



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO  
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

RAPHAEL ARNAUT BRINCO

RESPOSTA CARDIOVASCULAR A DOZE SEMANAS DE TREINAMENTO  
PLIOMÉTRICO PARA MENINOS DE 7 A 9 ANOS DE IDADE COM  
SOBREPESO/OBESIDADE

RECIFE

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO  
MESTRADO EM NUTRIÇÃO

RAPHAEL ARNAUT BRINCO

RESPOSTA CARDIOVASCULAR A DOZE SEMANAS DE TREINAMENTO  
PLIOMÉTRICO PARA MENINOS DE 7 A 9 ANOS DE IDADE COM  
SOBREPESO/OBESIDADE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador:** Profa. Dra. Carol Góis Leandro

**Co-orientador:** Prof. Dr. Marcos André Moura dos Santos

RECIFE

2017

Catalogação na Fonte  
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

B858r Brinco, Raphael Arnaut.  
Resposta cardiovascular a doze semanas de treinamento pliométrico para meninos de 7 a 9 anos de idade com sobrepeso/obesidade / Raphael Arnaut Brinco. – 2017.  
50 f.; il.; tab.; 30 cm.

Orientadora: Carol Virginia Góis Leandro.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Nutrição. Recife, 2017.  
Inclui referências e anexos.

1. Obesidade. 2. Criança. 3. Pressão arterial. 4. Frequência cardíaca. 5. Exercício pliométrico. I. Leandro, Carol Virginia Góis (Orientadora). II. Título.

612.3 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS2017-164)

**RAPHAEL ARNAUT BRINCO**

**RESPOSTA CARDIOVASCULAR A DOZE SEMANAS DE TREINAMENTO  
PLIOMÉTRICO PARA MENINOS DE 7 A 9 ANOS DE IDADE COM  
SOBREPESO/OBESIDADE**

Dissertação aprovada em 20/02/2017

---

Prof. Dr. João Henrique da Costa Silva

Departamento de Educação Física CAV / UFPE

---

Prof. Dr. Marcelus Brito de Almeida

Departamento de Educação Física CAV / UFPE

---

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Wylla Tatiana Ferreira e Silva

Departamento de Nutrição CAV / UFPE

RECIFE

2017

## **AGRADECIMENTOS**

- Primeiramente, a Deus, por todas as benções e realizações.
- A todos os funcionários da UFPE, especificamente ao departamento de Pós Graduação em Nutrição.
- Aos meus pais, José Arnaut Brinco e Maria Gorete Barreto Brinco, pelos cuidados de sempre.
- A minha esposa Ana Cristina Bezerra Mesquita e minha Sogra Marli pelo apoio.
- Aos meus orientadores professores Dra. Carol Góes Leandro e Dr. Marcos André Moura dos Santos pela paciência e ensinamentos.
- A todos os participantes do PROJETO CRESCER COM SAÚDE
- Aos amigos e familiares que sempre me incentivaram. Em especial meu amigo professor da UFRPE Dr. Moisés Cavalcanti.
- Aos meus afilhados: Mateus, Bruna, Lucas, Mariana e Bernardo pelos momentos de descontração.
- A todos que de alguma forma torceram por mim.

## RESUMO

O objetivo estabelecido para o presente estudo foi avaliar os efeitos de doze semanas de intervenção com treinamento pliométrico (TP) na antropometria, composição corporal e na resposta adaptativa da pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) de crianças entre 7 e 9 anos de idade com sobrepeso e obesidade. Este estudo caracteriza-se como um delineamento experimental randomizado. Participaram do estudo 41 sujeitos divididos em dois grupos amostrais. O grupo não treinado ( $n=12$ ) e treinado ( $n=29$ ). Foram avaliados parâmetros referentes aos indicadores do crescimento físico (peso, estatura), antropometria e composição corporal (perímetros e dobras cutâneas) e pressão arterial e frequência cardíaca. A PA e FC foram mensuradas em todos os treinos antes, depois e após 2 minutos de recuperação utilizando monitores digitais com deflação automáticos (Omrom HEM-742) validados para crianças e previamente calibrados. A intervenção consistiu na realização de um programa com TP, realizado duas vezes por semana com duração aproximada de 20 minutos. Para verificar os efeitos do TP foi utilizado o teste *t*-student independente e pareado e seus respectivos testes não-paramétricos Wilcoxon e Mann-Whitney U. Na avaliação pré-treino, não foram observadas diferenças significativas na antropometria e composição corporal ( $p>0,05$ ). Após a intervenção, o TP melhorou as variáveis relacionadas à composição corporal e mostrou um efeito adaptativo positivo sobre os fatores hemodinâmicos, como pressão arterial e frequência cardíaca de crianças entre 7 e 9 anos de idade, com sobrepeso e obesidade.

**Palavras-chave:** Obesidade. Criança. Pressão Arterial. Frequência Cardíaca. Exercício Pliométrico.

## ABSTRACT

The main goal of the present study was to evaluate the effects of twelve weeks of plyometric training (PT) on the anthropometry, body composition, and adaptive response of arterial blood pressure (PA) ad heart rate of overweight/obese children aged 7 to 9 years old. This is a experimental-randomized study. Sample was constituted of 41 boys divided in two groups: control non-trained (n=12) and trained (n=29). The progressive plyometric training program consisted in twice per week set of exercise (20 minutes of different jumps) on nonconsecutive days for twelve weeks. It was evaluated: growth indicators (body weight and height), anthropometry and body composition (perimeters and fatness skinfold), arterial blood pressure (ABP) and heart rate (HR). A BP and HR were recorded throughout the sections of training (rest, immediately after the section and 2 minutes after the section) by using a sphygmomanometer Omrom HEM-742 validated for children and previously calibrated. To verify the effects of PT, paired independent t-test and the respective non-parametric Wilcoxon and Mann-Whitney U tests were used. During the weeks of training, it was used ANOVA two-way with Bonfferoni post-hoc test. In the pre-training evaluation, no significant differences were observed in anthropometry and body composition ( $p > 0.05$ ). After the intervention, PT improved the variables related to body composition and showed a positive adaptive effect on hemodynamic factors, such as blood pressure and heart rate of children between 7 and 9 years of age, overweight and obese.

**Key-words:** Obesity. Child. Arterial Pressure. Heart Rate. Plyometric Exercise.

## **LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

**Figura 1 – Plataforma de saltos para o treino pliométrico** 29

**Figura 2 - Efeito do treinamento pliométrico sobre a pressão arterial (PA) sistólica (A), diastólica (B), frequência cardíaca (C) e produto (D) de meninos dos 7 - 9 anos de idade (não-treinado = 12 e treinado = 29) com sobrepeso/obesidade** 34

**Figura 3 - Análise semanal das variações de pressão arterial (PA) sistólica (A), diastólica (B), frequência cardíaca (C) e produto (D) de meninos dos 7 - 9 anos de idade (não-treinado = 12 e treinado = 29) com sobrepeso/obesidade submetidos a 12 semanas de treinamento pliométrico** 37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Características gerais dos grupos não treinado e treinado	23
<b>Tabela 2</b> - Descrição do programa de treino pliométrico para crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 9 anos de idade durante 12 semanas	26
<b>Tabela 3</b> - Descrição de diferentes saltos usados no protocolo de treinamento pliométrico	27
<b>Tabela 4</b> – Descrição do treinamento pliométrico	28
<b>Tabela 5</b> - Análise descritiva de variáveis antropométricas, composição corporal, distribuição de gordura e circunferências de meninos aos 7 -9 anos de idade (não-treinado = 12 e treinado = 29) com sobrepeso/obesidade submetidos a um programa de treinamento físico pliométrico durante 12 semanas	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>AVC</b>	Acidente Vascular Cerebral
<b>DP</b>	Duplo Produto
<b>FC</b>	Frequência Cardíaca
<b>GNT</b>	Grupo Não Treinado
<b>GT</b>	Grupo Treinado
<b>HAS</b>	Hipertensão Arterial Sistêmica
<b>HPE</b>	Hipotensão Pós-Exercício
<b>IMC</b>	Índice de Massa Corporal
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PA</b>	Pressão Arterial
<b>PAS</b>	Pressão Arterial Sistólica
<b>PAD</b>	Pressão Arterial Diastólica
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
<b>TP</b>	Treinamento Pliométrico

## **SUMÁRIO**

<b>1</b>	<b>Introdução.....</b>	11
<b>2</b>	<b>Revisão de Literatura.....</b>	15
2.1	Sobrepeso/Obesidade etiologia, aspectos epidemiológicos e clínicos.....	15
2.2	Pressão arterial e a relação com sobrepeso/obesidade em crianças.....	17
2.3	Treinamento pliométrico e aptidão física.....	18
<b>3</b>	<b>Hipótese .....</b>	21
<b>4</b>	<b>Objetivos.....</b>	21
4.1	Objetivo Geral.....	21
4.2	Objetivo Específico.....	21
<b>5</b>	<b>Métodos.....</b>	22
5.1	Local do estudo.....	22
5.2	Amostra.....	22
5.3	Delineamento do estudo.....	23
5.4	Antropometria e composição corporal.....	24
5.5	Pressão Arterial e frequência cardíaca.....	25
5.6	Treinamento Pliométrico.....	25
5.7	Análise dos dados.....	30
<b>6</b>	<b>Resultados.....</b>	30
<b>7</b>	<b>Discussão.....</b>	37
<b>8</b>	<b>Considerações Finais.....</b>	41
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	42
	<b>ANEXOS.....</b>	47

## 1 Introdução

Sobrepeso e obesidade referem à relação peso/altura e ao aumento de tecido adiposo no organismo (Preis, Massaro et al. 2010). A prevalência da obesidade infantil e na adolescência vem apresentando um rápido aumento nas últimas décadas e é caracterizada como epidemia mundial (Guinhouya 2012). Nos Estados Unidos, a prevalência de obesidade em adolescentes de 12 a 19 anos atingiu 34,7% (Park, Hilmers et al. 2010), na Nova Zelândia 31,7% (Farrant, Utter et al. 2013) e na Espanha de 11,6%. (Schroder, Ribas et al. 2014). Na América Latina a prevalência de obesidade entre as idades de 5 e 11 anos é 36,9%, enquanto entre adolescentes de 12 a 19 anos é 35,8% (Rivera, de Cossio et al. 2014). No Brasil, os resultados obtidos na POF 2008-2009, em crianças de 5 a 9 anos com excesso de peso foi 33,5%. A região brasileira com maior prevalência de excesso de peso foi a Sudeste, com 40,3% dos meninos e 38% das meninas. Na Região Nordeste, adolescentes de 14 a 17 anos, apresentou uma prevalência de 22,7% (Castro, Nunes et al. 2016). Outro estudo demonstrou na região Norte/Nordeste o sobrepeso/obesidade atinge de 25 a 30% das crianças entre 5 e 9 anos (Friedrich, Schuch et al. 2012). No estado de Pernambuco, encontraram 11,5% de sobrepeso e 2,4% de obesidade (Tassitano, Barros et al. 2009).

A etiologia da obesidade é multifatorial, incluindo indicadores metabólicos e comportamentais com origem genética (síndrome Alstrom), ambiental (hábitos alimentares e estilo de vida), hormonal (hipotireoidismo), além da existência de uma relação com ambiente pré-natal (desnutrição ou hipernutrição materna) e perinatal (desmame precoce) (Weden, Brownell et al. 2012). Em um estudo com crianças (5 a 11 anos de idade) nascidas com baixo peso, foi encontrada uma prevalência de sobrepeso e obesidade durante a infância (Matos, Jesus et al. 2011). O diagnóstico da obesidade é dado pelas curvas de crescimento somático e os valores normativos da relação peso/altura propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Os valores entre os percentis 85 a 95 para o índice de massa corporal (IMC) referem à existência de sobrepeso, enquanto que o percentil  $\geq 95$  é caracterizado como obesidade (Butte, Garza et al. 2007). Crianças obesas são mais suscetíveis a se tornarem adultos obesos e a desenvolverem diabetes mellitus tipo 2, dislipidemias, atherosclerose, osteoartrite e hipertensão arterial (Abrantes, Lamounier et al. 2002).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) pode ser caracterizada pela presença de níveis tensionais elevados, associados a alterações metabólicas, hormonais e a fenômenos tróficos, como hipertrofia cardíaca e vascular (Ferreira and Aydos 2010). Embora a HAS seja mais frequente em adultos, a prevalência entre crianças e adolescentes está aumentando em muitos países (Falkner, Lurbe et al. 2010). A HAS é um importante fator de risco para o acidente vascular cerebral (AVC), infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca e morte súbita (Pedersen and Saltin 2006). A prevalência varia na população infantil devido a diferenças regionais, sexo, faixa etária, o local da residência e número de aferições (Salcedo-Rocha, de Alba et al. 2010). No Brasil, na região Sul, um estudo observou a prevalência de HAS de 13,9% em Porto Alegre e de 13,8% em Caxias do Sul (Costanzi, Halpern et al. 2009). Na região Nordeste, estudo realizado em Alagoas com 1253 crianças de 7 a 17 anos encontrou prevalência de 9,4% (Moura, Silva et al. 2004). Contudo, fatores ambientais como a atividade física regular parecem induzir melhorias na HAS. O exercício físico induz uma diminuição da pressão arterial que tipicamente dura 4-10 horas após a cessação do exercício, mas que pode durar até 22 horas (Pedersen and Saltin 2006).

Existe uma associação entre HAS com baixo nível de atividade física e alimentação inadequada (Monego and Jardim 2006). Em um estudo com 104 adolescentes com sobrepeso/obesidade de ambos os gêneros submetidos a testes de esforço máximo, foi verificada uma maior resposta pressórica durante o exercício quando comparada com seus pares eutróficos, o que indica maior reatividade ao estresse físico (Carletti, Rodrigues et al. 2008). Em estudo com adolescentes de 12 a 17 anos, observaram associação entre a hipertensão e a medida elevada de circunferência da cintura (Souza, Rivera et al. 2010). Outro estudo avaliou o comportamento da Pressão Arterial (PA) em adolescentes de ambos os sexos, normotensos, com peso normal e sobrepeso. Os meninos com sobrepeso apresentaram maiores valores de Pressão Arterial Diastólica (PAD) antes e após realizarem exercício máximo em esteira. Na PAD não foi observado diferenças entre os grupos nem antes do exercício e nem após o pico de exercício. Este comportamento não foi observado na Pressão Arterial Sistólica (PAS) (Carletti, Rodrigues et al. 2008). Programas de ginástica e jogos para crianças obesas com síndrome metabólica resultaram em reduções significativas na massa corporal, colesterol total e pressão arterial (Chen, Roberts et al. 2006). Um estudo com

crianças e adolescentes (10 aos 17 anos de idade), participantes de um programa de treinamento de 20 semanas, 3 dias por semana, com 40 minutos de duração por dia, apresentou redução significativa na PAS e PAD de repouso em comparação com grupo controle (Rocchini, Katch et al. 1988).

O termo atividade física se refere a qualquer movimento do músculo esquelético que demande gasto energético acima do metabolismo basal. Enquanto exercício físico é utilizado quando a atividade física é realizada de forma sistemática e intencional, balizada pela intensidade, duração, frequência e tipo do esforço (Leandro, Levada et al. 2007). O exercício físico tem sido usado como importante ferramenta para prevenção e tratamento da obesidade por desenvolver qualidades físicas que modificam positivamente a composição corporal, atividade metabólica, e redução das morbidades associadas ao excesso de peso (Paes, Marins et al. 2015) (Lee, Shiroma et al. 2012).

Evidências indicam que o exercício físico com sobrecarga pode oferecer ganhos significativos em variáveis da aptidão física de crianças/adolescentes, desde que respeitadas às diretrizes específicas para cada idade (Malina 2006). Estudos comprovam que o treinamento de resistência em adolescentes com excesso de peso, diminui a gordura corporal, aumenta a sensibilidade à insulina (Shaibi, Cruz et al. 2006), além de promover diversos benefícios metabólicos e melhora no perfil lipídico, fatores intimamente associados ao comprometimento da obesidade infantil (Alberga, Sigal et al. 2011). Crianças sedentárias apresentam aptidão física reduzida, com impacto negativo na flexibilidade, força de vários grupos musculares e explosão muscular, que são ainda piores nas crianças obesas e com sobre peso (Glazer 2001). Contudo, até o presente momento, não foi demonstrado qual o comportamento fisiológico agudo cardiovascular promovido pelo exercício pliométrico em crianças com sobre peso, obesidade e hipertensão.

Nosso grupo mostrou que o treinamento pliométrico foi eficiente em recuperar níveis de aptidão física e coordenação motora em crianças com sobre peso e obesidade (Nobre, Brito de Almeida et al. 2016). O exercício pliométrico refere-se a uma contração excêntrica de alta intensidade seguida por uma rápida e poderosa contração concêntrica (McKay and Henschke 2012). Um estudo de revisão sistemática avaliou a eficácia e a segurança do treino pliométrico para melhorar o desempenho motor de crianças e melhoria da força, velocidade de corrida, agilidade e capacidade de saltar (Johnson, Salzberg et al. 2011). Outro estudo demonstrou

que nove semanas de intervenção com crianças, mesmo sem aumento dos níveis dos exercícios, proporcionou um largo efeito na melhora do equilíbrio (DiStefano, Padua et al. 2010).

Diante do exposto este estudo busca responder as seguintes questões: Meninos de 7 a 9 anos de idade com sobrepeso e obesidade apresentam resposta adaptativa da pressão arterial e frequência cardíaca ao longo de doze semanas de treinamento pliométrico? Diminuem o percentual de gordura e o risco de doenças cardiovasculares?

## 2 Revisão de Literatura

### 2.1 Sobre peso/Obesidade etiologia, aspectos epidemiológicos e clínicos.

O sobre peso/obesidade é definido como excesso de adiposidade corporal, acima dos níveis ideais para saúde (Fisberg, Maximino et al. 2016). A prevalência da obesidade infantil e na adolescência vem apresentando um rápido aumento nas últimas décadas e é caracterizada como epidemia mundial (Guinhouya 2012). Estima-se que em 2020, aproximadamente 60 milhões de crianças no mundo, em idade pré-escolar, apresentem obesidade (de Onis, Blossner et al. 2010). Um estudo mostrou a prevalência de obesidade/sobre peso entre jovens em idade escolar de 33,3% em Malta (Janssen, Katzmarzyk et al. 2005). Em Portugal, a prevalência varia entre 21,6% e 32,7% em meninas e 23,5% e 30,7% em meninos com idade entre 10 e 18 anos (Sardinha, Santos et al. 2011). Nos Estados Unidos, a prevalência de obesidade em adolescentes de 12 a 19 anos atingiu 34,7% (Park, Hilmers et al. 2010), na Nova Zelândia 31,7% (Farrant, Utter et al. 2013) e na Espanha de 11,6%. (Schroder, Ribas et al. 2014)

Na América Latina a prevalência de obesidade entre as idades de 5 e 11 anos é 36,9%, enquanto entre adolescentes de 12 a 19 anos é 35,8% (Rivera, de Cossio et al. 2014). No Brasil, os resultados obtidos na POF 2008-2009, em crianças de 5 a 9 anos com sobre peso foi 33,5%. Enquanto a obesidade entre escolares com idades de 5 e 9 anos é 16,8% em meninos e 11,8% em meninas. Entre os adolescentes foi 5,9% entre os meninos e em 4,0% entre as meninas (Fisberg, Maximino et al. 2016). A região brasileira com maior prevalência de excesso de peso foi a Sudeste, com 40,3% dos meninos e 38% das meninas. Na Região Nordeste, adolescentes de 14 a 17 anos, apresentou uma prevalência de 22,7% (Castro, Nunes et al. 2016). Outro estudo demonstrou na região Norte/Nordeste o sobre peso/obesidade atinge de 25 a 30% das crianças entre 5 e 9 anos (Friedrich, Schuch et al. 2012). No estado de Pernambuco, encontraram 11,5% de sobre peso e 2,4% de obesidade (Tassitano, Barros et al. 2009).

A etiologia da obesidade é multifatorial e está vinculada a fatores como polimorfismos gênicos, distúrbios hormonais e balanço energético positivo (Paes, Marins et al. 2015). Incluindo indicadores metabólicos e comportamentais com origem genética (síndrome Alstrom), ambiental (hábitos alimentares e estilo de vida), hormonal (hipotireoidismo), além da existência de uma relação com ambiente pré-natal (desnutrição ou hipernutrição materna) e perinatal (desmame precoce) (Weden, Brownell et al. 2012). Em um estudo com crianças (5 a 11 anos de idade) nascidas com baixo peso, foi encontrada uma prevalência de sobrepeso e obesidade durante a infância (Matos, Jesus et al. 2011). O diagnóstico da obesidade é dado pelas curvas de crescimento somático e os valores normativos da relação peso/altura propostos pela Organização Mundial de Saúde (OMS). O índice de massa corporal (IMC) é utilizado para avaliar a obesidade/sobrepeso em crianças e adolescentes (de Almeida, Mendes Lda et al. 2016). Considera-se sobrepeso IMC entre o percentil 85 e 95 e obesidade IMC  $\geq$  percentil 95 (Nascimento, Melo et al. 2016).

O crescimento infantil é um processo dinâmico e contínuo de diferenciação desde a concepção até a idade adulta que depende das interações biológicas e do ambiente (de Almeida, Mendes Lda et al. 2016). Contudo, a prevalência de obesidade na infância e adolescência vem aumentando devido a fatores ambientais, tais como má alimentação e sedentarismo. Crianças obesas são mais suscetíveis a se tornarem adultos obesos e desenvolverem diabetes mellitus tipo 2, dislipidemias, aterosclerose, osteoartrite e hipertensão arterial (Abrantes, Lamounier et al. 2002).

Para a população adulta já está bem estabelecida às recomendações para a prática de atividade física no combate à obesidade. Já para a população pediátrica, a magnitude do volume, da intensidade e da frequência de atividade ainda é controversa (Paes, Marins et al. 2015). Um estudo mostrou que crianças obesas sedentárias apresentaram maiores valores de pressão arterial sistólica no repouso e durante a contração muscular isométrica, em comparação com as crianças obesas ativas (Legantis, Nassis et al. 2012). Outro estudo acompanhou por três meses os efeitos de exercícios físicos do tipo aeróbico e resistido em 32 meninos pré-adolescentes obesos, ambos os exercícios promoveram redução dos níveis de gordura visceral e intramiocelular (Lee, Bacha et al. 2012).

Quanto ao treinamento resistido, os estudos com crianças obesas são limitados, devido à dificuldade de quantificar cargas de treinamento. Entretanto,

pesquisas que relacionaram os efeitos do treinamento resistido sobre variáveis metabólicas em crianças obesas relatam resultados positivos no que tange aos possíveis danos que a doença exerce sobre o indivíduo. Esses fatores estão associados ao ganho de massa isenta de gordura e à diminuição do tecido adiposo, bem como à diminuição dos níveis tensionais hemodinâmicos e dos fatores de risco associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Paes, Marins et al. 2015). Um estudo de seis meses de treinamento resistido em 56 adolescentes obesos, entre 13-17 anos mostrou aumento da massa muscular e a redução do percentual de gordura (Schranz, Tomkinson et al. 2014). A prática de atividade física em crianças e adolescente melhora a resistência à insulina e a pressão sanguínea (Cardenas-Cardenas, Burguete-Garcia et al. 2015). Outro estudo demonstrou que um programa de 10 semanas de exercícios recreativos com 34 escolares obesos entre 9 e 11 anos foi capaz de aumentar os valores de o  $VO_{2\max}$  e reduzir a pressão arterial (Militao, de Oliveira Karnikowski et al. 2013).

## **2.2 Pressão arterial e a relação com sobre peso/obesidade em crianças.**

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é caracterizada pela presença de níveis tensionais elevados, associados a alterações metabólicas, hormonais e a fenômenos tróficos, como hipertrofia cardíaca e vascular (Ferreira and Aydos 2010). A HAS é responsável por cerca de 54% das doenças cerebrovasculares e 47% das doenças isquêmicas do coração, ocasionando cerca de 13% de todas as mortes ocorridas no mundo por ano (Bozza, Campos et al. 2016). Embora a HAS seja mais frequente em adultos, a prevalência entre crianças e adolescentes está aumentando em muitos países (Falkner, Lurbe et al. 2010). Existe um importante efeito da obesidade sobre os níveis tensionais dos adolescentes (Moreira, Muraro et al. 2013). Crianças com excesso de peso tiveram o dobro da prevalência de pressão arterial elevada quando comparada às eutróficas (Crispim, Peixoto Mdo et al. 2014).

A HAS é um importante fator de risco para o acidente vascular cerebral (AVC), infarto agudo do miocárdio, insuficiência cardíaca e morte súbita (Pedersen and Saltin 2006). A prevalência varia na população infantil devido a diferenças regionais, sexo, faixa etária, o local da residência e número de aferições (Salcedo-

Rocha, de Alba et al. 2010). A prevalência de hipertensão arterial entre adolescentes croatas foi 8,5% e dos portugueses foi 12,1% e menor entre os norte-americanos de 3,0% e egípcios 4,0% (Goncalves, Galvao et al. 2016). Para os adolescentes brasileiros foi encontrada grande variação entre as prevalências de 2,0% a 50,0% (Goncalves, Galvao et al. 2016). Na região Sul, um estudo observou a prevalência de HAS de 13,9% em Porto Alegre e de 13,8% em Caxias do Sul (Costanzi, Halpern et al. 2009). Na região Nordeste, estudo realizado em Alagoas com 1253 crianças de 7 a 17 anos encontrou prevalência de 9,4% (Moura, Silva et al. 2004).

A interpretação dos valores de pressão arterial obtidos em crianças e adolescentes deve levar em conta a idade, o sexo e a altura, sendo diagnosticada hipertensa quando a pressão sistólica e/ou diastólica for igual ou superior ao percentil 95 para a idade, sexo e altura em medições repetidas (Stein and Ferguson 2016). É importante identificar os possíveis fatores de risco associados à pressão arterial alterada em crianças e adolescentes, incluindo histórico familiar, sexo, idade, aspectos socioeconômicos, consumo de gorduras, gasto energético, tabagismo, obesidade abdominal e aptidão cardiorrespiratória (Bozza, Campos et al. 2016). Um estudo mostrou que os meninos com sobrepeso apresentaram maiores valores de PAD antes e após realizarem exercício máximo em esteira (Carletti, Rodrigues et al. 2008). O grau de elevação da pressão sanguínea com o ganho de peso em crianças parece ocorrer em razão do aumento da frequência cardíaca e do débito cardíaco (Crispim, Peixoto Mdo et al. 2014).

### **2.3 Treinamento pliométrico e aptidão física**

O termo atividade física se refere a qualquer movimento do músculo esquelético que demande gasto energético acima do metabolismo basal. Enquanto exercício físico é utilizado quando a atividade física é realizada de forma sistemática e intencional, balizada pela intensidade, duração, frequência e tipo do esforço (Leandro, Levada et al. 2007). O exercício físico tem sido usado como importante ferramenta para prevenção e tratamento da obesidade por desenvolver qualidades físicas que modificam positivamente a composição corporal, atividade metabólica, e

redução das morbidades associadas ao excesso de peso (Paes, Marins et al. 2015) (Lee, Shiroma et al. 2012).

A aptidão física é uma medida de habilidades do corpo, que está relacionada tanto à saúde como ao desempenho esportivo (Moura-Dos-Santos, Wellington-Barros et al. 2013). A participação regular em atividades físicas durante a infância é considerada importante para melhorar a saúde musculoesquelética, tanto nos anos iniciais de vida como na fase adulta (Gunter, Baxter-Jones et al. 2008). Crianças sedentárias apresentam aptidão física reduzida, com impacto negativo na flexibilidade, força de vários grupos musculares e explosão muscular, que são ainda piores nas crianças com sobre peso/obesidade (Glazer 2001).

O tempo de recuperação da frequência cardíaca pós-exercício físico pode ser usado como importante ferramenta para mensurar as funções cardiovasculares em resposta ao exercício (Paes, Marins et al. 2015). Dessa maneira, a magnitude do decréscimo do número de batimentos cardíacos após uma atividade física, dentro de um curto tempo, parece refletir o nível de aptidão cardiovascular de um indivíduo (Paes, Marins et al. 2015). Todavia, pessoas obesas apresentam já na infância um desbalanço desse controle involuntário sobre o coração, ou seja, necessitam de maior tempo de descanso para restaurar a frequência cardíaca de repouso após o esforço físico (Paes, Marins et al. 2015). As atividades físicas mais indicadas para indivíduos com obesidade/sobre peso são as atividades aeróbias, porém o treinamento resistido pode oferecer benefícios específicos para crianças e adolescentes (Faigenbaum and Myer 2010). Uma forma de treinamento resistido é o treinamento pliométrico (TP).

O TP refere a uma contração excêntrica de alta intensidade seguida por uma rápida e poderosa contração concêntrica (McKay and Henschke 2012), ou seja, consiste de um rápido estiramento do músculo, seguido de uma rápida amortização e de um rápido encurtamento. O TP pode ser desenvolvido mediante a inclusão de exercícios de saltos verticais e horizontais com alta intensidade de execução e amplitude de movimento (Moncef, Said et al. 2012). O treino melhora a coordenação neuromuscular, promovendo uma automaticidade dos movimentos durante a atividade (Davies, Riemann et al. 2015). Estudo mostra que o TP aumenta a altura de salto por causa de um maior nível de ativação muscular (Arabatzi, Kellis et al. 2010). Outros estudos mostraram que o TP melhora o salto vertical (Markovic 2007)

e a força e a potência muscular (Vaczi, Tollar et al. 2013). Esse tipo de treino com crianças tem grandes efeitos positivos no desempenho de salto e corrida, com melhorias associadas no equilíbrio e na agilidade (Chaouachi, Hammami et al. 2014).

Treinamento pliométrico é utilizado com crianças como um método de condicionamento para melhorar a aptidão e desempenho desportivo (Faigenbaum, Kraemer et al. 2009). O TP sozinho ou em combinação com o treinamento com pesos provoca numerosas mudanças positivas nos sistemas neural e musculoesquelético e no desempenho atlético (Behrens, Mau-Moeller et al. 2016). Nosso grupo mostrou que o treinamento pliométrico foi eficiente em recuperar níveis de aptidão física e coordenação motora em crianças com sobrepeso e obesidade (Nobre, Brito de Almeida et al. 2016). Um estudo de revisão sistemática avaliou a eficácia e a segurança do treino pliométrico para melhorar o desempenho motor de crianças e melhoria da força, velocidade de corrida, agilidade e capacidade de saltar (Johnson, Salzberg et al. 2011). Outro estudo demonstrou que nove semanas de intervenção com crianças, mesmo sem aumento dos níveis do exercício, proporcionou um largo efeito na melhora do equilíbrio (DiStefano, Padua et al. 2010).

Já foi constatada a utilização e eficiência do programa treinamento pliométrico em crianças (Chmielewski, Myer et al. 2006). Treinamento pliométrico pode ser seguro e eficaz em crianças (Chaouachi, Hammami et al. 2014). Estudos que utilizaram este método de treinamento não mostraram riscos de lesão na cartilagem de crescimento em crianças (Faigenbaum and Myer 2010, McKay and Henschke 2012). Ou seja, o treino com sobrecarga pode oferecer ganhos na aptidão física quando respeitadas as diretrizes apropriadas para a idade (Malina 2006).

### **3 Hipótese**

Meninos de 7 a 9 anos de idade com sobrepeso e obesidade apresentam resposta adaptativa da pressão arterial e frequência cardíaca ao longo de doze semanas de treinamento pliométrico.

### **4 Objetivos**

#### **4.1 Objetivo geral**

- Analisar o comportamento da pressão arterial e da frequência cardíaca em 12 semanas de treinamento pliométrico em meninos de 7 a 9 anos de idade com sobrepeso e obesidade

#### **4.2 Objetivo específico**

- Descrever as variações na antropometria, composição corporal após o programa de treinamento pliométrico.
- Avaliar as variações de pressão arterial sistólica e diastólica e frequência cardíaca ao longo de 12 semanas de treinamento.

## 5 Métodos

### 5.1 Local do Estudo

O estudo foi realizado entre agosto e novembro de 2015, sendo nossa amostra composta por 41 crianças do gênero masculino com idades entre 7 e 9 anos. Todas as crianças estão envolvidas no projeto “Crescer com Saúde em Vitória de Santo Antão – PE”, desenvolvido desde 2009 na cidade de Vitória de Santo Antão, localizada a 55 km de distância do Recife, na Zona da Mata Sul do estado de Pernambuco. O projeto crescer com saúde têm analisado características referentes ao crescimento somático, composição corporal, coordenação motora, aptidão física e nível de atividade física habitual e implementado programas de intervenção com escolares da rede municipal de ensino.

### 5.2 Amostra

A amostra foi realizada com a seleção dos alunos das escolas, dentro da faixa-etária pré-estabelecida. Para identificar os meninos com sobrepeso e obesidade, foi realizada a medida do cálculo do percentil do IMC (sobrepeso = IMC entre 85 e 95%; obesos = IMC  $\geq$  95%) para idade e gênero sugerido pelas curvas de referência de crescimento em pré-escolares da OMS (Butte, Garza et al. 2007). Não estando entre os critérios acima citados, os sujeitos eram excluídos do estudo. Este estudo teve como amostra 41 crianças (gênero masculino) com idades compreendidas entre 7 e 9 anos idade, com diagnóstico de sobrepeso ou obesidade (Tabela 1).

As características físicas e clínicas detalhadas dos participantes dos grupos não treinados e treinados são apresentadas na tabela 1. Os participantes em ambos os grupos foram semelhantes em todos os parâmetros ( $P > 0,05$ ).

### 5.3 Delineamento do estudo

A amostra foi dividida em dois grupos amostrais: Grupo não-treinado (NT; n=12) e Grupo Treinado (T; n=29). Todos os sujeitos foram submetidos às avaliações antropométricas e da composição corporal (dobras de adiposidade). As características somáticas e de pressão arterial e frequência cardíaca de toda a amostra está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características da amostra de meninos dos 7 a 9 anos com sobrepeso/obesidade (n = 41)

	Média	Erro Padrão da Média
Idade (anos)	8,71	0,9
Peso corporal (kg)	42,27	1,38
Estatura (m)	1,31	0,01
Índice de Massa Corporal (IMC) (kg/m <sup>2</sup> )	25,01	0,51
Percentual de gordura corporal (%)	42,55	1,22
Pressão Arterial Sistólica (mmHg)	110,43	2,25
Pressão Arterial Diastólica (mmHg)	65,98	1,88
Pressão Arterial Média (mmHg)	89,02	1,31
Frequência cardíaca de repouso (bpm)	90,97	3,21

Os voluntários foram devidamente instruídos a comparecer ao local de coletas, de modo que fossem realizados todos os procedimentos e avaliações antes do início da intervenção. Ao final das doze semanas de intervenção todas as avaliações foram repetidas. Todos os protocolos utilizados para avaliação dos sujeitos foram realizados por uma equipe de avaliadores devidamente treinada. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) foi assinado pelos pais ou responsáveis legais (Anexo A), antes do início da coleta dos dados. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEPSH/CCS/UFPE, CAAE 04723412400005208) (Anexo B).

## 5.4 Antropometria e Composição Corporal

Foram realizadas as seguintes medidas antropométricas: massa corporal, estatura, estatura sentada, perímetros (braço direito e esquerdo, antebraço direito e esquerdo, cintura, abdômen, quadril, coxa direita e esquerda, perna direita e esquerda) e medida de adiposidade subcutânea (tricipital, subescapular, bíceps, abdômen, supra ilíaca, coxa média e perna) seguindo protocolos descritos previamente (Moura-Dos-Santos, Wellington-Barros et al. 2013).

Para avaliação da massa corporal foi utilizada uma balança de plataforma com capacidade máxima de 150 Kg e precisão de 100 g. O avaliado usando o mínimo de roupa possível e descalço foi posicionado em pé, de costas para a escala de medida da balança, sobre a plataforma, em posição ereta (ortostática). Os pés deveriam estar afastados à largura dos quadris, o peso do corpo distribuído igualmente em ambos os pés, os braços lateralmente ao longo do corpo e o olhar em um ponto fixo à sua frente, de modo a evitar oscilações na escala de medida.

Para avaliação da estatura foi utilizado um estadiômetro (marca Sunny) com escala de precisão de 0,1 cm. Foi medida a distância entre os dois planos que tangenciam o vértece (ponto mais alto da cabeça) e a planta dos pés com a cabeça orientada no plano de Frankfurt. No momento de definição da medida, o avaliado deveria estar em apneia e com as superfícies posteriores dos calcanhares, da cintura pélvica, da cintura escapular e da região occipital em contato com a escala de medida. A partir das medidas antropométricas foi realizada estimativa do Índice de Massa Corporal:  $(IMC) = \text{massa corporal (Kg)} / \text{estatura (m}^2\text{)}$ .

Altura tronco-cefálica ou altura sentado é a distância em projeção compreendida entre o plano tangencial ao vértece e as espinhas isquiáticas (apoio das nádegas), estando o avaliado sentado em um banco com 50 cm de altura. Para avaliação da estatura sentada foi utilizado um estadiômetro (marca Sunny) com precisão de 0,1 cm.

Para medir os perímetros e as dobras cutâneas foram utilizados uma fita métrica não elástica (Sanny, São Paulo, Brasil), e um adipômetro com precisão de 0.1 mm de marca Lange (Lange, Santa Cruz, Califórnia), respectivamente.

O fracionamento da massa corporal em massa isenta de gordura (massa magra) e na massa gorda (Kg) e %G, foi mensurado com base nas dobras cutâneas.

### **5.5 Pressão Arterial e frequência cardíaca**

A pressão arterial e frequência cardíaca foram medidas utilizando monitores digitais com deflação automáticos (Omrom HEM-742) validados por crianças e previamente calibrados. O Duplo Produto (PAS x FC) é considerado um importante meio não invasivo de estimar a demanda de oxigênio pelo miocárdio. Foram realizadas duas medidas no braço direito com a criança na posição sentada, segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (Department of Arterial Hypertension of Brazilian Society of, Alessi et al. 2013). As mensurações foram realizadas após os escolares permanecerem em repouso durante pelo menos cinco minutos (primeira medição), e após um repouso de 10 minutos (segunda medição) para medida pré-treino. Para as mensurações imediatamente após o treino e 2 minutos de recuperação as crianças ficaram nas mesmas posições. Ocorrendo uma diferença superior a 10 mmHg entre as duas medições, foi efetuada, uma terceira medição. O valor final foi obtido através da média aritmética simples dos valores.

### **5.6 Treinamento Pliométrico**

O treinamento, neste estudo, foi realizado semanalmente, em dois dias não consecutivos (segundas e quartas-feiras), durante três meses, totalizando 24 sessões de treinos, ministrados nas próprias escolas, num tempo máximo de 20 minutos por sessão. Para garantir a realização de, ao menos, dois treinos semanais, foi disponibilizado mais um ou dois dias da semana, quando necessário, para reposição de faltas semanais dos alunos treinados. Nas sessões de treino foram formados grupos com no máximo seis crianças e os saltos foram realizados em séries de cinco repetições por vez. Dessa forma, as crianças tiveram um número reduzido de repetições (esforço) e mais tempo para recuperar o esforço realizado. Cada sessão de treinamento pliométrico foi dividida em três partes: aquecimento; treino e volta à calma. Antes de iniciar o treino, as crianças eram submetidas a um

rápido aquecimento dinâmico com atividades lúdicas, saltos e alongamentos, por aproximadamente cinco minutos. As três primeiras sessões de treino foram compostas por 50 repetições, sendo acrescidos dez saltos a cada três sessões, até um total de 120 saltos nas três últimas sessões do programa de treino, que representaram as sessões 22<sup>a</sup>, 23<sup>a</sup> e 24<sup>a</sup> (Tabela 2).

**Tabela 2** - Descrição do programa de treino pliométrico para crianças com sobrepeso/obesidade dos 7 aos 9 anos de idade durante 12 semanas.

SESSÕES	SÉRIES	REPETIÇÕES	TOTAL DE SALTOS
1 <sup>a</sup> - 3 <sup>a</sup>	10	05	50
4 <sup>a</sup> - 6 <sup>a</sup>	12	05	60
7 <sup>a</sup> – 9 <sup>a</sup>	14	05	70
10 <sup>a</sup> – 12 <sup>a</sup>	16	05	80
13 <sup>a</sup> – 15 <sup>a</sup>	18	05	90
16 <sup>a</sup> – 18 <sup>a</sup>	20	05	100
19 <sup>a</sup> – 21 <sup>a</sup>	22	05	110
22 <sup>a</sup> – 24 <sup>a</sup>	24	05	120

Sessões: número de dias em que ocorriam os treinos; Séries: número de estímulos e pausas entre os exercícios realizados durante o treino; Repetições: Número de saltos realizados em cada série; Total de saltos: Número total de saltos executados em cada sessão de treino.

O programa de treinamento pliométrico foi composto de saltos verticais, horizontais e laterais com o toque no solo de um ou dois pés (5 a 12 séries de 10 repetições). As quatro plataformas usadas no treino possuem as mesmas dimensões quanto ao comprimento (80 cm) e largura (50 cm), porém alturas variadas de 10, 20, 30 e 30 cm.

O princípio da sobrecarga foi incorporado ao programa através do aumento progressivo do número de séries de exercícios. As crianças foram orientadas a realizar todos os saltos no esforço máximo (altura e/ou distância máxima) e tempo mínimo de contato no solo, o que caracteriza a pliometria. Os participantes realizaram todos os exercícios calçados com tênis, como forma de padronizar o treino e minimizar o impacto nas articulações. O solo foi forrado com colchões de poliuretano com espessura de 10 milímetros, visando aumentar o amortecimento do

choque entre os saltos. O programa do treinamento pliométrico esta descrito nas Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3 - Descrição de diferentes saltos usados no protocolo de treinamento pliométrico.**

<b>Tipo de Salto</b>	<b>Descrição</b>
Salto Lateral	Salto com ambos os pés, alternando movimentos látero-laterais do solo para a plataforma de 10 cm.
Salto com agachamento	Salto com uma rápida contração excêntrica vigorosa do solo ao topo da plataforma de 10 cm, com ação simultânea dos pés, seguido da queda da plataforma para o solo.
Altura crescente dos saltos	Saltos alternados entre o solo e as plataformas com a altura das plataformas dispostas de forma crescentes (10, 20 e 30 cm).
Altura decrescente dos saltos	Saltos alternados entre o solo e as plataformas com a altura das plataformas dispostas de forma decrescente. (30, 20 e 10 cm).
Salto vertical com perna esquerda	Repetição de saltos máximos tocando no solo apenas com o pé esquerdo.
Salto vertical com perna direita	Repetição de saltos máximos tocando no solo apenas com o pé direito.
Saltos de diferentes alturas	Saltos entre as plataformas de 30, 20, 10 e 30 cm sem tocar no solo.
Altura crescente dos saltos + Salto com agachamento	Saltos crescentes 10,20 e 30 cm, seguido de um salto grupado após a queda da plataforma de 30 cm.

**Tabela 4 – Descrição do treinamento pliométrico**

Semana	Séries	Repetições	Total de Saltos	Tipos de saltos
1-2	10	5	50	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente.
3-4	12	5	60	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente e Altura crescente dos saltos + Salto com agachamento.
5	14	5	70	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente; Salto vertical com perna esquerda; Salto vertical com perna direita.
6	16	5	80	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente; Salto vertical com perna esquerda; Salto vertical com perna direita; Altura crescente dos saltos + Salto com agachamento.
7-8	18	5	90	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente; Salto vertical com perna esquerda; Salto vertical com perna direita; Altura crescente dos

				saltos + Salto com agachamento.
9	20	5	100	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente; Salto vertical com perna esquerda; Salto vertical com perna direita; Altura crescente dos saltos + Salto com agachamento.
10-11	22	5	110	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente; Salto vertical com perna esquerda; Salto vertical com perna direita; Altura crescente dos saltos + Salto com agachamento.
12	24	5	120	Salto lateral; salto com agachamento; diferentes alturas; altura crescente e altura decrescente; Salto vertical com perna esquerda; Salto vertical com perna direita; Altura crescente dos saltos + Salto com agachamento.



**Figura 1-** Plataforma de saltos para o treino pliométrico

## 5.7 Análise dos Dados

Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória dos dados para identificar a eventual presença de informações incorretas ou inconsistentes (*outliers*), bem como testar a hipótese de normalidade em todas as distribuições de dados (Shapiro-Wilk). As variáveis com distribuição heterogênea foram ajustadas por meio de transformação logarítmica. Os valores são apresentados como média  $\pm$  EPM (antropometria, composição corporal, distribuição de gordura corporal e circunferências), mediana, valor mínimo e valor máximo (pressão arterial sistólica, diastólica, frequência cardíaca e o produto). Para verificar o efeito do treinamento pliométrico e a existência de diferenças entre os grupos (não-treinado vs treinado) foi utilizado o teste *t-student* para amostras independentes e o teste t pareado na análise intra-grupo. As comparações intra-grupo e intergrupo foram realizadas pelos respectivos testes não paramétricos Wilcoxon e Mann-Whitney U. Todas as análises foram realizadas usando o programa estatístico SPSS versão 17.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL) e o nível de significância foi de 5%.

## 6 Resultados

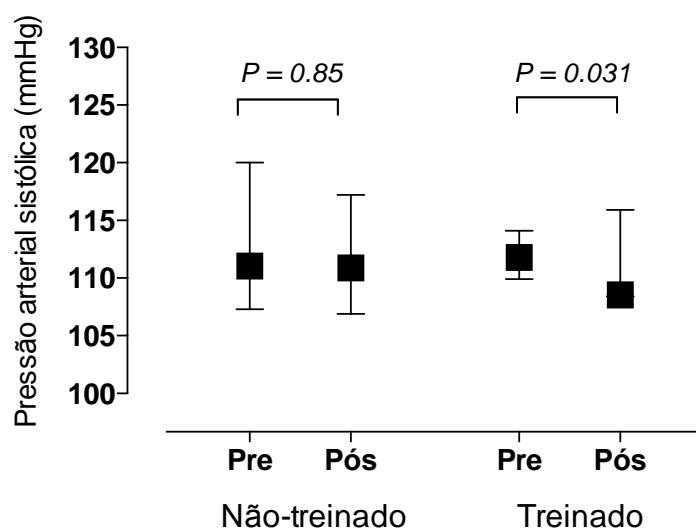
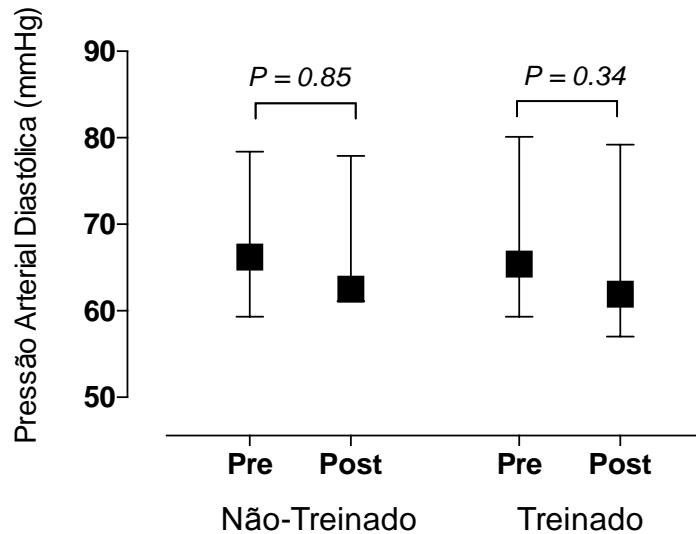
A análise descritiva de variáveis antropométricas, composição corporal, distribuição de gordura corporal e circunferências são apresentados na Tabela 5. Os grupos foram similares nos valores basais. Após o treinamento, o grupo treinado apresentou diminuição do percentual de gordura corporal e dobra abdominal e aumento nas dobras bicipital e coxa. Na comparação intra-grupo (valores pré vs pós), o grupo não treinado apresentou um aumento no peso e na estatura, aumento de massa gorda, dobras de adiposidade (bicipital, abdominal, suprailíaca, coxa e geminal). Para o grupo treinado (pré vs pós), houve um aumento do peso, estatura, estatura sentado e massa magra. O grupo treinado também apresentou diminuição da dobra abdominal e aumento das dobras e das circunferências da coxa e geminal.

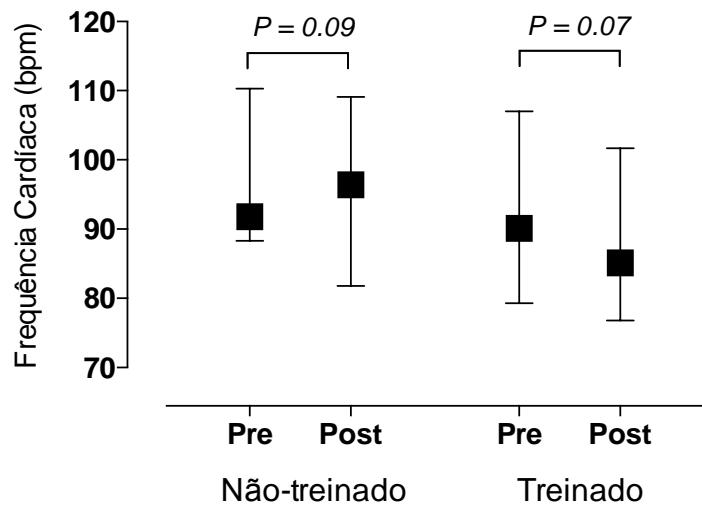
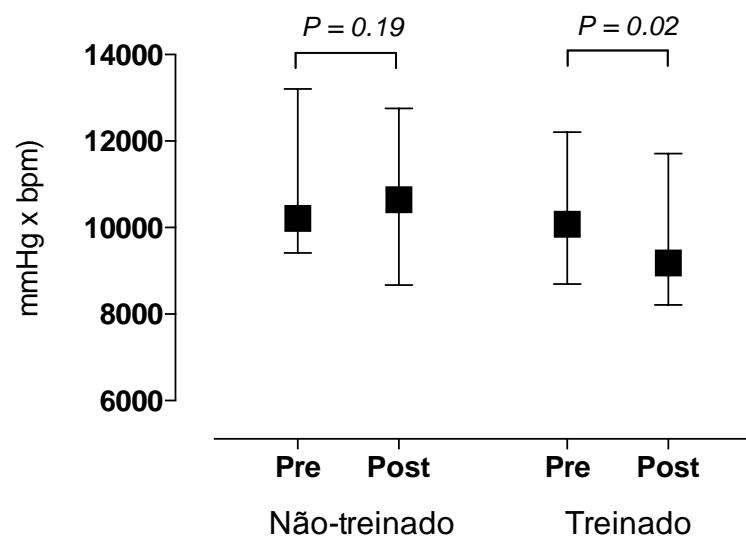
**Tabela 5.** Análise descritiva de variáveis antropométricas, composição corporal, distribuição de gordura e circunferências de meninos aos 7 -9 anos de idade (não-treinado = 12 e treinado = 29) com sobre peso/obesidade submetidos a um programa de treinamento físico pliométrico durante 12 semanas. Os dados são expressos em media e erro padrão da media (EPM).

	Valores basais					Pós-treino				
	Não-treinado (NT, n = 12)		Treinado (n = 29)		Valor de P	Não-treinado (NT, n = 12)		Treinado (n = 29)		Valor de P
Antropometria	Média	EPM	Média	EPM		Média	EPM	Média	EPM	
Peso (Kg)†	44,37	3,07	42,16	1,38	0,45	45,63*	3,35	43,35*	1,37	0,45
Estatura (cm)	1,31	0,01	1,31	0,01	0,80	1,33*	0,01	1,34*	0,01	0,77
IMC(Kg·m <sup>-2</sup> )†	25,59	1,24	24,25	0,51	0,23	25,30	1,31	23,97	0,48	0,24
Estatura sentado (cm)†	71,80	0,87	71,2	0,73	0,63	72,05	0,82	71,91*	0,76	0,92
<b>Composição Corporal</b>										
Gordura corporal (%)	42,27	2,66	36,83	1,22	0,06	42,38	2,76	36,78	1,20	0,03
Massa gorda (kg)	19,54	2,50	15,59	0,86	0,06	20,26*	2,75	16,85	1,08	0,16
Massa magra (kg)†	24,83	0,82	26,40	0,79	0,25	25,36	0,77	27,27*	0,77	0,15
<b>Distribuição de gordura corporal (dobras de adiposidade)</b>										
Tricipital (mm)†	23,85	1,51	21,98	0,85	0,26	24,08	1,61	21,94	0,85	0,21
Subescapular (mm)†	27,83	2,28	24,89	1,59	0,31	27,75	2,33	24,72	1,60	0,30
Bicipital (mm)†	17,58	1,55	15,38	0,82	0,18	21,33*	1,60	17,13	0,59	0,00
Abdominal (mm)†	37,94	2,27	37,38	1,20	0,81	42,0*	3,03	33,68*	1,31	0,00
Suprailíaca (mm)†	39,71	3,34	38,87	1,27	0,77	43,75*	4,04	37,48	2,12	0,14
Coxa (mm)†	29,08	1,98	27,64	1,15	0,51	39,26*	2,16	33,00*	1,29	0,01
Geminal (mm)†	20,71	1,53	19,75	0,53	0,45	25,25*	1,72	23,75*	0,90	0,40
<b>Circunferências</b>										
Cintura (cm)	74,76	2,69	72,76	1,17	0,42	75,18	2,84	72,81	1,07	0,34
Quadril (cm)	84,17	2,58	82,13	1,14	0,40	84,08	2,66	81,82	1,11	0,35
Cintura/quadril	1,08	0,01	1,07	0,01	0,31	1,12	0,02	1,09	0,01	0,47
Abdominal (cm)	81,10	3,07	78,22	1,35	0,32	82,37	3,19	78,74	1,43	0,23
Coxa (cm)	48,82	1,77	46,89	0,61	0,20	49,91	1,80	48,20*	0,70	0,28
Geminal (cm)	30,38	0,93	30,48	0,35	0,89	30,82	0,91	31,05*	0,42	0,79

† Variáveis log-transformadas. Valores de P referem à comparação entre o grupo não-treinado e treinado em condições basais (pré-treino) e pós-treino. \* P < 0,05 refere à comparação entre os valores basais e pós-treino dentro de cada grupo (não-treinado e treinado).

A avaliação da PA sistólica, diastólica, frequência cardíaca e o produto foram avaliado antes e após o programa de 12 semanas de treinamento pliométrico (Figura 2). No grupo não-treinado, não houve alteração em nenhuma variável avaliada. No grupo treinado, houve uma diminuição da PA sistólica (Figura 2A) e no produto (Figura 2D).

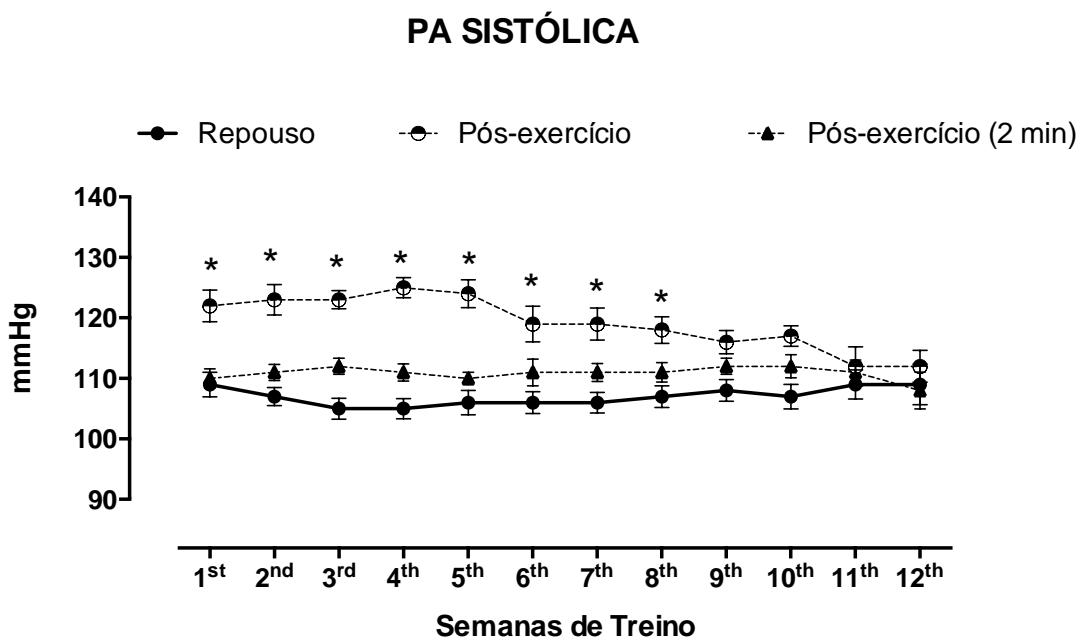
**A****B**

**C****D**

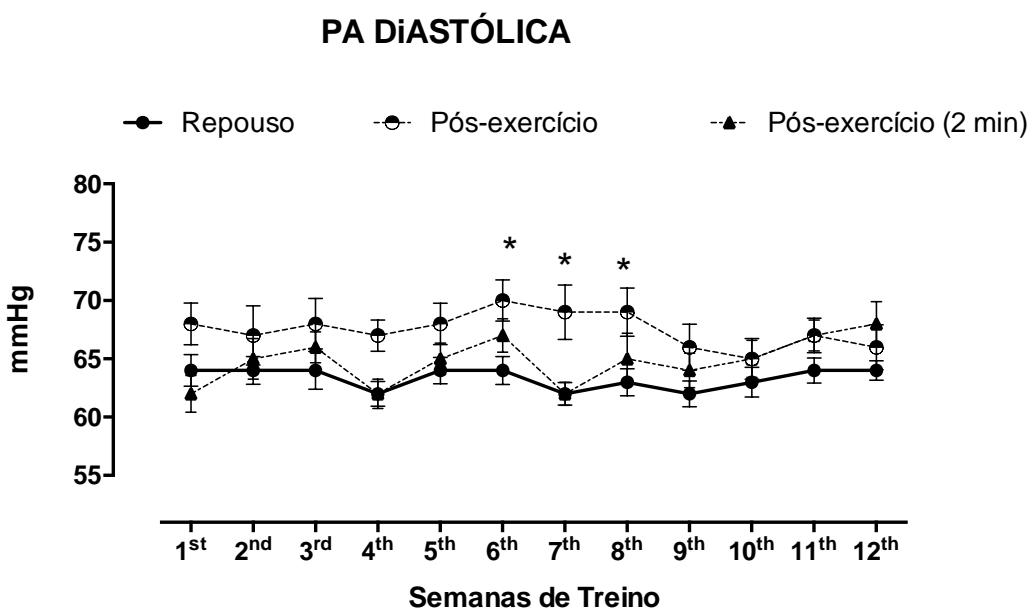
**Figura 2.** Efeito do treinamento pliométrico sobre a pressão arterial (PA) sistólica (A), diastólica (B), frequência cardíaca (C) e produto (D) de meninos dos 7 - 9 anos de idade (não-treinado = 12 e treinado = 29) com sobrepeso/obesidade. Os dados são expressos em mediana e valores mínimos e máximos. Os grupos foram comparados antes e após 12 semanas de treinamento pliométrico. T-test student pareado foi utilizado para análise estatística dentro de cada grupo (não-treinado e treinado).

As variáveis cardiovasculares foram avaliadas no grupo treinado em cada sessão de treino (valores de repouso, imediatamente após o exercício e 2 minutos após o exercício) [Figura 3]. Como esperado, a PA sistólica aumentou imediatamente após a sessão de exercício. Contudo, este aumento ocorreu somente até a oitava semana de treino (Figura 3A). Foi interessante observar que a PA sistólica não foi diferente dos valores de repouso após 2 minutos da sessão de exercício (Figura 3A). Em contraste, a PA diastólica não alterou após as sessões de exercício ao longo das semanas de treino, exceto na 6<sup>a</sup>, 7<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> semanas (Figura 3B). A frequência cardíaca e o produto aumentaram imediatamente após as sessões de exercício durante todo o período de treinamento (Figura 3 C e D). Após 2 minutos de cada sessão de treino, o aumento da FC permaneceu na semana 2, 3, 4, 5 e 6 (Figura 3C) e o produto nas semanas 5, 6, 7 e 8 (Figura 3D).

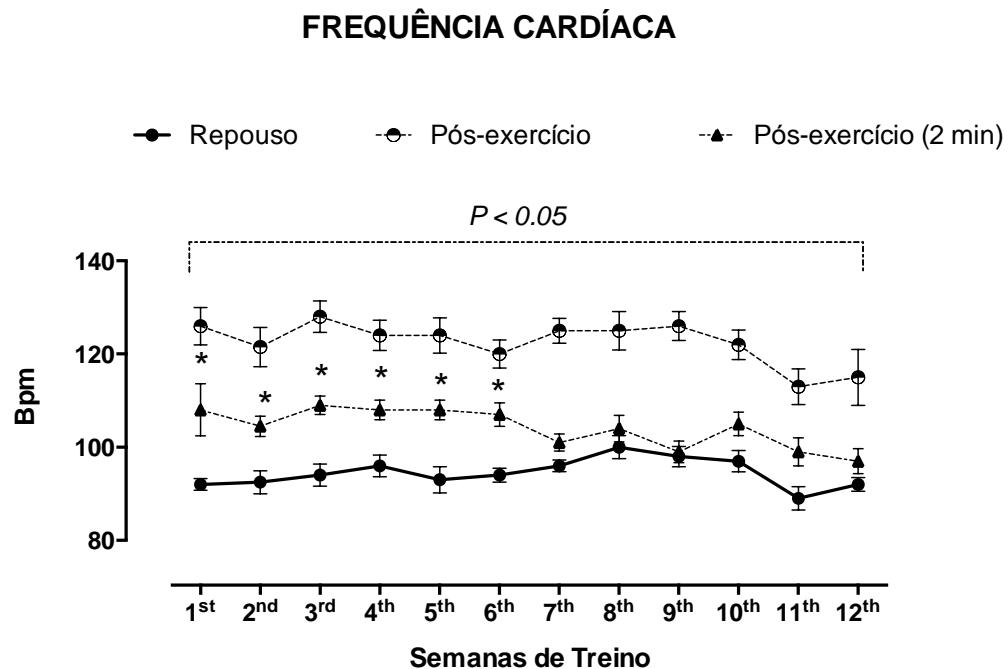
A



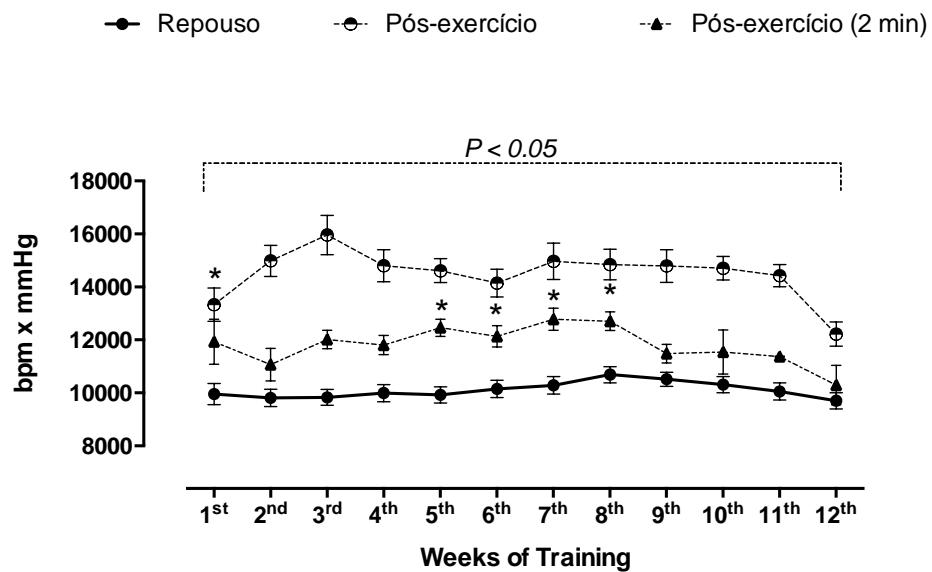
B



C



D



**Figura 3.** Análise semanal das variações de pressão arterial (PA) sistólica (A), diastólica (B), frequência cardíaca (C) e produto (D) de meninos dos 7 - 9 anos de idade (não-treinado = 12 e treinado = 29) com sobre peso/obesidade submetidos a 12 semanas de treinamento pliométrico. Os dados foram obtidos no repouso, imediatamente após cada sessão de exercício e após 2 minutos pós-exercício. Os dados são expressos em media e erro padrão da média. ANOVA two-way foi utilizada para análise de variação ao longo das semanas. \* P < 0.05 quando comparados aos valores basais.

## 7 Discussão

Poucos estudos tem relacionado o treinamento pliométrico às respostas cardiovasculares agudas em crianças com excesso de peso. Nossa pesquisa analisou o comportamento da pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD), frequência cardíaca (FC) (batimento / min) e duplo produto (DP = PAS X FC) em resposta a 12 semanas de treinamento pliométrico (TP) em meninos de 7 a 9 anos de idade com sobre peso e obesidade. Todos os meninos da nossa amostra apresentaram valores pressóricos dentro da amplitude normal para o gênero e a idade (Departament of Arterial Hypertension of Brazilian Society of, Alessi et al. 2013). Também descrevemos as variações na antropometria e composição corporal dos participantes. Observamos que a PAS aumenta após o exercício nas primeiras semanas do treinamento pliométrico e a PAD permanece aproximadamente a mesma. A FC e o DP aumentaram nas 12 semanas de treinamento. O DP é considerado um importante meio não invasivo de estimar a demanda de oxigênio pelo miocárdio (Arazi, Asadi et al. 2014). Um estudo mostrou que a resposta pressórica durante o exercício foi mais exacerbada em adolescentes obesos, quando comparada com a resposta obtida em eutróficos, o que indica maior reatividade ao estresse físico (Carletti, Rodrigues et al. 2008). No presente estudo, o grupo não treinado aumentou a massa gorda, enquanto o grupo treinado aumentou a massa magra. Os principais efeitos decorrentes dos exercícios estão relacionados principalmente à restauração hemodinâmica e melhor composição corporal (Paes, Marins et al. 2015).

Não houve diferença entre os grupos treinado e não-treinado em relação à antropometria e composição corporal, mostrando que os grupos eram similares. Na análise intragrupo (pré-treino x pós-treino), o grupo não-treinado apresentou aumento no peso, estatura e em alguns perímetros e dobras cutâneas e na massa gorda. Embora tenha ocorrido um aumento no peso, estatura e em alguns perímetros e dobras cutâneas no grupo treinado, houve uma diminuição nas dobras de adiposidade cutâneas e um aumento na massa magra em resposta ao treinamento pliométrico. O ganho de peso corporal e estatura visto nos dois grupos após a intervenção podem estar relacionados ao crescimento normal dependente da idade. A massa muscular é um importante fator que pode determinar maior magnitude e duração da hipotensão pós-exercício (HPE) (Carvalho, Pires et al. 2015). Quanto maior a massa muscular envolvida no exercício, maior é a produção de agentes vasodilatadores, como adenosina, potássio, lactato, óxido nítrico e prostaglandina (Carvalho, Pires et al. 2015). Nosso grupo observou aumento dos padrões relacionados à composição corporal (aumento na massa livre de gordura), aptidão física e coordenação motora grossa com treinamento pliométrico em crianças com idade entre 7 e 9 anos com sobre peso e obesidade (Nobre, Brito de Almeida et al. 2016). Desta forma, podemos sugerir que o treinamento pliométrico pode ser aplicado em crianças com sobre peso/obesidade para melhoria da composição corporal.

Em nenhuma das crianças com excesso de peso avaliadas houve efeito na pressão arterial sistólica e diastólica após as 12 semanas de treinamento pliométrico. Analisamos os efeitos do treinamento individualmente para cada participante e houve uma diminuição na pressão arterial sistólica e diastólica das crianças treinadas. As implicações destes achados são importantes, uma vez que grande parte da população mundial é hipertensa e obesa. A redução dos níveis de pressão arterial após uma única sessão de exercício está de acordo com os resultados obtidos por outros estudos que observaram HPE em jovens (14 universitários do sexo masculino com idade 18 a 30 anos) após protocolos de exercícios de resistência (três séries de 6 repetições máximas para 6 exercícios) (Simao, Fleck et al. 2005). Vários mecanismos têm sido propostos para os efeitos de redução da PA, incluindo adaptações neurais, vasculares e estruturais (Leary, Ness et al. 2008). Estudos têm mostrado os mecanismos responsáveis pela HPE. Os

achados indicam que está associada a alterações "neural" e "vascular". O componente neural é uma redução da atividade do nervo vasoconstritor simpático para os músculos esqueléticos. E o componente vascular refere-se à atenuação das respostas vasculares à vasoconstrição simpática, bem como a potencial influência das substâncias vasodilatadoras locais e circulantes (Halliwill 2001). Em relação ao treinamento resistido (ex.: pliometria), os estudos com crianças obesas são limitados, devido à dificuldade de quantificar cargas de treinamento. Entretanto, pesquisas que relacionaram os efeitos do treinamento resistido sobre variáveis metabólicas em crianças obesas relatam resultados positivos (Alberga, Sigal et al. 2011). Esses fatores estão associados ao ganho de massa isenta de gordura e à diminuição do tecido adiposo, bem como à diminuição dos níveis tensionais hemodinâmicos e dos fatores de risco associados ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Dietz, Hoffmann et al. 2012).

Na análise adaptativa da resposta pressórica às sessões de treino, a PAS apresentou aumento no pós-treino nas oito primeiras semanas. Na PAD observou-se pouca variação. As respostas hemodinâmicas ao trabalho muscular no TP podem estar relacionadas ao aumento da atividade simpática e à diminuição da atividade parassimpática, devido à maior ativação do comando central e dos mecanorreceptores musculares e articulares, resultando em aumentos na pressão arterial. Da mesma forma, o aumento da pressão arterial também pode ser influenciado pelo número de unidades motoras solicitadas (Arazi, Asadi et al. 2014). Nesse caso, os mecanorreceptores musculares e articulares, sensíveis ao aumento da força voluntária (recrutamento de unidades motoras com carga de trabalho crescente) e a carga sobre as articulações, informam o centro de controle cardiovascular sobre a necessidade de modificar as respostas cardiovasculares para regular o fluxo (Arazi, Asadi et al. 2014). Duas metanálises observaram que independente do participante, das características da medição ou do exercício, a PA está reduzida nas horas que se seguem a uma sessão de exercícios (Carpio-Rivera, Moncada-Jimenez et al. 2016). Na FC e no DP, houve aumento significativo no pós-treino nas 12 semanas. O aumento da FC após o exercício indica uma maior atividade simpática (Rezk, Marrache et al. 2006). A maior atividade cronotrópica na criança deve-se a um mecanismo compensatório relacionado ao menor volume do coração, menor volume sanguíneo e, consequentemente, menor volume de ejeção

(de Prado, Dias et al. 2006). Os metabólicos musculares locais aumentados e / ou a produção de calor são também potenciais estímulos para as respostas de frequência cardíaca aumentada após o TP (Arazi, Asadi et al. 2013). Por outro lado, uma diminuição no pH da célula muscular após TP e um maior envolvimento das fibras musculares de contração rápida, além da quantidade de massa muscular ativada podem estimular aumentos na FC e na PA (Arazi, Asadi et al. 2013). Um aumento significativo no DP é produzido durante o exercício pliométrico em resposta a aumentos da FC junto com a PAS.

A prática de exercícios físicos promove importantes adaptações no sistema cardiovascular que repercute positivamente em fatores hemodinâmicos, como pressão arterial e frequência cardíaca (Paes, Marins et al. 2015). O tempo de recuperação da frequência cardíaca pós-exercício físico pode ser usado como importante ferramenta para mensurar o controle, em nível autonômico, do coração. Dessa maneira, a magnitude do decréscimo do número de batimentos cardíacos após uma atividade, dentro de um curto tempo, parece refletir o nível de aptidão cardiovascular de um indivíduo. Pessoas obesas necessitam de maior tempo de descanso para restaurar a frequência cardíaca de repouso após o esforço físico (Paes, Marins et al. 2015). Os mecanismos relacionados à redução da PA pelo exercício físico são complexos, via redução do débito cardíaco, fenômenos estes mediados pela atividade simpática (Molmen-Hansen, Stolen et al. 2012). Entretanto, esses mecanismos parecem diferir de acordo com o tipo de exercício empregado, método de treinamento e a população estudada. O treinamento pliométrico ao longo das doze semanas teve um papel fundamental no sistema cardiovascular e na composição corporal dos participantes. Mas são necessários mais estudos para entender os mecanismos relacionados à redução da PA.

Apontamos no presente estudo alguns fatores limitantes como o tamanho da amostra, assim como a padronização do consumo alimentar, ausência de medidas de atividade física habitual (medido através do acelerômetro), classificação de meninos com sobre peso / obesidade usando apenas índice de massa corporal e ausência de algum parâmetro comportamental como o tempo assistindo TV. Entretanto, ressaltamos que o treinamento pliométrico em crianças com excesso de peso teve um efeito adaptativo positivo sobre os fatores hemodinâmicos, como

pressão arterial e frequência cardíaca, além de uma melhora na composição corporal, em diminuir massa gorda e aumentar massa magra.

## **8 Considerações Finais**

O sistema cardiovascular é responsável pela capacidade de resposta ao aumento de demanda do organismo, frente ao exercício. Poucos são os estudos que analisaram as variáveis do sistema cardiovascular antes e após o exercício pliométrico em crianças com excesso de peso. Apesar das limitações do estudo e da queda não significativa da PAS e PAD, mostramos os benefícios em relação à aptidão cardiovascular, com uma menor PAS, e em relação à composição corporal um aumento de massa magra e diminuição do %G, após doze semanas de treinamento pliométrico em crianças com excesso de peso. Visando reduzir/prevenir o risco de doença cardiovascular com a diminuição de alguns fatores de risco. E podemos sugerir que a regularidade da participação no TP pode contribuir para uma redução significativa e manutenção de valores reduzidos de PA em crianças e uma maior qualidade e expectativa de vida. Sugerimos estudos adicionais para avaliar os efeitos de outros protocolos de TP na PA e FC nesta população.

## REFERÊNCIAS

- Abrantes, M. M., J. A. Lamounier and E. A. Colosimo (2002). "[Overweight and obesity prevalence among children and adolescents from Northeast and Southeast regions of Brazil]." *J Pediatr (Rio J)* **78**(4): 335-340.
- Alberga, A. S., R. J. Sigal and G. P. Kenny (2011). "A review of resistance exercise training in obese adolescents." *Phys Sportsmed* **39**(2): 50-63.
- Arabatzi, F., E. Kellis and E. Saez-Saez De Villarreal (2010). "Vertical jump biomechanics after plyometric, weight lifting, and combined (weight lifting + plyometric) training." *J Strength Cond Res* **24**(9): 2440-2448.
- Arazi, H., A. Asadi, S. A. Mahdavi and S. O. Nasiri (2014). "Cardiovascular responses to plyometric exercise are affected by workload in athletes." *Postepy Kardiol Interwencyjnej* **10**(1): 2-6.
- Arazi, H., A. Asadi, M. Rahimzadeh and A. H. Moradkhani (2013). "Post-plyometric exercise hypotension and heart rate in normotensive individuals: influence of exercise intensity." *Asian J Sports Med* **4**(4): 235-240.
- Behrens, M., A. Mau-Moeller, K. Mueller, S. Heise, M. Gube, N. Beuster, P. K. Herlyn, D. C. Fischer and S. Bruhn (2016). "Plyometric training improves voluntary activation and strength during isometric, concentric and eccentric contractions." *J Sci Med Sport* **19**(2): 170-176.
- Bozza, R., W. Campos, V. C. Barbosa Filho, A. Stabelini Neto, M. P. Silva and R. S. Maziero (2016). "High Blood Pressure in Adolescents of Curitiba: Prevalence and Associated Factors." *Arg Bras Cardiol* **106**(5): 411-418.
- Butte, N. F., C. Garza and M. de Onis (2007). "Evaluation of the feasibility of international growth standards for school-aged children and adolescents." *J Nutr* **137**(1): 153-157.
- Cardenas-Cardenas, L. M., A. I. Burguete-Garcia, B. I. Estrada-Velasco, C. Lopez-Islas, J. Peralta-Romero, M. Cruz and M. Galvan-Portillo (2015). "Leisure-time physical activity and cardiometabolic risk among children and adolescents." *J Pediatr (Rio J)* **91**(2): 136-142.
- Carletti, L., A. N. Rodrigues, A. J. Perez and D. V. Vassallo (2008). "Blood pressure response to physical exertion in adolescents: influence of overweight and obesity." *Arg Bras Cardiol* **91**(1): 24-30.
- Carpio-Rivera, E., J. Moncada-Jimenez, W. Salazar-Rojas and A. Solera-Herrera (2016). "Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation." *Arg Bras Cardiol* **106**(5): 422-433.
- Carvalho, R. S., C. M. Pires, G. C. Junqueira, D. Freitas and L. M. Marchi-Alves (2015). "Hypotensive response magnitude and duration in hypertensives: continuous and interval exercise." *Arg Bras Cardiol* **104**(3): 234-241.
- Castro, J. A., H. E. Nunes and D. A. Silva (2016). "Prevalence of abdominal obesity in adolescents: association between sociodemographic factors and lifestyle." *Rev Paul Pediatr* **34**(3): 343-351.
- Chaouachi, A., R. Hammami, S. Kaabi, K. Chamari, E. J. Drinkwater and D. G. Behm (2014). "Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training." *J Strength Cond Res* **28**(6): 1483-1496.
- Chen, A. K., C. K. Roberts and R. J. Barnard (2006). "Effect of a short-term diet and exercise intervention on metabolic syndrome in overweight children." *Metabolism* **55**(7): 871-878.
- Chmielewski, T. L., G. D. Myer, D. Kauffman and S. M. Tillman (2006). "Plyometric exercise in the rehabilitation of athletes: physiological responses and clinical application." *J Orthop Sports Phys Ther* **36**(5): 308-319.
- Costanzi, C. B., R. Halpern, R. R. Rech, M. L. Bergmann, L. R. Alli and A. P. Mattos (2009). "Associated factors in high blood pressure among schoolchildren in a middle size city, southern Brazil." *J Pediatr (Rio J)* **85**(4): 335-340.
- Crispim, P. A., R. Peixoto Mdo and P. C. Jardim (2014). "Risk factors associated with high blood pressure in two-to five-year-old children." *Arg Bras Cardiol* **102**(1): 39-46.

- Davies, G., B. L. Riemann and R. Manske (2015). "Current Concepts of Plyometric Exercise." *Int J Sports Phys Ther* **10**(6): 760-786.
- de Almeida, A. C., C. Mendes Lda, I. R. Sad, E. G. Ramos, V. M. Fonseca and M. V. Peixoto (2016). "[Use of a monitoring tool for growth and development in Brazilian children - systematic literature review]." *Rev Paul Pediatr* **34**(1): 122-131.
- de Onis, M., M. Blossner and E. Borghi (2010). "Global prevalence and trends of overweight and obesity among preschool children." *Am J Clin Nutr* **92**(5): 1257-1264.
- de Prado, D. M., R. G. Dias and I. C. Trombetta (2006). "Cardiovascular, ventilatory, and metabolic parameters during exercise: differences between children and adults." *Arg Bras Cardiol* **87**(4): e149-155.
- Departament of Arterial Hypertension of Brazilian Society of, C., A. Alessi, A. V. Bonfim, A. A. Brandao, A. Feitosa, C. Amodeo, C. R. Alves, D. P. Brasil, S. Souza Ddo, E. Barbosa, F. M. Consolim-Colombo, F. Borelli, F. H. Fonseca, H. F. Lopes, H. Chaves, L. A. Bortolotto, L. C. Martin, L. C. Scala, M. A. Mota-Gomes, M. V. Malachias, M. C. Izar, M. I. Fonseca, M. F. Neves, N. S. Morais, O. Passarelli, Jr., P. C. Jardim, P. R. Toscano, R. D. Miranda, R. Franco, R. T. Betti, R. P. Pedrosa, R. Povoa, S. B. Carneiro, T. Jardim and W. K. Barroso (2013). "I Brazilian position statement on arterial hypertension and diabetes mellitus." *Arg Bras Cardiol* **100**(6): 491-501.
- Dietz, P., S. Hoffmann, E. Lachtermann and P. Simon (2012). "Influence of exclusive resistance training on body composition and cardiovascular risk factors in overweight or obese children: a systematic review." *Obes Facts* **5**(4): 546-560.
- DiStefano, L. J., D. A. Padua, J. T. Blackburn, W. E. Garrett, K. M. Guskiewicz and S. W. Marshall (2010). "Integrated injury prevention program improves balance and vertical jump height in children." *J Strength Cond Res* **24**(2): 332-342.
- Faigenbaum, A. D., W. J. Kraemer, C. J. Blimkie, I. Jeffreys, L. J. Micheli, M. Nitka and T. W. Rowland (2009). "Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association." *J Strength Cond Res* **23**(5 Suppl): S60-79.
- Faigenbaum, A. D. and G. D. Myer (2010). "Pediatric resistance training: benefits, concerns, and program design considerations." *Curr Sports Med Rep* **9**(3): 161-168.
- Falkner, B., E. Lurbe and F. Schaefer (2010). "High blood pressure in children: clinical and health policy implications." *J Clin Hypertens (Greenwich)* **12**(4): 261-276.
- Farrant, B., J. Utter, S. Ameratunga, T. Clark, T. Fleming and S. Denny (2013). "Prevalence of severe obesity among New Zealand adolescents and associations with health risk behaviors and emotional well-being." *J Pediatr* **163**(1): 143-149.
- Ferreira, J. S. and R. D. Aydos (2010). "[Prevalence of hypertension among obese children and adolescents]." *Cien Saude Colet* **15**(1): 97-104.
- Fisberg, M., P. Maximino, J. Kain and I. Kovalskys (2016). "Obesogenic environment - intervention opportunities." *J Pediatr (Rio J)* **92**(3 Suppl 1): S30-39.
- Friedrich, R. R., I. Schuch and M. B. Wagner (2012). "Effect of interventions on the body mass index of school-age students." *Rev Saude Publica* **46**(3): 551-560.
- Glazer, G. (2001). "Long-term pharmacotherapy of obesity 2000: a review of efficacy and safety." *Arch Intern Med* **161**(15): 1814-1824.
- Goncalves, V. S., T. F. Galvao, K. R. de Andrade, E. S. Dutra, M. N. Bertolin, K. M. de Carvalho and M. G. Pereira (2016). "Prevalence of hypertension among adolescents: systematic review and meta-analysis." *Rev Saude Publica* **50**: 27.
- Guinhouya, B. C. (2012). "Physical activity in the prevention of childhood obesity." *Paediatr Perinat Epidemiol* **26**(5): 438-447.
- Gunter, K., A. D. Baxter-Jones, R. L. Mirwald, H. Almstedt, A. Fuller, S. Durski and C. Snow (2008). "Jump starting skeletal health: a 4-year longitudinal study assessing the effects of jumping on skeletal development in pre and circum pubertal children." *Bone* **42**(4): 710-718.
- Halliwill, J. R. (2001). "Mechanisms and clinical implications of post-exercise hypotension in humans." *Exerc Sport Sci Rev* **29**(2): 65-70.

- Janssen, I., P. T. Katzmarzyk, W. F. Boyce, C. Vereecken, C. Mulvihill, C. Roberts, C. Currie and W. Pickett (2005). "Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns." *Obes Rev* **6**(2): 123-132.
- Johnson, B. A., C. L. Salzberg and D. A. Stevenson (2011). "A systematic review: plyometric training programs for young children." *J Strength Cond Res* **25**(9): 2623-2633.
- Leandro, C. G., A. C. Levada, S. M. Hirabara, R. Manhaes-de-Castro, C. B. De-Castro, R. Curi and T. C. Pithon-Curi (2007). "A program of moderate physical training for Wistar rats based on maximal oxygen consumption." *J Strength Cond Res* **21**(3): 751-756.
- Leary, S. D., A. R. Ness, G. D. Smith, C. Mattocks, K. Deere, S. N. Blair and C. Riddoch (2008). "Physical activity and blood pressure in childhood: findings from a population-based study." *Hypertension* **51**(1): 92-98.
- Lee, I. M., E. J. Shiroma, F. Lobelo, P. Puska, S. N. Blair and P. T. Katzmarzyk (2012). "Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy." *Lancet* **380**(9838): 219-229.
- Lee, S., F. Bacha, T. Hannon, J. L. Kuk, C. Boesch and S. Arslanian (2012). "Effects of aerobic versus resistance exercise without caloric restriction on abdominal fat, intrahepatic lipid, and insulin sensitivity in obese adolescent boys: a randomized, controlled trial." *Diabetes* **61**(11): 2787-2795.
- Legantis, C. D., G. P. Nassis, K. Dipla, I. S. Vrabas, L. S. Sidossis and N. D. Geladas (2012). "Role of cardiorespiratory fitness and obesity on hemodynamic responses in children." *J Sports Med Phys Fitness* **52**(3): 311-318.
- Malina, R. M. (2006). "Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review." *Clin J Sport Med* **16**(6): 478-487.
- Markovic, G. (2007). "Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical review." *Br J Sports Med* **41**(6): 349-355; discussion 355.
- Matos, S. M., S. R. Jesus, S. R. Saldiva, S. Prado Mda, S. D'Innocenzo, A. M. Assis, L. C. Rodrigues and M. L. Barreto (2011). "[Weight gain rate in early childhood and overweight in children 5-11 years old in Salvador, Bahia State, Brazil]." *Cad Saude Publica* **27**(4): 714-722.
- McKay, D. and N. Henschke (2012). "Plyometric training programmes improve motor performance in prepubertal children." *Br J Sports Med* **46**(10): 727-728.
- Militao, A. G., M. G. de Oliveira Karnikowski, F. R. da Silva, E. S. Garcez Militao, R. M. Dos Santos Pereira and C. S. Grubert Campbell (2013). "Effects of a recreational physical activity and healthy habits orientation program, using an illustrated diary, on the cardiovascular risk profile of overweight and obese schoolchildren: a pilot study in a public school in Brasilia, Federal District, Brazil." *Diabetes Metab Syndr Obes* **6**: 445-451.
- Molmen-Hansen, H. E., T. Stolen, A. E. Tjonna, I. L. Aamot, I. S. Ekeberg, G. A. Tyldum, U. Wisloff, C. B. Ingul and A. Stoylen (2012). "Aerobic interval training reduces blood pressure and improves myocardial function in hypertensive patients." *Eur J Prev Cardiol* **19**(2): 151-160.
- Moncef, C., M. Said, N. Olfa and G. Dagbaji (2012). "Influence of morphological characteristics on physical and physiological performances of tunisian elite male handball players." *Asian J Sports Med* **3**(2): 74-80.
- Monego, E. T. and P. C. Jardim (2006). "[Determinants of risk of cardiovascular diseases in schoolchildren]." *Arq Bras Cardiol* **87**(1): 37-45.
- Moreira, N. F., A. P. Muraro, S. Brito Edos, R. M. Goncalves-Silva, R. Sichieri and M. G. Ferreira (2013). "[Obesity: main risk factor for systemic arterial hypertension in Brazilian adolescents from a cohort study]." *Arq Bras Endocrinol Metabol* **57**(7): 520-526.
- Moura, A. A., M. A. Silva, M. R. Ferraz and I. R. Rivera (2004). "[Prevalence of high blood pressure in children and adolescents from the city of Maceio, Brazil]." *J Pediatr (Rio J)* **80**(1): 35-40.
- Moura-Dos-Santos, M., J. Wellington-Barros, M. Brito-Almeida, R. Manhaes-de-Castro, J. Maia and C. Gois Leandro (2013). "Permanent deficits in handgrip strength and running speed performance in low birth weight children." *Am J Hum Biol* **25**(1): 58-62.

- Nascimento, M. M., T. R. Melo, R. M. Pinto, N. M. Morales, T. M. Mendonca, H. B. Paro and C. H. Silva (2016). "Parents' perception of health-related quality of life in children and adolescents with excess weight." *J Pediatr (Rio J)* **92**(1): 65-72.
- Nobre, G. G., M. Brito de Almeida, I. G. Nobre, F. Karina Dos Santos, R. A. Brinco, T. R. Arruda-Lima, K. Larissa de-Vasconcelos, J. Gomes de-Lima, M. E. Borba-Neto, E. M. Damasceno-Rodrigues, S. M. Santos-Silva, C. G. Leandro and M. A. Moura-Dos-Santos (2016). "Twelve-weeks of plyometric training improves motor performance of 7-10 year old overweight/obese boys: a randomized controlled intervention." *J Strength Cond Res*.
- Paes, S. T., J. C. Marins and A. E. Andreazzi (2015). "[Metabolic effects of exercise on childhood obesity: a current view]." *Rev Paul Pediatr* **33**(1): 122-129.
- Park, J., D. C. Hilmers, J. A. Mendoza, J. E. Stuff, Y. Liu and T. A. Nicklas (2010). "Prevalence of metabolic syndrome and obesity in adolescents aged 12 to 19 years: comparison between the United States and Korea." *J Korean Med Sci* **25**(1): 75-82.
- Pedersen, B. K. and B. Saltin (2006). "Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease." *Scand J Med Sci Sports* **16 Suppl 1**: 3-63.
- Preis, S. R., J. M. Massaro, S. J. Robins, U. Hoffmann, R. S. Vasan, T. Irlbeck, J. B. Meigs, P. Sutherland, R. B. D'Agostino, Sr., C. J. O'Donnell and C. S. Fox (2010). "Abdominal subcutaneous and visceral adipose tissue and insulin resistance in the Framingham heart study." *Obesity (Silver Spring)* **18**(11): 2191-2198.
- Rezk, C. C., R. C. Marrache, T. Tinucci, D. Mion, Jr. and C. L. Forjaz (2006). "Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity." *Eur J Appl Physiol* **98**(1): 105-112.
- Rivera, J. A., T. G. de Cossio, L. S. Pedraza, T. C. Aburto, T. G. Sanchez and R. Martorell (2014). "Childhood and adolescent overweight and obesity in Latin America: a systematic review." *Lancet Diabetes Endocrinol* **2**(4): 321-332.
- Rocchini, A. P., V. Katch, J. Anderson, J. Hinderliter, D. Becque, M. Martin and C. Marks (1988). "Blood pressure in obese adolescents: effect of weight loss." *Pediatrics* **82**(1): 16-23.
- Salcedo-Rocha, A. L., J. E. de Alba and M. Contreras-Marmolejo (2010). "[Classifying Mexican adolescents' high blood pressure, associated factors and importance]." *Rev Salud Publica (Bogota)* **12**(4): 612-622.
- Sardinha, L. B., R. Santos, S. Vale, A. M. Silva, J. P. Ferreira, A. M. Raimundo, H. Moreira, F. Baptista and J. Mota (2011). "Prevalence of overweight and obesity among Portuguese youth: a study in a representative sample of 10-18-year-old children and adolescents." *Int J Pediatr Obes* **6**(2-2): e124-128.
- Schranz, N., G. Tomkinson, N. Parletta, J. Petkov and T. Olds (2014). "Can resistance training change the strength, body composition and self-concept of overweight and obese adolescent males? A randomised controlled trial." *Br J Sports Med* **48**(20): 1482-1488.
- Schroder, H., L. Ribas, C. Koebnick, A. Funtikova, S. F. Gomez, M. Fito, C. Perez-Rodrigo and L. Serra-Majem (2014). "Prevalence of abdominal obesity in Spanish children and adolescents. Do we need waist circumference measurements in pediatric practice?" *PLoS One* **9**(1): e87549.
- Shaibi, G. Q., M. L. Cruz, G. D. Ball, M. J. Weigensberg, G. J. Salem, N. C. Crespo and M. I. Goran (2006). "Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males." *Med Sci Sports Exerc* **38**(7): 1208-1215.
- Simao, R., S. J. Fleck, M. Polito, W. Monteiro and P. Farinatti (2005). "Effects of resistance training intensity, volume, and session format on the postexercise hypotensive response." *J Strength Cond Res* **19**(4): 853-858.
- Souza, M. G., I. R. Rivera, M. A. Silva and A. C. Carvalho (2010). "[Relationship of obesity with high blood pressure in children and adolescents]." *Arq Bras Cardiol* **94**(6): 714-719.
- Stein, D. R. and M. A. Ferguson (2016). "Evaluation and treatment of hypertensive crises in children." *Integr Blood Press Control* **9**: 49-58.

- Tassitano, R. M., M. V. Barros, M. C. Tenorio, J. Bezerra and P. C. Hallal (2009). "[Prevalence of overweight and obesity and associated factors among public high school students in Pernambuco State, Brazil]." *Cad Saude Publica* **25**(12): 2639-2652.
- Vaczi, M., J. Tollar, B. Meszler, I. Juhasz and I. Karsai (2013). "Short-term high intensity plyometric training program improves strength, power and agility in male soccer players." *J Hum Kinet* **36**: 17-26.
- Weden, M. M., P. Brownell and M. S. Rendall (2012). "Prenatal, perinatal, early life, and sociodemographic factors underlying racial differences in the likelihood of high body mass index in early childhood." *Am J Public Health* **102**(11): 2057-2067.

**ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido****Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Nome da Pesquisa: Efeito do treino pliométrico na aptidão física e coordenação motora grossa de crianças dos 7 aos 9 anos de idade: um estudo de intervenção.

Pesquisador responsável: Marcelus Brito de Almeida – Universidade Federal de Pernambuco

Rua Azeredo Coutinho, 120 – Várzea – Recife/PE BI 1.682.059 SSP-Pe CPF 244552534/91

CEP: 50.741-110 – Recife /Pernambuco

Fone: Oi (081) 98863-7195 Res: (081) 32714368 E-mail: marcelus71@gmail.com

Local do estudo: Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória - Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte.

Rua: Alto do Reservatório, S/N Bela Vista

CEP: 55608-680 - Vitoria de Santo Antônio, PE - Brasil

Telefone: (081) 35233351

Convidamos o seu filho (ou menor de idade) que está sob sua responsabilidade, a participar, como voluntário, de um estudo a ser realizado pelo Centro Acadêmico de Vitória-UFPE, que tem como objetivo avaliar o nível de aptidão física, o desenvolvimento neuromotor (coordenação corporal e equilíbrio), a aptidão física, antropometria e composição corporal.

Para avaliarmos o perfil de crescimento, estado nutricional, aptidão física e a coordenação e equilíbrio corporal do seu filho, vamos precisar medir o peso corporal, altura em pé e sentado, circunferência da cabeça do braço, da cintura e do quadril e os depósitos de gordura do corpo da criança. Como também realizaremos testes de: velocidade, força, resistência, agilidade, flexibilidade e um teste de

coordenação e equilíbrio corporal. Ainda será aplicado um questionário para saber sobre as atividades físicas diárias do seu filho durante uma semana. Vamos também avaliar a pressão sanguínea e exercícios físicos duas vezes por semana durante aproximadamente 15 (quinze) minutos. As avaliações e os exercícios serão realizados na própria escola. Os riscos de acidentes serão minimizados e o uso de colchões para amortecimento dos saltos servirá como prevenção de lesões que possam ocorrer devido aos impactos causados pelos saltos. Além disso, os exercícios serão realizados em grupos de 3 ou 4 crianças para que possa haver maior controle e segurança aos participantes por parte do professor/pesquisador responsável. Este estudo deve trazer benefícios para seu filho e as demais crianças por se tratar de um estudo para a melhoria dos padrões no desenvolvimento neuromotor e a melhora da força e velocidade em crianças nessa faixa etária. Além do mais, o uso deste método deve ser usado para a recuperação de crianças com baixos índices das capacidades físicas de coordenação, força e velocidade.

Seu filho poderá sentir algum desconforto ou constrangimento no momento da pesquisa, mas todos os participantes terão suas dúvidas esclarecidas antes e durante o decorrer da pesquisa. Assim, a criança, ou responsável terá a liberdade de recusa em participar ou se retirar das avaliações e testes, antes, durante e depois da realização dos mesmos. A recusa ou desistência do consentimento não acarretará punição ou prejuízo de qualquer tipo para o voluntário, e o mesmo pode pedir o desligamento da pesquisa em qualquer momento, por meio de telefone, carta, e-mail, pessoalmente, por seus pais ou responsáveis, ou outro. O pesquisador responsável, garante o sigilo e a privacidade da identidade dos participantes e os dados serão mantidos sob inteira responsabilidade do pesquisador por cinco anos em local seguro.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, Sala 4 – Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

### **Consentimento do pai ou responsável**

Li e entendi as informações descritas neste estudo e todas as minhas dúvidas em relação à participação do meu filho (nome) \_\_\_\_\_ nesta pesquisa, foram respondidas satisfatoriamente. Dou livremente o consentimento para participação do meu filho neste estudo até que decida pelo contrário. Eu, \_\_\_\_\_, RG/\_\_\_\_\_

CPF/\_\_\_\_\_, autorizo a sua participação no estudo “Efeito do treino pliométrico na aptidão física e coordenação motora grossa de crianças dos 7 aos 9 anos de idade: um estudo de intervenção”, como voluntário(a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção no acompanhamento/assistência/tratamento.

Assinatura de duas testemunhas, não ligadas à equipe de pesquisadores:

1ª Testemunha \_\_\_\_\_

2ª Testemunha \_\_\_\_\_

### **Declaração do pesquisador**

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento livre e esclarecido deste pai ou responsável para a participação da criança nesta pesquisa.

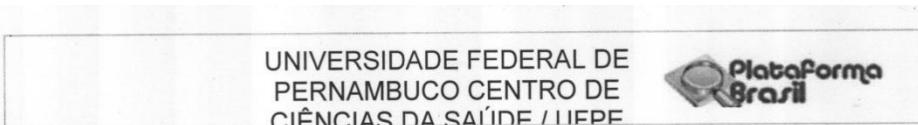
Assinatura do

pesquisador: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Nome da Escola

\_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_

## ANEXO B – Parecer de aprovação do comitê de ética



### PROJETO DE PESQUISA

**Título:** Efeito do treinamento pliométrico sobre o desenvolvimento neuromotor e na resposta neurorreflexa do músculo esquelético de crianças dos 7 aos 9 anos de idade que apresentaram baixo peso ao nascer: um estudo de intervenção

**Área Temática:** Área 9. A critério do CEP.

**Versão:** 2

**CAAE:** 04723412.4.0000.5208

**Pesquisador:** Marcelus Brito de Almeida

**Instituição:** Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

**Número do Parecer:** 113.168  
**Data da Relatoria:** 25/09/2012

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo de intervenção com crianças na faixa etária de 7 a 9 anos, nascida com baixo peso (peso ao nascer entre 1500g e 2499g). As crianças serão recrutadas do Projeto Crescer com Saúde em Vitoria de Santo Antônio, com um total de 506 crianças cadastradas (261 meninos e 241 meninas). Destas crianças, 256 nasceram com baixo peso (peso ao nascer =  $2.150 \pm 157$ ). Uma sub-amostra de crianças com baixo peso ao nascer ( $n = 80$ ) será dividida de acordo com o engajamento ou não em um programa de treinamento pliométrico. Serão avaliadas 80 crianças, sendo 40 com histórico de BPN e 40 peso normal ao nascer (PN). Após as avaliações iniciais, os dois grupos serão divididos em 2 subgrupos. O Grupo treinado (GT) ( $n=40$ , 20 PN e 20 BPN) e participará de um programa de treinamento. O grupo controle (GC) será composto por 40 crianças, sendo 20 BPN e 20 PN. Após 24 seções de treinamento pliométrico (2 dias por semana, durante 12 semanas), todas as crianças serão reavaliadas e os resultados serão analisados

#### Objetivo da Pesquisa:

**Primário:** Estudar as consequências de um programa de intervenção com treinamento pliométrico sobre o desenvolvimento neuromotor em crianças de 7 a 9 anos de idade com histórico de baixo peso ao nascer.  
**Secundário:** Avaliar crianças antes e depois de um programa de treinamento pliométrico quanto à:  
- Variáveis antropométricas e de composição corporal e os indicadores de estado nutricional;  
- Habilidades motoras e do desenvolvimento neuromotor através dos testes de coordenação corporal e desempenho motor;  
- Nível de aptidão física relacionada à saúde e o nível de atividade física diário de crianças correlacionando com o peso ao nascer e com o estado nutricional;  
- Resposta neurorreflexa (quick-release e reflexo H) através de um ergômetro de tornozelo que descreve as propriedades contráteis e elásticas do músculo esquelético;  
- Padrão hierárquico das variáveis (influência do índice de massa corporal, da relação altura/idade, da relação peso/altura nos padrões de desenvolvimento motor e de resposta neurorreflexa)

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

##### Riscos:

Por se tratar de um estudo não invasivo os riscos serão minimizados e o uso de colchões para amortecimento dos saltos servirá como prevenção de lesões que possam ocorrer devido aos impactos causados pelos saltos. Além disso, os exercícios serão realizados em grupos de 3 ou 4 crianças para que possa haver maior controle e segurança aos participantes.

Endereço:	Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do CCS		
Bairro:	Cidade Universitária	CEP:	50.740-600
UF: PE	Município:	RECIFE	
Telefone:	(81)2126-8588	Fax:	(81)2126-8588
		E-mail:	cepccs@ufpe.br