEF<sup>1</sup> pré-broncodilatador em percentagem do previsto. A Pontuação do ACQ é a média desses itens e varia de 0 (totalmente controlado) a 6 (descontrolada) obtido em um período de 7 dias. O ponto de corte para a asma controlada / descontrolada é de 2 pontos. O paciente será classificado de acordo com os escores do ACQ em controlada (<0,75), parcialmente controlada (0,75-1,5) e asma não controlada (> 1,5). Uma diferença importante clínica mínima é de 0,5 numa escala de 7 pontos<sup>12,13</sup>. A versão utilizada foi do ACQ6.

### **Teste de Esforço Cardipulmonar (TECP)**

O protocolo utilizado no TECP foi o Teste de Bruce<sup>14,15</sup>, o qual foi interrompido quando a criança relatou estar muito cansada ou quando atingiu a frequência cardíaca máxima (FCmáx), neste caso estipulada em 208 bpm - (0,7 x idade)<sup>70</sup>. Também foram registradas as medidas de pressão arterial (PA), saturação periférica de oxigênio (SaPO<sub>2</sub>) e dados do eletrocardiograma.

A sensação de cansaço de membros inferiores e dispneia ao esforço e no repouso foi registrada pela escala de Borg modificada<sup>16</sup>.

### **Videogame Ativo (VGA)**

As crianças foram submetidas a uma sessão de 30 minutos de VGA, utilizando-se um equipamento XBOX 360 Kinect™ (Microsoft-USA), sendo que jogo utilizado foi o “Cume dos Reflexos- Reflex Ridge” do Kinect Adventure<sup>17</sup>.

A fim de se detectar possível presença de BIE, antes e após a sessão de VGA foram coletadas três medidas do pico máximo do fluxo aéreo (Peak Flow), com a criança na posição ortostática, fazendo uso do clipe nasal, Essas medidas foram realizadas com um equipamento da marca Assess™ e seria considerado broncoespasmo caso houvesse uma redução  $\geq 20\%$  no pico de fluxo<sup>18</sup>.

Antes da sessão de VGA foi realizado um aquecimento na esteira ergométrica, com velocidade de 2km/h, durante 10 minutos. A sessão com VGA, que teve a duração de 30 minutos, foi composta de 10 partidas com duração média de 3 minutos, com intervalo médio de 30 segundos e com intensidade crescente de esforço, exigindo da criança maior numero de saltos, agachamentos e deslocamentos laterais e movimentos com os membros superiores, conforme demonstração na Figura 1, a seguir.



**A**



**B**

**Fig 1.** A e B “Cume dos Reflexos” Kinect Adventure XBOX 360

Durante a atividade os pacientes foram monitorados em relação FC e SpO<sub>2</sub>, por meio de um frequencímetro (Polar) ® e de um oxímetro de pulso NONIN® respectivamente.

### **Dispêndio de Energia (DE)**

O DE foi mensurado, obtendo-se resultados em equivalente metabólico (MET) ou Calorias por minutos (Cal/min), por meio do equipamento portátil Body Media Sense Wear® (Figura 2), que avalia a temperatura da pele assim como a resistência galvânica e o movimento por um acelerômetro biaxial, calculando o dispêndio de energia em equivalente metabólico (METS) e calorias por minuto<sup>19,8</sup>.



**Fig 2.** Body Media SenseWear®

### **Análise Estatística**

Foram utilizados testes pareado, Wilcoxon e ANOVA, com pós Hoc Tukey. Para análise de correlação foi utilizado Pearson. Para as análises foi utilizado o software SPSS 20.0 e os dados foram submetidos ao teste de normalidade por inspeção gráfica visual e pelo teste de Shapiro Wilk. Foi considerado significante um  $p < 0,05$ .

### **Resultados**

Na tabela 1 encontram-se os dados de avaliação das crianças avaliadas, sendo que 34 iniciaram as avaliações e 30 concluíram. As 4 não concluídas apresentavam dificuldades de deslocamento da residência até o local da avaliação.

**Tabela 1.** Características gerais da amostra

Variáveis	Amostra (n=30)
<b>Idade (anos)</b>	7,86±1,92
<b>Gênero (F/M)</b>	13/17
<b>Peso (Kg)</b>	29,94± 13,11
<b>Escore Z peso (média)</b>	1,30
<b>Altura (m)</b>	1,29 ± 0,12
<b>Escore Z Altura (média)</b>	0,67
<b>IMC (kg<sup>-2</sup>)</b>	17,27± 4,42
<b>Escore Z IMC (média)</b>	1,09
<b>Massa magra (%)</b>	81,05 ± 8,68
<b>Massa gorda (%)</b>	19,12 ± 8,56
<b>FeNO (ppb)</b>	29,26 ± 17,81
<b>VEF<sub>1</sub> %</b>	77±12,91
<b>VEF<sub>1</sub>/CVF %</b>	84,37 ± 12,66
<b>ACQ6</b>	1,21 (1,15 – 2,30)

IMC= índice de massa corporal, VEF<sub>1</sub>= volume expiratório forçado no primeiro segundo, VVM= ventilação voluntária máxima, CVF= capacidade vital forçada, FEF 25%-75% = fluxo expiratório forçado 25%-75%, VEF<sub>1</sub>/CVF razão, ACQ6= asthma control questionnaire

Na tabela 2, a seguir, estão os dados referentes ao TECP e ao VGA quanto à intensidade e dispêndio de energia (DE).

**Tabela 2.** Características do teste ergométrico e do VGA

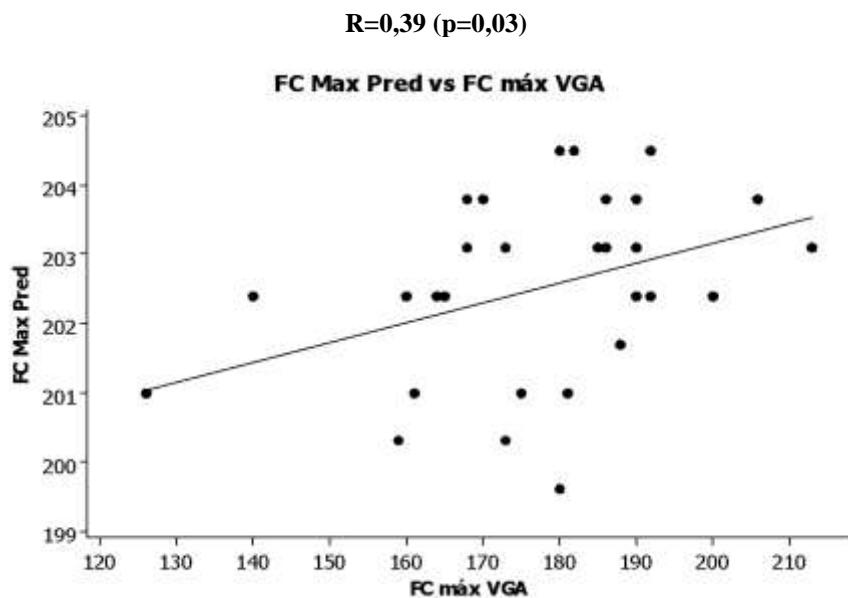
	VGA	TECP	p
FC rep	100,5 ± 5,03	98,8 ± 9,31	0,114
FC máx	176,8 ± 18,27	192,1 ± 18,81*	0,003
FC <sub>max</sub> /FC <sub>pred</sub>	87% (±0,08)	95% (± 0,09)*	0,003
FC <sub>VGA</sub> /FC <sub>TECP</sub>	93% (±0,14)		
METS <sub>max</sub>	8,46 ± 1,86	11,07 ± 1,89*	0,0001
Borg MMII	3,5 (3,0 - 6,5)	4,75 (2,5 – 7,5)	0,719
Borg dispnéia	3 (1,5 – 3,5 )	2,5 (1,0 – 5,0)	0,928

VGA- Videogame Ativo; TECP = Teste de Exercício Cardiopulmonar; FC<sub>Max</sub> = Frequência Cardíaca máxima atingida em cada atividade; FC<sub>pred</sub> = Frequência Cardíaca predita para a idade (208 – [0,7\*idade]); FC<sub>rep</sub> = Frequência Cardíaca de repouso; METS<sub>Max</sub> = equivalente metabólico máximo medido em cada atividade

A média do Peak-Flow pré VGA considerando a média da maior das três medidas foi 188,33±91,42 litros e pós foi 194,66±86,70 sem diferença significativa e das 30 crianças apenas 2 (6,6%) apresentaram redução maior do que 20 % entre as medidas de Peak-Flow pré e pós atividade física com VGA, necessitando assim de broncodilatador. A média do valor previsto de Peak-Flow para uma população de

crianças saudáveis pela altura (cm), segundo Polgar & Promadhat<sup>9</sup>, avaliadas a nível do mar seria de  $250,20 \pm 66,05$  litros.

Foi encontrada uma correlação positiva entre a FC máxima (FCmáx) do VGA e a FCmáx predita para esta população.



**Figura 1-** Gráfico da FCmáx Predita vs a FCmáx no VGA (VGA= Videogame Ativo; FC<sub>Max</sub>= Frequência Cardíaca máxima atingida em cada atividade; Pred= predita).

## Discussão

De acordo com nossos resultados, pudemos constatar que a intensidade da atividade física imposta pelos jogos de videogame ativo, particularmente com o jogo “*Reflex Rigde*” do XBOX 360, em crianças asmáticas, foi o suficiente para promover alterações cardiorrespiratórias compatíveis com aquelas esperadas num TE e, como tal, capaz de promover treinamento cardiorrespiratório. Nossas crianças asmáticas atingiram em média 87% da FCmáx esperada para sua respectiva faixa etária, compatível com resultados obtidos em estudos prévios<sup>17</sup> de 90% da FCmáx.

Esses resultados estão muito próximos daqueles encontrados por Holmes et al., 2013<sup>20</sup> que ao comparem o TECP com jogo XBOX “Your Shape” encontraram 86% da FC Max, porém em pacientes adultos, portadores de Fibrose Cística.

O videogame ativo já vem sendo utilizado em outras populações de pacientes e com resultados promissores para o treinamento físico, sobretudo quando comparado aos resultados de um teste de desempenho físico. Del Corral et al. 2014<sup>7</sup> compararam vários jogos com teste de caminhada de 6 minutos (TC6') no console Wii e encontraram jogos com intensidades maiores do que o TC6'.

Um outro importante resultado obtido neste estudo foi o consumo metabólico, registrados em METS, no qual essas crianças asmáticas atingiram 8,4 METS, lembrando que picos acima de 6 METS são considerados intenso. Portanto, este resultado pode ser um bom indicador de que os jogos com videogame ativo é capaz de proporcionar efeitos fisiológicos de treinamento físico nesta população. Cabe lembrar que em sujeitos adultos com Fibrose Cística, Holmes et al., 2013<sup>20</sup> encontraram 6,1 METS e Le Gear et al. 2014<sup>21</sup> que encontraram 3,9 METS em pacientes com DPOC, que manifestaram Borg em torno de 3 a 5.

Possivelmente esses resultados tenham sido atingidos devido as característica do esforço físico com o videogame ser intervalada, o que o torna mais adequado para a fisiologia da criança, que tem maior dificuldade de executar atividades contínuas e de longa duração<sup>22,23</sup>. Além disso, apesar de saber que atividades intensas para crianças asmáticas (80 a 90% da FCmáx) e com duração de 6 a 8 minutos, pode desencadear BIE em 40 a 90% das crianças com asma eosinofílica (maioria das nossas crianças)<sup>24</sup>, apenas 2 (6,6%) de nossas crianças apresentaram algum tipo de desconforto respiratório durante todo o tempo das atividades, o que reforça a segurança para a utilização das atividades física com os jogos de videogame.

Enquanto as atividades realizadas em esteira ergométricas apresentam uma característica de contínua, os jogos com videogame, particularmente o jogo utilizado

neste estudo (*Reflex Rigde* - XBOX 360) apresenta a característica intervalada, com uma duração de 3 minutos para cada partida, com intervalo de 30 segundo entre elas, mantendo-se a média de 70% da FC, chegando a pico de 93%.

A atividade física intervalada, quando realizada regularmente e em caráter de treinamento por crianças asmáticas, segundo Sidiropoulou et al., 2007<sup>24</sup>, pode melhorar o BIE, lembrando tratar-se de atividade com baixa duração e alta intensidade.

Nos últimos anos tem sido crescente o interesse pelas atividades com VGA ou exergames, tanto Wii quanto XBOX 360, os quais foram criados para o entretenimento, mas que podem ser utilizados como recursos terapêuticos lúdicos. Contudo, cabe lembrar que este tipo de atividade física apresenta certas limitações, como a impossibilidade de se estabelecer uma intensidade personalizada para cada criança.

Nossos resultados possibilitam concluir que as atividades físicas de intensidade alta, desenvolvidas com o VGA promovem alterações da FC em crianças asmáticas, semelhante àqueles realizados num TE. Possivelmente sua característica intervalada seja responsável também pela baixa porcentagem de broncoespasmo induzido pelo exercício em crianças asmáticas, tornando-a segura, além se tratar-se de uma atividade lúdica e motivadora.

## REFERÊNCIAS

1. Wanrooij VHM, Willeboordse M, Dompeling E, van de Kant KDG. Exercise training in children with asthma: a systematic review. Br J Sports Med. 2014; 48(13):1024-31.

2. Mendes FA, Almeida FM, Cukier A, Stelmach R, Jacob-Filho W, Martins MA et al. Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. *Med Sci Sports Exerc.* 2011; 43: 197–203.
3. Biddiss E, Irwin J. Active video game to promote physical activity in children and youth: a systematic review. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2010; 164(7):664-672.
4. Maddison R, Mhurchu CN, Foley L, Epstein L, Jiang Y, Tsai M, et al. Screen-time weight-loss intervention targeting children at home (SWITCH): a randomized controlled trial study protocol. *BMC Public Health.* 2011; 11:524
5. Graf DL, Pratt LV, Hester CN, Short KR. Playing active video games increases energy expenditure in children. *Pediatrics.* 2009; 124:534–41.
6. Kuys SS, Hall K, Peasey M, Wood M, Cobb R, Bell SC. Gaming console exercise and cycle or treadmill exercise provide similar cardiovascular demand in adults with cystic fibrosis: a randomized crossover trial. *J Physiother.* 2011; 57(1): 35–40.
7. Corral T, Percegona J, Seborga M, Rabinovich RA, Vilaró J. Physiological response during activity programs using Wii-based video games in patients with cystic fibrosis (CF). *J Cyst Fibros.* 2014; 13 (6):706–711.
8. Onis M, Onyango AW, Borghi E, Siyam A, Nishida C, Siekmann J. Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World Health Organization.* 2007; 85(9): 660–7.
9. Polgar, P., Promadhat, V. Pulmonary testing in children. W. B Saunders, Philadelphia. 1971; p. 100–153.
10. Gaffin JM, Shotola NL, Martin TR, Phipatanakul W. Clinically Useful Spirometry in preschool aged children: Evaluation of the 2007 American Thoracic Society Guidelines. *J Asthma.* 2010; 47(7):762-7.
11. ATS/ERS Recommendations for Standardized Procedures for the Online and Offline Measurement of Exhaled Lower Respiratory Nitric Oxide and Nasal Nitric Oxide. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171(8):912-30.
12. Juniper EF, Svensson K, Mörk AC, Ståhl E. Measurement properties and interpretation of three shortened versions of the asthma control questionnaire. *Respir Med.* 2005; 99(5): 553-8.
13. Leite M, Ponte EV, Petroni J, D`Oliveira Júnior A, Pizzichini E, Cruz AA. Evaluation of the Asthma Control Questionnaire validated for use in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2008; 34(10): 756-763.
14. Zijp MHMVC, Ijssestijn H, Takken T, Willemse SP, Tibboel D, Stam HJ, van den Berg-Emans RJG. Exercise testing of pre-school children using the Bruce treadmill protocol: new reference values. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 108(2): 393–399.
15. Regamey N, Moeller A. Pediatric exercise testing. *Eur Respir Mon* 2010;47:291-309.
16. Lamb KL. Children's Ratings of Effort During Cycle Ergometry: An Examination of the Validity of Two Effort Rating Scales. *Pediatric Exercise Science.* 1995; 7(4): 407-21.

17. Gomes ELFD, Carvalho CRF, Peixoto-Souza FS et al. Active Video Game Exercise Training Improves the Clinical Control of Asthma in Children: Randomized Controlled Trial. *PLoS ONE*. 2015; 10(8):e0135433.
18. Silva LO, Silva LP, Nogueira AMOC, Silva MB, Luz GCP, Narciso FV et al. Evaluation of Exercise-Induced Bronchospasm Assessed by Peak Flow Meter in Obese Adolescents. *Rev Bras Med Esporte*. 2011; 17(6): 393–6.
19. Ohannsen D L, Calabro M A, Stewart J, ranke W, Rood J C, Welk G J. Accuracy of armband monitors for measuring daily energy expenditure in health adults. *Med Sci Sports exerc*. 2010; 42(11):2134-40.
20. Holmes H, Wood J Jenkins S, Winship P, Lunt D, Bostock S and Hill K. Xbox Kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis. *J Cyst Fibros*. 2013;12(6):604-8.
21. LeGear T, LeGear M, Preradovic D, Wilson G, Kirkham A, Camp PG. Does a Nintendo Wii exercise program provide similar exercise demands as a traditional pulmonary rehabilitation program in adults with COPD? *Clin Respir J*. 2014 Oct 29.
22. Malina,R.M. & Bouchard,C. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Human Kinetics, Champaign, 1991.
23. Pate RR, Davis MG, Robinson TN, Stone EJ, McKenzie TL, Young JC. Promoting Physical Activity in Children and Youth: A Leadership Role for Schools: A Scientific Statement From the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in Collaboration With the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation* 2006; 114 (11):1214-1224.
24. Sidiropoulou MP, Fotiadou EG, Tsimaras VK, Zakas AP, Angelopoulou NA. The effect of interval training in children with exercise-induced asthma competing in soccer. *J Strength Cond Res*. 2007; 21(2):446-50.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O exercício aeróbico apresenta um efeito protetor contra a asma e pode desenvolver um importante papel no controle da doença e normalmente as crianças necessitam de motivação e diversão para aderirem a prática da atividade física. As atividades propostas com videogames ativos promovem o aumento do gasto energético e quando realizado em ambiente ambulatorial, considerando a individualidade de cada

criança, são capazes de promover atividade física de alta intensidade capaz de promover alterações fisiológicas no organismo das crianças, semelhantes ao teste de esforço cardiopulmonar.

A característica de uma atividade intervalada, ou seja, atividades físicas repetidas, com variação de intensidade e curta duração e com curtos períodos de repouso, possivelmente sejam responsáveis pela redução do broncoespasmo induzido pelo exercício em crianças asmáticas, o que pode fazer desta atividade segura e motivadora. Além disso, parecem ser apropriadas para crianças, pois além da preferência pelas atividades com alto componente recreativo, explora-se mais os efeitos anabólicos do exercício. O exercício contínuo pode ser desmotivante e cansativo para crianças na faixa etária pré-escolar. Por isso, a atividade proporcionada pelo videogame pode, além de ser atrativa, proporcionar benefícios à sua saúde. Há, contudo, necessidade de investigações em maior escala, com exploração de variáveis que possibilitem tornar essa prática clínica, sustentada cientificamente.

Nossos dados, até o momento coletados e tratados, possibilitam verificar que os jogos realizados com o videogame ativo promovem efeitos cardiorrespiratórios compatível com um treinamento físico convencional, de alta intensidade. Contudo, por se tratar de uma amostra incompleta, entendemos que essas considerações devam ser preliminares.

## 8. ANEXOS

### **ANEXO 1** **Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE)**

**Nome do voluntário:** \_\_\_\_\_

**Endereço:** \_\_\_\_\_

**Telefone para contato:** \_\_\_\_\_

**E-mail:** \_\_\_\_\_

As informações contidas neste prontuário foram fornecidas pela pesquisadora Professor Dr. Dirceu Costa ao firmar acordo escrito mediante o qual, o voluntário da pesquisa autoriza a participação do menor sobre o qual é responsável com pleno conhecimento da natureza dos procedimentos e riscos a que se submeterá, com a capacidade de livre arbítrio e sem qualquer coação.

**1. Título do Trabalho:** *Efeitos do treinamento com videogame ativo associado ao exercício resistido ao exercício resistido nos desfechos inflamatórios e funcionais em crianças asmáticas: Ensaio clínico randomizado, cego.*

**2. Objetivo:** Avaliar os efeitos de um programa de exercício físico com videogame na inflamação do pulmão, na qualidade de vida de crianças asmáticas.

**3. Justificativa:** O programa proposto é constituído de atividades adaptadas para crianças que contemplem as recomendações estabelecidas por órgãos nacionais e internacionais, com a finalidade de adquirir o controle clínico da doença.

**4. Procedimentos da Fase Experimental:** A pesquisa será realizada no LARESP/UNINOVE. O tratamento proposto terá a duração de 20 sessões (2 de avaliação inicial, 16 de terapia e 2 de avaliação dos resultados).

A avaliação consiste na avaliação do pulmão com o teste do assopro (espirometria), teste para avaliar a gordura do corpo com um adesivo colocado no pulso e no tornozelo ligado a um aparelho (bioimpedância), teste de avaliação da inflamação do pulmão no qual a criança vai assoprar num aparelho com um bocal descartável, teste físico na esteira e avaliações de peso e altura e um questionário de qualidade de vida.

A terapia será feita após a criança aquecer andando na esteira por 10 minutos devagar e depois jogando 30 minutos de videogame com um jogo que ela terá que pular agachar e desviar de um lado para outro. Tudo será acompanhado pela terapeuta e monitorizado o coração e a respiração pra saber se a criança está bem. Será também feito um exercício com os braços e um com as pernas na posição sentada após o videogame.

Todas as avaliações são individuais.

**5. Desconforto ou Riscos Esperados e medidas protetoras:** O desconforto gerado pela terapia é do esforço físico que a criança fará. A criança precisa fazer esforço para que ela tenha uma maior resistência e assim possa brincar sem sentir falta de ar. Estes sintomas serão monitorados pelo terapeuta (falta de ar e batimentos cardíacos) que fará sessão individual com cada criança. A criança também deverá levar a medicação que utiliza em casa em cada sessão (Bombinha). A criança será avaliada individualmente garantindo seu conforto e individualidade.

**6. Informações:** O voluntário tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto às avaliações, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa. Também os pesquisadores aqui citados assumem o compromisso de garantir informações atualizadas obtidas durante o estudo, ainda que esta possa afetar (interferir) na vontade do indivíduo em continuar participando.

**7. Métodos Alternativos Existentes:** A metodologia proposta dispensa qualquer outro método alternativo.

**8. Retirada do Consentimento:** O voluntário tem a liberdade de sair da pesquisa a qualquer momento e deixar de participar do estudo.

**9. Aspecto Legal:** Elaborados de acordo com as diretrizes e normas regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução n.º 466, de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.

**10. Garantia do Sigilo:** Os pesquisadores asseguram a privacidade dos voluntários quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa.

**11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa:** Será fornecido ressarcimento para o transporte do paciente e seu acompanhante para o deslocamento ate o local da pesquisa.

**12. Indenização por danos:** é garantido ao participante requerer por via judicial indenização por eventuais danos que esta pesquisa possa lhe causar mediante comprovação dos mesmos.

**13. Locais da Pesquisa:** Este estudo será desenvolvido no LARESP localizado na UNINOVE campus Memorial 1º andar localizado a Rua Adolfo pinto 109 Barra Funda na cidade de São Paulo-SP.

**14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores para Contato:** Prof. Dr. Dirceu Costa tel: 36659871ou pelo email: dcosta@uninove.br  
Comitê de Ética em Pesquisa – CoEP – UNINOVE  
Rua Vergueiro 235/249 – 3 subsolo – Liberdade – SP – CEP 01504-001  
Telefone: (11) 3385-9197  
comitedeetica@uninove.br

**Consentimento Pós-Informação:**

Eu, \_\_\_\_\_, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que a participação do menor, pelo qual sou responsável, é voluntária, e que posso sair do estudo a qualquer momento, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi cópia deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo no meio científico,

São Paulo, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

Nome (por extenso): \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

**ANEXO 2**

## Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa



UNIVERSIDADE NOVE DE  
JULHO - UNINOVE



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Titulo da Pesquisa:** Efeitos da Reabilitação Pulmonar lúdica associado ao exercício resistido nos desfechos inflamatórios e funcionais em crianças asmáticas

**Pesquisador:** Dirceu Costa

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 38816114.3.0000.5511

**Instituição Proponente:** ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio  
ASSOCIACAO EDUCACIONAL NOVE DE JULHO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 907.236

**Data da Relatoria:** 09/12/2014

**Apresentação do Projeto:**

Efeitos da Reabilitação Pulmonar lúdica associado ao exercício resistido nos desfechos inflamatórios e funcionais em crianças asmáticas.

**Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar os efeitos de um programa de exercício físico com video game e exercício resistido na inflamação do pulmão, capacidade funcional, controle clínico e na qualidade de vida de crianças asmáticas.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O desconforto e risco gerado pela terapia são do esforço físico que a criança fará e risco de queda. A criança precisa fazer esforço para que ela tenha uma maior resistência e assim possa brincar sem sentir falta de ar, esse será o maior benefício que a criança terá além de qualidade de vida e estabilidade da doença. Estes sintomas e o risco de queda serão monitorados pelo terapeuta (falta de ar e batimentos cardíacos) que fará sessão individual com cada criança. A criança também deverá levar a medicação que utiliza em casa em cada sessão (Bombinha). A criança será avaliada individualmente garantindo seu conforto e individualidade.

**Endereço:** VERGUEIRO nº 235/249

**Bairro:** LIBERDADE

**CEP:** 01.504-001

**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)3385-9197

**E-mail:** comiteedeetica@uninove.br

Continuação do Parecer: 907.236

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante que visa auxiliar crianças com asma a adquirirem controle clínico e melhora da qualidade de vida por meio de uma atividade física lúdica (video game)associado ao exercício resistido. Propicia também o benefício da avaliação espirométrica ( função pulmonar ) e inflamação por meio não invasivo.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Apresenta os riscos de forma clara no TCLE que são relacionados ao esforço físico e queda bem como medidas protetoras para estes riscos com sessões individuais e monitorização da frequência cardíaca, dispneia, broncoespasmo e risco de quedas.

Os benefícios também estão descritos tanto no projeto quanto no TCLE. O tempo gasto no questionário de qualidade de vida foi acrescentado ao TCLE bem como sua forma de aplicação que será feita pelo terapeuta.

**Recomendações:**

Aprovar uma vez que as pendências foram atendidas.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Para início da coleta dos dados, o pesquisador deverá se apresentar na mesma instância que autorizou a realização do estudo (Coordenadoria, Supervisão, SMS/Gab, etc).

O sujeito de pesquisa (ou seu representante) e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) apondo sua assinatura na última página do referido Termo, conforme Carta Circular no 003/2011 da CONEP/CNS.

Salientamos que o pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Lembramos que

Endereço: VERGUEIRO nº 236/240

Bairro: LIBERDADE

CEP: 01.504-001

UF: SP Município: SAO PAULO

Telefone: (11)3385-9197

E-mail: comitedeetica@uninove.br

Continuação do Parecer 907.236

esta modificação necessitará de aprovação ética do CEP antes de ser implementada. Ao pesquisador cabe manter em arquivo, sob sua guarda, por 5 anos, os dados da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP (Res. CNS 466/12 item IX. 2. e). De acordo com a Res. CNS 196, IX.2.c, o pesquisador deve apresentar a este CEP/SMS os relatórios semestrais. O relatório final deverá ser enviado através da Plataforma Brasil, ícone Notificação.

SAO PAULO, 10 de Dezembro de 2014

---

Assinado por:  
Stella Regina Zamuner  
(Coordenador)