

ANDRÉ CALIL E SILVA

**COMPARAÇÃO DA SENSIBILIDADE BARORREFLEXA E VARIÁVEIS  
HEMODINÂMICAS ENTRE ESCOLARES DE 6 A 9 ANOS OBESOS E  
EUTRÓFICOS**

**BELO HORIZONTE  
FACULDADE DE MEDICINA DA UFMG  
2016**

ANDRÉ CALIL E SILVA

**COMPARAÇÃO DA SENSIBILIDADE BARORREFLEXA E VARIÁVEIS  
HEMODINÂMICAS ENTRE ESCOLARES DE 6 A 9 ANOS OBESOS E  
EUTRÓFICOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciências da Saúde.

**Banca Examinadora de Doutorado**

Professor Dr. Joel Alves Lamounier - Orientador  
Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina - UFMG

Professor Dr. Reginaldo Gonçalves – Membro Titular Interno  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

Professora Dra. Danusa Dias Soares - Membro Titular Interno  
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

Professor Dr. Vinicius de Oliveira Damasceno - Membro Titular Externo  
Departamento de Educação Física - UFPE

Professor Dr. Mateus Camaroti Laterza - Membro Titular Externo  
Faculdade de Educação Física e Desportos - UFJF

Silva, André Calil e.  
S586c Comparação da sensibilidade barorreflexa e variáveis hemodinâmicas entre escolares de 6 a 9 anos obesos e eutróficos [manuscrito]. / André Calil e Silva. -- Belo Horizonte: 2016.  
92f.: il.  
Orientador: Joel Alves Lamounier.  
Coorientador: Paulo Roberto dos Santos Amorim.  
Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.  
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

1. Obesidade. 2. Criança. 3. Pressão Arterial. 4. Barorreflexo. 5. Sistema Nervoso Autônomo. 6. Dissertações Acadêmicas. I. Lamounier, Joel Alves. II. Amorim, Paulo Roberto dos Santos. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. IV. Título.

NLM: WS 115

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca J. Baeta Vianna – Campus Saúde UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor: Jaime Arturo Ramírez  
Vice-reitora: Sandra Regina Goulart Almeida  
Pró-reitora de Pós-graduação: Denise Maria Trombert de Oliveira  
Pró-reitora de Pesquisa: Adelina Martha dos Reis

FACULDADE DE MEDICINA

Diretor: Tarcizo Afonso Nunes  
Vice-diretor: Humberto José Alves

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

Coordenador: Eduardo Araújo de Oliveira  
Subcoordenador: Jorge Andrade Pinto

COLEGIADO

Professora Ana Cristina Simões e Silva  
Professor Eduardo Araújo de Oliveira  
Professor Alexandre Rodrigues Ferreira  
Professor Jorge Andrade Pinto  
Professora Juliana Gurgel  
Professora Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana  
Professor Sérgio Veloso Brant Pinheiro  
Professora Roberta Maia de Castro Romanelli

BELO HORIZONTE, 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

UFMG

## FOLHA DE APROVAÇÃO

**COMPARAÇÃO DA SENSIBILIDADE BARORREFLEXA E VARIÁVEIS  
HEMODINÂMICAS ENTRE ESCOLARES DE 6 A 9 ANOS OBESOS E  
EUTRÓFICOS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA-MG.**

**ANDRÉ CALIL E SILVA**

Tese submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Saúde da Criança e do Adolescente, como requisito para obtenção do grau de Doutor em Ciências da Saúde - Saúde da Criança e do Adolescente, área de concentração em Ciências da Saúde.

Aprovada em 29 de julho de 2016, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Joel Alves Lamounier - Orientador  
UFSJ

Prof. Reginaldo Gonçalves  
UFMG

Prof.ª Danusa Dias Soares  
UFMG

Prof. Mateus Camaroti Laterza  
UFJF

Prof. Vinicius de Oliveira Damasceno  
UFPE

Belo Horizonte, 29 de julho de 2016.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

UFMG

## ATA DA DEFESA DE TESE DO ALUNO ANDRÉ CALIL E SILVA

Realizou-se, no dia 29 de julho de 2016, às 10:00 horas na sala 062, andar térreo da Faculdade de Medicina, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese intitulada "COMPARAÇÃO DA SENSIBILIDADE BARORREFLEXA E VARIÁVEIS HEMODINÂMICAS ENTRE ESCOLARES DE 6 A 9 ANOS OBESOS E EUTRÓFICOS DA CIDADE DE JUIZ DE FORA-MG.", apresentada por ANDRÉ CALIL E SILVA, número de registro 2012659777, graduado no curso de EDUCAÇÃO FÍSICA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor Pelo Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde, Saúde da Criança e do Adolescente, à seguinte Comissão Examinadora formada pelos Professores Doutores: Joel Alves Lamounier - Orientador (UFSJ), Reginaldo Gonçalves (UFMG), Danusa Dias Soares (UFMG), Mateus Camaroffi Laterza (UFJF) e Vinicius de Oliveira Damasceno (UFPE).

A Comissão considerou a tese:

Aprovada

Reprovada

*29/07/2016*  
CONFERE COM ORIGINAL  
Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina - UFMG

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.  
Belo Horizonte, 29 de julho de 2016.

*Joel Alves Lamounier*  
Prof. Joel Alves Lamounier ( Doutor )

*Reginaldo Gonçalves*  
Prof. Reginaldo Gonçalves ( Doutor )

*Danusa Dias Soares*  
Prof.ª Danusa Dias Soares ( Doutora )

*Mateus Camaroffi Laterza*  
Prof. Mateus Camaroffi Laterza ( Doutor )

*Vinicius de Oliveira Damasceno*  
Prof. Vinicius de Oliveira Damasceno ( Doutor )

Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina - UFMG  
Av. Prof. Alfredo Balena, 190 - 1.º and.  
CEP: 31270-900 - Belo Horizonte, Minas Gerais

## DEDICATÓRIA

A minha jornada foi longa e se iniciou bem antes da aprovação para entrada no programa, por isso, dedico esta tese às pessoas que estiveram presentes em minha vida durante todo o caminho percorrido.

Aos meus pais, **Antônio e Sandra**, responsáveis pela minha formação humana e pela minha educação. Muitas vezes, abdicaram de seus sonhos para que eu e meus irmãos pudéssemos ter uma formação profissional que nos fez chegar onde estamos hoje. A resignação destes dois não tem limites.

Aos meus irmãos **Aninha e Alexandre (Berin)**. A relação entre irmãos transcende qualquer amizade que possa se estabelecer na vida.

Aos meus sobrinhos **Lucas e Sofia, Máira e Sofia, Pedro**, que me proporcionam um amor diferente de todos os outros que já senti e sinto.

Ao meu cunhado **Jerônimo (Gary)** e à família da minha esposa que, sem exceção, estiveram presentes e apoiaram cada passo conquistado.

E, por último, à minha **Luiza**, esposa, amiga, companheira e confidente. Aquela que realmente conhece todas as minhas faces e, incondicionalmente, está ao meu lado durante todos esses anos de luta, de sonhos, frustrações e vibrações. Este título é por nós, por tudo que ele representa para nossa vida como casal, por todas as ausências que nos foram impostas para que ele acontecesse. Obrigado por me escolher como companheiro desta vida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, **Prof. Dr. Joel Alves Lamounier**, pela oportunidade de iniciar esta passagem pela UFMG e pelo apoio durante o processo de doutoramento.

Ao amigo **Vinicius Damasceno** que há tempos vem abrindo portas na minha vida profissional e aqui não foi diferente ao me apresentar o Prof. Joel. Obrigado pelo auxílio durante todas as fases do doutorado.

Ao meu coorientador, **Prof. Dr. Paulo Amorim**, que me acolheu em Viçosa, durante um importante momento do projeto, e colocou no meu caminho o **Yuri** e a **Katiele**, figuras que foram essenciais naquele momento.

Ao **Prof. Dr. Mateus Laterza**, sem sua ajuda não seria possível o planejamento e execução do projeto.

Ao **Prof. Dr. Daniel Godoy** pela disponibilidade e explicações ao ser requisitado muitas vezes em momentos inoportunos.

Ao **Diego Braga** pela participação e apoio em momentos chave do projeto.

Ao **Pedro Augusto**, peça fundamental para que este trabalho fosse realizado. Sua disponibilidade, dedicação e paciência em ajudar as pessoas é um exemplo que deve ser seguido.

À **Isabelle Guedes** pelo seu precioso tempo no auxílio da análise dos dados.

Ao **Daniel Penteado** pelo auxílio com o *CardioSeries* e na interpretação dos dados.

Ao **Santiago Paes e Ana Paula** pela parceria providencial na revisão.

Ao **Prof. Dr. Alexandre Zanini** pelo auxílio no tratamento estatístico

Aos membros da **FAEFID** que possibilitaram meu afastamento para que o doutorado pudesse ser concluído.

Aos membros do **Colégio de Aplicação João XXIII** que me acolheram e apoiaram o projeto, possibilitando sua execução.

Aos **pais/responsáveis e crianças** que aceitaram participar do projeto. Sem a confiança e interesse deles não teria sentido fazer esta pesquisa.

Às pessoas que contribuíram de alguma maneira para que o caminho focê percorrido de forma mais suave.

Aos amigos que souberam entender minha ausência e me deram palavras de incentivo.

## RESUMO

SILVA, André Calil. **Comparação da sensibilidade barorreflexa e variáveis hemodinâmicas entre escolares de 6 a 9 anos obesos e eutróficos.** 92 p. 2016. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.

**Introdução:** A obesidade atinge crianças cada vez mais novas, podendo associar-se ao aumento da pressão arterial (PA). A sensibilidade barorreflexa (SBR) é o principal mecanismo de controle da PA a curto prazo e pode estar diminuída em crianças obesas.

**Objetivos:** Comparar a SBR espontânea e variáveis hemodinâmicas (VH) de crianças normotensas, obesas e eutróficas. **Materiais e métodos:** A amostra de crianças com idade entre 6 e 9 anos foi dividida em dois grupos: obesos ( $IMC-z > 2$ ;  $n=16$ ) e eutróficos ( $IMC-z \geq -2$  e  $\leq 1$ ;  $n=15$ ). Um registro de 5 minutos da PA batimento a batimento (Finometer) e do eletrocardiograma (Biopac) foram utilizados para cálculo da SBR (método sequencial) e das VH. Todas as medidas foram registradas espontaneamente após 10 minutos de repouso na posição supina. **Resultados:** A SBR ( $p=0,28$ ) e o índice de efetividade do barorreflexo ( $p=0,44$ ) não foram significativamente diferentes entre os grupos. O grupo obeso apresentou valores significativamente maiores do que o grupo eutrófico para a pressão arterial sistólica ( $105,38 \pm 5,96$  e  $95,33 \pm 5,62$ ;  $p < 0,05$ ), pressão arterial diastólica ( $65,56 \pm 7,26$  e  $57,33 \pm 5,62$ ;  $p < 0,05$ ) e débito cardíaco ( $1,54 \pm 0,26$  e  $1,34 \pm 0,21$ ;  $p < 0,05$ ). A frequência cardíaca, embora não tenha atingido a significância, também foi maior no grupo obeso ( $p=0,14$ ). Correlações negativas foram encontradas entre a pressão arterial sistólica e a SBR ( $r=-0,52$ ,  $p=0,03$ ) no grupo obeso e entre FC e SBR no grupo obeso ( $r=-0,67$ ,  $p=0,004$ ) e eutrófico ( $r=-0,62$ ,  $p=0,013$ ). **Considerações finais:** A SBR não se encontra alterada devido a influência da obesidade no grupo estudado, porém, valores elevados da PA, DC e FC sugerem alteração da função simpática no grupo obeso. Parece que os danos na PA, ocasionados pela obesidade, precedem a debilidade do barorreflexo.

**Palavras-chave:** Criança, Obesidade, Barorreflexo, Pressão Arterial, Sistema nervoso Autônomo.

## ABSTRACT

SILVA, André Calil. **Comparison of baroreflex sensitivity and hemodynamic variables among obese and eutrophic schoolchildren between 6 and 9 years old.** 92 p. 2016. Dissertation (Doctorate in Health Sciences) - Federal University of Minas Gerais School of Medicine.

**Introduction:** Obesity affects increasingly younger children and may be associated with increased blood pressure (BP). Baroreflex sensitivity (BRS) is the main short-term BP control mechanism and may be decreased in obese children. **Objectives:** To compare spontaneous BRS and hemodynamic variables (HV) of normotensive, obese and eutrophic children. **Materials and methodology:** The sample of children aged between 6 and 9 years old were divided into two groups: obese ( $BMI-z > 2$ ,  $n = 16$ ) and normal weight ( $BMI-z \geq -2$  and  $\leq 1$ ;  $n = 15$ ). A 5 minute BP beat to beat record (Finometer) and electrocardiogram (Biopac) were used to calculate the BRS (sequential method) and HV. All measurements were recorded spontaneously after 10 minutes of rest in the supine position. **Results:** The BRS ( $p = 0,28$ ) and the baroreflex effectiveness index ( $p = 0,44$ ) were not significantly different between the groups. The obese group was significantly higher than the normal weight group for systolic blood pressure ( $105,38 \pm 5,96$  and  $95,33 \pm 5,62$ ,  $p < 0,05$ ), diastolic blood pressure ( $65,56 \pm 7,26$  and  $57,33 \pm 5,62$ ;  $p < 0,05$ ) and cardiac output ( $1,54 \pm 0,26$  and  $1,34 \pm 0,21$ ;  $p < 0,05$ ). The heart rate, although not reaching a significant difference, was also higher in the obese group ( $p = 0,14$ ). Negative correlations were found between systolic blood pressure and BRS ( $r = -0,52$ ,  $p = 0,03$ ) in the obese group and between HR and BRS in the obese group ( $r = -0,67$ ,  $p = 0,004$ ) and eutrophic ( $r = -0,62$ ,  $r = 0,013$ ). **Conclusion:** The BRS was not altered by the influence of obesity in the study group. However, high BP, cardiac output and HR values suggest change in the sympathetic function in the obese group. It seems that the damage to the BP, caused by obesity, precede the baroreflex impairment.

**Keywords:** Child, Obesity, Baroreflex, Blood Pressure, Autonomic Nervous System.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Fluxograma das fases de busca e seleção dos artigos (Artigo Revisão).....	26
FIGURA 1: Comparação entre os grupos para a pressão arterial auscultatória sistólica (A) e diastólica (B) (Artigo Origianl).....	51
FIGURA 2: Comparação entre os grupos para a pressão arterial pletismográfica sistólica (A), diastólica (B) e média (C).....	52

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Características demográficas e antropométricas das crianças obesas e eutróficas.....	48
TABELA 2: Comportamento ativo e sedentário das crianças obesas e eutróficas.....	49
TABELA 3: Variáveis hemodinâmicas das crianças obesas e eutróficas.....	50
TABELA 4: Correlação de Pearson entre ganho médio barorreflexo total com variáveis antropométricas e hemodinâmicas.....	53
TABELA 5: Correlação de Pearson entre PAS auscultatória com variável antropométrica e variáveis hemodinâmicas.....	53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AF	Atividade Física
HF	Banda de alta frequência
LF	Banda de baixa frequência
DC	Débito Cardíaco
HG	Exercício isométrico de preensão manual
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
IMC	Índice de massa corporal
IP	Intervalo de pulso
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
PAD	Nível de atividade física
PA	Pressão arterial
PAS	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
LF/HF	Razão que representa o balanço simpato vagal
RPT	Resistência periférica total
SBR	Sensibilidade barorreflexa
SAOS	Síndrome da apneia obstrutiva do sono
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
VIRR	Variabilidade do intervalo RR

## **APRESENTAÇÃO DA TESE**

O presente trabalho de tese foi estruturado e formatado conforme a Resolução 03/2010, Art. 1º, 05 de Fevereiro de 2010 que regulamenta as normas do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, área de concentração em Saúde da Criança e do Adolescente, e resolve:

1. INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA
2. REVISÃO DA LITERATURA – ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO – ARTIGO ORIGINAL
4. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS
5. APÊNDICES E ANEXOS

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA .....	15
REFERÊNCIAS .....	17
2. REVISÃO DA LITERATURA .....	22
2.1 Artigo de revisão sistemática: Obesidade Infantil e Controle Barorreflexo.....	22
2.1.1 <i>Introdução</i> .....	22
2.1.2 <i>Método</i> .....	24
2.1.2.1 Estratégia de busca e critérios de elegibilidade .....	24
2.1.2.2 Processo de seleção .....	25
2.1.3 <i>Resultados</i> .....	25
2.1.4 <i>Discussão</i> .....	29
2.1.4.1 <i>Controle Barorreflexo e Obesidade Infantil</i> .....	29
2.1.4.2 <i>Controle Barorreflexo e Comorbidades</i> .....	31
2.1.4.2.1 Controle Barorreflexo em Crianças Obesas e Hipertensão Arterial.....	31
2.1.4.2.2 <i>Controle Barorreflexo em crianças obesas com apneia do sono</i> .....	32
2.1.4.2.3 <i>Controle Barorreflexo e maturação, idade e sexo</i> .....	34
2.1.4.2.4 <i>Controle Barorreflexo, exercício e Nível de Atividade Física (NAF)</i> .....	35
2.5 Conclusões.....	37
REFERÊNCIAS .....	38
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
3.1 Artigo original: Sensibilidade barorreflexa e variáveis hemodinâmicas em crianças obesas normotensas .....	42
3.1.1 <i>Introdução</i> .....	42
3.1.2 <i>Métodos</i> .....	44
3.1.2.1 <i>Amostra</i> .....	44
3.1.2.2 <i>Medidas antropométricas, comportamento ativo e sedentário</i> .....	45
3.1.2.3 <i>Aquisição dos dados</i> .....	45
3.1.2.4 <i>Sensibilidade barorreflexa espontânea</i> .....	46
3.1.2.5 <i>Protocolo experimental</i> .....	46
3.1.2.6 <i>Análise Estatística</i> .....	47
3.1.3 <i>Resultados</i> .....	47
3.1.4 <i>Discussão</i> .....	53
3.1.5 <i>Conclusão</i> .....	58
REFERÊNCIAS .....	59
4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65

5 APÊNDICES E ANEXOS .....	66
APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DO COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII .....	66
APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE REGISTRO DOS DADOS DA PRIMEIRA FASE....	67
APÊNDICE C – FLUXOGRAMA DA PRIMEIRA ETAPA DO PROJETO.....	68
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	69
APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO .....	72
APÊNDICE E - FORMULÁRIO DE REGISTRO DOS DADOS DA SEGUNDA FASE.....	74
APÊNDICE F – DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DO COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII .....	75
APÊNDICE G – DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E CONCORDÂNCIA DO SETOR DE AVALIAÇÃO FÍSICA DO HU-UFJF.....	76
APÊNDICE H – PROJETO DETALHADO ENVIADO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DO HU-UFJF.....	77
ANEXO A – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ARTIGOS UTILIZADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA .....	87
ANEXO B – APROVAÇÃO DA CÂMARA DEPARTAMENTAL DE PEDIATRIA.....	89
ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL .....	90

## 1 INTRODUÇÃO/JUSTIFICATIVA

Sobrepeso e obesidade são termos usados para descrever um excesso de adiposidade (ou gordura) acima do ideal para a boa saúde <sup>(1)</sup>. A obesidade é a doença mais prevalente entre crianças e adolescentes de todo o mundo <sup>(2)</sup>. Está associada a alterações fisiopatológicas crônicas que transformam negativamente o funcionamento dos vários sistemas do corpo humano e desequilibram a capacidade metabólica do indivíduo, tanto em períodos iniciais de desenvolvimento e crescimento, quanto ao longo da vida <sup>(3)</sup>.

Caracterizada por um estado inflamatório crônico de baixo grau, um acúmulo excessivo de gordura, uma desordem hormonal e metabólica, a obesidade infantil pode ser atribuída a inúmeros fatores etiológicos que predisõem o surgimento de transformação do metabolismo e um remodelamento do comportamento fisiológico dos sistemas energéticos, tanto periféricamente quanto centralmente <sup>(3,4)</sup>.

Dentre os possíveis desencadeadores, os aspectos comportamentais concernentes ao estilo de vida saudável (dieta e prática regular de exercícios físicos) podem ser atrelados à gênese obesogênica. Contudo, a dieta já não tem sido apontada como o principal fator. Embora possa ser um desencadeador, o balanço energético positivo tende a perder força como etiologia quando a criança é exposta, precocemente, a agentes epigenéticos desenvolvimentais (desnutrição, estresse, microbiota intestinal e sedentarismo) que alteram transcricionalmente o comportamento de seu metabolismo ao longo dos períodos subsequentes de desenvolvimento e crescimento <sup>(4)</sup>.

A prevalência mundial da obesidade infantil vem aumentando, principalmente nos países em desenvolvimento, que atingem taxas de crescimento 30% maiores do que países desenvolvidos <sup>(5)</sup>. Nestes, 23,8% dos meninos e 22,6% das meninas estavam com sobrepeso ou obesos em 2013, enquanto no mesmo ano nos países em desenvolvimento 12,9% dos meninos e 13,4% das meninas estavam com sobrepeso ou obesidade <sup>(6)</sup>. Dados de 2014 apontam para uma prevalência de obesidade acima de 30% na população adulta americana e, aproximadamente, 17% na população infantil <sup>(7)</sup>.

No Brasil, os resultados da última Pesquisa de Orçamentos Familiares/POF 2008-2009 <sup>(8)</sup> mostraram aumentos entre os anos de 1989 e 2009 na prevalência de sobrepeso e obesidade próximos a 20% e 12,5%, respectivamente, entre meninos. Para as meninas, os valores foram próximos de 20% e 9,5% para sobrepeso e obesidade, respectivamente. Também no Brasil, um estudo de prevalência de sobrepeso e obesidade com crianças entre 7 e 10 anos apresentou taxas de 26,7% para meninos e 34,6% para meninas <sup>(9)</sup>.

Crianças e adolescentes com índice de massa corporal (IMC) elevado têm risco aumentado para desenvolvimento de doenças crônicas como hipertensão arterial sistêmica (HAS), cardiopatias, resistência insulínica, dislipidemias e diabetes tipo 2, fato que aumenta o risco de mortes por eventos cardiovasculares <sup>(10-18)</sup>. Esta população já apresenta o controle autonômico cardíaco alterado <sup>(19,20)</sup>, caracterizado por maior modulação simpática e menor ativação vagal <sup>(20-24)</sup>. Como consequência, ocorrem alterações da pressão arterial (PA) e nos diferentes sistemas efetores periféricos que ajudam na sua manutenção dentro de pequenas variações, dentre eles a frequência cardíaca (FC), o débito cardíaco (DC) e a resistência periférica total (RPT) <sup>(21,23,25)</sup>.

Há décadas evidências indicam que a HAS do adulto possa ter seu início na infância ou adolescência <sup>(26-28)</sup>. Tendo em vista que os danos da função autonômica se iniciam antes da criança se tornar hipertensa <sup>(22,24)</sup> e que valores elevados de PA durante a infância aumentam o risco de desenvolvimento de HAS na vida adulta <sup>(29)</sup>, o conhecimento precoce destas alterações torna-se imperativo.

Dentre os mecanismos de controle da PA encontra-se a sensibilidade barorreflexa (SBR), medida sensitiva participante da homeostase hemodinâmica, integrada à modulação autonômica cardiovascular simpática e parassimpática do coração e dos vasos <sup>(30,31)</sup>. Através da ativação dos barorreceptores, ocorrem alterações na FC ocasionadas pelas flutuações da PA <sup>(23,25)</sup>.

Por estar associada à disfunção do sistema nervoso autônomo, a obesidade relaciona-se à redução da SBR, índice que se apresenta como um valioso preditor de morbidade e mortalidade cardiovascular em uma variedade de doenças associadas com a insuficiência autonômica (ex; infarto do miocárdio e diabetes *mellitus*) <sup>(32-36)</sup>.

A atenuação da SBR em adultos é encontrada em condições de obesidade <sup>(37-39)</sup> e já está presente em crianças e adolescentes normotensas com sobrepeso ou obesidade <sup>(23,25,40-43)</sup>. Tais estudos investigaram adolescentes, pré-adolescentes e crianças com média de idade próxima aos 10 anos. Tendo em vista que a obesidade vem atingindo crianças cada vez mais novas <sup>(5-44)</sup> e que a SBR pode ser utilizada como uma ferramenta prognóstica para detectar disfunções autonômicas subclínicas precoces, principalmente em populações de alto risco como os obesos <sup>(25)</sup>, tornam-se relevantes investigações que busquem elucidar as possíveis alterações na SBR de crianças obesas mais novas.

Deste modo, o presente estudo buscou verificar a influência da obesidade na SBR e nas variáveis hemodinâmicas de crianças obesas que se encontram na faixa-etária entre 6 e 9 anos.

## REFERÊNCIAS

- 1 Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, et al. Interventions for preventing obesity in children. *Cochrane Database Syst Rev*. 2011; 12: CD001871.
- 2 Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. *Int J Pediatr Obes*. 2006; 1: 11-25.
- 3 Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood obesity: causes, consequences, and management. *Pediatr Clin North Am*. 2015;62(4):821-40.
- 4 Paes ST, Gonçalves CF, Terra MM, Fontoura TS, Guerra MO, Peters VM et al. Childhood obesity: a (re) programming disease? *J Dev Orig Health Dis*. 2015;26:1-6.
- 5 World Health Organization (WHO). Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the ad hoc working group on science and evidence for ending childhood obesity, Geneva, Switzerland, 2016. Consultado em 18 de junho de 2016 em <http://www.who.int/end-childhood-obesity/info-resources/en/>.
- 6 Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margonoet C. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*. 2014; 384: 766-81.
- 7 Levi J, Laura MS, Rayburn J, Martín A. The state of obesity: better policies for a healthier America 2015. Trust for America's Health. 2015.
- 8 Brasil. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e Estado Nutricional de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. In: Saúde Md, Planejamento Md, editors. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; 2010.
- 9 Flores LS, Gaya AR, Petersen RDS, Gaya A. Trend of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr*. 2013;89(5):456-61.
- 10 Burke V, Beilin L, Simmer K et al. Predictors of body mass index and associations with cardiovascular risk factors in Australian children: a prospective cohort study. *Int J Obes*. 2004; 29: 15–23.

- 11 Bao W, Threefoot SA, Srinivasan SR, Berenson GS. Essential Hypertension Predicted by Tracking of Elevated Blood Pressure From Childhood to Adulthood: The Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens*. 1995; 8: 657-665.
- 12 Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. Predictability of childhood adiposity and Insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood the bogalusa heart study. *Diabetes* 2002; 51: 204–209.
- 13 Rosner B, Cook NR, Daniels S, Falkner B. Childhood Blood Pressure Trends and Risk Factors for High Blood Pressure The NHANES Experience 1988–2008. *Hypertension*. 2013; 6(2): 247-254.
- 14 l'Allemand D, Wiegand S, Reinehr T, Müller J, Wabitsch M, Widhalm K, Holl R. Cardiovascular Risk in 26,008 European Overweight Children as Established by a Multicenter Database. *Obesity*. 2008; 16: 1672–1679.
- 15 Friedemann C, Heneghan C, Mahtani K, Thompson T, Perera R, Ward AM. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2012; 345: 4759-4774.
- 16 Lauer R, Clarke W. Childhood risk factors for high adult blood pressure: the Muscatine Study. *Pediatrics*. 1989; 84: 633–641.
- 17 Owens S. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2013;7(5):315-23.
- 18 Owens S., Riley Galloway. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *Curr Atheroscler Rep*. 2014;16:436.
- 19 Freitas IMG, Miranda JA, Mira PAC, Lanna CMM, Lima JRP, Laterza MC. Cardiac autonomic dysfunction in obese normotensive children and adolescents. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(2):244-9.
- 20 Wirix AJG, Kaspers PJ, Nauta J, Chinapaw MJM, Kist-van Holthe JE. Pathophysiology of hypertension in obese children: a systematic Review. *Obesity Reviews*. 2015; 16:831-842.
- 21 Sorof JM, Poffenbarger T, Franco K, Bernard L, Portman RJ. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children. *J Pediatr*. 2002;140:660-666.

22 Genovesi S, Pieruzzi F, Giussani M, Tono V, Stella A et al.. Analysis of Heart Period and Arterial Pressure Variability in Childhood Hypertension: Key Role of Baroreflex Impairment. *Hypertension*. 2008; 51:1289 - 1294.

23 Lazarova Z, Tonhajzerova I, Trunkvalterova Z, Brozmanova A, Honzíkova N et al. Baroreflex sensitivity is reduced in obese normotensive children and adolescents. *Can J Physiol Pharmacol*. 2009; 87:565-571.

24 Fitzgibbon LK, Coverdale NS, Phillips AA, Shoemaker JK, Klentrou P et al.. The association between baroreflex sensitivity and blood pressure in children. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37: 301-307.

25 Dietrich A, Riese H, van Roon AM, van Engelen K, Ormel J et al.. Spontaneous baroreflex sensitivity in (pre)adolescents. *J Hypertens*. 2006; 24: 345 - 352.

26 Kilcoyne MM, Richter RW, Alsup P: Adolescent hypertension I. Detection and prevalence. *Circulation*. 1974; 50: 758-765.

27 Cobos-González O, Rubio Solorio R, Garcia de Alba Garcia JE, Parra Carrillo JZ. La presión arterial en escolares de Guadalajara. *Sal Púb Méx*. 1983; 25: 177-83.

28 Orellana K. Estudio epidemiológico de la hipertensión arterial en Barquisimeto. *Boletín Médico de Postgrado*. 1985; 1: 29-45.

29 Mu JJ, Liu ZQ, Ren J, Liu WM, Xu XL, Xiong SE. Association between higher blood pressure level in children and adult blood pressure: 17 years follow-up results. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*. 2008;36(2):229-231.

30 Rüdiger H, Bald M. Spontaneous baroreflex sensitivity in children and young adults calculated in the time and frequency domain. *Autonomic Neuroscience: Basic e Clinical*. 2001; 93:71-78.

31 Campagnole-Santos MJ, Haibara AS. Reflexos cardiovasculares e hipertensão arterial. *Rev Bras Hipertens*. 2001; 8: 30-40.

32 Fei L, Anderson MH, Katritsi D, Sneddon J, Statters DJ, Malik M, Camm AJ. Decreased heart rate variability in survivors of sudden cardiac death not associated with coronary artery disease. *British Heart J*. 1994; 71: 16-21.

- 33 La Rovere MT, Bigger JT, Jr, Marcus FI, Mortara A, Schwartz PJ. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction: ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction). *Lancet*. 1998; 351: 478–484.
- 34 Honzíkóvá N, Fiser B, Semrad B. Critical value of baroreflex sensitivity determined by spectral analysis in risk stratification after myocardial infarction. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2000; 23(11 Pt2): 1965-1967.
- 35 Gerritsen J, Dekker JM, Ten Voorde BJ, Kostense PJ, Heine RJ, Bouter LM et al. Impaired autonomic function is associated with increased mortality, specially in subjects with diabetes, hypertension, or a history of cardiovascular disease: the Hoorn Study. *Diabetes Care*. 2001;24(10)1793-1798.
- 36 La Rovere MT, Pinna GD, Raczak G. Baroreflex Sensitivity: Measurement and Clinical Implications. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2008; 13(2): 191-207.
- 37 Thorp AA, Schlaich MP. Relevance of Sympathetic Nervous System Activation in Obesity and Metabolic Syndrome. *J Diabetes Res*. 2015;2015:341583.
- 38 Laederach-Hofmann K, Mussgay L, Rúddel H. Autonomic cardiovascular regulation in obesity. *J Endocrinol*. 2000; 164(1): 59–66.
- 39 Kardos A, Watterich G, de Menezes R, Csanády M, Casadei B, Rudas L. Determinants of spontaneous baroreflex sensitivity in a healthy working population. *Hypertension*. 2001; 37(3): 911–916.
- 40 Dipla K, Zafeiridis A, Koidou I, Geladas N, Vrabas IS. Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2010; 299: 2090-2096.
- 41 Dangardt F, Volkmann R, Chen Y, Osika W, Marild S, Friberg P. Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2011; 31: 108-113.
- 42 Latchman PL, Mathur M, Bartels N, Axtell RS, Meersman RE. Impaired autonomic function in normotensive obese children. *Clin Auton Res*. 2011; 21:319-323.
- 43 Lucini D, Giacomi G de, Tosi F, Malacarne M, Respizzi S, Pagani M. Altered cardiovascular autonomic regulation in overweight children engaged in regular physical activity. *Heart*. 2012; 00: 1-6.

44 UNICEF. Levels and trends in child malnutrition. (UNICEF-WHO-World Bank Joint Child Malnutrition Estimates). 2015. Disponível em: <http://www.who.int/nutgrowthdb/estimates2014/em/>. Acessado em Maio 27, 2016.

## **2. REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Artigo de revisão sistemática: Obesidade Infantil e Controle Barorreflexo**

#### **RESUMO**

A obesidade infantil pode ocasionar, dentre várias disfunções, um desequilíbrio entre a modulação simpática e vagal, refletindo nos sistemas de ajuste do comportamento hemodinâmico. Dentre eles, o controle barorreflexo é um dos responsáveis pelo ajuste fino da pressão arterial (PA) e pode se apresentar precocemente debilitado em crianças obesas. Portanto, é necessário conhecer as relações entre o nível de atenuação da sensibilidade barorreflexa (SBR) e as variáveis que podem influenciar este quadro em crianças obesas. Esta revisão buscou sumarizar os principais resultados sobre alterações do controle barorreflexo em crianças obesas. Uma busca sistemática por artigos publicados até abril de 2016 foi conduzida nas bases de dados PubMed, Web of Science, Biblioteca Virtual de Saúde/LILACS e Bireme. Após os critérios de inclusão, 13 estudos foram incluídos. A qualidade metodológica dos artigos variaram entre fraca e forte. Correlações negativas entre a SBR e índice de massa corporal fortalecem a hipótese de que a obesidade em crianças normotensas é capaz de alterar negativamente o controle barorreflexo e aumentar a modulação simpática. Como consequência, ocorrem aumentos da PA que acentuam as alterações cardiovasculares adversas, colocando-as sob risco cardiovascular que podem ser levados para a vida adulta. Crianças obesas acometidas por outras comorbidades como a síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) também apresentam a PA aumentada, a SBR diminuída e desbalanço simpato vagal, com acentuação à medida que a gravidade da SAOS aumenta. Dentre as variáveis que podem interferir na SBR, a idade parece ser a mais importante, principalmente a partir da fase adulto jovem. A diferença entre sexo não ficou clara a partir dos estudos incluídos e a influencia maturacional não é predominante nas alterações da SBR entre a infância e a fase adulta. Por último, o nível de atividade física não foi um fator protetor para alterações do controle autonômico ocasionadas pelo aumento ponderal e crianças obesas apresentam respostas alteradas da SBR durante o exercício. Quanto maior o tempo de permanência das crianças no estado obsogênico, piores serão as consequências no controle autonômico, principalmente na SBR.

#### **2.1.1 Introdução**

A obesidade infantil é uma doença associada a alterações fisiopatológicas crônicas que transformam negativamente o funcionamento dos vários sistemas do corpo humano e desequilibram a capacidade metabólica do indivíduo, tanto em períodos iniciais de desenvolvimento e crescimento quanto ao longo da vida <sup>(1)</sup>.

Caracterizada por um estado inflamatório crônico de baixo grau, um acúmulo excessivo de gordura, uma desordem hormonal e metabólica, a obesidade infantil pode ser atribuída a inúmeros fatores etiológicos que predisõem o surgimento de transformação do metabolismo e um remodelamento do comportamento fisiológico dos sistemas energéticos, tanto periféricamente quanto centralmente <sup>(1,2)</sup>.

Dentre os possíveis desencadeadores, os aspectos comportamentais concernentes ao estilo de vida saudável (dieta e prática regular de exercícios físicos) podem ser atrelados a gênese obesogênica. Contudo, a dieta já não tem sido apontada como o principal fator. Embora possa ser um desencadeador, o balanço energético positivo tende a perder força como etiologia, quando agentes epigenéticos desenvolvimentais (desnutrição, estresse, microbiota intestinal e sedentarismo) expõem, precocemente, o desenvolvimento da criança, alterando transcricionalmente o comportamento de seu metabolismo ao longo dos períodos subsequentes de desenvolvimento e crescimento <sup>(2)</sup>.

Do ponto de vista da morbimortalidade cardiovascular, a obesidade infantil associada ao aumento pró-inflamatório e disfunção neuro-humoral, serve de gatilho para o surgimento precoce de disfunções endoteliais por conta da adesão de gordura na parede dos vasos, aumento da resistência periférica total (RPT), hipertrofia ventricular, diminuição do débito cardíaco (DC) e disfunções nervosas autonômicas, que levam de modo sistêmico ao remodelamento do comando nervoso do coração <sup>(4-6)</sup>.

Assim, o comportamento desequilibrado entre as aferências e eferências do sistema nervoso autônomo simpático e parassimpático leva a uma dessensibilização mecânica e quimiorreflexa dos sistemas que ajustam o comportamento hemodinâmico, cujas negativas adaptações levam aos desfechos supracitados <sup>(7-10)</sup>.

Dos diversos mecanismos de controle sistêmico hemodinâmico, o controle baroreflexo é um dos principais responsáveis pelo ajuste fino da pressão arterial (PA) batimento a batimento <sup>(11)</sup>. Os mecanorreceptores localizados, entre outros locais, no arco aórtico e no seio carotídeo, ajustam de modo ininterrupto e incisivo, a oscilação do fluxo sanguíneo vascular, através do envio pulsante de potenciais de ação ao comando central. Deste modo, as aferências periféricas vão regular o nível das respostas nervosas centrais advindas de células localizadas na região do núcleo do trato solitário no bulbo, retroalimentando agudamente a

modulação da PA sistêmica, principalmente pela ativação da frequência cardíaca (FC) e do tônus simpático vascular<sup>(11,12)</sup>.

Várias condições determinam o funcionamento do controle barorreflexo, positivamente, como é o caso da prática regular de exercício físico<sup>(5,13)</sup>, ou negativamente, como alterações patofisiológicas<sup>(14)</sup>. A atenuação da sensibilidade do controle barorreflexo tem sido verificada em condições de obesidade<sup>(15)</sup>, estando também presente quando há aumento ponderal infantil<sup>(16-18)</sup>. Entretanto, as relações entre nível de dessensibilização do controle barorreflexo, faixa etária e o grau de obesidade infantil ainda é controversa, dado a influência de fatores intervenientes como a maturação sexual, o sexo, as comorbidades e o estilo de vida<sup>(16-30)</sup>.

Considerando a escalante prevalência da obesidade infantil, o crescente interesse de profissionais de saúde e a falta de consenso sobre tais alterações, o presente estudo objetivou revisar sistematicamente a literatura sobre o comportamento do controle barorreflexo em crianças obesas.

## **2.1.2 Método**

### **2.1.2.1 Estratégia de busca e critérios de elegibilidade**

A revisão dos estudos foi realizada de acordo com os critérios propostos para revisões sistemáticas e meta-análises (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses - PRISMA*)<sup>(31)</sup>.

Realizou-se uma busca sistemática nas bases de dados *Pubmed/MedLine*, *Web of Science*, Biblioteca Virtual de Saúde/LILACS e Bireme, entre os dias 24 de março e 8 de abril de 2016. Utilizaram-se os descritores e suas derivações, baseados nos *MeSH* termos e DeCs, para que oscilações entre as interposições dos descritores mediante uniões e intercessões fossem realizadas: “*Autonomic Nervous Systems*”, “*Autonomic Nervous System*”, “*Systems, Autonomic Nervous*”, “*Visceral Nervous System*”, “*Nervous System, Visceral*”, “*Nervous Systems, Visceral*”, “*System, Visceral Nervous*”, “*Systems, Visceral Nervous*”, “*Visceral Nervous Systems*”, “*Vegetative Nervous System*”, “*Nervous System, Vegetative*”, “*Nervous Systems, Vegetative*”, “*System, Vegetative Nervous*”, “*Systems, Vegetative Nervous*”, “*Vegetative Nervous Systems*”, *Baroreflex*, “*Baroreceptor Reflexes*”, “*Reflexes, Baroreceptor*”, *Baroreflexes*, “*Baroreceptor Reflex*”, “*Reflex, Baroreceptor*”, “*Baroreflex Sensitivity*”, “*Baroreflex Activation*”, *Child*, “*Children, Obesity*”, “*Pediatric Obesity*”,

*"Obesity, Pediatric", "Adolescent Obesity", "Obesity, Adolescent", "Obesity in Adolescence", "Infantile Obesity", "Obesity, Infantile", "Child Obesity", "Obesity, Child", "Childhood Onset Obesity", "Obesity, Childhood Onset", "Onset Obesity, Childhood", "Obesity in Childhood", "Infant Obesity", "Obesity, Infant", "Childhood Obesity", "Obesity, Childhood".*

Para serem incluídos na revisão, os estudos deveriam apresentar os critérios de inclusão: (a) população: crianças entre 6 e 12 anos, (b) exposição a ser considerada: sobrepeso/obesidade, (c) condição contrafactual: grupo controle, (d) desfecho: sensibilidade barorreflexa, (e) delineamento: estudo transversal, ensaio clínico e coorte (f) estudo original, (g) publicado em inglês ou português, entre os anos de 2001 e 2016. Artigos que atenderam aos critérios de inclusão, identificados a partir das referências dos trabalhos selecionados, após leitura completa dos textos, também foram incluídos.

A qualidade metodológica dos estudos foi analisada utilizando a lista de checagem *Dutch Cochrane Centre*<sup>(32)</sup>.

#### 2.1.2.2 Processo de seleção

De forma independente, dois revisores selecionaram os estudos a partir da leitura dos títulos e resumos em cada uma das bases e os artigos duplicados foram identificados. Qualquer discordância entre os revisores foi resolvida com base na leitura do texto na íntegra.

#### 2.1.3 Resultados

As buscas eletrônicas resultaram em 142 artigos. Foram excluídos sete artigos duplicados e 115 a partir dos títulos e dos resumos. Entre os 20 artigos restantes, após a leitura completa dos textos, 12 preencheram os critérios de elegibilidade e um foi incluído a partir das referências dos textos, totalizando 13 artigos incluídos.

A FIGURA 1 demonstra o fluxograma do processo de busca e seleção dos estudos. O QUADRO 1 apresenta as principais características dos estudos incluídos nessa revisão sobre o controle barorreflexo na obesidade infantil.

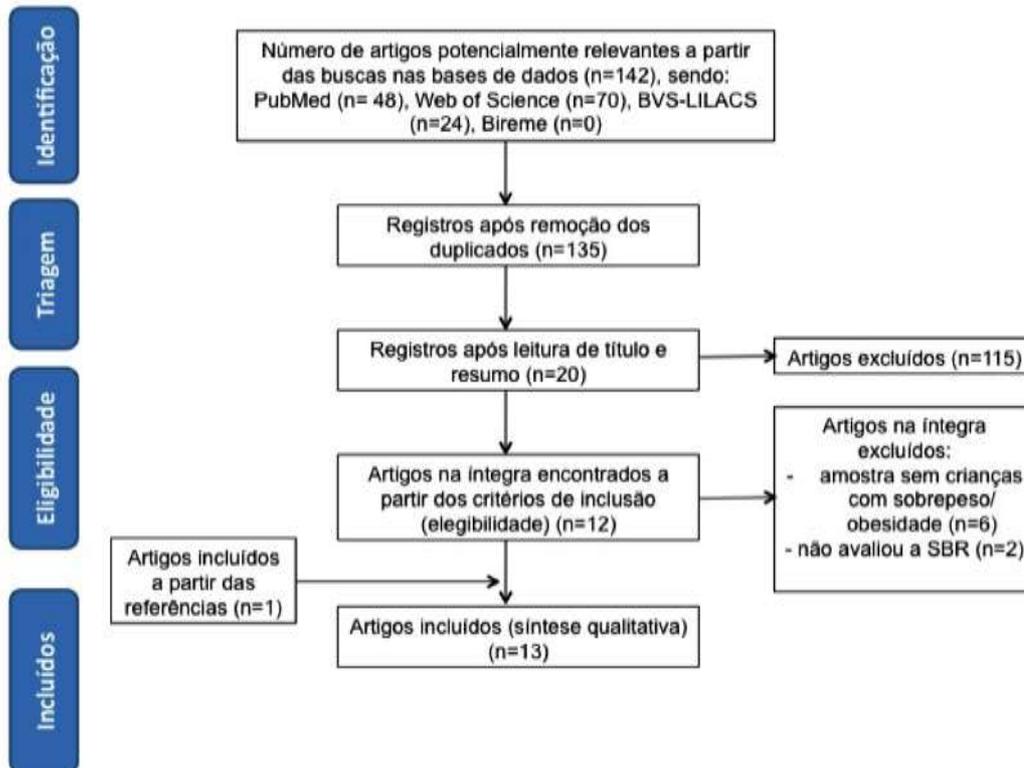


FIGURA 1. Fluxograma das fases de busca e seleção dos artigos (Artigo Revisão)  
Fonte: elaborada pelo autor.

Todos os estudos apresentaram delineamento transversal, sendo 5 realizados nos EUA, 3 na Itália e os outros 5 distribuídos entre Austrália, Canadá, Eslováquia, Grécia e Holanda. As publicações concentraram-se entre os anos de 2006 e 2013 (QUADRO 1). Em relação às fases de desenvolvimento, 5 avaliaram apenas crianças, 3 crianças e pré-adolescentes e 5 utilizaram uma faixa mais ampla entre crianças e adolescentes. Todos utilizaram o índice de massa corporal (IMC) como critério de classificação nutricional. Sobre o nível de atividade física (NAF), apenas 4 realizaram a avaliação, executada através de questionário. Como método para mensurar a sensibilidade barorreflexa (SBR) espontânea, 6 estudos utilizaram a análise espectral, 3 o método sequencial e 4 as duas técnicas. Ainda, em 7 estudos os indivíduos foram avaliados em decúbito dorsal, em 1 sentados, e em 5, tanto a posição supina quanto ortostática foram utilizadas. Sobre a qualidade dos artigos, um artigo foi classificado com qualidade forte, 3 como média e 9 como fraco (ANEXO A)

QUADRO 1 – Quadro resumo dos estudos que avaliaram a SBR em crianças obesas

Referência	Origem	Grupo obeso: (n) F-M; idade (anos);IMC	Comorbida des grupo obeso	Grupo sobrepeso: (n) F-M; idade (anos);IMC	Comorbi dades grupo sobrepeso	Grupo controle: (n) F-M; idade (anos); IMC	Método de avaliação do barorreflexo	Resultados em relação a obesidade	Valores encontrados para BRO ms/mmHg
Dietrich et al. 2006 <sup>21</sup>	Holanda	41; 10-13; 11.6±0.5	NR	130; 10-13; 11.6±0.5;	NR	845; 10-13; 11.6±0.5	BE, PS e PO, AE	IMC associou-se negativamente com BRO na PO	Valores no P2.5 para todo o grupo PS - M: 16.4±9.4 e F: 14.3±8.7 PO - M: 9.5±8.5 e F: 8.4±7.6
Genovesi et al. 2008 <sup>19</sup>	Itália (Milão)	38 (24-14); 9.8±0.3; 23.9±0.60	HAS	16 (7-9); 10±0.3; 21.9±1	Pré-HAS	21 (11-10); 9.3±0.5; 17.2±0.6	BE, PS e PO, AE e AS	GH e GPH ↓ do BRO na PS e PO GH VIRR reduzida	Índice α PS: 40±4, 22±3, 20±2 a-slope PS: 37±5, 26±2, 20±2 GC, GPH e GC, respectivamente
Chaicharn et al. 2009 <sup>24</sup>	EUA (Los Angeles)	10 (7-3); 10-14 (11.4±3.6); 25.8±8.1	SAOS	NR	NR	10 (4-6); 8-16 (11.5±3.7); 18.3±5.8	BE, PS e PO, AE	< BRO SAOS na PS PO BRO ↓ somente GC	NAVB
Lazarova et al. 2009 <sup>30</sup>	Eslováquia (Martin)	20 (12-8); 12-18 (14.9±2.1); 32.5±0.9	NR	NR	NR	20 (12-8); 12-18 (15.1±1.9); 20.60±0.3	BE, PS, AE	BRO < GO e ↑ GC ao longo do tempo Correlação negativa entre BRO e IMC (-0.51)	NAVB
McConnel et al. 2009 <sup>25</sup>	EUA (Cincinnati)	NR	NR	63 (31-32); 7-13 (9.9±2.3); 23.2±7.7 (1.2±1.1 z) 56 (32-24); 7-13 (9.6±2.2); 23.8±6.1 (1.5±1.1 z)	SAOS moderada SAOS grave	50 (23-27); 7-13 (10.2±2); 18.6±3.9 (0.3±1 z)	BE, PS, AE e AS	BRO ↑ GC durante sono, sem ≠ significativa para o SAOS moderada e > SAOS grave	NAVB
Dipla et al. 2010 <sup>27</sup>	Grécia (Serres)	14M; 11-12 (11.7±0.2); 29.2±0.9	NR	NR	NR	13M; 11-12 (11.8±0.2); 18.9±0.3	BE, PS e PO, AS	Sem ≠ para SOB durante repouso Durante os protocolos ↓ controle e permaneceu = GO A oclusão não gerou alteração intragurpo BRO Recuperação valores de repouso no GC e ↑ no GO	Repouso protocolo oclusão GC: 13.3±1.7 GO: 14.5±1.1 Durante oclusão: GC: 10.0±0.80 GO: 19.6±1.8

Dangardt et al. 2011 <sup>17</sup>	EUA (Nebraska)	120 (59-61); 8-16 (11.0±1.7); 30.0±3.8	NR	43 (23-20); 8-16 (13.2±1.9); 24.8±2.1	NR	148 (78-70); 8-16 (13.6±1.8); 19.2±2.2	BE, PS, AS	↓ BRO GO Não houve influência do gênero e idade	GC: 22±10 GS: 21±9 GO: 16±7
Latchman et al. 2011 <sup>29</sup>	EUA (Stamford)	18; 7-12 (9.1±1.9); 97.5±1.3 percentil	NR	NR	NR	19; 7-12 (9.2±1.4); 58.5±24.1 percentil	BE, S, RC, AE	BRO < GO e função parassimpática diminuída (6.7±1.1 x 8.2±1.1m <sup>2</sup> ) e simpática aumentada (11.9±5.6 x 8.2±4.7mmHg <sup>2</sup> )	GC: 15.2±4.7 GO: 9.2±2.7
Crisalli et al. 2012 <sup>28</sup>	EUA (Cincinnati)	NR	NR	36 (17-19); 7-13 (9.9±2.3); 1.3±1.1 z	SAOS grave	46 (26-20); 7-13 (10.3±2.3); 0.3±0.9	BE, PS, AE e AS	↑ BRO e ↓ VPA SAOS grave após cirurgia	NAVB
Fitzgibbon et al. 2012 <sup>16</sup>	Canadá (Ontário)	21 (11-10); 11-14 (12.5±0.9); 26.4±7.1	HAS	NR	NR	85 (56-29); 12.3±1.0; 19.8±3.6	BE, PS, AE	BRO, LF, HF, VIRR e potência total do IRR < GO LF/HF na variabilidade da PAS > obeso	GC: 15.1±6.8 GO: 10.5±6.8
Lucini et al. 2012 <sup>18</sup>	Itália (Milão)	NR	NR	11 meninos (10.7±0.3); 22.2±0.5	NR	94 meninos (11.2±1.1); 17.1±0.2	BE, PS, AE e AS	< BRO, > PAS e potência de LF na VPA GO	GC: 33 ± 3 GS: 19 ± 3
Calcaterra et al. 2013 <sup>26</sup>	Itália (Pavia)	133 (65-68); 11.5±3; 27±0.4	RI	NR	NR	168 (73-95); 11.5±2.5; 18.8±0.2	BE, PS e PO, RC e RE AE e AS	PS BRO < GO BRO ↑ GO e GC durante respiração lenta (6/min), BRO ↓ GO e GC PO BRO < no F Correlação negativa entre BRO e IMC para o grupo todo durante RE (-0.12) PAS inversamente correlacionada BRO no GO (-0.26)	NAVB
Walter et al. 2013 <sup>23</sup>	Austrália (Melbourne)	NR	NR	21 (13-8); 7-12 (9.3±1.7); 1.4±1.0 escore-z	SAOS grave	36 (18-18); 7-12 (9.6±1.7); 0.5±0.9 escore-z	BE, PS, AE	↑ BRO durante sono GC > potência em todas as sequências da VPA SAOS grave	NAVB

F, feminino; M, masculino; IMC, índice de massa corporal; BRO, barorreflexo; NR, não relatado; BE, barorreflexo espontâneo; PS, posição supina; PO, posição ortostática; AE, avaliação espectral; P2.5, percentil 2.5th; HAS, hipertensão arterial sistêmica; Pré-HAS, pré-hipertensão arterial sistêmica; AS, avaliação sequencial; GH, grupo hipertenso; GPH, grupo pré-hipertenso; VIRR, variância do intervalo RR; Índice  $\alpha$ , respectivo à análise espectral; a-slope, respectivo à análise sequencial; SAOS, Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono; GC, grupo controle; NAVB, não apresenta os valores brutos (somente gráficos); GO, grupo obeso; z, IMC pelo escore z; GS, grupo sobrepeso; VPA, variabilidade da pressão arterial; LF, banda de baixa frequência; HF, banda de alta frequência; IRR, intervalo RR; RC, respiração controlada; RE, respiração espontânea.

## 2.1.4 Discussão

### 2.1.4.1 Controle Barorreflexo e Obesidade Infantil

A obesidade infantil representa um importante fator de risco para o desenvolvimento de acometimentos cardiovasculares como, hipertensão arterial sistêmica (HAS), disfunção endotelial, cardiomiopatia hipertrófica ventricular, insuficiência cardíaca, síndrome da apnéia obstrutiva do sono (SAOS), entre outros <sup>(5,17,23)</sup>. O diagnóstico precoce de disfunções no comportamento hemodinâmico e no sistema nervoso autonômico facilita o planejamento de estratégias para prevenção/tratamento na infância e, assim, evita-se o postergamento de tais disfunções para a vida adulta <sup>(2,19,27,29)</sup>.

Em investigações envolvendo crianças normotensas obesas, com sobrepeso e eutróficas foram encontrados valores da SBR 25% <sup>(17)</sup> e 40% <sup>(29)</sup> mais baixos no grupo obeso comparado ao eutrófico, mas similares entre as crianças com sobrepeso e eutróficas <sup>(17)</sup>. Por sua vez, a função simpática apresentou-se 31% aumentada no grupo obeso ( $11.9 \pm 5.6 \times 8.2 \pm 4.7 \text{ mmHg}^2$ ) <sup>(29)</sup>. Quando o comportamento da SBR espontânea foi avaliado em repouso na posição supina em três momentos ao longo de 50 minutos, ela também se apresentou significativamente reduzida no grupo obeso e manteve-se estável entre os três períodos de registro, enquanto no grupo eutrófico, aumentou significativamente <sup>(30)</sup>, sendo esses menores valores da SBR nos obesos atribuídos a baixa aptidão cardiorrespiratória e ao baixo NAF <sup>(17,30)</sup>.

Correlações entre a SBR e o IMC de crianças obesas apresentaram associações negativas ( $r=-0,26$  e  $r=-0,51$ ) <sup>(17,21,30)</sup>. Salienta-se que no estudo de Dietrich *et al.* <sup>(21)</sup> essa correlação foi encontrada apenas na postura ortostática, posição em que ocorre uma compensação progressiva do tônus simpático. Portanto, estas crianças obesas se apresentaram mais vulneráveis aos prejuízos causados pela redução de adaptações cardiovasculares induzidas pelo remodelamento da dinâmica vascular ortostática <sup>(21)</sup>. Tanto as associações entre a SBR e IMC quanto a diferença da SBR entre os grupos permaneceram significativas após verificação da interferência das variáveis de confusão idade, sexo, maturação e valores pressóricos <sup>(17,21,29,30)</sup>, indicando redução na função cardíaca vagal, o que pode exercer um potencial risco cardiovascular futuro <sup>(21,30)</sup>.

A redução da SBR influenciada pela hiperatividade simpática e redução da atividade vagal sugere que estas crianças estão em risco de desenvolverem, não só a HAS, mas também outras consequências cardiovasculares adversas associadas à elevação da atividade simpática <sup>(29)</sup>. Além disso, o desequilíbrio hemodinâmico em decorrência de aspectos metabólicos ou

endoteliais, também pode levar a danos na parede vascular, como aumento do espessamento e redução da distensibilidade, reduzindo as aferências vagais arteriais e alterando os sinais periféricos de complacência dos vasos <sup>(5)</sup>. Entretanto, esta parece ser uma questão reversível quando existe redução do peso corporal e tecido adiposo, resultante de intervenções dietéticas de restrição energética e prática de exercícios físicos, concomitantemente à melhora da sensibilidade insulínica <sup>(33)</sup>. Quanto maior o tempo de exposição às condições de sobrepeso, maiores são as chances do remodelamento patológico de parâmetros hemodinâmicos como a PA e susceptibilidade a disfunções cardiovasculares com o avançar da vida <sup>(15)</sup>.

O aumento das concentrações plasmáticas de insulina durante a infância repercute negativamente na atividade nervosa simpática, por aumentar as eferências simpáticas periféricas, estimulando, entre outras, a elevação da liberação catecolaminérgica e atividade renal. Ambos diretamente associados ao desbalanço nervoso autonômico e consequente alteração da SBR <sup>(5)</sup>.

De modo sistêmico, a obesidade infantil e alteração da SBR levam ao aumento da espessura da parede das carótidas, em especial a camada íntima-média <sup>(34)</sup>, que através de um ciclo vicioso pode incidir sobre o aumento da PA <sup>(29)</sup>. Concomitantemente, o aumento da atividade da renina plasmática, já presente em condições de obesidade infantil, repercute negativamente na hiperatividade simpática e redução da SBR, principalmente quando associada a níveis elevados de angiotensina II e, evidentemente, insulina <sup>(30)</sup>. Além disso, o aumento da secreção de leptina do tecido adiposo e adipocitocinas pró-inflamatórias, seguida da redução das anti-inflamatórias afetam ainda mais a função autonômica, retroalimentando sistemicamente a dessensibilização do controle quimiorreflexo, atividade dos barorreceptores e alteração dos sistemas relacionados ao comportamento cardiovascular <sup>(35)</sup>.

Conclui-se que a obesidade instalada em períodos precoces da vida altera gradualmente o comportamento fisiológico dos sistemas, cuja reorganização biológica se faz progressivamente com intuito de remodelar toda a carga negativa instaurada, principalmente pelo comprometimento neuro-humoral e inflamatório, repercutindo patologicamente no comportamento autonômico e cardiometabólico.

#### 2.4.1.2 Controle Barorreflexo e Comorbidades

##### 2.4.2.1.1 Controle Barorreflexo em Crianças Obesas e Hipertensão Arterial

O aumento do peso corporal em crianças está associado ao aumento da PA, o que a longo prazo pode alterar a saúde cardiovascular do indivíduo durante a fase adulta, como o desenvolvimento de HAS <sup>(29)</sup>.

Crianças e pré-adolescentes com sobrepeso ou obesidade e alteração da PA para valores mais elevados, ou caracterizadas como hipertensas apresentaram controle barorreflexo entre 30% e 50% menores do que crianças eutróficas <sup>(16,18,19)</sup>. O mesmo ocorreu com a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) na banda de alta frequência (HF) que apresentou valores de 20% a 50% menores <sup>(19)</sup> e para a variabilidade do intervalo RR (VIRR) valores de 43% a 50% menores <sup>(16,19)</sup>. Ainda, como esperado, a razão LF/HF (razão entre os valores da banda de baixa frequência e valores da banda de alta frequência), aspecto relacionado ao controle simpato vagal, foi maior no grupo obeso <sup>(16,19)</sup>.

Estes estudos buscaram investigar a influência da HAS na resposta barorreflexa de crianças obesas com valores de PA alterados, sendo elas classificadas como hipertensas ou não. Todos encontraram valores diminuídos na SBR das crianças com pré-hipertensão e hipertensão, quando comparadas ao grupo controle, seja pela análise espectral ou sequencial. Se somarmos tais resultados aos de Krntorádová *et al.* <sup>(36)</sup>, cujos resultados demonstraram redução de aproximadamente 30% da SBR em adolescentes hipertensos comparados a normotensos, teremos uma tendência de diminuição da SBR em jovens com PA elevada ou hipertensos, representada por uma larga faixa etária (9 a 16 anos). É importante ressaltar que os menores valores da VIRR e HF, assim como maiores valores de LF/HF sugerem comprometimento precoce da modulação vagal do nodo sinoatrial e chama a atenção para uma possível predominância vasomotora simpática associada ao progressivo ganho de peso <sup>(16,19)</sup>.

Apesar dos estudos supracitados não terem como foco a influência da obesidade no controle barorreflexo, os valores médios de IMC para os grupos com hipertensão e PA elevada os classificam como sobrepeso ou obesidade. Corroborando com o exposto, Krntorádová *et al.* <sup>(35)</sup> demonstraram que a diminuição na SBR e aumento no IMC são preditores independentes de risco aumentado para o desenvolvimento de HAS. A diminuição da SBR continuou sendo observada após o controle das variáveis de confusão IMC, idade, sexo e maturação, porém, Dietrich *et al.* <sup>(21)</sup> destacam a importância de levar em consideração

tais variáveis quando se estuda crianças, devido suas possíveis influências no controle autonômico.

Fitzgibbon *et al.* <sup>(16)</sup> estudando crianças não classificadas clinicamente como hipertensas ou pré-hipertensas, mas portadoras de níveis pressóricos mais elevados, verificaram alteração na função autonômica e tais resultados se assemelham aos de estudos que utilizaram pontos de corte mais elevados para HAS <sup>(19,36)</sup>. Tendo em vista essa possibilidade, sugere-se que danos na função autonômica iniciariam antes da criança ser clinicamente classificada como hipertensa, sendo aconselhável, portanto, mapeá-la tão logo a PA mostre-se alterada <sup>(16,19)</sup>. Os resultados de Honzík *et al.* <sup>(34)</sup>, corroboraram com tal premissa quando, ao avaliarem crianças, adolescentes e adultos jovens, com HAS do jaleco branco, verificaram valores da SBR, 35% mais baixos do que o grupo controle.

Portanto, valores ponderais mais altos durante fases iniciais da vida, apresentam relação direta com a diminuição da SBR, que por sua vez influencia diretamente no aumento da PA, cuja magnitude de dessensibilização tende a ser proporcionalmente mais alta conforme o grau de elevação da PA <sup>(36)</sup>. Estudos que encontraram redução da SBR em crianças pré-hipertensivas, aumento da LF na variabilidade da pressão arterial sistólica (PAS), que também atingem crianças afetadas precocemente por diabetes tipo 1 e crianças obesas sedentárias, foram citados nesta revisão <sup>(17,19,20,29)</sup>. Isso demonstra, que desordens metabólicas, principalmente associadas com desequilíbrio hormonal, interferem diretamente na desregulação autonômica e comprometimento da PA.

#### 2.4.2.2 Controle Barorreflexo em crianças obesas com apneia do sono

Como pode ser verificado na TABELA 1, as crianças com SAOS tendem a apresentar IMC elevado, com pontos de corte que as classificam com sobrepeso ou obesidade <sup>(23-26,28)</sup>.

Crianças com SAOS possuem a PA diurna e noturna elevadas, remodelação do ventrículo esquerdo, VFC alterada e aumento da atividade simpática <sup>(23,25,37,38)</sup>. Durante o dia, a avaliação do controle cardiovascular autonômico de crianças com SAOS, revelaram menor SBR na posição supina e manutenção dos valores durante o estresse ortostático, mesmo após controle da influência do IMC <sup>(24)</sup>.

Em medidas da SBR realizadas durante a noite, aumentos significativos ocorreram no grupo controle e com SAOS moderada <sup>(25)</sup>, enquanto permaneceram relativamente constantes em grupos com diversos graus de SAOS <sup>(23)</sup>. Idade e IMC não foram determinantes

significativos da SBR durante o sono total ou em qualquer estágio do sono <sup>(23,25)</sup>, corroborando com outras investigações <sup>(24,26,28)</sup>.

O aumento da SBR durante o sono indica uma mudança no controle autonômico cardiovascular em direção ao domínio parassimpático. A fonte de aumento da SBR em pessoas saudáveis se deve a uma boa resposta da FC para mudanças na PA, fato que não ocorreu com os grupos com SAOS moderada e grave. Estes grupos apresentaram maior variabilidade da PA durante a noite e diminuição no ganho barorreflexo <sup>(23,25)</sup>.

Melhoras da SBR e diminuição da variabilidade da PA foram encontradas em crianças submetidas a cirurgia para remoção da adenóide e amígdalas <sup>(28)</sup>. Embora a SBR tenha melhorado, os valores não se normalizaram quando comparados ao grupo eutrófico. As análises foram realizadas após ajustes para fatores de confusão como idade e IMC, assim, o efeito da cirurgia na SBR pôde ser avaliado independente da influência de tais fatores. A SAOS parece desempenhar um papel causal no desenvolvimento da disfunção do barorreflexo em crianças obesas <sup>(28)</sup>.

A observação de que crianças com SAOS tiveram variabilidade da PA aumentada, está de acordo com a SBR diminuída. Como a resposta do barorreflexo às mudanças da PA é inibida, alterações reflexas da FC, contratilidade cardíaca, RPT e retorno venoso podem estar menores, diminuindo o controle da PA e aumentando a sua variabilidade <sup>(23)</sup>.

A gravidade da SAOS teve efeito significativo na variabilidade da PA. Os valores elevados de LF na variabilidade da PA indicam maior modulação vasomotora simpática da PA, assim como a menor razão LF/HF sugere redução do balanço simpato vagal <sup>(23,25)</sup>.

A literatura relacionada à SBR e SAOS em crianças, é mais preponderante em crianças com alterações em aspectos anatômicos do trato respiratório superior, o que limita a discussão e entendimento das variáveis quando relacionadas a obesidade infantil <sup>(23-25,28)</sup>.

Contudo, Calcaterra *et al.* <sup>(26)</sup>, avaliaram o efeito da utilização terapêutica de respirações profundas sobre a SBR de crianças obesas insulinoresistentes, apresentando perfil dislipidêmico, alteração pressórica sistólica e baixo NAF. A respiração longa e profunda foi capaz de atenuar o comprometimento da SBR nas crianças obesas com SAOS. Isto indica que, apesar dos baixos valores de controle barorreflexo de repouso, a regulação cardiovascular ainda está preservada e operativa nesse grupo quando exposta a situações estimulatórias vagais, como é o caso de manobras que utilizam o efeito relaxante e quimiorreflexo desse tipo de manobra respiratória para contrabalancear a hiperatividade simpática ocasionada pelo aumento da espessura vascular carotídea e aórtica, aumento dos níveis de insulina plasmática, leptina, angiotensina II, entre outros <sup>(39)</sup>.

Os achados mostram-se clinicamente importantes, pois reforçam que embora o comprometimento metabólico seja um potencial agente de redução da SBR em crianças obesas, as estratégias comportamentais de tratamento, cujo objetivo esteja atrelado a redução da hiperatividade simpática, podem ter resultado direto ao menos na atenuação do comprometimento autonômico.

Assim, medidas terapêuticas cujo desfecho se aproxime de condições de relaxamento e diminuição do estresse do dia-a-dia (i.e: técnicas de relaxamento, prática de exercício físico, lazer e brincadeiras) talvez possam ser utilizadas em prol da melhora da SBR e, conseqüentemente, de variáveis cardiovasculares.

#### *2.4.2.3 Controle Barorreflexo e maturação, idade e sexo*

Uma das possíveis variáveis intervenientes na precocidade da redução da SBR em crianças obesas é a interferência dos aspectos relacionados ao crescimento e desenvolvimento fisiológico como hormônios e fatores de crescimento celular, idade e sexo <sup>(16,17)</sup>. Por conta disso e variáveis obesogênicas, a SBR apresenta-se cada vez mais precocemente alterada <sup>(16-19,21,27)</sup> o que reforça a relevância de se rastrear medidas de avaliação do controle barorreflexo em faixas etárias menores.

Investigações que verificaram possíveis influências do sexo, idade, maturação, estado nutricional, NAF e postura (supina e ortostática) na SBR de crianças e pré-adolescentes com sobrepeso e obesos, verificaram correlação significativamente negativa entre idade e SBR na posição ortostática ( $r=-0.13$ ) <sup>(21)</sup> sem associações significativas com o estágio maturacional <sup>(21)</sup>. Ainda, meninas apresentaram a SBR significativamente mais baixa na posição supina e ortostática <sup>(21,26)</sup>, mesmo quando controlada a variável de confusão sexo <sup>(21)</sup>.

A diferença entre sexos se deu independente da idade, estágio maturacional, IMC e NAF <sup>(21)</sup>, ao contrário de outras investigações <sup>(40,41)</sup> que não encontraram diferenças entre sexos para a SBR de crianças, pré-adolescentes, adolescentes e adultos jovens, todos eutróficos. Há uma relação entre a diminuição da SBR com o aumento da idade em adultos, principalmente quando associada a obesidade <sup>(14,15)</sup>, fato confirmado pela associação negativa entre a SBR e idade <sup>(21)</sup>. Destaca-se, entretanto, que não há grandes mudanças na SBR do meio da infância para a fase adulto jovem <sup>(42,43)</sup>, embora uma redução significativa foi encontrada entre a puberdade precoce e a pós-puberdade para meninos não obesos <sup>(22)</sup> e aumentos significativos foram encontrados entre a infância e a pós-adolescência em crianças eutróficas <sup>(41)</sup>. A correlação negativa encontrada entre idade e SBR, somente na posição

ortostática, pode ser parcialmente explicada pelos aumentos de estatura e peso, dado que tais aumentos estariam associados à reações simpáticas mais fortes e, por conseguinte, SBR reduzida durante o estresse ortostático, comparado à posição supina <sup>(21)</sup>. Fato este confirmado pelas correlações encontradas entre SBR com a massa corporal e com a estatura em estudo que avaliou a SBR em diferentes estágios de maturação sexual em crianças e adolescentes <sup>(22)</sup>. Parece não haver diferença entre os sexos para adaptação autonômica entre a posição supina e ortostática <sup>(21)</sup>.

Diante do exposto, embora tais fatores possam exercer influência sobre variáveis hemodinâmicas e autonômicas, de uma maneira geral, quando ajustadas a variáveis metabólicas e hormonais, ao menos em períodos pré-púberes, eles não parecem ser os principais moduladores da dessensibilização do controle barorreflexo durante a infância, o que demonstra que a resposta, ao menos cardiovascular, em idades mais precoces, tem uma maior associação com o comportamento metabólico da criança, o que sustenta ainda mais o cuidado com variáveis comportamentais relacionadas a hábitos de vida saudável, como os hábitos alimentares e a prática regular de atividade física (AF).

#### 2.4.2.4 Controle Barorreflexo, exercício e Nível de Atividade Física (NAF)

Crianças devem realizar, pelo menos, 60 minutos de AF com intensidade moderada vigorosa na maior parte dos dias da semana para a promoção da saúde <sup>(45)</sup>. A prática regular de AF implica na melhora imediata e em longo prazo de variáveis relacionadas a saúde como manutenção/redução do peso corporal, melhora da atividade metabólica e utilização de substratos energéticos, melhora da sensibilidade autonômica, além da geração de adaptações cardiovasculares positivas que impactam diretamente a redução do risco de desenvolvimento de doenças cardiometabólicas <sup>(5)</sup>.

Dipla *et al.* <sup>(27)</sup> investigaram os efeitos agudos do exercício isométrico de preensão manual (HG) e sua recuperação nas respostas hemodinâmicas, incluindo a SBR, assim como a resposta da PA média induzida pelo metaborreflexo muscular, a partir do método de oclusão. Um grupo de crianças obesas foi comparado ao de crianças eutróficas. Em repouso, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos na SBR, FC e PA. Durante o HG, a SBR do grupo eutrófico declinou significativamente em relação aos valores de repouso e no grupo obeso permaneceu próxima aos valores de repouso. No pós-exercício, a SBR no grupo obeso não retornou aos valores de repouso e correlacionou-se positivamente com o IMC ( $r=0.56$ ,  $p<0.05$ ).

Os valores de aumentos da PA induzidos pelo metaborreflexo foram semelhantes entre os grupos, mas explicados por diferentes mecanismos <sup>(27)</sup>. Nas crianças eutróficas, aumentos da PA durante o exercício se deram, principalmente, como resultado do aumento da FC e vasoconstrição (RPT), enquanto nas crianças obesas foram menos dependentes da FC e mais do volume de ejeção. Tais fatos, associados aos demais resultados revelam sinais de distúrbios no controle hemodinâmico e SBR prejudicada durante o exercício e recuperação do grupo obeso, e parecem ser indícios do início de danos no sistema nervoso autônomo e/ou diferenças no metabolismo muscular, que são evidentes antes de alterações observadas em repouso e que podem ser levadas para a vida adulta <sup>(27)</sup>.

A SBR de crianças com sobrepeso, mas fisicamente ativas, foi comparada à de crianças eutróficas com o mesmo NAF e submetidas à mesma rotina de treinamento <sup>(18)</sup>. Valores da SBR foram cerca de 40% menores, a VIRR em torno de 10% mais baixa e LF na variabilidade da PAS aproximadamente 35% maiores no grupo com sobrepeso.

Sobre os resultados dos estudos acima, relacionados ao NAF e ao exercício <sup>(18,27)</sup>, o volume e a intensidade da AF praticada não foram moduladores positivos do controle autonômico, ao menos entre as especificidades da população estudada <sup>(18)</sup>. Contudo, o NAF não deve ser desconsiderado quando se avalia a SBR em crianças dada a correlação positiva entre NAF e SBR encontrada durante estresse ortostático por Dietrich *et al.* <sup>(21)</sup>. Além disso, Latchman *et al.* <sup>(29)</sup>, encontraram a SBR 40% menor, a LF na variabilidade PAS 31% maior e a razão LF/HF 55% maior em um grupo de crianças obesas comparado a um grupo eutrófico com o mesmo NAF, o que confirma interferência negativa da gordura corporal no controle autonômico de crianças obesas <sup>(29)</sup>.

Os achados de Lucini *et al.* <sup>(18)</sup> apontam que jovens com sobrepeso que praticam a modalidade esportiva futebol, expostos a uma rotina de treinamento relativamente alta, já demonstram alteração no perfil regulatório autonômico cardiovascular, o que contraria a hipótese dos efeitos hipotensores causados pelo treinamento aeróbio, já conhecidos em adultos <sup>(44)</sup>. Resultados semelhantes foram encontrados por outros estudos <sup>(17,19,20,29)</sup>.

A presença de alteração autonômica na obesidade infantil é explicada por alguns elementos funcionais, tais como, inflamação e desbalanço entre adipocitocinas pró e anti-inflamatórias, disfunções hormonais sinalizatórias e secretórias, tanto centrais quanto periféricas, função endotelial prejudicada, entre outros. A prática de exercícios físicos pode auxiliar de maneira indireta na atenuação dos efeitos deletérios da obesidade no comportamento metabólico e sensibilidade autonômica, atuando como uma das principais

ferramentas não medicamentosas na prevenção e atenuação dos efeitos lesivos do excesso de peso e gordura corporal <sup>(2,5)</sup>.

Neste contexto de excesso de peso ponderal em idades precoces da vida, mesmo ao se praticar AF regular, nota-se que aspectos relacionados a alterações autonômicas já podem ser presentes, sugerindo que a origem das alterações autonômicas nesta idade é complexa e multifatorial. É importante ressaltar que a prática de AF regular é capaz de atenuar esse desbalanço autonômico, principalmente por auxiliar na diminuição da atividade nervosa simpática <sup>(5)</sup>.

## **2.5 Conclusões**

Ao considerar alterações autonômicas como precursores de risco cardiovascular aumentado, estudos com crianças fornecem oportunidade para investigar o início de um histórico ao longo da vida de alterações na regulação autonômica cardiovascular, cujos desfechos de morbimortalidade podem ser potencialmente aumentados por conta de um aumento/diminuição da expressão de proteínas e alteração da programação metabólica ao longo da vida, potencializando o efeito deletério de patologias na vida adulta <sup>(2)</sup>.

Os estudos revisados apontam que medidas de prevenção, tratamento ou atenuação devem ser implementadas ainda durante a infância, visto que o excesso de peso corporal e adiposidade, mediados pelo desequilíbrio metabólico e hormonal, são capazes de influenciar na diminuição do balanço autonômico da criança obesa e contribuir para o potencial aumento de disfunções cardiovasculares, que de modo sistêmico contribuem para a perda da capacidade do controle barorreflexo, cujos desdobramentos podem comprometer ainda mais precocemente a sinalização nervosa aferente e eferente e, de fato, aumentar as chances de morbimortalidade cardiometabólica da criança obesa.

## REFERÊNCIAS

- 1 Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood obesity: Causes, Consequences, and Management. *Pediatr Clin North Am.* 2015;62(4):821-40.
- 2 Paes ST, Gonçalves CF, Terra MM, Fontoura TS, Guerra MO, Peters VM et al. Childhood obesity: a (re) programming disease? *J Dev Orig Health Dis.* 2015;26:1-6.
- 3 Owens S. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *American Journal of Lifestyle Medicine.* 2013;7(5):315-23.
- 4 Owens S., Riley Galloway. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *Curr Atheroscler Rep.* 2014;16:436.
- 5 Paes ST, Marins JC, Andreazzi AE. Metabolic effects of exercise on childhood obesity: a current view. *Rev Paul Pediatr.* 2015;33(1):122-129.
- 6 Kavey RE. Combined dyslipidemia in childhood. *J Clin Lipidol.* 2015 Sep-Oct;9(5 Suppl):S41-56.
- 7 Bruyndonckx L, Hoymans VY, Lemmens K, Ramet J, Vrints CJ. Childhood obesity-related endothelial dysfunction: an update on pathophysiological mechanisms and diagnostic advancements. *Pediatr Res.* 2016 Feb 11. doi: 10.1038/pr.2016.22.
- 8 Kelly RK, Magnussen CG, Sabin MA, Cheung M, Juonala M. Development of hypertension in overweight adolescents: a review. *Adolesc Health Med Ther.* 2015; 21;6:171-87.
- 9 Kavey RE. Combined dyslipidemia in childhood. *J Clin Lipidol.* 2015 Sep-Oct;9(5 Suppl):S41-56.
- 10 Pires A, Castela E, Sena C, Seça R. Obesity: Paradigm of Endothelial Dysfunction in Paediatric Age Groups. *Acta Med Port.* 2015 Mar-Apr;28(2):233-9.
- 11 Lohmeier TE, Iliescu R. The baroreflex as a long-term controller of arterial pressure. *Physiology (Bethesda).* 2015;30(2):148-58.
- 12 Lohmeier TE, Iliescu R. Chronic activation of the baroreflex and the promise for hypertension therapy. *Handb Clin Neurol.* 2013;117:395-406.

13 Fadel PJ. Reflex control of the circulation during exercise. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25 Suppl 4:74-82.

14 Skrapari I, Tentolouris N, Katsilambros N. Baroreflex function: determinants in healthy subjects and disturbances in diabetes, obesity and metabolic syndrome. *Curr Diabetes Rev*. 2006 Aug;2(3):329-38.

15 Thorp AA, Schlaich MP. Relevance of Sympathetic Nervous System Activation in Obesity and Metabolic Syndrome. *J Diabetes Res*. 2015;2015:341583.

16 Fitzgibbon LK, Coverdale NS, Phillips AA, Shoemaker JK, Klentrou P et al.. The association between baroreflex sensitivity and blood pressure in children. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37: 301-307.

17 Dangardt F, Volkman R, Chen Y, Osika W, Marild S, Friberg P. Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2011; 31: 108-113.

18 Lucini D, Giacomini G de, Tosi F, Malacarne M, Respizzi S, Pagani M. Altered cardiovascular autonomic regulation in overweight children engaged in regular physical activity. *Heart*. 2012; 00: 1-6.

19 Genovesi S, Pieruzzi F, Giussani M, Tono V, Stella A et al.. Analysis of Heart Period and Arterial Pressure Variability in Childhood Hypertension: Key Role of Baroreflex Impairment. *Hypertension*. 2008; 51:1289 - 1294.

20 Lucini D, Zuccotti G, Malacarne M, Scaramuzza A, Riboni S, Palombo C, Pagani M. Early Progression of the Autonomic Dysfunction Observed in Pediatric Type 1 Diabetes Mellitus. *Hypertension*. 2009; 54: 987 - 994.

21 Dietrich A, Riese H, van Roon AM, van Engelen K, Ormel J et al.. Spontaneous baroreflex sensitivity in (pre)adolescents. *J Hypertens*. 2006; 24: 345 - 352.

22 Chirico D, Liu J, Klentrou P, Shoemaker JK, O'Leary DD. The Effects of Sex and Pubertal Maturation on Cardiovascular Baroreflex Sensitivity. *J Pediatr*. 2015; 167: 1067 - 73.

23 Walter LM, Yiallourou SR, Vlahandonis A, Sands SA, Johnson CA et al.. Impaired blood pressure control in children with obstructive sleep apnea. *Sleep Medicine*. 2013; 14: 858 - 866.

24 Chaicharn J, Lin Zheng, Chen ML, Ward SLD, Keens T. Model-Based Assessment of Cardiovascular Autonomic Control in Children with Obstructive Sleep Apnea. *Sleep*. 2009; 32(7): 927 - 938.

25 McConnell K, Somers VK, Kimball T, Daniels S, VanDyke R et al. Baroreflex Gain in Children with Obstructive Sleep Apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2009; 180: 42 - 48.

26 Calcaterra V, Vandoni M, Debarbieri G, Larizza D, Albertini R et al. Deep breathing improves blunted baroreflex sensitivity in obese children and adolescents with insulin resistance. *Int J Cardiol*. 2013 Sep 30; 168(2): 1614-1615.

27 Dipla K, Zafeiridis A, Koidou I, Geladas N, Vrabas IS. Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2010; 299: 2090-2096.

28 Crisalli JA, McConnell K, VanDyke RD, Fenchel MC, Somers VK et al. Baroreflex sensitivity after adenotonsillectomy in children with obstructive sleep apnea during wakefulness and sleep. *Sleep*. 2012;35(10):1335-1343.

29 Latchman PL, Mathur M, Bartels N, Axtell RS, Meersman RE. Impaired autonomic function in normotensive obese children. *Clin Auton Res*. 2011; 21:319-323.

30 Lazarova Z, Tonhajzerova I, Trunkvalterova Z, Brozmanova A, Honzíkova N et al. Baroreflex sensitivity is reduced in obese normotensive children and adolescents. *Can J Physiol Pharmacol*. 2009; 87:565-571.

31 Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Ann Intern Med*. 2009;151:W-65-W-94.

32 Wirix AJG, Kaspers PJ, Nauta J, Chinapaw MJM, Kist-van Holthe JE. Pathophysiology of hypertension in obese children: a systematic Review. *Obesity Reviews*. 2015; 16:831-842.

33 de Jonge L, Moreira EA, Martin CK, Ravussin E. Impact of 6-month caloric restriction on autonomic nervous system activity in healthy, overweight, individuals. *Obesity (Silver Spring)*. 2010;18(2):414-6.

34 Honzíkova N, Nováková Z, Závodná E, Paděrová J, Lokaj P, Fiser B, et al. Baroreflex sensitivity in children, adolescents, and young adults with essential and white-coat hypertension. *Klin Padiatr*. 2006; 218(4): 237–242.

- 35 Kaufman CL, Kaiser DR, Steinberger J, Kelly AS, Dengel DR. Relationships of cardiac autonomic function with metabolic abnormalities in childhood obesity. *Obesity (Silver Spring)*. 2007;15(5):1164-71.
- 36 Krontorádová K, Honzíkova N, Fiser B, Nováková Z, Závodná E et al. Overweight and decreased baroreflex sensitivity as independent risk factors for hypertension in children, adolescents, and young adults. *Physiol Res*. 2008; 57(3): 385–391.
- 37 Marcus CL. Sleep-disordered breathing in children. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;164:16-30.
- 38 O'Brien LM, Gozal D. Autonomic dysfunction in children with sleep-disordered breathing. *Sleep*. 2005;28:747-52.
- 39 Caples SM, Gami AS, Somers VK. Obstructive sleep apnea. *Ann Intern Med*. 2005;142:187-97.
- 40 Zavadna E, Honzikova N, Hrstkova, Novakova Z, Moudr J, Jira M. Can we detect the development of baroreflex sensitivity in humans between 11 and 20 years of age? *Can J Physiol Pharmacol* 84(12) 2006.
- 41 Lenard Z, Stundiger P, Mersich B, Kocsis L, Kollai M. Maturation of cardiovagal autonomic function from childhood to young adult age. *Circulation*. 2004;110:2307-2312.
- 42 Rudiger H, Bald M. Spontaneous baroreflex sensitivity in children and young adults calculated in the time and frequency domain. *Auton Neurosci*. 2001; 93:71–78.
- 43 Allen MT, Matthews KA, Kenyon KL. The relationships of resting baroreflex sensitivity, heart rate variability and measures of impulse control in children and adolescents. *Int J Psychophysiol*, 2000; 37:185-194.
- 44 Lucini D, Pagani M. Exercise: should it matter to internal medicine? *Eur J Intern Med*. 2011;22:363-70.
- 45 WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health. In: Organization WH, editor. Geneva: WHO Press; 2010.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Artigo original: Sensibilidade barorreflexa e variáveis hemodinâmicas em crianças obesas normotensas

##### RESUMO

**Introdução:** A obesidade atinge crianças cada vez mais novas, podendo associar-se ao aumento da pressão arterial (PA). A sensibilidade barorreflexa (SBR) é o principal mecanismo de controle da PA em curto prazo e pode estar diminuída em crianças obesas.

**Objetivo:** Comparar a SBR espontânea e variáveis hemodinâmicas (VH) de crianças normotensas obesas e eutróficas. **Métodos:** A amostra de crianças com idade entre 6 e 9 anos foi dividida em dois grupos: obesos ( $IMC-z > 2$ ;  $n=16$ ) e eutróficos ( $IMC-z \geq -2$  e  $\leq 1$ ;  $n=15$ ). Um registro de 5 minutos da PA batimento a batimento (Finometer) e do eletrocardiograma (Biopac) foram utilizados para cálculo da SBR (método sequencial) e das VH. Todas as medidas foram registradas espontaneamente após 10 minutos de repouso na posição supina.

**Resultados:** A SBR ( $p=0,28$ ) e o índice de efetividade do barorreflexo ( $p=0,44$ ) não foram significativamente diferentes entre os grupos. O grupo obeso apresentou valores significativamente maiores do que o grupo eutrófico para a pressão arterial sistólica ( $105,38 \pm 5,96$  e  $95,33 \pm 5,62$ ;  $p < 0,05$ ), pressão arterial diastólica ( $65,56 \pm 7,26$  e  $57,33 \pm 5,62$ ;  $p < 0,05$ ) e débito cardíaco ( $1,54 \pm 0,26$  e  $1,34 \pm 0,21$ ;  $p < 0,05$ ). A frequência cardíaca, embora não tenha atingido a significância, também foi maior no grupo obeso ( $p=0,14$ ). Correlações negativas foram encontradas entre a pressão arterial sistólica e a SBR ( $r=-0,52$ ,  $p=0,03$ ) no grupo obeso e entre FC e SBR no grupo obeso ( $r=-0,67$ ,  $p=0,004$ ) e eutrófico ( $r=-0,62$ ,  $p=0,013$ ). **Conclusão:** A SBR não se encontra alterada devido à influência da obesidade no grupo estudado, porém, valores elevados da PA, DC e FC sugerem alteração da função simpática no grupo obeso. Parece que os danos na PA, ocasionados pela obesidade, precedem a debilidade do barorreflexo.

##### 3.1.1 Introdução

A obesidade infantil é uma condição complexa e multifatorial, dentre os quais se destacam a genética, a ingestão inadequada de alimentos, o baixo nível de atividade física, a influência de fatores ambientais e sociais<sup>(1-3)</sup>. Sua prevalência mundial vem aumentando,

principalmente nos países em desenvolvimento, que atingem taxas de crescimento 30% maiores do que países desenvolvidos <sup>(3)</sup>, embora nos EUA mais de 30% da população adulta e, aproximadamente, 17% da população infantil estejam obesas <sup>(4)</sup>. No Brasil, estudo de prevalência de sobrepeso e obesidade com crianças entre 7 e 10 anos apresentou taxas de 26,7% para meninos e 34,6% para meninas <sup>(5)</sup>. A obesidade durante a infância está associada ao surgimento de hipertensão arterial sistêmica (HAS), cardiopatias, resistência insulínica, dislipidemias, diabetes *mellitus* tipo 2, o que aumenta o risco de mortes por eventos cardiovasculares <sup>(6,7)</sup>.

Crianças e adolescentes obesos ou com sobrepeso já apresentam o controle autonômico cardíaco alterado <sup>(8,9)</sup>, caracterizado por maior modulação simpática e menor ativação vagal <sup>(9-13)</sup>. Como consequência, ocorrem alterações da pressão arterial (PA) e nos diferentes sistemas efetores periféricos que ajudam na sua manutenção dentro de pequenas variações, dentre eles a frequência cardíaca (FC), o débito cardíaco (DC) e a resistência periférica total (RPT) <sup>(10,12,14)</sup>. Tendo em vista que os danos da função autonômica se iniciam antes da criança se tornar hipertensa <sup>(11,13)</sup> e que valores elevados de PA durante a infância aumentam o risco de desenvolvimento de HAS na vida adulta <sup>(15)</sup>, o conhecimento precoce destas alterações torna-se imperativo.

O ganho barorreflexo ou sensibilidade barorreflexa (SBR) é uma medida sensitiva integrada à modulação autonômica cardiovascular simpática e parassimpática e diretamente relacionada à manutenção da PA <sup>(16)</sup>. Através da ativação dos barorreceptores, ocorrem alterações na FC ocasionadas pelas flutuações da PA <sup>(12,14)</sup>. A redução da SBR está relacionada com a diminuição da atividade vagal e aumento da atividade simpática e tem se mostrado como um valioso preditor de morbidade e mortalidade cardiovascular em uma variedade de doenças associadas com a insuficiência autonômica (ex; infarto do miocárdio e diabetes *mellitus*) <sup>(17-19)</sup>. Baixo valor de SBR na infância e adolescência é fator de risco independente para desenvolvimento da HAS em adultos <sup>(20)</sup>. Ainda, a diminuição da SBR associada ao índice de massa corporal (IMC) elevado foi considerada fatores de risco independentes para desenvolvimento de HAS em adolescentes (11 a 21 anos) com sobrepeso <sup>(21)</sup>.

A atenuação da SBR em adultos é encontrada em condições de obesidade <sup>(22)</sup> e já está presente em crianças normotensas com sobrepeso e obesidade <sup>(12,14,23-26)</sup>. Tais estudos investigaram adolescentes, pré-adolescentes e crianças com média de idade próxima aos 10 anos. Tendo em vista que a obesidade vem atingindo crianças cada vez mais novas <sup>(3,27)</sup> e que a SBR pode ser utilizada como uma ferramenta prognóstica para detectar disfunções

autonômicas subclínicas precoces, principalmente em populações de alto risco como os obesos<sup>(14)</sup>, tornam-se relevantes investigações que busquem elucidar as possíveis alterações na SBR de crianças obesas entre 6 e 9 anos de idade.

Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar a SBR espontânea e variáveis hemodinâmicas de crianças obesas e eutróficas, ambas normotensas, tendo como hipótese que a SBR e as outras variáveis hemodinâmicas estariam debilitadas no grupo obeso, quando comparadas ao grupo eutrófico.

### **3.1.2 Métodos**

#### **3.1.2.1 Amostra**

Trata-se de uma investigação com desenho transversal. Ambos os grupos foram recrutados no Colégio de Aplicação João XXIII da cidade de Juiz de Fora/MG (APÊNDICE A). Na primeira fase do estudo, executada no colégio, 144 crianças com idade entre 6 e 9 anos passaram por uma avaliação antropométrica que incluiu medida do peso, altura, circunferências de cintura, abdome e quadril. Também se avaliou a PA auscultatória de acordo com as recomendações da V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão<sup>(28)</sup>. Foram considerados normotensos os indivíduos que apresentaram PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) inferiores ao percentil 90 para a idade e sexo<sup>(28)</sup>, desde que inferior a 120 e 80 mmHg para a PAS e PAD, respectivamente. A partir dos resultados da primeira fase, as crianças que atenderam aos critérios de inclusão foram convidadas a participar da segunda fase do estudo (APÊNDICES B, C e D). Formou-se um grupo com 16 crianças obesas e um com 15 crianças eutróficas.

Explicações sobre os objetivos e procedimentos do estudo foram dadas às crianças e seus responsáveis antes da assinatura do Termo de Assentimento (APÊNDICE E) e do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE F) pelas crianças e responsáveis, respectivamente. O estudo foi aprovado (ANEXOS G e H) pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF), sob o número 49932315.7.0000.5133 e da Câmara Departamento de Pediatria (ANEXO B).

Para inclusão no estudo todas as crianças deveriam ter: entre 6 e 9 anos; serem normotensas; terem o estado nutricional classificado como eutrófico ou obeso; sem patologias que prejudicassem os movimentos; sem problemas psicomotores; não podiam estar em

restrição alimentar; e não podiam apresentar diagnóstico clínico de doenças cardiovasculares ou metabólicas, exceto a obesidade.

### 3.1.2.2 Medidas antropométricas, comportamento ativo e sedentário

A massa corporal e estatura foram mensuradas por meio de uma balança digital com estadiômetro acoplado (P150C, Líder<sup>®</sup>). As circunferências de cintura, abdome e quadril foram medidas por uma trena inextensível (Sanny<sup>®</sup>). A classificação do estado nutricional foi feita através do programa WHO *AnthroPlus*, 2007 versão 1.0.4, da Organização Mundial de Saúde, que determina os percentis e escores z para o IMC levando em consideração idade e sexo. A eutrofia foi identificada entre os escores  $z \geq -2$  e  $\leq 1$ , a obesidade acima do escore  $z \geq 2$  (29).

Dados sobre o comportamento ativo e sedentário das crianças foram obtidos por meio do questionário de atividade física (ANEXO C), que forneceu informações sobre a forma de deslocamento da criança para a escola (carro, ônibus, bicicleta, caminhada); o tempo de tela diário (tempo destinado à TV, videogame e computador); a participação em atividades esportivas supervisionadas; e o tempo de brincadeiras ativas durante o dia (jogar futebol, correr, dançar, nadar, andar de bicicleta, etc.) (30-32).

### 3.1.2.3 Aquisição dos dados

As crianças foram orientadas a não se mover ou falar durante a aquisição dos dados. O intervalo de pulso (IP) e a PA foram registrados de forma contínua, batimento a batimento, pela técnica de fotopletismografia (Finometer<sup>®</sup> PRO, FMS, Finapres Medical System BV, Holanda). Além disso, três eletrodos cutâneos foram posicionados no tórax da criança para registro do eletrocardiograma (ECG) (Biopac MP 150, Biopac Systems, Inc, USA).

As medidas de FC, volume sistólico (VS), DC e RPT foram obtidas a partir dos dispositivos acima.

A PA auscultatória foi medida após os 10 minutos de registro da PA batimento a batimento e ECG, com a criança ainda em repouso na posição supina, utilizando-se um esfigmomanômetro aneróide (Premium<sup>®</sup>), o qual era composto de manguito adequado para crianças. Todos os procedimentos seguiram as recomendações da V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão (28).

A frequência respiratória foi obtida por meio de um cinto ajustado em volta do abdome (Biopac MP 150, Biopac Systems, Inc, USA).

#### *3.1.2.4 Sensibilidade barorreflexa espontânea*

O método sequencial, baseado na linearidade entre mudanças da PAS e do IP, foi utilizado para estimativa da SBR no domínio do tempo <sup>(33,34)</sup>. Inicialmente, foi realizada inspeção visual dos dados para verificação de sinais com falha de registro e/ou indivíduos com arritmias <sup>(14)</sup>. Após esse procedimento, um período de 5 minutos de registro da PA foi utilizado para análise da SBR. Um programa computadorizado (*CardioSeries* v. 2.4, <http://sites.google.com/site/cardioseries>) identificou sequências de pelo menos 3 batimentos cardíacos consecutivos em que aumentos da PAS foram seguidos por aumentos no IP (sequências ascendentes de ativação do barorreflexo) ou em que a diminuição da PAS foi seguida pela diminuição do IP (sequências descendentes de desativação do barorreflexo). O limiar utilizado para as mudanças da PAS e IP foram configurados para 1 mm/Hg e 5 milissegundos, respectivamente, ambos com 1 batimento de atraso. Quando a relação entre as alterações da PAS e IP alcançou um coeficiente de correlação  $\geq 0,85$ , a inclinação da linha de regressão linear foi utilizada para estimar a SBR espontânea. O ganho médio barorreflexo e o índice de efetividade do barorreflexo (BEI) foram calculados para sequências ascendentes de ativação do barorreflexo (aumentos da PAS e do IP) e descendentes de desativação do barorreflexo (diminuição da PAS e do IP) <sup>(35,36)</sup>. O BEI quantifica a frequência de ocorrência da resposta efetiva do barorreflexo e o ganho, a magnitude dela <sup>(33)</sup>. Os aumentos ou diminuições que ocorrem batimento a batimento na PAS nem sempre são acompanhados por respostas do barorreflexo. O BEI é utilizado para quantificar o número de vezes que o barorreflexo foi ativado em relação ao total de alterações sequenciais - mínimo de três batimentos - que ocorrem na PA durante determinado tempo <sup>(33)</sup>.

#### *3.1.2.5 Protocolo experimental*

As crianças foram instruídas a não ingerir substâncias que pudessem influenciar o sistema cardiovascular (cafeína e bebidas energéticas) e não se exercitarem nas 12h que antecederam o exame. Em visita única, foram examinadas no setor de Métodos Gráficos do HU-UFJF entre 7 e 11 horas. Ao chegaram neste setor, as medidas de massa corporal, estatura, circunferências de cintura, abdome e quadril foram realizadas. O registro das

variáveis hemodinâmicas foi conduzido na posição supina, após 10 minutos de descanso, em respiração espontânea, em uma sala com ambiente tranquilo e silencioso. O intervalo RR, a PA e a frequência respiratória foram registradas, continuamente, durante 10 minutos <sup>(19)</sup>. A medida da PA auscultatória foi feita ao final desse procedimento e posteriormente, o questionário de atividade física foi respondido pela criança e seu responsável.

### *3.1.2.6 Análise Estatística*

Para análise dos dados utilizou-se o programa SPSS, versão 20.0 para Windows (SPSS Inc, Chicago, I11, USA). Todos os dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão para variáveis contínuas e distribuição de frequência para variáveis categóricas. Para comparar as médias entre os grupos obeso e o eutrófico utilizou-se o teste t de *Student* para amostras independentes. Já o teste do qui-quadrado foi utilizado para análise das variáveis categóricas. O nível de significância foi definido como  $p < 0,05$  (*2-tails*). Calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre o ganho médio barorreflexo total e as variáveis: massa corporal, IMC-z, PAS auscultatória, PAS Finometer, PAD Finometer, FC e DC, assim como entre a PAS auscultatória e as variáveis: massa corporal, FC, intervalo de pulso e DC. Testou-se a normalidade de todas as variáveis utilizando o teste de *Shapiro-Wilk* e a homogeneidade a partir do teste de *Levene*. Foi considerado significativo o  $p < 0,05$ .

### *3.1.3 Resultados*

Os grupos obeso e eutrófico foram semelhantes em relação à idade, à distribuição por sexo e a estatura, com tamanho do efeito médio para estatura (TABELA 1). Como era esperado, o grupo obeso apresentou maiores valores em relação à massa corporal, IMC, IMC score z e circunferências da cintura, do abdome e do quadril. Para estas variáveis o tamanho do efeito foi grande. Para o cálculo do tamanho do efeito considerou-se o grupo obeso menos o eutrófico, portanto, os valores positivos indicam resultados a favor do grupo obeso e negativo a favor do grupo eutrófico.

TABELA 1: Características demográficas e antropométricas das crianças obesas e eutróficas

Variáveis	Grupo Obeso (n=16)	Grupo Eutrófico (n=15)	p-valor	Tamanho do Efeito
Idade (anos)	7,91±95	8,16±0,82	0,32	-0,14
Sexo, masculino/feminino, %	56/44	47/53	0,59	
Estatura (cm)	134,19±5,64	131,33±4,93	0,14	0,54
Massa corporal (kg)	43,16±6,53	29,43±2,58	0,00	3,01
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,85±2,32	17,02±0,51	0,00	4,81
IMC-z	3,03±0,74	0,64±0,20	0,00	4,98
Circunferência da cintura (cm)	71,21±5,38	59,14±2,18	0,00	3,19
Circunferência do abdome (cm)	78,76±6,68	63,02±2,93	0,00	3,27
Circunferência de quadril (cm)	85,46±5,94	71,23±2,56	0,00	3,34

Dados apresentados como média ± desvio padrão. IMC, índice de massa corporal. IMC-z, índice de massa corporal pelo escore z.

Fonte: Dados de pesquisa.

Em relação ao tempo destinado ao comportamento sedentário (tempo de tela), os grupos não apresentaram diferenças significativas entre as variáveis que compõem o tempo de tela diário, porém, os valores do tempo diário de videogame e tempo diário de computador se aproximaram do valor de p estabelecido e tiveram o tamanho do efeito moderado (TABELA 2). Para o tempo diário de TV não houve diferença significativa entre os grupos e o tamanho do efeito foi pequeno. Este fato refletiu na variável tempo de tela diário, que apresentou média significativamente mais elevada no grupo obeso e um tamanho do efeito grande. Observa-se, também, que nos dois grupos quase a totalidade das crianças ultrapassaram a recomendação de, no máximo, 2h de tempo de tela diário. Não houve diferença entre os grupos para a quantidade de horas de sono por noite.

Não houve diferença significativa entre os grupos para o tempo de atividade esportiva semanal e tempo de brincadeiras ativas semanal. Já para o tempo total de atividade física semanal o grupo obeso apresentou menores valores, com o valor de p próximo da significância estabelecida e tamanho do efeito moderado. No grupo obeso a menor parte atingiu o valor recomendado de, pelo menos, 300 min de atividade física moderada vigorosa por semana, enquanto no grupo eutrófico 53% alcançou este valor.

TABELA 2: Comportamento ativo e sedentário das crianças obesas e eutróficas

<b>Variáveis</b>	<b>Grupo Obeso</b>	<b>Grupo Eutrófico</b>	<b>p-valor</b>	<b>Tamanho do Efeito</b>
Assiste TV diariamente (%)	100	87	0,13	
Tempo diário de TV (min)	175±92,52	142±87,44	0,31	0,37
Joga videogame diariamente (%)	50	40	0,57	
Tempo diário de videogame (min)	54,38±66,830	22±32,99	0,10	0,65
Utiliza computador diariamente (%)	40	30	0,51	
Tempo diário de computador (min)	45,63±70,61	14±31,80	0,12	0,62
Tempo de tela diário (min)	275±117,92	178±80,55	0,01	0,98
% crianças que atingem o tempo de tela acima de 2 h/dia	90	87	0,50	
Horas de sono por noite	8,81±0,98	9±0,65	0,53	-0,23
Atividade esportiva semanal (min)	78,13±94,10	112±101,08	0,34	-0,35
Brinca ativamente semanal (min)	130±153,61	212,67±199,76	0,20	-0,46
Total de atividade física semanal (min)	208,75±173,21	324,67±234,45	0,12	-0,57
Atividade física acima de 300 min/semana	37/63	53/47	0,37	

Dados apresentados como média ± desvio padrão.

Fonte: Dados de pesquisa

As variáveis totais de rampas de PA, total de sequências de ativação do barorreflexo, ganho médio total e BEI total não foram diferentes entre os grupos e apresentaram o tamanho do efeito entre pequeno e moderado. O total de rampas ascendentes de PA, de sequências ascendentes de ativação do barorreflexo, o ganho médio ascendente e o BEI ascendente não apresentaram diferenças significativas entre os grupos e o tamanho do efeito apresentou-se entre pequeno e moderado. O total de rampas descendentes de PA foi significativamente

maior no grupo obeso, com tamanho do efeito pequeno. Já o total de sequências descendentes de desativação do barorreflexo, o ganho médio descendente e o BEI descendente não foram diferentes entre os grupos e com tamanho do efeito entre pequeno e médio (TABELA 3).

TABELA 3: Variáveis hemodinâmicas das crianças obesas e eutróficas

Variáveis	Grupo Obeso	Grupo Eutrófico	p-valor	Tamanho do Efeito
Total de rampas de PA	118,75±24,00	101,20±28,01	0,07	0,67
Total de sequências de ativação do barorreflexo	53,63±33,04	40,20±24,65	0,21	0,47
Ganho médio total (ms/mmHg)	24,44±11,08	28,63±10,23	0,28	-0,39
BEI total	0,42±0,21	0,37±0,17	0,44	0,28
Rampas ascendentes de PA	60,75±13,85	53,20±16,64	0,17	0,50
Sequências ascendentes de ativação do barorreflexo	27,88±17,70	21,73±14,36	0,30	0,38
Ganho médio ascendente (ms/mmHg)	27,32±12,90	31,31±20,17	0,51	-0,24
BEI ascendente	0,43±0,23	0,37±0,19	0,48	0,26
Rampas descendentes de PA	58±13,34	48±12,47	0,04	0,77
Sequências descendentes de desativação do barorreflexo	25,75±15,88	18,47±12,43	0,16	0,51
Ganho médio descendente (ms/mmHg)	20,70±10,43	28,58±16,33	0,11	-0,59
BEI descendente	0,42±0,21	0,36±0,20	0,42	0,29
FC (bpm)	81,85±9,22	76,39±10,81	0,14	0,54
VS (ml)	19,18±3,47	18,02±3,64	0,37	0,32
IP (ms)	752,25±89,34	812,72±122,75	0,12	-0,57
DC (l/min)	1,54±0,26	1,34±0,21	0,02	0,86
FR (ipm)	19,70±3,07	19,50±2,74	0,85	0,07
RPT (mmHg.min/l)	55,43±7,42	58,76±9,58	0,22	-0,39

Dados apresentados como média ± desvio padrão. PA, pressão arterial. BEI, índice de efetividade do barorreflexo. FC, frequência cardíaca. VS, volume sistólico. IP, intervalo de pulso. DC, débito cardíaco. FR, frequência respiratória. RPT, resistência periférica total.

Fonte: Dados de pesquisa

Ao se comparar os valores da PA pelo método auscultatório ( $PAS_A$  e  $PAD_A$ ) (FIGURA 1) o grupo obeso apresentou médias significativamente mais elevadas da  $PAS_A$  e  $PAD_A$  com tamanho do efeito grande (1,47 e 1,28, respectivamente). Também houve diferença significativa com o tamanho do efeito grande para a  $PAD$  (0,98) e  $PAM$  (0,87), obtidas pelo método pletismográfico ( $PAD_P$  e  $PAM_P$ ) (FIGURA 2). A  $PAS$  obtida pelo mesmo método ( $PAS_P$ ) apresentou um valor de  $p$  próximo ao considerado e um tamanho do efeito moderado (0,63). A  $FC$ , o  $VS$  e o  $IP$  não foram significativamente diferentes entre os grupos e apresentaram o tamanho do efeito entre pequeno e moderado. O  $DC$  foi significativamente mais elevado no grupo obeso com o tamanho do efeito grande. Ainda, a  $FR$  e  $RPT$  não foram diferentes entre os grupos e apresentaram o tamanho do efeito pequeno conforme já apresentado na TABELA 3.

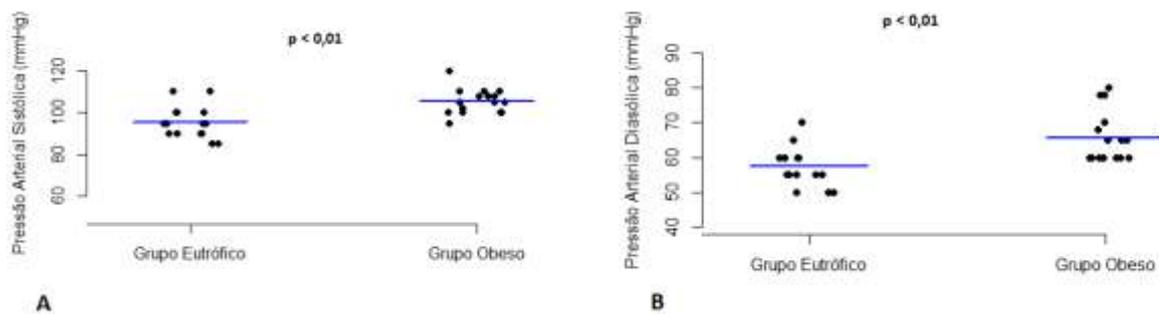


FIGURA 1: Comparação entre os grupos para a pressão arterial auscultatória sistólica (A) e diastólica (B) (Artigo Original).

Fonte: Dados de pesquisa

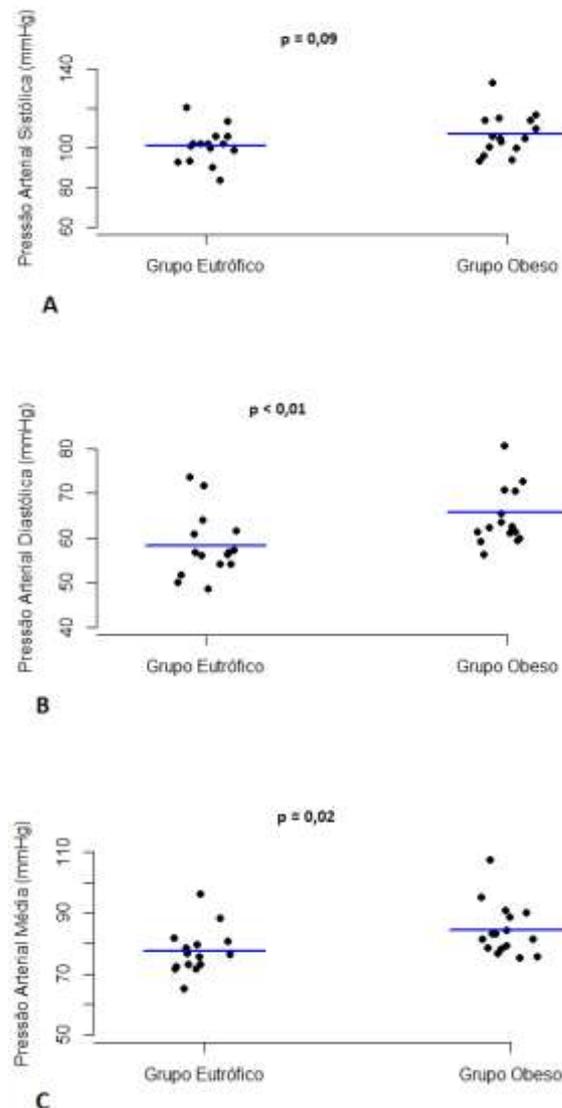


FIGURA 2: Comparação entre os grupos para a pressão arterial pletoimográfica sistólica (A), diastólica (B) e média (C).

Fonte: Dados de pesquisa

Não houve correlação significativa do ganho médio barorreflexo total com a massa corporal, com a  $PAD_A$ , com a  $PAS_P$  e o DC para os dois grupos. O ganho médio barorreflexo total associou-se negativamente com a  $PAS_A$  e IMC-z no grupo obeso, mas não no grupo eutrófico. O mesmo ocorreu para a  $PAD_P$  (TABELA 4). A  $PAS_A$  correlacionou-se positivamente e de forma significativa com a massa corporal, com a FC e com o DC no grupo obeso, mas não no grupo eutrófico, sendo que neste grupo houve uma correlação negativa sem significância entre a  $PAS_A$  e a FC. Houve correlação negativa significativa entre a  $PAS_A$

e o IP no grupo obeso, enquanto no grupo eutrófico ela foi positiva e não significativa (TABELA 5).

TABELA 4: Correlação de Pearson entre ganho médio barorreflexo total com variáveis antropométricas e hemodinâmicas

	Grupo obeso		Grupo eutrófico	
	r	P	r	P
Massa corporal	-0,065	0,811	0,464	0,082
IMC-z	-0,380	0,146	-0,206	0,462
PAS <sub>A</sub>	-0,525	0,037	-0,143	0,611
PAD <sub>A</sub>	-0,328	0,215	-0,197	0,482
PAS <sub>P</sub>	-0,283	0,288	-0,023	0,936
PAD <sub>P</sub>	-0,499	0,049	-0,029	0,918
FC	-0,673	0,004	-0,624	0,013
DC	-0,430	0,096	0,033	0,908

IMC-z, índice de massa corporal pelo escore z. PAS<sub>A</sub>, pressão arterial sistólica auscultatória. PAD<sub>A</sub>, pressão arterial diastólica auscultatória. PAS<sub>P</sub>, pressão arterial sistólica pletismográfica. PAD<sub>P</sub>, pressão arterial diastólica pletismográfica. FC, frequência cardíaca. DC, débito cardíaco.

Fonte: Dados de pesquisa

TABELA 5: Correlação de Pearson entre PAS auscultatória com variável antropométrica e variáveis hemodinâmicas

	Grupo obeso		Grupo eutrófico	
	r	P	r	P
Massa corporal	0,534	0,033	0,052	0,855
FC	0,511	0,048	-0,143	0,610
IP	-0,533	0,034	0,196	0,483
DC	0,645	0,007	0,342	0,212

FC, frequência cardíaca. IP, intervalo de pulso. DC, débito cardíaco.

Fonte: Dados de pesquisa

### 3.1.4 Discussão

Dentre os principais resultados, encontram-se os maiores valores da PA no grupo obeso e suas correlações negativas com o ganho médio total, mesmo sem diferença significativa da SBR e BEI entre os grupos. Destaca-se que o IMC-z se correlacionou negativamente com o ganho médio total no grupo obeso, o DC foi significativamente elevado no grupo obeso e se correlacionou negativamente com o ganho médio total. Ainda, a FC

correlacionou-se negativamente com a SBR nos dois grupos. Tais resultados parecem ser um indicativo do início de danos no sistema nervoso autônomo, causado por alterações em variáveis importantes da modulação simpática.

Uma particularidade deste estudo é o fato de se investigar a SBR em crianças com idade entre 6 e 9 anos. Outros estudos que compararam a SBR entre crianças e adolescentes obesos e eutróficos, hipertensos e/ou normotensos o fizeram em crianças com idade superior, pré-adolescentes e adolescentes<sup>(11-14,23-26)</sup>. Tal fato aumenta a relevância desta investigação, principalmente no âmbito nacional, onde há escassez de estudos sobre SBR com crianças, independente da idade.

A PAS e PAD, pelos dois métodos, apresentaram valores significativamente mais elevados no grupo obeso, corroborando com Lucini *et al.*<sup>(26)</sup>. Por outro lado, não foram encontradas diferenças significativas para a PA de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesas comparadas aos pares eutróficos<sup>(23-25)</sup>, embora a PA tenha se apresentado elevada com a diferença próxima à significância adotada no estudo de Latchman *et al.*<sup>(25)</sup>. Tais discrepâncias podem ser devido ao tamanho da amostra<sup>(24)</sup> e à faixa etária estudada<sup>(23-25)</sup>.

A PA elevada em crianças e adolescentes tem sido associada ao aumento da atividade simpática<sup>(9,25,37)</sup>. O conjunto de valores elevados da PA, do DC e da FC (considerando que a diferença entre os grupos se aproximou do nível de significância) são indicadores de aumento da atividade simpática no grupo obeso e caracterizam a circulação hipercinética, que é encontrada em indivíduos hipertensos<sup>(38)</sup>. Essa questão é confirmada pelas correlações significativas da PAS<sub>A</sub> com a massa corporal, com a FC e com o DC, assim como pela correlação significativamente negativa entre a PAS<sub>A</sub> e o IP. A hiperatividade simpática é detectada anos antes da PA atingir níveis hipertensos, fato que contradiz a ideia da ativação simpática ser consequência de outros fatores e a coloca como evento primário<sup>(38)</sup>. Os maiores valores de DC no grupo obeso relacionam-se a necessidade de perfusão sanguínea em uma maior superfície corporal<sup>(39,40)</sup>. Ainda, ganhos de peso corporal são associados com aumentos da atividade simpática<sup>(37,41)</sup> tendo em vista o aumento da termogênese na tentativa de retorno aos valores de peso iniciais<sup>(42,43,44)</sup>. Entretanto, uma das características da atividade simpática aumentada em obesos é a diminuição da SBR<sup>(45)</sup>, situação também encontrada em crianças obesas<sup>(25)</sup>, mas que não ocorreu nesta investigação na qual a SBR não diferiu entre os grupos. Isto levanta a questão se aumentos da PA e outras variáveis ligadas ao sistema nervoso simpático precedem alterações da SBR e, em caso positivo, serve como alerta sobre a influência que a obesidade pode exercer nestas variáveis em idade precoce, aumentando o risco de doenças cardiovasculares como HAS.

Entretanto, o estado obesogênico pode causar danos nas paredes dos vasos, como aumento do espessamento e redução da distensibilidade <sup>(46)</sup> e, como consequência, ocorre aumento da atividade simpática, embora também haja evidência de distensibilidade normal a aumentada em jovens obesos <sup>(47)</sup>. Tais medidas não foram investigadas neste estudo e esta pode ser considerada uma limitação.

No método sequencial a SBR é avaliada a partir da variabilidade espontânea da PA e do IP <sup>(33,34)</sup>. Estas variações ocorrem através de sequências de ativação dos barorreceptores, dadas a partir dos aumentos consecutivos da PAS (rampas ascendentes), ou por sequências de desativação dos barorreceptores ocasionadas por quedas consecutivas da PAS (rampas descendentes) <sup>(33,34)</sup>. A soma destas rampas fornece informações acerca do número total de ativação dos barorreceptores. A SBR para as sequências ascendentes de ativação do barorreflexo atua melhor como preditor do controle cardíaco parassimpático, é mais sensível a manipulações fisiológicas e ao aumento do fluxo vagal produzido pela administração de agentes beta bloqueadores <sup>(48-50)</sup>. As médias das sequências ascendentes, descendentes e o total de sequências de ativação do barorreflexo não foram diferentes entre os grupos, concordando com outros estudos, tanto em crianças e adolescentes, quanto em adultos <sup>(16,35,36,51-53)</sup>. Tal fato tem relação direta com a SBR e o BEI e será discutido adiante.

Contrariando a hipótese do estudo, não foram encontradas diferenças significativas no ganho médio total entre os grupos. Este é um resultado importante deste estudo, visto que a diminuição da SBR em crianças obesas, quando comparadas a eutróficas, vem sendo descrita por diversos autores <sup>(14,23-26)</sup>. Porém, chama-se a atenção para o fato de que a média de idade das investigações citadas encontra-se entre 9 e 11 anos, enquanto a nossa aproximou-se dos 8 anos. Tem-se aqui uma informação clínica relevante, pois a não observância de diferença significativa da SBR e BEI entre os grupos nesta idade, os maiores valores da FC e DC no grupo obeso, e, principalmente, os valores da PA significativamente elevados no grupo obeso, leva a refletir sobre uma possível alteração da PA que antecede aos danos do controle barorreflexo. Não se pode, devido ao desenho deste estudo, afirmar que estas crianças obesas já apresentariam diminuição significativa da SBR no(s) próximo(s) ano(s) de vida, mas, com base na literatura sobre o assunto, os próximos anos são determinantes para a influência da obesidade na alteração da SBR. E de ordem prática, estas informações confirmam a importância sobre a mudança de hábitos de vida como melhora da alimentação, aumento do nível de atividade física e, conseqüentemente, redução ponderal nesta idade. Os hábitos adquiridos nesta etapa da vida serão levados para a adolescência e fase adulta. O mesmo

ocorre com as alterações negativas do controle autonômico que são desenvolvidas na infância e que refletirão na vida adulta.

Ao se comparar os valores da SBR obtidos no grupo obeso aos de outros estudos com crianças/adolescentes e adultos jovens eutróficos saudáveis, que utilizaram o método sequencial para identificação da SBR, os valores foram maiores <sup>(36,54,55)</sup>, semelhantes <sup>(24,52)</sup> e menores <sup>(11,26)</sup>. Tais diferenças podem ser devido a características da amostra, como a média de idade, estatura e peso corporal e/ou devido ao tamanho da amostra <sup>(36,56)</sup>. As discrepâncias podem estar relacionadas, também, às diferenças na metodologia utilizada para identificação das sequências de ativação do barorreflexo, seja no número de sequências <sup>(56)</sup>, comprimento do IP <sup>(11,26,56)</sup>, número de batimentos cardíacos para resposta do IP <sup>(11,26,36,56)</sup> e coeficiente de correlação entre as mudanças na PAS ou PAD acompanhadas por alterações no IP <sup>(11,26,55,56)</sup>. Tanto a hereditariedade <sup>(53)</sup>, quanto a utilização de diferentes técnicas de análise e modelos para cálculo da SBR <sup>(55)</sup>, influenciam na diferença de valores para a SBR.

Baixo valor da SBR na infância e adolescência é considerado fator de risco independente no desenvolvimento da HAS em adultos <sup>(21)</sup>, assim como valores da SBR em torno de 3 ms/mmHg são considerados fator de risco para infarto do miocárdio e morte súbita <sup>(19)</sup>. Ao observar as médias dos grupos ou valores individuais onde, no grupo eutrófico o valor mais baixo para a SBR foi de 12,21 ms/mmHg e no grupo obeso 9,59 ms/mmHg, neste estudo não se tem crianças sob risco para infarto do miocárdio e morte súbita em ambos os grupos, ou desenvolvimento de HAS no grupo eutrófico. Contudo, apenas um acompanhamento do grupo obeso nos próximos anos responderia sobre o desenvolvimento da HAS nestas crianças, dados os resultados discutidos anteriormente. Segundo Krontorádová *et al.* <sup>(21)</sup> há um consentimento quase universal de que pessoas com HAS apresentam a SBR reduzida, sendo esse prejuízo dependente do grau de elevação da PA. Por outro lado, a SBR baixa pode ser uma característica individual, talvez inata <sup>(56)</sup>.

Nem todas as mudanças nos valores da PAS resultam na ativação ou desativação dos barorreceptores e, conseqüentemente, no aumento ou diminuição do IP. Nesse sentido, é interessante investigar o quão efetivo foi o sistema barorreflexo em reduzir a variabilidade da PAS em determinado intervalo de tempo. A fim de atender a esse objetivo, calcula-se o BEI onde os maiores valores indicam melhor efetividade do barorreflexo <sup>(33)</sup>. Di Rienzo *et al.* <sup>(33)</sup> chamam a atenção para a natureza complementar entre a SBR e o BEI, por isso, o fato de não encontrarmos diferenças significativas entre os grupos nas três formas do BEI (ascendente, descendente e total) fortalece a semelhança entre os grupos sobre a SBR. Os valores do BEI dos nossos grupos foram maiores <sup>(33,55)</sup> e menores <sup>(50)</sup> do que os de outros estudos com

crianças, adolescentes e adultos jovens. As discordâncias entre os estudos pautam-se em diferenças metodológicas, dentre as quais se destacam o tempo utilizado para registro dos dados, a forma de aquisição e análise da PA e se realizada com o indivíduo em repouso<sup>(33)</sup>. Destacam-se, também, diferenças em relação às características do método utilizado para identificação da SBR<sup>(55)</sup> e/ou diferenças nas características da amostra<sup>(33,55)</sup>.

O número de sequências em que as mudanças na PA são acompanhadas por mudanças no IP pode variar entre três e seis batimentos cardíacos, sendo que, aproximadamente, 70% das sequências identificadas são de três batimentos e o número de sequências de ativação diminui a medida que o número de batimentos aumenta<sup>(35,50,57)</sup>. Tal fato, associado ao número de batimentos cardíacos considerados para identificar mudança no comprimento do IP, influenciam na ativação do barorreflexo e, conseqüentemente, no BEI<sup>(55)</sup>. Por exemplo, Rudiger *et al.*<sup>(55)</sup> não identificaram sequências de quatro batimentos em 27% da amostra e o número de sequências de ativação do barorreflexo diminuiu, significativamente, quando um batimento de atraso foi utilizado, comparado a nenhum. Além disso, sequências menores possuem um forte componente vagal<sup>(50)</sup>. Conclui-se que vários fatores podem interferir nos valores obtidos para o número de sequências de ativação do barorreflexo, nos valores da SBR e do BEI e, por isso, devem ser levados em consideração quando se objetiva comparar diferentes estudos.

A correlação negativa entre SBR e IMC no grupo obeso confirma os achados de outros estudos que investigaram a SBR em crianças, pré-adolescentes e adolescentes obesos<sup>(12,14,24)</sup> e encontraram a SBR reduzida nestes grupos. Portanto, a correlação negativa encontrada em nosso grupo de crianças obesas, mas que ainda não apresentam a SBR reduzida reforça o argumento de que as alterações relacionadas à modulação simpática aumentada precedem a debilidade da SBR em crianças obesas na faixa etária estudada.

Não houve controle da FR durante o registro dos dados, entretanto, as médias da FC entre os grupos foram semelhantes. Ademais, estudos mostraram que a SBR não é influenciada por um ritmo respiratório estabelecido<sup>(58-60)</sup> e outros estudos que avaliaram a SBR de crianças obesas e eutróficas não controlaram a FR<sup>(11-14,24,26)</sup>.

O tempo total de atividade física semanal não diferiu significativamente entre os grupos, embora tenha se aproximado do valor de significância adotado neste estudo. Porém, de acordo com os resultados de Lucini *et al.*<sup>(26)</sup>, que investigaram a SBR em crianças com sobrepeso fisicamente ativas, a atividade física não foi um fator diferencial para as alterações do controle autonômico, geradas pelo ganho ponderal.

Apesar de o grupo obeso apresentar média de tempo de tela diário significativamente maior do que o eutrófico, o percentual de crianças que ultrapassaram o limiar de 2 horas de tempo de tela por dia <sup>(61)</sup> foi semelhante. Quase a totalidade dos dois grupos passa mais de 2 horas por dia em frente à TV, computador ou videogame e, somados ao tempo que eles despendem assistindo aula, pode ultrapassar 6 horas por dia de sedentarismo. Neste estudo, assim como em outros que avaliaram a SBR em crianças obesas <sup>(12,14,24,25)</sup>, o tempo de sedentarismo parece não ser o principal fator que influencia negativamente a SBR.

Ainda Dangardt *et al.* <sup>(24)</sup> utilizaram a baixa aptidão cardiorrespiratória como uma das possíveis razões para a redução da modulação cardíaca vagal em crianças e adolescentes obesos. Acreditamos que este argumento não pode ser utilizado para os nossos resultados, visto que os grupos não apresentaram diferenças significativas entre os componentes do NAF (atividade esportiva semanal, brinca ativamente semanal, total de AF semanal) e o percentual de crianças que atingiram a recomendação de mais de 300 minutos de AF moderada vigorosa por semana <sup>(61)</sup>. Porém, é preciso ressaltar que utilizamos um questionário de auto relato com ajuda dos pais para obter as informações sobre tempo de sedentarismo e NAF. Para melhor avaliação destes fatores, uma medida mais confiável deveria ser utilizada, como água duplamente marcada ou acelerômetros triaxiais. Crianças possuem dificuldades em recordar as atividades realizadas e podem deixar de relatar aspectos importantes da atividade física e sedentarismo <sup>(62,63)</sup>.

### **3.1.5 Conclusão**

A SBR foi semelhante entre os grupos de crianças obesas e eutróficas. A maior PA, DC e FC do grupo obeso, assim como as correlações encontradas da PAS com a massa corporal, FC, DC e IP sugerem alteração da função simpática neste grupo. Todas estas características encontradas nas crianças obesas mostram um possível dano da PA, ocasionado pela obesidade, que precedem a debilidade do barorreflexo. Mudanças nos hábitos de vida que possam interferir na diminuição ponderal devem ser adotadas para que estas crianças não fiquem hipertensas e, conseqüentemente, não se tornem adultos hipertensos com risco cardiovascular aumentado.

## REFERÊNCIAS

- 1 Han JC, Lawlor DA, Kimm SY. Childhood obesity. *Lancet*. 2010; 375(9727): 1737-48.
- 2 Gurnani M, Birken C, Hamilton J. Childhood obesity: causes, consequences, and management. *Pediatr Clin North Am*. 2015; 62(4):821-40.
- 3 World Health Organization (WHO). Consideration of the evidence on childhood obesity for the Commission on Ending Childhood Obesity: report of the ad hoc working group on science and evidence for ending childhood obesity, Geneva, Switzerland, 2016. Consultado em 18 de junho de 2016 em <http://www.who.int/end-childhood-obesity/info-resources/en/>.
- 4 Levi J, Laura MS, Rayburn J, Martín A. The state of obesity: better policies for a healthier America 2015. Trust for America's Health. 2015.
- 5 Flores LS, Gaya AR, Petersen RDS, Gaya A. Trend of underweight, overweight, and obesity in Brazilian children and adolescents. *J Pediatr*. 2013;89(5):456-61.
- 6 Owens S. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2013;7(5):315-23.
- 7 Owens S., Riley Galloway. Childhood Obesity and the Metabolic Syndrome. *Curr Atheroscler Rep*. 2014;16:436.
- 8 Freitas IMG, Miranda JA, Mira PAC, Lanna CMM, Lima JRP, Laterza MC. Cardiac autonomic dysfunction in obese normotensive children and adolescents. *Rev Paul Pediatr*. 2014;32(2):244-9.
- 9 Wirix AJG, Kaspers PJ, Nauta J, Chinapaw MJM, Kist-van Holthe JE. Pathophysiology of hypertension in obese children: a systematic Review. *Obesity Reviews*. 2015; 16:831-842.
- 10 Sorof JM, Poffenbarger T, Franco K, Bernard L, Portman RJ. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children. *J Pediatr*. 2002;140:660-6.
- 11 Genovesi S, Pieruzzi F, Giussani M, Tono V, Stella A et al.. Analysis of Heart Period and Arterial Pressure Variability in Childhood Hypertension: Key Role of Baroreflex Impairment. *Hypertension*. 2008; 51:1289 - 1294.

12 Lazarova Z, Tonhajzerova I, Trunkvalterova Z, Brozmanova A, Honzíkova N et al. Baroreflex sensitivity is reduced in obese normotensive children and adolescents. *Can J Physiol Pharmacol.* 2009; 87:565-571.

13 Fitzgibbon LK, Coverdale NS, Phillips AA, Shoemaker JK, Klentrou P et al.. The association between baroreflex sensitivity and blood pressure in children. *Appl Physiol Nutr Metab.* 2012; 37: 301-307.

14 Dietrich A, Riese H, van Roon AM, van Engelen K, Ormel J et al.. Spontaneous baroreflex sensitivity in (pre)adolescents. *J Hypertens.* 2006; 24: 345 - 352.

15 Mu JJ, Liu ZQ, Ren J, Liu WM, Xu XL, Xiong SE. Association between higher blood pressure level in children and adult blood pressure: 17 years follow-up results. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi.* 2008;36(2):229-231. Rüdiger H, Bald M. Spontaneous baroreflex sensitivity in children and young adults calculated in the time and frequency domain. *Autonomic Neuroscience: Basic e Clinical.* 2001; 93:71-78.

16 Rüdiger H, Bald M. Spontaneous baroreflex sensitivity in children and young adults calculated in the time and frequency domain. *Auton Neurosci.* 2001;93:71-8.

17 Honzíkova N, Fiser B, Semrad B. Critical value of baroreflex sensitivity determined by spectral analysis in risk stratification after myocardial infarction. *Pacing Clin Electrophysiol.* 2000; 23(11 Pt2): 1965-1967.

18 Gerritsen J, Dekker JM, Ten Voorde BJ, Kostense PJ, Heine RJ, Bouter LM et al. Impaired autonomic function is associated with increased mortality, specially in subjects with diabetes, hypertension, or a history of cardiovascular disease: the Hoorn Study. *Diabetes Care.* 2001;24(10)1793-1798.

19 La Rovere MT, Pinna GD, Raczak G. Baroreflex Sensitivity: Measurement and Clinical Implications. *Ann Noninvasive Electrocardiol.* 2008; 13(2): 191-207.

20 Honzíkova N, Fiser B. Baroreflex sensitivity and essential hypertension in adolescents. *Physiol Res.* 2009;58:605-612.

21 Krontorarádová K, Honzíkova N, Fiser B, Nováková Z, Závodná E, Hrstková H, Honzík P. Overweight and decreased baroreflex sensitivity as independent risk factors for hypertension in children, adolescents, and young adults. *Physiol Res.* 2008; 57: 385-391.

22 Thorp AA, Schlaich MP. Relevance of Sympathetic Nervous System Activation in Obesity and Metabolic Syndrome. *J Diabetes Res.* 2015;2015:341583.

23 Dipla K, Zafeiridis A, Koidou I, Geladas N, Vrabas IS. Altered hemodynamic regulation and reflex control during exercise and recovery in obese boys. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2010; 299: 2090-2096.

24 Dangardt F, Volkman R, Chen Y, Osika W, Marild S, Friberg P. Reduced cardiac vagal activity in obese children and adolescents. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2011; 31: 108-113.

25- Latchman PL, Mathur M, Bartels N, Axtell RS, Meersman RE. Impaired autonomic function in normotensive obese children. *Clin Auton Res.* 2011; 21:319-323.

26 Lucini D, Giacomi G de, Tosi F, Malacarne M, Respizzi S, Pagani M. Altered cardiovascular autonomic regulation in overweight children engaged in regular physical activity. *Heart.* 2012; 00: 1-6.

27 UNICEF. Levels and trends in child malnutrition. (UNICEF-WHO-World Bank Joint Child Malnutrition Estimates). 2015. Disponível em: <http://www.who.int/nutgrowthdb/estimates2014/em/>. Acessado em Maio 27, 2016.

28- - Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão e Sociedade Brasileira de Nefrologia. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol.* 2007; 89(3): 24-79.

29 World Health Organization. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. WHO (nonserial publication). Geneva, Switzerland:WHO, 2006.

30 Andrade Neto F, Eto FN, Pereira TSS, Carletti L, Molina MCBM. Active and sedentary behaviours in children aged 7 to 10 years old: the urban and rural contexts, Brazil. *BMC Public Health.* 2014;14:1174.

31 Checon K, Fonseca VM, Faria CP, Carletti L, Molina MCB. Reprodutibilidade do questionário de avaliação de atividade física para crianças aplicado no Estudo SAÚDES – Vitória. *Ver Bras Saúde Mater Infant.* 2011; 11:173-180.

32 Fernandes CDR. Validação do questionário de atividade física em crianças de 9 e 10 anos de idade. In 78f. Dissertação (Mestrado). UFES, Vitória: Curso de Educação Física e Desportos; 2012.

- 33 Di Rienzo M, Parati G, Castiglioni P, Tordi R, Mancia G, Pedotti A. Baroreflex effectiveness index: an additional measure of baroreflex control of heart rate in daily life. *Am J Physiol Regulatory Integrative Comp Physiol*. 2001;280:R744-R751.
- 34 Bertinieri G, Di Rienzo M, Cavallazi A, Ferrari AU, Pedotti A, Mancia G. A new approach to analysis of the arterial baroreflex. *J Hypertens*. 1985;3(suppl 3):s79-s81.
- 35 Parati G, Di Rienzo M, Bertinieri G, Pomidossi G, Casadei R, Groppelli A. Evaluation of the baroreceptor-heart rate reflex by 24-hour intra-arterial blood pressure monitoring in humans. *Hypertension*. 1988; 12: 214-222.
- 36 Lenard Z, Stundiger P, Mersich B, Kocsis L, Kollai M. Maturation of cardiovascular autonomic function from childhood to young adult age. *Circulation*. 2004;110:2307-2312.
- 37 Rabbia F, Silke B, Conterno A, Grasso T, De Voto B, Rabbone I, et al. Assessment of cardiac autonomic modulation during adolescent obesity. *Obes Res*. 2003; 11(4):541-548.
- 38 Palatini P, Julius S. The role of cardiac autonomic function in hypertension and cardiovascular disease. *Curr Hypertens Rep*. 2009; 11:119-205.
- 39 Kopelman PG. Obesity as a medical problem. *Nature*. 2000;404(6778):635-643.
- 40 Mangner N, Scheuermann K, Winzer E, Wagner I, Hoellriegel R, Sandri M, et al. Childhood obesity: impact on cardiac geometry and function. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2014;7(12):1198-1205.
- 41 Riva P, Martini G, Rabbia F, Miland A, Paglieri C, Chiandussi L, et al. Obesity and autonomic function in adolescence. *Clin Exp Hypertens*, 2001; 23(1-2):57-67.
- 42 Landsberg L. Hyperinsulinemia: possible role in obesity-induced hypertension. *Hypertension*. 1992; 19(suppl I):I61-I66.
- 43 Landsberg L. Insulin-mediated sympathetic stimulation: role in the pathogenesis of obesity-related hypertension (or, how insulin affects blood pressure, and why). *J Hypertens*. 2001; 19:523-528.
- 44 Seals DR, Bell C. Chronic sympathetic activation: consequence and cause of aged-associated obesity? *Diabetes*. 2004; 53(2): 276-84.

45 Grassi G, Dell'Oro R, Facchini H, Quarti Trevano F, Bolla GB, Mancia G. Effect of central and peripheral body fat on sympathetic and baroreflex function in obese normotensive. *J Hypertens*. 2004; 22(12):2363-2369.

46 Tounian P, Aggoun Y, Dubern B, Varille V, Guy-Grand B, Sidi D, Girardet J-P, Bonnet D. Presence of increased stiffness of the common carotid artery and endothelial dysfunction in severely obese children: a prospective study. *Lancet*. 2001;358:1400-1404.

47 Dangardt F, Osika W, Volkman R, Gan LM, Friberg P. Obese children show increased intimal wall thickness and decreased pulse wave velocity. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2008; 28:287-293.

48 Reyes del Paso GA, Langewitz W, Robles H, Pérez N. A between-subjects comparison of respiratory sinus arrhythmia and baroreceptor cardiac reflex sensitivity as non-invasive measures of tonic parasympathetic cardiac control. *Int J Psychophysiol*. 1996; 22:163-171.

49 Reyes del Paso GA, González MI. Modification of baroreceptor cardiac reflex function by biofeedback. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2004; 29:197-211.

50 Reyes del Paso GA, Hernández JA, González MI. Differential evaluation of the baroreceptor cardiac reflex effectiveness as a function of sequence length. *Int J Psychophysiol*. 2006; 59:91-96.

51- Iida R, Hirayanagi K, Iwasaki K, Ogawa S, Suzuki H, Yajima K. Non-invasive assessment of human baroreflex during different body positions. *J Auton Nerv Syst*. 1999; 75:164-170.

52 Tank J, Baevski RM, Fender A, Baevski AR, Graves KF, Ploweka K, Weck Matthias. Reference values of indices of spontaneous baroreceptor reflex sensitivity. *Am J Hypertens*. 2000; 13: 268-275.

53 Kardos A, Watterich G, Menezes Rde, Csanády M, Casadei B, Rudas L. Determinants of Spontaneous Baroreflex Sensitivity in a Healthy Working Population. *Hypertension*. 2001; 37: 911-916.

54 Allen MT, Matthews KA, Kenyon KL. The relationships of resting baroreflex sensitivity, heart rate variability and measures of impulse control in children and adolescents. *Int J Psychophysiol*. 2000;37:185-194.

55 Rüdiger H, Bald M. Spontaneous baroreflex sensitivity in children and young adults calculated in the time and frequency domain. *Auton Neurosci*. 2001;93(1-2):71-78.

56 Zavodna E, Honzikova N, Hrstkova H, Novakova Z, Moudr J, Jira M, Fiser B. Can we detect the development of baroreflex sensitivity in humans between 11 and 20 years of age? *Can Physiol Pharmacol*. 2006; 84:1275-1283.

57 Reyes del Paso GA, Hernández JA, González. Differential analysis in the time domain of the baroreceptor cardiac reflex sensitivity as a function of sequence length. *Psychophysiology*. 2004; 41:483-488.

58 Hughson RL, Quintin L, Annat G, Yammamoto Y, Gharib C. Spontaneous baroreflex by sequence and power spectral methods in humans. *Clin Physiol*. 1993;13:663-676.

59 Tanaka H, Tamai H. Recent advances in autonomic function tests of the cardiovascular system in children. *Med Princ Pract*. 1998;7:157-171.

60 O'Leary DD, Lin DC, Hughson RL. Determination of baroreflex gain using autoregressive moving-average during spontaneous breathing. *Clin Physiol*. 1999;19:369-377.

61 WHO. Global Recommendations on Physical Activity for Health. In: Organization WH, editor. Geneva: WHO Press; 2010.

62 Troiano RP, Macera CA, Ballard-Barbash R. Be physically active each day. How can we know? *J Nutr*. 2001;131(2S-1):451S-60S.

63 Validity of a short questionnaire to assess physical activity in 10 European countries. *European journal of epidemiology*. 2012;27(1):15-25.

#### 4 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão sistemática mostrou que crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade podem apresentar a SBR diminuída devido a influencia do ganho ponderal. Esta hipótese é fortalecida pelas correlações negativas encontradas entre a SBR e o IMC. Além disso, as crianças com alteração ponderal apresentaram desequilíbrio entre a modulação simpática e vagal, assim como alterações na PA e, por isso, podem estar precocemente sob risco cardiovascular aumentado. Portanto, investigações sobre a influência do ganho de peso no controle autonômico em crianças fornecem oportunidade de se investigar o início de alterações que podem ser levadas para o resto da vida.

Os estudos não foram capazes de deixar claro se o sexo influencia na SBR de crianças, mas pôde-se concluir que a influencia maturacional não é predominante nas alterações da SBR entre a infância e a fase adulta e que a idade é um fator preponderante para modificações da SBR a partir da fase adulto jovem.

O NAF não foi um fator protetor para alterações do controle autonômico ocasionadas pelo aumento ponderal e crianças obesas apresentaram respostas alteradas da SBR durante o exercício. Quanto maior o tempo de permanência das crianças no estado obsogênico, piores serão as consequências no controle autonômico, principalmente na SBR. Por isso, a prevenção e o tratamento da obesidade na infância continuam sendo as melhores formas de combater a desregulação autonômica precoce.

Em relação ao estudo original, o grupo obeso não apresentou a SBR diminuída devido à obesidade. Entretanto, a PA, o DC, a FC e o IP apresentaram alterações no grupo obeso e sugerem uma possível predominância simpática.

Todas estas características encontradas nas crianças obesas mostram um possível dano da PA, ocasionado pela obesidade, que precede a debilidade do barorreflexo. Não se pode afirmar que as crianças do grupo obeso deste estudo apresentarão a SBR diminuída nos próximos anos de vida, mas esta parece ser uma consequência da obesidade se mudanças nos hábitos de vida que possam interferir na diminuição ponderal não forem tomadas. Caso contrário, elas podem se tornar adultos hipertensos com risco cardiovascular aumentado.

## 5 APÊNDICES E ANEXOS

### APÊNDICE A – DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DO COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
 RUA CATULO BREVIGLIERE, S/Nº  
 36091-110 – JUIZ DE FORA - MG – BRASIL

#### DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA

O diretor de ensino do Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora/MG, Prof. Dr. José Luiz Lacerda, autoriza o pesquisador André Calli e Silva, e os pesquisadores Dr. Joel Alves Lamounier e Dr. Vinicius de Oliveira Damasceno a realizarem sua pesquisa no Colégio de Aplicação João XXIII, intitulada: "Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.". Trata-se de uma pesquisa que tem como objetivo Comparar as variáveis hemodinâmicas (pressão arterial, sensibilidade do barorreflexo e condutância vascular), composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário e comportamento sedentário entre crianças obesas e eutróficas, do Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora-MG. Declara ainda que conhece o projeto e atesta que o colégio possui a infra estrutura necessária para a execução do mesmo.

O pesquisador responsável da pesquisa se compromete a resguardar a confidencialidade, o sigilo, a privacidade, a proteção de imagem, a não estigmatização dos participantes, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas, inclusive em termos de auto-estima de prestígio econômico ou financeiro.

Juiz de Fora, 23 de setembro de 2015

Prof. Dr. José Luiz Lacerda

Diretor de ensino do C.A. João XXIII

*Prof.º Dr. José Luiz Lacerda*  
 Diretor de Ensino  
 C.A. João XXIII/UFJF  
 Portaria n.º 411 de julho de 2013

## APÊNDICE B – FORMULÁRIO DE REGISTRO DOS DADOS DA PRIMEIRA FASE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE MEDICINA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

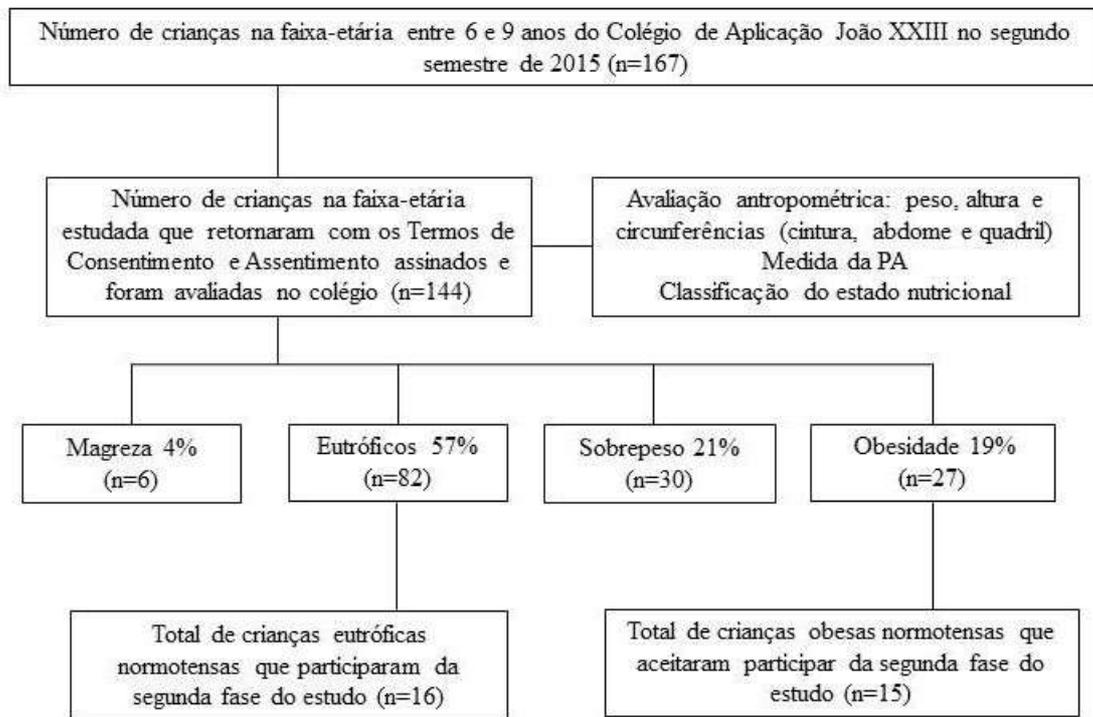
**Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.**

### FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS DA 1ª FASE

Antropometria (Avaliador: _____)			
Código:	Nome:		
Data:	Turma:		
Gênero: M(0) __ F(1) __	Cor: Branco(1) Moreno(2) Negro(3) __		IMC:
Idade:	Massa corporal: __ __, __ __ kg		Estatura: __ __, __ __ cm
Data nascimento:			

Composição Corporal (Avaliador: _____)				
	1ª medida	2ª medida	3ª medida	Média
Pressão arterial	/ mmHg	/ mmHg	/ mmHg	/ mmHg
Circunf. Cintura	__, __ cm	__, __ cm	__, __ cm	__, __ cm
Circunf. Abdome	__, __ cm	__, __ cm	__, __ cm	__, __ cm
Circunf. Quadril	__, __ cm	__, __ cm	__, __ cm	__, __ cm

## APÊNDICE C – FLUXOGRAMA DA PRIMEIRA ETAPA DO PROJETO



## APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP HU/UFJF  
JUIZ DE FORA – MG – BRASIL

### NOME DO SERVIÇO DO PESQUISADOR

Pesquisador Responsável: André Calil e Silva  
Endereço: Rua General João Marcelino, 40, Santa Helena.  
CEP: 36015-270 – Juiz de Fora – MG  
Fone: (32) 8899-2068  
E-mail: andré\_calil@hotmail.com

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

O Sr. (a) e seu filho (a) estão sendo convidados (as) como voluntários (as) à participarem da pesquisa “Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII da cidade de Juiz de Fora-MG.”. Neste estudo pretendemos fazer um levantamento de como anda a saúde das crianças que possuem entre 6 e 9 anos de idade em relação ao crescimento corporal, peso corporal, distribuição da gordura corporal, pressão arterial, hábitos alimentares e prática de atividade física.

O principal motivo que nos leva a este estudo está relacionado com a obesidade ser a doença mais prevalente entre crianças e adolescentes de todo o mundo, tendo como principais causas a falta de atividade física e uma alimentação inadequada. Boa parte das crianças não pratica a quantidade diária necessária de atividade física, gasta a maior parte do tempo em atividades sedentárias (vídeo games, tablets, smartphones, televisão) e, este fato associado à uma alimentação inadequada, está diretamente relacionado ao desequilíbrio entre o que a criança ingere de alimentos e o quanto ela gasta de energia por dia. Quando ela ingere mais alimentos do que a energia que ela gasta nas atividades diárias, isto reflete no acúmulo de peso corporal. Este excesso de peso corporal da criança pode levá-la ao desenvolvimento de doenças como hipertensão arterial e diabetes tipo 2. Quando a criança possui alterações do peso corporal e como consequência, alterações nas variáveis de saúde como a pressão arterial, ela pode se tornar um adulto obeso com sérios problemas de saúde. Por isso, estamos propondo uma investigação sobre como anda a atividade física, o consumo alimentar, o peso corporal, a pressão arterial do seu filho(a), para que ele possa ser uma criança saudável e um adulto com boa saúde.

Se vocês concordarem em participar, primeiro vamos medir o peso, altura e a distribuição de gordura corporal que o seu filho(a) tem. A pressão arterial será medida por um aparelho adequado para crianças. Depois, ele usará um pequeno medidor de atividade física que ficará fixado na cintura por um cinto. Por ser pequeno e não estar em contato direto com a criança, este aparelho não incomoda. Ele mede os batimentos do coração e quanta energia seu filho vai gastar em todas as atividades realizadas durante três dias. O nome deste aparelho é Actigraph. Caso seu filho sinta qualquer incômodo ocasionado pelo medidor ele poderá retirá-lo a qualquer momento.

Além de usar o aparelho, seu filho responderá um questionário sobre consumo alimentar, que recordará o que ele comeu durante todo o dia anterior ao que irá respondê-lo. O nome deste questionário é QUADA-3. A criança levará para casa um questionário que avalia a atividade física dela, porém este deverá ser respondido pelos pais/responsáveis. A participação na pesquisa não vai trazer nenhum prejuízo ou risco à saúde do seu filho, pois todas são atividades da rotina de qualquer criança que brinca e se movimenta normalmente.

Caso a pesquisa gere algum dano para a saúde da criança, iremos nos responsabilizar por todo o suporte necessário para ressarcimento deste dano. Todas as medidas serão realizadas na escola, com a presença de professores e/ou funcionários do colégio. Cada criança participará dos procedimentos uma vez, sem que atrapalhe sua rotina escolar.

As crianças que estiverem com a distribuição de gordura corporal acima dos níveis adequados para a idade e algumas que estiverem dentro dos padrões adequados de saúde, serão convidadas para uma segunda fase do estudo, que acontecerá no Hospital Universitário da UFJF (HU). A ida até o HU se faz necessária pelo fato de algumas medidas da distribuição da gordura corporal e da pressão arterial serem realizadas em equipamentos que não podem ser retirados do HU.

Para realizar estas atividades, nós vamos combinar a melhor data para essas avaliações. Somente você e o seu filho vão saber que vocês estão participando desta pesquisa, nem o retrato e nem os nomes de vocês vão aparecer nos resultados das atividades. E somente os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos seus dados, que serão usados apenas para esta pesquisa e depois serão eliminados. Ao final do estudo as crianças receberão um relatório individual, com análises sobre as variáveis medidas. Faremos uma reunião para os pais/responsáveis que quiserem tirar dúvidas sobre as análises. Este estudo faz parte do Doutorado em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais em parceria com o Colégio de Aplicação João XXIII e o Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da UFJF.

A participação de vocês poderá nos ajudar a identificar e conhecer o quanto de atividade física seu filho pratica, de energia que ele gasta nas atividades diárias, como está a alimentação e as medidas corporais dele. Estas informações ajudarão ele e crianças da idade dele na prevenção da obesidade e problemas com a pressão arterial. Além disso, sua família receberá os resultados e explicações sobre como ele está em relação às medidas feitas. Como forma de prevenção da obesidade, vamos propor que a escola do seu filho trabalhe com mais atividades que gastam mais energia e, se necessário, que ajustem a merenda que a escola oferece às crianças. Estes são os principais benefícios diretos que vocês terão.

É importante que vocês saibam que podem sair das atividades, ou parar de usar o aparelho que mede os batimentos do coração do seu filho a qualquer momento. Para participar desta pesquisa vocês não precisam pagar nada. Vocês também não receberão dinheiro e nem prêmios pela participação.

Para participar deste estudo vocês não terão nenhum custo, nem receberão qualquer vantagem financeira. Vocês serão esclarecidos (as) sobre o estudo em qualquer aspecto que desejarem e estarão livres para participarem ou recusarem-se a participar. Poderão retirar o consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A participação de vocês é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que são atendidos pelo pesquisador.

O pesquisador irá tratar a identidade de vocês com padrões profissionais de sigilo.

Os resultados da pesquisa estarão à disposição de vocês quando finalizada. O nome de vocês ou o material que indique participação de vocês não será liberado sem a sua permissão.

O (A) Sr (a) não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, no Colégio de Aplicação João XXIII e a outra será fornecida a você.

Caso haja danos decorrentes dos riscos previstos, o pesquisador assumirá a responsabilidade pelos mesmos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de Identidade \_\_\_\_\_ fui informado (a) dos objetivos do estudo “Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 .

Voluntário \_\_\_\_\_ Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

André Calil e Silva \_\_\_\_\_ Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

Testemunha \_\_\_\_\_ Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o CEP HU – Comitê de Ética em Pesquisa HU/UFJF

Hospital universitário Unidade Santa Catarina - Prédio da Administração Sala 27 - CEP 36036-110 - E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

## APÊNDICE D – TERMO DE ASSENTIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – CEP HU/UFJF  
JUIZ DE FORA – MG – BRASIL

### NOME DO SERVIÇO DO PESQUISADOR

Pesquisador Responsável: André Calil e Silva

Endereço: Rua General João Marcelino, 40, Santa Helena.

CEP: 36015-270 – Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 8899-2068

E-mail: andré\_calil@hotmail.com

### **TERMO DE ASSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DA CRIANÇA**

Você está sendo convidado a participar de um estudo científico que tem por objetivo fazer um levantamento de como anda a sua saúde em relação ao crescimento corporal, peso corporal, distribuição da gordura corporal, pressão arterial, hábitos alimentares e prática de atividade física.

Se você concordar em participar, primeiro vamos medir o seu peso, sua altura e a sua distribuição de gordura corporal. A pressão arterial será medida por um aparelho adequado para crianças. Depois, você usará um pequeno medidor de atividade física que ficará fixado na sua cintura por um cinto. Por ser pequeno e não estar em contato direto com o seu corpo, este aparelho não incomoda. Ele mede os batimentos do coração e quanta energia você vai gastar em todas as atividades realizadas durante três dias. O nome deste aparelho é Actigraph. Caso você sinta qualquer incômodo ocasionado pelo medidor, você poderá retirá-lo a qualquer momento.

Além de usar o aparelho, você responderá um questionário sobre consumo alimentar, que recordará o que você comeu durante todo o dia anterior ao que irá respondê-lo. O nome deste questionário é QUADA-3. Você levará para casa um questionário que avalia sua atividade física, porém este deverá ser respondido pelos seu responsável. A participação na pesquisa não vai trazer nenhum prejuízo ou risco à sua saúde, pois todas são atividades da rotina de qualquer criança que brinca e se movimenta normalmente. Você pode deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum problema para você, ou para sua família. Todas as medidas serão realizadas na escola, com a presença de professores e/ou funcionários do colégio. Você participará das medidas uma vez, sem que atrapalhe sua rotina na escola.

Para realizar estas atividades, nós vamos combinar a melhor data para essas avaliações. Somente você e seus pais vão saber que você está participando desta pesquisa, nem o retrato e nem o nome de vocês vão aparecer nos resultados das atividades. E somente os responsáveis pela pesquisa terão acesso aos seus dados, que serão usados apenas para esta pesquisa e depois serão eliminados. Ao final do estudo você e seus pais receberão um relatório individual, com análises sobre as variáveis medidas. Faremos uma reunião para vocês tirarem as dúvidas sobre os resultados.

A participação de vocês poderá nos ajudar a identificar e conhecer o quanto de atividade física você pratica, de energia que você gasta nas atividades diárias, como está a sua alimentação e as suas medidas corporais. Estas informações ajudarão você e crianças da sua idade na prevenção da obesidade e problemas com a pressão arterial. Além disso, sua família receberá os resultados e explicações sobre como você está em relação às medidas feitas. Como forma de prevenção da obesidade, vamos propor que a sua escola trabalhe com mais atividades que gastam mais energia e, se necessário, que ajustem a merenda que a escola oferece para vocês. Estes são os principais benefícios diretos que vocês terão.

É importante que você saiba que pode sair das atividades, ou parar de usar o aparelho que mede os batimentos do coração a qualquer momento. Para participar desta pesquisa vocês não precisam pagar nada. Vocês também não receberão dinheiro e nem prêmios pela participação.

Para qualquer dúvida, estão presentes aqui e em todo o Termo de Consentimento os telefones dos responsáveis pela pesquisa: Prof. André Calil (32-8899-2068/32-3025-4652, Prof. Joel Lamounier (31-3409-9772), Prof. Vinicius Damasceno (81-8175-1068).

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você e seu responsável poderão consultar o CEP HU – Comitê de Ética em Pesquisa HU/UFJF

Hospital universitário Unidade Santa Catarina  
Prédio da Administração Sala 27  
CEP 36036-110  
E-mail: cep.hu@ufjf.edu.br

Agradecemos a sua participação e colaboração!

**Declaração de participação da criança**

Declaro que fui informado das atividades e equipamentos que eu vou usar na pesquisa e que o pesquisador me explicou como será minha participação. Fui informado também, que ninguém saberá meu nome e nem que eu participei desta pesquisa.

Assinatura da criança: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de assentimento da criança e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015 .

Responsável \_\_\_\_\_ Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

André Calil e Silva \_\_\_\_\_ Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

Testemunha \_\_\_\_\_ Juiz de Fora, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

## APÊNDICE E - FORMULÁRIO DE REGISTRO DOS DADOS DA SEGUNDA FASE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE MEDICINA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

**Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.**

### FORMULÁRIO DE COLETA DE DADOS DA 2ª FASE

Dados da criança	
Código:	Nome: _____ Data nascimento: _____
Data:	Nome do responsável (acompanhante) _____
Gênero: M(0)___ F(1)___	Telefone de contato - _____
Idade:	Cor: Branca(1) Preta(2) Amarela(3) Parda(4) Indígena(5) ___

Dados Antropométricos				
Pressão arterial	1ª medida	2ª medida	3ª medida	Média
	/ mmHg	/ mmHg	/ mmHg	/ mmHg
Massa corporal:	Estatura:	Circunf. de cintura	Circunf. de cintura cicatriz umbilical	Circunf. de quadril
____, ____ kg	____, ____ cm	____, ____ cm	____, ____ cm	____, ____ cm
Onda Finometer				

### OBSERVAÇÕES

---



---



---



---



---

## APÊNDICE F – DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA DO COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUÍZ DE FORA  
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
 RUA CATULO BREYERLE, 879  
 3606-110 – JUÍZ DE FORA – MG – BRASIL

### DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA

O diretor de ensino do Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora/MG, Prof. Dr. José Luiz Lacerda, autoriza o pesquisador André Cali e Silva, e os pesquisadores Dr. Joel Alves Lamounier e Dr. Vinicius de Oliveira Damasceno a realizarem sua pesquisa no Colégio de Aplicação João XXIII, intitulada: "Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.". Trata-se de uma pesquisa que tem como objetivo Comparar as variáveis hemodinâmicas (pressão arterial, sensibilidade do barorreflexo e condutância vascular), composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário e comportamento sedentário entre crianças obesas e eutróficas, do Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora-MG. Declara ainda que conhece o projeto e atesta que o colégio possui a infra estrutura necessária para a execução do mesmo.

O pesquisador responsável da pesquisa se compromete a resguardar a confidencialidade, o sigilo, a privacidade, a proteção de imagem, a não estigmatização dos participantes, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas, inclusive em termos de auto-estima de prestígio econômico ou financeiro.

Juiz de Fora, 23 de setembro de 2015

Prof. Dr. José Luiz Lacerda

Diretor de ensino do C.A. João XXIII

*Prof. Dr. José Luiz Lacerda*  
 Diretor de Ensino  
 C.A. João XXIII/UFJF  
 Portaria n.º 411 de julho de 2013

## APÊNDICE G – DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E CONCORDÂNCIA DO SETOR DE AVALIAÇÃO FÍSICA DO HU-UFJF



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
RUA CATULO BREVIGLIERE, S/Nº  
36036-110 – JUIZ DE FORA – MG – BRASIL

### DECLARAÇÃO DE INFRAESTRUTURA E CONCORDÂNCIA

Eu, Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza, Chefe do Setor de Avaliação Física do Hospital Universitário Federal de Juiz de Fora (HU-UFJF), autorizo ao Prof. André Calil e Silva a realização de pesquisa intitulada “Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.”, no Setor de Avaliação Física do HU-UFJF. Além disso, declaro que esse Setor possui todos os equipamentos permanentes e de consumo para a plena realização da pesquisa.

Juiz de Fora, 23 de setembro de 2015

Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza  
VICE-DIRETOR DA FACULDADE DE  
EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
UFJF

Prof. Dr. Mateus Camaroti Laterza

Chefe do Setor de Avaliação Física do HU - UFJF

**APÊNDICE H – PROJETO DETALHADO ENVIADO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DO HU-UFJF**

	<b>HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA</b> <b>Gestão de Ensino e Pesquisa</b> Setor de Pesquisa e Inovação Tecnológica
---	---

Versão Julho 2015	<b>Cadastro de Projetos</b>	PROCESSO Nº
-------------------	-----------------------------	-------------

**1. Dados do Projeto e do(a) Coordenador do Projeto**

<b>Título do Projeto</b>	Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário, comportamento sedentário e consumo alimentar de escolares obesos e eutróficos, do Colégio de Aplicação João XXIII cidade de Juiz de Fora-MG.
<b>Coordenador do Projeto:</b>	André Calil e Silva
<b>No. Cadastro GEP do Coordenador</b>	
<b>Equipe:</b>	Joel Alves Lamounier (orientador deste projeto de doutorado) e Vinicius de Oliveira Damasceno (co-orientador)
<b>Contato:</b>	Eletrônico: andre_calil@hotmail.com Telefônico: 32-88992068
<b>Unidade/ Departamento:</b>	FAEFID-DEP
<b>Data Início:</b>	01/11/2015
<b>Data término:</b>	01/06/2016

**2. Tipo de projeto**

**Financiamento**

- (  ) Recursos próprios  
 (  ) Agência pública de fomento nacional  
 (  ) Agência pública de fomento internacional  
 (  ) Indústria farmacêutica

**Tipo de pesquisa:**

- (  ) Pesquisa de inovação tecnológica em saúde  
 (  ) Pesquisa operacional  
 (  ) Pesquisa clínica  
 (  ) Pesquisa básica  
 (  ) Pesquisa de interesse das políticas públicas de saúde

### 3. Justificativa/Caracterização do problema

Sobrepeso e obesidade são termos usados para descrever um excesso de adiposidade (ou gordura) acima do ideal para a boa saúde<sup>(1)</sup>. A obesidade é a doença mais prevalente entre crianças e adolescentes de todo o mundo<sup>(2)</sup>, sendo sua etiologia multifatorial<sup>(3,4)</sup>.

Resultados de uma pesquisa global sobre a prevalência de sobrepeso e obesidade entre crianças apontaram que 23,8% dos meninos e 22,6% das meninas, de países desenvolvidos, estavam com sobrepeso ou obesos em 2013, enquanto nos países em desenvolvimento 12,9% dos meninos e 13,4% das meninas estavam com sobrepeso ou obesidade em 2013<sup>(5)</sup>. No Brasil, dados da última Pesquisa de Orçamentos Familiares/POF 2008-2009<sup>(6)</sup> apresentaram aumentos na prevalência de sobrepeso de 15% para 34,8% e obesidade de 4,1% para 16,6% entre meninos, durante os anos de 1989 e 2009. Para as meninas, a prevalência de sobrepeso aumentou de 11,9% para 32% e de obesidade de 2,4% para 11,8%.

Entre os múltiplos fatores de risco determinantes para o sobrepeso e obesidade na infância, encontram-se os comportamentais (padrões alimentares e de atividade física), ambientais (casa, escola, comunidade), sociais (publicidade de alimentos e redes sociais), cuidados de saúde (prestação de serviços e acesso) e biológicos (predisposição genética, mecanismos de regulação apetite/saciedade)<sup>(7)</sup>. Dentre estes, atividade física e nutrição são considerados os principais fatores para desenvolvimento da obesidade<sup>(1)</sup>, por determinar um desequilíbrio energético crônico que leva ao balanço energético positivo e, ao longo do tempo, culmina em excesso de peso<sup>(3,8,9,10)</sup>.

Ao considerar que boa parte das crianças não pratica a quantidade diária necessária de atividade física e gasta a maior parte do tempo em atividades sedentárias como ver televisão, brincar com jogos em computadores, videogames, telefones e *tablets*, e que este fato associado à uma alimentação inadequada está diretamente relacionado ao desequilíbrio entre ingestão alimentar e consumo de energia<sup>(11,12,13)</sup>, tornam-se relevantes estudos que investiguem, de forma aprofundada, o gasto energético, o consumo alimentar, o comportamento físico diário e a associação destes fatores com variáveis antropométricas e de saúde, dentro da realidade em que as crianças vivem, sem confinamento e em condições de vida diária.

Neste contexto, é necessário identificar o nível de atividade física (NAF), o comportamento alimentar e equilíbrio energético de crianças, seja na escola ou fora dela. Para isto, instrumentos como o acelerômetro triaxial *ActiGraph*®, considerado como método objetivo de avaliação, associado ao questionário de avaliação de atividade física para crianças<sup>(14)</sup>, instrumento que foi desenvolvido no Brasil para identificar o NAF de crianças mais novas, auxiliam na obtenção do gasto energético diário (GED) e no NAF, além de identificar o tempo de tela das crianças avaliadas. Já o Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA-3) auxilia a análise do consumo alimentar, visto que foi desenvolvido no Brasil para atender o contexto cultural e estilo de vida local<sup>(15)</sup>. Em relação às variáveis antropométricas o Índice de Massa corporal (IMC) vem sendo utilizado como critério para classificação de estado nutricional de crianças em diversos países, sendo expressos em escores z, inclusive pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>(6,16,17,18,19,20)</sup>. Para estimar o percentual de gordura corporal, tanto as dobras cutâneas quanto a bioimpedância vêm sendo utilizadas em crianças com sobrepeso e obesidade<sup>(21,22,23,24,25,26)</sup>.

Além de estar relacionada às medidas antropométricas, ao comportamento sedentário e ao consumo alimentar, a obesidade infantil está associada com aumento de fator de risco cardiovascular<sup>(27)</sup>, sendo que crianças e adolescentes com Índice de Massa Corporal (IMC) elevado têm risco aumentado para desenvolvimento de doenças crônicas como hipertensão arterial, aterosclerose e diabetes tipo 2, fato que representa na vida adulta considerável fator de risco para saúde<sup>(28,29,30,31,32,33)</sup>. Há décadas evidências indicam que a hipertensão arterial do adulto possa ter seu início na infância ou adolescência<sup>(34,35,36)</sup>.

Estudos observacionais têm demonstrado que indivíduos com pressão arterial normal alta têm um risco aumentado de cinco vezes para o desenvolvimento de hipertensão e eventos cardiovasculares do que aqueles com pressão arterial ideal (<120/80 mm Hg)<sup>(37,38)</sup>, por isso, um diagnóstico precoce do perfil hemodinâmico e antropométrico de crianças pode auxiliar em futuras intervenções dos profissionais da saúde. Um aumento na espessura da parede arterial, diminuição na elasticidade e menor função endotélio dependente e independente têm sido documentados na literatura em crianças obesas<sup>(39)</sup>. Em situações próximas ao repouso, a obesidade pode levar à diminuição no fluxo sanguíneo periférico e ao aumento na resistência vascular<sup>(40)</sup>.

A investigação da fisiopatologia da hipertensão arterial, portanto, significa entender os mecanismos de controle da pressão arterial normal e procurar as alterações sutis que precedem o aumento da pressão para os níveis de hipertensão. Dentre os mecanismos de controle, a variabilidade momento a momento da pressão arterial por si, cujo controle é função do barorreflexo, é de importante significado clínico. O reflexo pressorreceptor participa da homeostase hemodinâmica, principalmente por controlar o tônus simpático e parassimpático para coração e vasos<sup>(41)</sup>. A obesidade está associada à disfunção do sistema nervoso autônomo e a redução da sensibilidade do barorreflexo, é, também, um fator de risco independente para a morte súbita que se segue ao infarto agudo do miocárdio<sup>(42,43,44,45,46)</sup>.

Há evidências da correlação inversa entre sensibilidade do barorreflexo e percentual de gordura corporal em adultos<sup>(47,48)</sup>. Em crianças e adolescentes (11 e 19 anos), com hipertensão essencial e síndrome do jaleco branco, Honzíkóvá *et al.*<sup>(49)</sup> concluíram que maiores valores de IMC estão associados com hipertensão e diminuição da sensibilidade do barorreflexo, ao compará-los com seus pares normotensos. Dietrich *et al.*<sup>(50)</sup> investigaram a sensibilidade do barorreflexo espontâneo, tanto na posição deitada quanto na posição em pé, e sua relação com as variáveis gênero, idade, maturação sexual, índice de massa corporal e nível de atividade física, em uma população de pré-adolescentes holandeses (10 a 13 anos). Dentre outros resultados, encontraram influência na resposta do barorreflexo das variáveis gênero e IMC, sendo que nos pré-adolescentes obesos o IMC teve associação negativa com a resposta do barorreflexo na posição de pé. Em uma comparação direta entre adolescentes (12 a 18 anos) obesos e eutróficos normotensos, Lazarova *et al.*<sup>(42)</sup> avaliaram a sensibilidade do barorreflexo na posição deitada, em três momentos, durante 50 minutos. Os adolescentes obesos apresentaram diminuição da sensibilidade do barorreflexo, com menor variação ao longo do tempo, quando comparado aos adolescentes eutróficos.

Os estudos sobre a sensibilidade do barorreflexo e obesidade, realizados com crianças, concentram-se na faixa etária correspondente à puberdade e, também, à adolescência<sup>(42,49,50,52)</sup>. Baseado nas evidências de que os problemas de saúde desenvolvidos na infância como a obesidade e suas consequências, que passam pela alteração do barorreflexo, hipertensão arterial, aterosclerose e diabetes tipo II refletem na saúde geral do adulto e aumentam o risco para morte súbita e outras doenças cardiovasculares, que há um aumento no interesse da relação entre obesidade e complicações cardiovasculares precoces durante a infância, tornam-se necessários estudos que investiguem alterações da pressão arterial, da sensibilidade do barorreflexo e a associação destes fatores com a condutância vascular de crianças em idade escolar. Para tanto, a utilização do Finometer Pro (Finapress Medical System, Amsterdam, Holanda) e do plestimógrafo de oclusão venosa, considerados padrão ouro para medida da pressão arterial, do barorreflexo e da condutância vascular é de extrema importância para explorar tais relações. Seria ainda maior a relevância destes estudos ao investigar os fatores associados à obesidade infantil (comportamento sedentário, consumo alimentar, NAF), sua associação com a pressão arterial, o barorreflexo, condutância vascular e a comparação com crianças eutróficas.

#### 4. Objetivos

**GERAL:** Comparar as variáveis hemodinâmicas (pressão arterial, sensibilidade do barorreflexo e condutância vascular), composição corporal, nível de atividade física, gasto energético diário e comportamento sedentário entre crianças obesas e eutróficas, do Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora-MG.

**ESPECÍFICOS:**

- Aferir a pressão arterial de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII e classificá-los em relação a esta medida.
- Avaliar a sensibilidade do barorreflexo de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII.
- Avaliar a condutância vascular de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII.
- Investigar a relação entre a sensibilidade do barorreflexo e a condutância vascular de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII.
- Utilizar o acelerômetro triaxial Actigraph e o questionário de avaliação de atividade física para investigar o comportamento sedentário, GED e o NAF de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII.
- Aplicar a terceira versão do Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA-3) para descrever e comparar o consumo alimentar de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII.
- Utilizar o IMC e o percentual de gordura corporal para classificar os escolares do Colégio de Aplicação João XXIII em relação ao estado nutricional.
- Investigar a relação entre as variáveis hemodinâmicas, comportamentais e de composição corporal de escolares do Colégio de Aplicação João XXIII.
- Comparar crianças obesas e eutróficas em relação às variáveis estudadas.

#### 5. Metodologia

Estudo observacional, realizado com escolares de 6 a 9 anos, matriculados no Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora-MG

Atualmente, o Colégio de Aplicação João XXIII possui 170 alunos, com idade entre 6 e 9 anos, regularmente matriculados e frequentando o colégio. Todos serão convidados a participar do projeto.

O recrutamento das crianças será realizado em três momentos. No primeiro, passaremos em todas as salas que possuem alunos dentro dos critérios de inclusão para explicar, em linguagem adequada, o projeto (objetivos, instrumentos utilizados, etapas do estudo, benefícios e riscos). No segundo, os interessados em participar do estudo levarão para casa uma carta convite contendo explicações sobre os objetivos da pesquisa, importância da participação dos filhos e dos pais, com resumo da metodologia utilizada. No terceiro, aqueles que aceitarem participar, juntamente com os pais, serão convocados para uma reunião que acontecerá no colégio. Serão demonstrados os procedimentos para coleta das variáveis antropométricas, apresentados os questionários que serão utilizados (*banners*), assim como, o *Actigraph* para manuseio dos participantes e seus responsáveis. Essa reunião tem como principal objetivo sanar todas as dúvidas em relação à pesquisa e seus procedimentos. Ainda nesta reunião, será feita uma leitura coletiva do TCLE e o Assentimento. Durante a leitura, sanaremos todas as dúvidas que ainda persistirem por parte dos participantes. Somente após este momento, as crianças e seus pais ou responsáveis levarão o TCLE e o Assentimento para casa, para que possam assinar e entregar, posteriormente, aos responsáveis pela pesquisa. Aproveitaremos esta reunião, também, para garantir aos participantes da pesquisa o sigilo dos dados obtidos, inclusive da privacidade durante a coleta das variáveis, realizada individualmente, em sala disponibilizada pelo colégio.

As coletas das variáveis acontecerão em duas etapas. Na primeira as variáveis PA,

IMC, percentual de gordura corporal, GED, NAF e consumo alimentar serão mensuradas em todas as crianças que aceitarem participar do estudo. Na segunda etapa, após classificação das crianças em eutróficas, sobrepeso e obesas para atender ao objetivo principal da pesquisa, será formado um grupo com as crianças obesas e um grupo com as crianças eutróficas. Algumas variáveis utilizadas na primeira etapa serão coletadas novamente, sendo que o percentual de gordura corporal será avaliado através da bioimpedância. As variáveis hemodinâmicas PA, sensibilidade do barorreflexo e vasodilatação periférica serão medidas nesta etapa, no Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora (HU/UFJF).

#### Protocolos e instrumentos da primeira etapa:

- Os pais/responsáveis responderão um questionário socioeconômico (52).
- A pressão arterial será medida no membro superior após 15 minutos em repouso na posição supina, de forma não invasiva, pelo método auscultatório, utilizando-se esfigmomanômetro de coluna de mercúrio (Takaoka®). Serão utilizados tamanhos adequados de manguito, considerando-se a circunferência do braço, segundo as recomendações da V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (53).
- O Índice de Massa Corporal (IMC) será calculado através da relação entre massa corporal total em quilogramas e estatura em metros ao quadrado. Serão utilizados os valores de referência para diagnóstico do estado nutricional utilizando as curvas de IMC para idade, da Organização Mundial de Saúde, a partir do Escore  $z$ <sup>(54)</sup>.
- Serão mensuradas as dobras cutâneas tricipital, subescapular e panturrilha medial. Para cálculo do percentual de gordura corporal será utilizada a equação de Slaughter<sup>(55)</sup>.
- O GED e o NAF serão mensurados através do acelerômetro triaxial Actigraph, modelo GT3X, que é compacto, com as dimensões de 3,8cm x 3,7cm x 1,8cm e pesa 27 gramas. Cada criança receberá um acelerômetro e um livreto com as instruções para utilização do equipamento. Os acelerômetros serão posicionados no quadril, através de um cinto, em cima da crista ilíaca. O equipamento deverá ser utilizado continuamente por três dias (exceto durante o banho ou em atividades aquáticas), sendo um dia do final de semana e dois dias da semana.
- Para complementar as informações sobre o NAF e o comportamento sedentário das crianças, os pais/responsáveis deverão responder o questionário de avaliação de atividade física<sup>(14)</sup>, entregue juntamente com o acelerômetro.
- O QUADA-3 será aplicado às turmas, em forma de exercício dirigido, por pesquisadores experientes. Serão utilizados 4 pôsteres (90x120) idênticos às páginas do questionário disponibilizado às crianças. Todas as recomendações de Assis *et al.*<sup>(15)</sup>, sobre a aplicação do questionário serão seguidas.

Quatro graduandos do Curso de Educação Física e Desportos da UFJF, sendo dois do sexo feminino, participarão da coleta e tabulação dos dados. Uma reunião será realizada para apresentação do projeto e seu cronograma, além das responsabilidades que cada um terá. Após esta etapa, encontros acontecerão para familiarização com a rotina de coleta de dados e treinamento para aplicação dos questionários. Como os graduandos não farão a coleta das variáveis antropométricas, que será realizada por um único avaliador (André Calil e Silva), o primeiro encontro será destinado para familiarização com o *Actigraph* (manuseio, programa de funcionamento, carregamento da bateria, fixação do instrumento, leitura dos dados obtidos). O segundo encontro será destinado para aplicação do questionário de avaliação de atividade física entre os integrantes da equipe. O terceiro encontro será destinado ao treinamento para aplicação do QUADA-3. Deste momento, até a aplicação do QUADA-3 na amostra estudada, todas as recomendações de Assis *et al.*<sup>(15)</sup>, que trata do treinamento e

aplicação do referido questionário, serão atendidas. Após o treinamento, em todos os momentos, os graduandos auxiliarão o André Calil e Silva na coleta das variáveis do estudo.

Protocolos e instrumentos da segunda etapa:

A PA e a sensibilidade do barorreflexo serão medidas após a criança ficar de repouso durante 10 minutos. A avaliação clínica da PA será realizada em decúbito dorsal, pelo método auscultatório no membro superior direito do voluntário. A pressão arterial também será registrada pelo equipamento Finometer Pro (Finapres Medical System, Amsterdam, Holanda) por meio de manguito posicionado em torno do dedo médio da mão direita, mantendo o braço direito apoiado na altura do ventrículo esquerdo. A frequência cardíaca será registrada continuamente pela aquisição de sinais de ECG do Biopac. Essas variáveis serão medidas durante 20 minutos de repouso<sup>(56)</sup>.

A condutância vascular será avaliada pela técnica de pletismografia de oclusão venosa. A criança será posicionado em decúbito dorsal e o braço não dominante será elevado acima do nível do coração para garantir adequada drenagem venosa. Um tubo silástico preenchido com mercúrio, conectado ao transdutor de baixa pressão e ao pletismógrafo, será colocado ao redor do antebraço, a 5 cm de distância da articulação úmero-radial. Um manguito será posicionado ao redor do punho e outro na parte superior do braço do voluntário. O manguito posicionado no punho será inflado a um nível de pressão supra sistólica (200 mmHg) um minuto antes de se iniciar as medidas e será mantido insuflado durante todo o procedimento. Em intervalos de 15 segundos, o manguito posicionado no braço será inflado a um nível de pressão supra venosa (60 mmHg) pelo período de 7 a 8 segundos em seguida será desinsuflado rapidamente e mantido pelo mesmo tempo. Esse procedimento totalizará 4 ciclos por minuto.

O percentual de gordura corporal será avaliado através de um dispositivo de impedância bioelétrica tetrapolar Biodinâmica 450 (Biodinâmica, linha costeira, Estados Unidos), de acordo com as instruções do fabricante.

O GED, o NAF e o CA serão avaliados de acordo com os procedimentos da primeira etapa do estudo.

## 6. Resultados esperados

Esperamos encontrar diferença significativa para as variáveis estudadas PA, gordura corporal, sensibilidade do barorreflexo, condutância vascular, gasto energético diário, nível de atividade física e consumo alimentar, quando comparadas entre crianças obesas e eutróficas, do Colégio de Aplicação João XXIII, da cidade de Juiz de Fora-MG.

## 7. Cronograma

Identificação da etapa	Início	Término	Ações
- Levantamento dos dados para cálculo amostral - Cálculo amostral	Outubro/2015	Outubro/2015	- Ter acesso aos dados cadastrais dos alunos do Colégio de Aplicação João XXIII.
Contato com o colégio, crianças e com os pais	Outubro/ 2015	Novembro/2015	- Contato com diretor do colégio, convite e explicação do estudo para as crianças, envio dos

			TCLE para os pais.
- Estudo piloto	Novembro/2015	Novembro/2015	- Convidar 20 crianças para participar do estudo piloto e colocar a metodologia em prática
Coleta dos dados	Novembro/2015	Dezembro/2015	Execução dos procedimentos para coleta dos dados.
Análise dos dados	Dezembro/2015	Janeiro/2015	Análise dos dados
Apresentação dos resultados para o colégio, pais e alunos	Fevereiro/2016	Março/2016	Reunião com os responsáveis pelo colégio para apresentação dos resultados. Entrega de relatórios individuais para alunos e responsáveis.
Redação da tese	Dezembro/2015	Março/2016	Redação da tese de doutorado
Defesa da tese	Março/2016		Defesa da tese

OBS: Devido à greve dos técnicos administrativos em educação e dos professores do Colégio de Aplicação João XXIII, o cronograma sofrerá modificações de acordo com o calendário após o término da greve. Estará dependente também da aprovação no Comitê de Ética.

### 8.Orçamento

O Colégio de Aplicação João XXIII, o Laboratório de Avaliação Física do Hospital Universitário da UFJF e a Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da UFMG (local onde o pesquisador responsável é aluno de doutorado) possuem toda infraestrutura necessária para que a pesquisa ocorra. O orçamento para este projeto será de R\$ 550,00, referentes à compra de 250 eletrodos de eletrocardiograma, 1000 folhas A4, 2 cartuchos para impressora, 10 canetas e 4 pranchetas de plástico.

### 9.Referências bibliográficas

- 1- Waters E, de Silva-Sanigorski A, Hall BJ, Brown T, Campbell KJ, Gao Y, et al. Interventions for preventing obesity in children. Cochrane Database Syst Rev. 2011; 12: CD001871.
- 2- Wang Y, Lobstein T. Worldwide trends in childhood overweight and obesity. Int J Pediatr Obes. 2006; 1: 11-25.
- 3- De Craemer M, De Decker E, de Bourdeaudhuij I, Vereecken C, Deforche B, Manios Y, Cardon G. Correlates of energy balance-related behaviours in preschool children: a systematic review. Obes Rev. 2012; 13(Suppl 1): 13–28.
- 4- Cason KL. Family mealtimes: More than just eating together. Journal of the American Dietetic Association. 2006; 106: 532-533.
- 5- Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, Graetz N, Margonoet C. et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 2014; 384: 766-81.
- 6- Brasil. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: Antropometria e Estado Nutricional

- de Crianças, Adolescentes e Adultos no Brasil. In: Saúde Md, Planejamento Md, editors. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; 2010.
- 7- Pratt CA, Stevens J, Daniels S. Childhood obesity prevention and treatment: recommendations for future research. *Am J Prev Med.* 2008; 35(3): 249 –252.
  - 8- Rennie KL, Johnson L, Jebb SA. Behavioral determinants of obesity. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism.* 2005, 19: 343-58.
  - 9- Kremers SPJ, de Bruijn GJ, Visscher TLS, van Mechelen W, de Vries NK, Brug J. Environmental influences on energy balance-related behaviors: a dual-process view. *The International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.* 2006 3:9.
  - 10- Moreno LA, Bel-Serrat S, Staliestra-Pasis AM et al. Obesity prevention in children. *World Review os Nutrition and Dietetics.* 2013, 106:119-26.
  - 11- Karnik S e Kanekar A. Childhood obesity: a global public health crisis. *International Journal of Preventive Medicine.* 2012; 3: 1-7.
  - 12- Hills AP, Andersen LB, Byrne NM. Physical activity and obesity in children. *British Journal os Sports Medicine.* 2011; 45:866-70.
  - 13- Hinkley T, Salmon J, Okely AD, Crawford D, Hesketh K. Preschoolers Physical Activity, Screen Time, and Compliance with Recomendations. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 2012; 44: 458-65.
  - 14- Checon K, Fonseca VM, deFaria CP, Molina MCB. Reprodutibilidade do questionário de avaliação de atividade física para crianças aplicado no Estudo Saúdes – Vitória. *Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil,* 2011; 11(2): 173-180.
  - 15- Assis MAA, Benedet J, Kerpel R, Vasconcelos FAG, Di Pietro PF, Kupek E. Validação da terceira versão do Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA-3) para escolares de 6 a 11 anos. *Cad Saúde Pública, Rio de Janeiro.* 2009 ago; 25(8): 1816-1826.
  - 16- World Health Organization. WHO child growth standards: methods and development: length/height- for- age, weight- for- age, weight- for- length, weight- for- height and body mass index- for- age. Geneva: WHO; 2006.
  - 17- Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ.* 2000; 320: 1240–53.
  - 18- Cole TJ, Flegal KM, Nicholls D, Jackson AA. Body mass index cut offs to define thinness in children and adolescents: international survey. *BMJ.* 2007; 225:194-201.
  - 19- de Onis M, Garza C, Victora CG, Onyango AW, Frongillo EA, Martines J. The WHO Multicentre Growth Reference Study: planning, study design, and methodology. *Food Nutr Bull.* 2004; 25(1 Suppl) : S15–26.
  - 20- de Onis M, Garza C, Onyango AW, Borghi E. Comparison of the WHO child growth standards and the CDC 2000 growth charts. *Journal of Nutrition.* 2007; 137(1): 144–8.
  - 21- Nightingale CM, Rudnicka AR, Owen CG, Wells JC, Sattar N, Cook DG, Whincup PH. Influence of adiposity on insulin resistance and glycemia markers among U.K. Children of South Asian, black African-Caribbean, and white European origin: child heart and health study in England. *Diabetes Care.* 2013; 36(6):1712-9.
  - 22- Adamo KB, Sheel AW, Onywera V, Waudou J, Boit M, Tremblay MS. Child obesity and fitness levels among Kenyan and Canadian children from urban and rural environments: a KIDS-CAN Research Alliance Study. *International Journal of Pediatric Obesity.* 2011; 6(2-2): 225-32.
  - 23- Yilmaz D, Inan G, Karakas S, Buyukozturk-Karul A, Sonmez F. Obesity and its Diagnostic Methods in Turkish Children. *Eurasian Journal of Medicine.* 2012. 44(2): 94-8.
  - 24- Basaldúa N e Chiquete E. Common predictors of excessive adiposity in children from a region with high prevalence of overweight. *Annal of Nutrition and Metabolism.* 2008; 52(3): 227-32.
  - 25- Kiess W, Reich A, Müller G, Galler A, Kapellen T, Raile K, Böttner A, Seidel B,

- Kratzsch J. Obesity gain childhood and adolescence: clinical diagnosis and management. *Journal of Pediatric Endocrinology & Metabolism*. 2001; 14(S6):1431-40.
- 26- Giugliano R e Melo ALP. Diagnóstico de sobrepeso e obesidade em escolares: utilização do índice de massa corporal segundo padrão internacional. *Jornal de Pediatria*. 2004, 80(2): 129-134.
- 27- Burke V, Beilin L, Simmer K et al. Predictors of body mass index and associations with cardiovascular risk factors in Australian children: a prospective cohort study. *Int J Obes*. 2004; 29: 15–23.
- 28- Bao W, Threefoot SA, Srinivasan SR, Berenson GS. Essential Hypertension Predicted by Tracking of Elevated Blood Pressure From Childhood to Adulthood: The Bogalusa Heart Study. *Am J Hypertens*. 1995; 8: 657-665.
- 29- Srinivasan SR, Myers L, Berenson GS. Predictability of childhood adiposity and Insulin for developing insulin resistance syndrome (syndrome X) in young adulthood the bogalusa heart study. *Diabetes* 2002; 51: 204–209.
- 30- Rosner B, Cook NR, Daniels S, Falkner B. Childhood Blood Pressure Trends and Risk Factors for High Blood Pressure The NHANES Experience 1988–2008. *Hypertension*. 2013; 6(2): 247-254.
- 31- l'Allemand D, Wiegand S, Reinehr T, Müller J, Wabitsch M, Widhalm K, Holl R. Cardiovascular Risk in 26,008 European Overweight Children as Established by a Multicenter Database. *Obesity*. 2008; 16: 1672–1679.
- 32- Friedemann C, Heneghan C, Mahtani K, Thompson T, Perera R, Ward AM. Cardiovascular disease risk in healthy children and its association with body mass index: systematic review and meta-analysis. *BMJ*. 2012; 345: 4759-4774.
- 33- Lauer R, Clarke W. Childhood risk factors for high adult blood pressure: the Muscatine Study. *Pediatrics*. 1989; 84: 633–641.
- 34- Kilcoyn MM, Richter RW, Alsup P: Adolescent hypertension I. Detection and prevalence. *Circulation*. 1974; 50: 758-765.
- 35- Cobos-González O, Rubio Solorio R, Garcia de Alba Garcia JE, Parra Carrillo JZ. La presión arterial en escolares de Guadalajara. *Sal Púb Méx*. 1983; 25: 177-83.
- 36- Orellana K. Estudio epidemiológico de la hipertension arterial en Barquisimeto. *Boletin Medico de Postgrado*. 1985; 1: 29-45.
- 37- Vasan RS, Larson MG, Leip EP et al. Assessment of frequency of progression to hypertension in nonhypertensive participants in the Framingham Heart Study: a cohort study. *Lancet*. 2001; 358: 1682–1686.
- 38- Vasan RS, Larson MG, Leip EP et al. Impact of high-normal Blood pressure on the risk of cardiovascular disease. *N Engl J Med*. 2001; 345: 1291–1297.
- 39- Sorof J, Daniels S. Obesity hypertension in children: a problem of epidemic proportions. *Hypertension*. 2002; 40(4): 441-447.
- 40- Rocchini AP, Moorehead C, Katch V, Key J, Finta KM. Forearm resistance vessel abnormalities and insulin resistance in obese adolescents. *Hypertension*. 1992; 19 (6): 615-620.
- 41- Campagnole-Santos MJ, Haibara AS. Reflexos cardiovasculares e hipertensão arterial. *Rev Bras Hipertens*. 2001; 8: 30-40.
- 42- Lazarova Z, Tonhajzerova I, Trunkvalterova Z, Brozmanova A, Honzíkova N, Javorka K, Baumert M, Javorka M. Baroreflex sensitivity is reduced in obese normotensive children and adolescents. *Can J Physiol Pharmacol*. 2009; 87(7): 565-71.
- 43- Fei L, Anderson MH, Katritsi D, Sneddon J, Statters DJ, Malik M, Camm AJ. Decreased heart rate variability in survivors of sudden cardiac death not associated with coronary artery disease. *British Heart J*. 1994; 71: 16-21.
- 44- La Rovere MT, Bigger JT, Jr. Marcus FI, Mortara A, Schwartz PJ. Baroreflex sensitivity

- and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction: ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction). *Lancet*. 1998; 351: 478–484.
- 45- Honzíkova N, Fiser B, Semrad B. Critical value of baroreflex sensitivity determined by spectral analysis in risk stratification after myocardial infarction. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2000; 23(11 Pt 2): 1965–1967.
- 46- Honzíkova N, Semrád B, Fiser B, Lábrová R. Baroreflex sensitivity determined by spectral method and heart rate variability, and two-years mortality in patients after myocardial infarction. *Physiol Res*. 2000; 49(6): 643–650.
- 47- Laederach-Hofmann K, Mussgay L, Rúddel H. Autonomic cardiovascular regulation in obesity. *J Endocrinol*. 2000; 164(1): 59–66.
- 48- Kardos A, Watterich G, de Menezes R, Csanády M, Casadei B, Rudas L. Determinants of spontaneous baroreflex sensitivity in a healthy working population. *Hypertension*. 2001; 37(3): 911–916.
- 49- Honzíkova N, Nováková Z, Závodná E, Paderová J, Lokaj P, Fiser B, et al. Baroreflex sensitivity in children, adolescents, and young adults with essential and white-coat hypertension. *Klin Padiatr*. 2006; 218(4): 237–242.
- 50- Dietrich A, Riese H, van Roon AM, van Engelen K, Ormel J, Neeleman J, Rosmalen JG. 2006. Spontaneous baroreflex sensitivity in (pre)adolescents. *J Hypertens*. 2006; 24(2): 345–352.
- 51- Krontodádová K, Honzíkova N, Fiser B, Nováková Z, Závodná E, Hrstková H, Honzík P. Overweight and Decreased Baroreflex Sensitivity as Independent Risk Factors for Hypertension in Children, Adolescents, and Young Adults. *Physiol Res*. 2008; 57: 385-391.
- 52- ABEP (Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa). Critério de Classificação Econômica Brasil.[[www.abep.org.br](http://www.abep.org.br)]. Disponível em: <http://www.abep.org/criterioBrasil.aspx>. Acessado em 28/02/2015.
- 53- Sociedade Brasileira de Cardiologia; Sociedade Brasileira de Hipertensão; Sociedade Brasileira de Nefrologia. V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol*. 2007; 89: 24-79.
- 54- World Health Organization. Growth reference 5- 19 years [acessado em 23 de fevereiro de 2015]. Disponível em: <http://www.who.int/growthref/en/>
- 55- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Van Loan MD, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*. 1988; 60(5): 709-23.
- 56- Laterza MC, Mattos LLDN, Trombeta IC, Braga AMFW, Roveda F, Alves MJNN et al. Exercise training restores baroreflex sensitivity in never-treated hypertensive patients. *Hypertension*. 2007; 49: 1298-1306.

## ANEXO A – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS ARTIGOS UTILIZADOS NA REVISÃO SISTEMÁTICA

Checklist of methodological quality, adapted from *The Dutch Cochrane Centre. Amsterdam: Amsterdam Medical Centre; 2013. [www.cochrane.nl](http://www.cochrane.nl)*

<p><b>Study type</b> 1. Which type of study is conducted? <i>Positive if study type was a randomized controlled trial</i></p>	+/-/?
<p><b>Study population</b> 2. Was the study population clearly defined? <i>Positive if was described in what setting the patient was recruited (e.g. general practice, hospital, occupational setting) diagnosis</i></p>	+/-/?
<p><b>Sample size</b> 3. What was the sample size? <i>Positive if studies included 50 or more children in both the patient group and the control group.</i></p>	+/-/?
<p><b>Selection bias</b> 4. Was selection bias sufficiently accounted for? <i>Positive if in- and exclusion criteria were described and did not lead to selection bias</i></p>	+/-/?
<p><b>Exposure</b> 5. Was the exposure clearly defined and was the method appropriate? <i>Positive if was explained which exposures were measured and by what method (e.g. standardized questionnaires, assessments)</i></p>	+/-/?
<p><b>Outcome</b> 6. Was the outcome clearly defined and was the method appropriate? <i>Positive if BRS was presented according to the method used for evaluation</i></p>	+/-/?
<p><b>Confounders</b> 7. Are the most important confounders identified and is this adequately accounted for in the design and analyses? <i>Positive if confounders were considered in univariate analyses, or if multivariate analyses were performed</i></p>	+/-/?

## Quality assessment selected articles

No	Author, Year	Study type*	Study Population	Sample size**	Selection bias	Exposure	Outcome	Confounders	Score
1	Dietrich et al. 2006 <sup>21</sup>	CS	+	+ 1868	-	+	+	+	<b>M</b>
2	Genovesi et al. 2008 <sup>19</sup>	CS	+	- 38/16/21	-	-	+	+	<b>W</b>
3	Chaicharn et al. 2009 <sup>24</sup>	CS	+	- 10/10	+	+	+	-	<b>W</b>
4	Lazarova et al. 2009 <sup>30</sup>	CS	-	- 20/20	-	+	+	+	<b>W</b>
5	McConnel et al. 2009 <sup>25</sup>	CS	+	+ 63/50	+	+	+	+	<b>S</b>
6	Dipla et al. 2010 <sup>27</sup>	CS	-	- 14/13	-	+	+	+	<b>W</b>
7	Dangardt et al. 2011 <sup>17</sup>	CS	+	+ 120/43/148	-	+	+	+	<b>M</b>
8	Latchman et al. 2011 <sup>29</sup>	CS	+	- 18/19	+	+	+	-	<b>W</b>
9	Crisalli et al. 2012 <sup>28</sup>	CS	+	- 36/46	+	+	+	-	<b>W</b>
10	Fitzgibbon et al. 2012 <sup>16</sup>	CS	+	- 21/85	+	+	+	-	<b>W</b>
11	Lucini et al. 2012 <sup>18</sup>	CS	+	- 11/94	+	+	+	+	<b>M</b>
12	Calcaterra et al. 2013 <sup>26</sup>	CS	-	+ 133/168	-	+	+	+	<b>W</b>
13	Walter et al. 2013 <sup>23</sup>	CS	+	- 21/36	+	+	+	-	<b>W</b>

\* study type: RCT = randomized controlled trial, LC = longitudinal cohort study, CC = case-control study, CS = cross-sectional study

\*\* sample size: number of children included in study group/number of children included in the control group. one weak rating, W = weak; two or more weak ratings

**Explanation score:** S = strong; no weak ratings (-/?), M = moderate; one weak rating, W = weak; two or more weak ratings

## ANEXO B – APROVAÇÃO DA CÂMARA DEPARTAMENTAL DE PEDIATRIA

Departamento de Pediatria  
Faculdade de Medicina da UFMG  
Parecer –20/ 2015

**Pesquisadores:** Joel Alves Lamounier, André Calil e Silva, Vinicius de Oliveira Damasceno

Título do Projeto:

**Comparação das variáveis hemodinâmicas, composição corporal, nível de atividade física, GASTO ENERGÉTICO DIÁRIO, comportamento sedentário E CONSUMO ALIMENTAR de crianças obesas e eutróficas, DO COLÉGIO DE APLICAÇÃO JOÃO XXIII, DA cidade de Juiz de Fora-MG.**

Histórico:

A obesidade é a doença mais prevalente entre crianças e adolescentes de todo o mundo, sendo sua etiologia multifatorial, incluindo fatores comportamentais (padrões alimentares e de atividade física), ambientais (casa, escola, comunidade), sociais (publicidade de alimentos e redes sociais), cuidados de saúde (prestação de serviços e acesso) e biológicos (predisposição genética, mecanismos de regulação apetite/saciedade). Dentre estes, atividade física e nutrição são considerados os principais fatores para desenvolvimento da obesidade, por determinar um desequilíbrio energético crônico que leva ao balanço energético positivo e, ao longo do tempo, culmina em excesso de peso. Considerando que muitas crianças, na atualidade mantêm uma rotina sedentária aliada a uma alimentação inadequada, torna-se importante estudos que investiguem de forma aprofundada, o gasto energético, o consumo alimentar, o comportamento físico diário e a associação destes fatores com variáveis antropométricas e de saúde, dentro da realidade em que as crianças vivem, sem confinamento e em condições de vida diária.

Neste contexto, é necessário identificar o nível de atividade física (NAF), o comportamento alimentar e equilíbrio energético de crianças, seja na escola ou fora dela. Para isto, instrumentos como o acelerômetro triaxial *ActiGraph*®, considerado como método objetivo de avaliação, associado ao questionário de avaliação de atividade física para crianças, instrumento que foi desenvolvido no Brasil para identificar o NAF de crianças mais novas, auxiliam na obtenção do gasto energético diário (GED) e no NAF, além de identificar o tempo de tela das crianças avaliadas. Já o Questionário Alimentar do Dia Anterior (QUADA-3) auxilia a análise do consumo alimentar, visto que foi desenvolvido no Brasil para atender o contexto cultural e estilo de vida local. Em relação às variáveis antropométricas o Índice de Massa corporal (IMC) é um critério para classificação de estado nutricional de crianças amplamente utilizado. Para estimar o percentual de gordura corporal, tanto as dobras cutâneas quanto a bioimpedância vêm sendo utilizadas em crianças com sobrepeso e obesidade.

Estudos observacionais têm demonstrado que indivíduos com pressão arterial normal alta têm um risco aumentado de cinco vezes para o desenvolvimento de hipertensão e eventos cardiovasculares do que aqueles com pressão arterial ideal, por isso, um diagnóstico precoce do perfil hemodinâmico e antropométrico de crianças pode auxiliar em futuras intervenções dos profissionais da saúde.

Dentre os mecanismos de controle da pressão Arterial, a variabilidade momento a momento da pressão arterial por si, cujo controle é função do barorreflexo, é de importante significado clínico. Há evidências da correlação inversa entre sensibilidade do barorreflexo e percentual de gordura corporal em adultos.

**Mérito:**

Trata-se de um projeto em que os resultados “poderão subsidiar o desenvolvimento de políticas públicas, visando a quantificação dos níveis de atividade física, gasto energético diário e consumo alimentar em crianças e, conseqüentemente, incentivar o controle da obesidade e sobrepeso nestas fases”. As crianças participantes receberão um relatório individualizado com as análises dos dados coletados. Os resultados serão disponibilizados para o Colégio de Aplicação João XXIII, com o intuito de estimular futuras intervenções através de projetos relacionados ao consumo alimentar, atividade física e saúde. As crianças obesas que necessitarem de acompanhamento serão encaminhadas para uma endocrinologista pediátrica.

## ANEXO C – QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL

ATIVIDADES FÍSICAS QUE SEU FILHO(A) REALIZA	
70	Como seu filho(a) vai para escola? ( 1 ) A pé ( 2 ) De ônibus ( 3 ) De bicicleta ( 4 ) De carro, moto ou transporte escolar
71	Como seu filho(a) volta da escola? ( 1 ) A pé ( 2 ) De ônibus ( 3 ) De bicicleta ( 4 ) De carro, moto ou transporte escolar
72	Se seu filho(a) vai a pé ou de bicicleta, quanto tempo ele(a) gasta para chegar à escola? _____ minutos
73	Se seu filho(a) vai de ônibus, quanto tempo ele(a) precisa andar para chegar ao ponto de ônibus? _____ minutos
74	Se seu filho(a) vai de ônibus, quanto tempo ele(a) precisa andar do ponto de ônibus à escola? _____ minutos
75	Seu filho(a) assiste televisão todos os dias? ( 1 ) Sim ( 2 ) Não
76	Se respondeu sim à questão anterior (75), diga quanto tempo ele(a) assiste TV por dia? _____ horas _____ minutos
77	Seu filho(a) joga videogame? ( 1 ) Sim ( 2 ) Não
78	Se respondeu sim à questão anterior (77), diga quanto tempo ele(a) joga por dia? _____ horas _____ minutos
79	Seu filho(a) usa computador? ( 1 ) Sim ( 2 ) Não
80	Se respondeu sim à questão anterior (79), diga quanto tempo ele (a) usa por dia? _____ horas _____ minutos
81	Quantas horas seu filho(a), em média, costuma dormir por noite? _____ horas
82	Seu filho dorme durante o dia? ( 1 ) Sim ( 2 ) Não
83	Se respondeu sim à questão 82, informe quanto tempo?
84	Seu filho participa de alguma escolinha, time ou treinamento desportivo? (desde que haja treinador/professor)
85	Se respondeu sim à questão 84, informe qual(is) esporte(s) e a duração (em minutos) da atividade por semana: Esporte 1: _____ Duração total por semana 1: _____ Há quanto tempo: _____ Esporte 2: _____ Duração total por semana 2: _____ Há quanto tempo: _____ Esporte 3: _____ Duração total por semana 3: _____ Há quanto tempo: _____
86	Durante quantas horas diárias seu filho(a) brinca ativamente (joga futebol, corre, dança, nada, anda de bicicleta, brinca de pique etc)? _____ horas _____ minutos

Fernandes CDR. Validação do questionário de atividade física em crianças de 9 e 10 anos de idade. In 78f. Dissertação (Mestrado). UFES, Vitória: Curso de Educação Física e Desportos; 2012.