

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO  
ADOLESCENTE

**CALORIMETRIA INDIRETA EM CRIANÇAS E  
ADOLESCENTES COM BRONQUIOLITE  
OBLITERANTE PÓS-INFECCIOSA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JULIANA PALUDO

Porto Alegre, Brasil, 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO  
ADOLESCENTE

**CALORIMETRIA INDIRETA EM CRIANÇAS E  
ADOLESCENTES COM BRONQUIOLITE  
OBLITERANTE PÓS-INFECCIOSA**

JULIANA PALUDO

Orientador: Prof. Dr. Gilberto Bueno Fischer  
Co-Orientadora: Dra. Elza Daniel de Mello

A apresentação desta dissertação é exigência do Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, para obtenção do título de mestre.

**Porto Alegre, Brasil, 2010**

**P184c** Paludo, Juliana

Calorimetria indireta em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa / Juliana Paludo ; orient. Gilberto Bueno Fischer ; co-orient. Elza Daniel de Mello. – 2010.

139 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente. Porto Alegre, BR-RS, 2010.

1. Bronquiolite obliterante 2. Calorimetria indireta 3. **Criança 4. Adolescente 5. Metabolismo energético I.** Fischer, Gilberto Bueno II. Mello, Elza Daniel de III. Título.

NLM: WS 280

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**FACULDADE DE MEDICINA**

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

ESTA DISSERTAÇÃO FOI DEFENDIDA PUBLICAMENTE EM:

15 / 06 / 2010

E, FOI AVALIADA PELA BANCA EXAMINADORA COMPOSTA POR:

Prof. Dr. Paulo R. Antonacci Carvalho

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Jorge Amilton Höher

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Prof.Dra. Simone Morelo Dal Bosco

Centro Universitário UNIVATES

*Dedico este trabalho a minha família e aos  
pacientes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa e seus familiares.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a todas as pessoas e Instituições que colaboraram, de forma direta e/ou indireta, para a concretização deste trabalho. Saliento especial reconhecimento:*

*Ao Dr. Gilberto Bueno Fischer e Dra. Elza Daniel de Mello pelo competente auxílio, segura orientação e pela credibilidade em mim depositada;*

*Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela oportunidade de crescimento e amadurecimento profissional;*

*Aos membros da Banca Examinadora por aceitarem o convite e abrilhantarem a conclusão deste trabalho com suas sugestões;*

*A Divisão de Nutrição e Dietética do Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre, em especial a Sra. Alice Antônia Phaffenzeller, Kátia Groth e Leda Dalbem e as colegas do Hospital da Criança Santo Antônio, pela parceria e confiança;*

*A todos os profissionais da Associação de Peito Aberto, em especial a Dra. Helena Mocelin e as colegas nutricionistas Franciliane Jobim Benedetti e Vera Lúcia Bossa, pelo companheirismo. À fisioterapeuta Rita Matiello e ao Dr. Edgar Sarria.*

*As jovens, mas extremamente competentes colegas: Rafaéli Arrugueti Vargas, Cristine Medeiros e Leila Ghizzoni pelo auxílio e colaboração nas diversas etapas desta pesquisa;*

*À Imbramed, na pessoa do Sr. Sérgio, pelo auxílio na manutenção do calorímetro e ao Dr. Paulo Teixeira pelo empréstimo do mesmo;*

*À estatística Ceres Oliveira pela eficaz acessoria estatística;*

*Aos pacientes e familiares que aceitaram participar deste trabalho e colaboraram para sua execução;*

*A todas as acadêmicas de nutrição que passaram sob a minha orientação no estágio curricular por despertarem em mim o amor pelo ensinar;*

*Á minha família e ao meu namorado Marcelo por todo apoio, incentivo e paciência...*

## RESUMO

**Objetivos:** Quantificar o gasto energético de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa acompanhados em ambulatório de pneumologia pediátrica e comparar com crianças e adolescentes hígidos. **Metodologia:** Estudo transversal com grupo controle incluindo 72 crianças e adolescentes de 8 a 18 anos. Comparou-se dois grupos de 36 indivíduos, um com diagnóstico de BO e outro hígido, os quais foram pareados pelo gênero, idade e classificação do IMC. Para avaliação nutricional utilizou-se a antropometria e a composição corporal. O gasto energético foi medido pela calorimetria indireta; o fator atividade pelo recordatório 24h de atividades físicas e a ingestão energética pelos inquéritos alimentares. **Resultados:** Os resultados a seguir são apresentados, respectivamente, para o grupo BO e para o grupo controle: idade ( $11,8 \pm 2,7$ ) e ( $12,3 \pm 2,8$ ); índice de massa corporal ( $18,9 \pm 4,0 \text{ Kg/m}^2$ ) e ( $18,8 \pm 3,4 \text{ Kg/m}^2$ ); gasto energético de repouso (GER) ( $1717,6 \pm 781,5$ ) e ( $2019,9 \pm 819$ ); gasto energético total (GET) ( $2677,5 \pm 1514,0 \text{ Kcal/dia}$ ) e ( $3396,1 \pm 1557,9 \text{ Kcal/dia}$ ); estimativa da ingestão energética ( $2294,1 \pm 746,7 \text{ Kcal/dia}$ ) e ( $2116,5 \pm 612,1 \text{ Kcal/dia}$ ). O GER e GET não foram estatisticamente diferentes entre os grupos ( $p=0,102$ ;  $p=0,051$ ). O GER não foi estatisticamente diferente nem quando ajustado para massa magra ( $p=0,116$ ). O GER está associado a MM ( $r=0,490$ ;  $p<0,001$ ), sendo que quanto maior a MM, maior o gasto energético. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre o GET e o consumo energético no grupo BO ( $p=0,202$ ). O grupo controle consumiu, em média, 1.279,6Kcal a menos do que o previsto pelo GET ( $p<0,001$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre o gasto energético medido pela calorimetria indireta e o estimado pelas fórmulas de predição. Todas as fórmulas de predição subestimaram a necessidade energética. **Conclusão:** O GER e o GET foram semelhantes entre os grupos. A estimativa da ingestão energética das crianças e adolescentes hígidos foi menor que o GET. Os resultados sugerem

que todas as fórmulas de predição utilizadas subestimaram as necessidades energéticas quando comparadas com a calorimetria indireta.

**Palavras-Chave:** crianças, adolescentes, bronquiolite obliterante, metabolismo energético, calorimetria indireta.

## ABSTRACT

**Objectives:** To quantify energy expenditure in children and adolescents with post-infectious obliterans bronchiolitis (OB) receiving outpatient pediatric pulmonology care and compare them with healthy children and adolescents. **Methods:** Cross-sectional study with control group including 72 children and adolescents aged 8-18 years. Two groups of 36 individuals were compared – one diagnosed with OB and another healthy – which were paired as to gender, age, and body mass index classification. Anthropometry and body composition were used for nutritional assessment. Energy expenditure was measured by indirect calorimetry, activity factor was assessed through 24-hour recall, and energy intake was measured by nutrition surveys. **Results:** The following results are respectively presented to the OB group and to the control group: age ( $11.8 \pm 2.7$ ) and ( $12.3 \pm 2.8$ ); body mass index ( $18.9 \pm 4.0 \text{ Kg/m}^2$ ) and ( $18.8 \pm 3.4 \text{ Kg/m}^2$ ); resting energy expenditure (REE) ( $1717.6 \pm 781.5$ ) and ( $2019.9 \pm 819$ ); total energy expenditure (TEE) ( $2677.5 \pm 1514.0 \text{ Kcal/day}$ ) and ( $3396.1 \pm 1557.9 \text{ Kcal/day}$ ); energy intake estimate ( $2294.1 \pm 746.7 \text{ Kcal/day}$ ) and ( $2116.5 \pm 612.1 \text{ Kcal/day}$ ). REE and TEE were not statistically different between groups ( $p=0.102$ ;  $p=0.051$ ). REE was not statistically different even when adjusted for lean mass ( $p=0.116$ ). REE is associated with lean mass ( $r=0.490$ ;  $p<0.001$ ) – the higher the lean mass, the higher the energy expenditure. There were no statistically significant differences between TEE and energy expenditure in the OB group ( $p=0.202$ ). The control group had an average intake 1279.6 Kcal lower than that predicted by TEE ( $p<0.001$ ). There was a statistically significant difference between energy expenditure measured by indirect calorimetry and that estimated by prediction equations. All prediction equations underestimated energy needs. **Conclusion:** REE and TEE were similar between groups. Energy intake estimate in the healthy children and

adolescents was lower than TEE. Results suggest that all prediction equations used in this study underestimated the energy needs when compared with indirect calorimetry.

**Keywords:** children, adolescents, obliterans bronchiolitis, energy metabolism, indirect calorimetry.

## LISTA DE FIGURAS

### **Figura dissertação:**

Figura 1 – Fluxograma da coleta de dados .....51

### **Figuras do artigo 2: Gasto energético medido por calorimetria indireta e o estimado por equações de predição em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.**

Figura 1 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e IOM versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos. .... 119

Figura 2 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e Shofield versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos. .... 120

Figura 3 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e OMS versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos ..... 121

Figura 4 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e Harris-Benedict versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos ..... 122

## LISTA DE TABELAS

### **Tabelas do artigo 1: Balanço energético em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.**

Tabela 1 – Características antropométricas: .....	96
Tabela 2 – Concordância entre os métodos de avaliação da massa magra (MM):.....	96
Tabela 3 – Resultados do perfil dietético nos dois grupos: .....	97
Tabela 4 – Comparação entre o consumo e o gasto energético total.....	97

### **Tabelas do artigo 2: Gasto energético medido por calorimetria indireta e o estimado por equações de predição em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.**

Tabela 1 – Características dos grupos estudados .....	117
Tabela 2 – Calorimetria Indireta x Fórmulas de Predição.....	118

## LISTA DE QUADROS

### **Quadros Dissertação:**

Quadro 1 – Técnicas para aferição do Peso e Estatura.....	52
Quadro 2 – Técnicas para aferição da Circunferência do Braço, Dobra Cutânea Tricipital e Dobra Cutânea Subescapular.....	53
Quadro 3 – Fórmulas para o cálculo do percentual de gordura.....	54
Quadro 4 – Fórmulas de predição para o cálculo do gasto energético .....	58

### **Quadro do artigo 2: Gasto energético medido por calorimetria indireta e o estimado por equações de predição em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.**

Quadro 1 – Fórmulas de predição para o cálculo do gasto energético .....	105
--	-----

## LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

%GC - Percentual de gordura corporal

A - altura em centímetros

ATP - Trifosfato de adenosina

BO - Bronquiolite obliterante pós-infecciosa

BVA - Bronquiolite viral aguda

CB - Circunferência do braço

CMB - Circunferência muscular do braço

CO<sub>2</sub> - Dióxido de carbono

DCSE – Dobra cutânea subescapular

DCT - Dobra cutânea tricípital

DPOC - Doença pulmonar obstrutiva crônica

FAO - *Food and Agriculture Organization*

FC - Fibrose cística

G1- Grupo com diagnóstico de bronquiolite obliterante pós-infeciosa

G2 - Grupo controle formado por crianças e adolescentes hígidos

GER - Gasto energético de repouso

GET - Gasto energético total

HCSA - Hospital da Criança Santo Antônio

HMIPV- Hospital Materno Infantil Presidentes Vargas

I - idade em anos

IMC - Índice de massa corporal

IOM - *Institute of Medicine*

ISAAC- *International Study of Asthma and Allergies in Childhood*

Kcal - Quilocalorias

kJ - Quilojoules

MB - Metabolismo basal

METs - *Metabolic Equivalent Tasks*

MG – Massa gorda

MM – Massa magra

O<sub>2</sub> - Oxigênio

OMS - Organização Mundial da Saúde

P - Peso em quilogramas

PEPI – *Programs for Epidemiologists*

QR - Quociente respiratório

R24h - Recordatórios alimentar de 24h

RA3D - Registro alimentar de 3 dias

RAF - Recordatório de atividade física

RDA - *Recommended Dietary Allowance*

SDCTS - Soma das dobras cutâneas tricipital e subescapular

SPSS - *Statistical Package for the Social Sciences*

TACO - Tabela Brasileira de Composição de Alimentos

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNU - Universidade das Nações Unidas

V CO<sub>2</sub> - Volume de dióxido de carbono

V O<sub>2</sub> - Volume de oxigênio

VET - Valor energético total

WHO - *World Health Organization*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
2.1 BRONQUIOLITE OBLITERANTE PÓS-INFECCIOSA (BO) .....	21
2.1.1 Definição .....	21
2.1.2 Histórico .....	21
2.1.3 Epidemiologia .....	22
2.1.4 Etiologia .....	22
2.1.5 Fisiopatologia .....	23
2.1.6 Diagnóstico .....	24
2.1.7 Tratamento .....	25
2.1.8 Prognóstico .....	26
2.2 NUTRIÇÃO E DOENÇA PULMONAR .....	27
2.2.1 Efeitos das Pneumopatias sobre o Estado Nutricional .....	27
2.3 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL .....	28
2.3.1 Antropometria .....	29
2.3.2 Classificação do Estado Nutricional .....	30
2.3.3 Avaliação da Composição Corporal .....	31
2.3.4 Avaliação do Consumo Alimentar .....	32
2.3.4.1 Recordatório de 24 horas .....	33
2.3.4.2 Registro Alimentar de 3 dias .....	34
2.4 METABOLISMO ENERGÉTICO .....	35
2.4.1 Definições .....	35
2.4.2 Mensuração do Gasto Energético .....	36
2.4.3 Calorimetria Indireta – Fundamentação Teórica .....	38
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	42
<b>4 OBJETIVOS</b> .....	44
4.1 OBJETIVO GERAL .....	44
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	45
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	46
5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA .....	46
5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA .....	47

5.3 AMOSTRAGEM.....	47
<b>5.3.1 Cálculo do Tamanho da Amostra .....</b>	<b>48</b>
<b>5.3.2 Critérios de Inclusão .....</b>	<b>48</b>
<b>5.3.3 Critérios de Exclusão .....</b>	<b>49</b>
<b>5.3.4 Logística.....</b>	<b>49</b>
<b>5.3.5 Coleta de dados e Instrumentos .....</b>	<b>51</b>
<i>5.3.5.1 Avaliação do estado nutricional.....</i>	<i>51</i>
5.3.5.1.1 Antropometria.....	51
5.3.5.1.2 Composição Corporal.....	53
<i>5.3.5.2 Determinantes Energéticos .....</i>	<i>54</i>
5.3.5.2.1 Ingestão Energética.....	54
5.3.5.2.2 Gasto Energético.....	56
5.3.5.2.3 Determinação do Gasto Energético Total (GET) .....	57
5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	58
5.5 ASPECTOS ÉTICOS .....	59
<b>6 CONCLUSÕES.....</b>	<b>61</b>
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>63</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE A - ARTIGO 1 EM PORTUGUÊS .....</b>	<b>78</b>
<b>APÊNDICE B - ARTIGO 2 EM PORTUGUÊS.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O GRUPO BO.....</b>	<b>123</b>
<b>APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O GRUPO CONTROLE.....</b>	<b>125</b>
<b>APÊNDICE E – RECORDATÓRIO ALIMENTAR DE 24 HORAS .....</b>	<b>127</b>
<b>APÊNDICE F – REGISTRO ALIMENTAR DE TRÊS DIAS .....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE G – RECORDATÓRIO 24 HORAS DE ATIVIDADES FÍSICAS .....</b>	<b>130</b>
<b>APÊNDICE H – FORMULÁRIO DE ORIENTAÇÕES PARA REALIZAÇÃO DA CALORIMETRIA INDIRETA.....</b>	<b>132</b>
<b>APÊNDICE I - CHECK LIST PARA A REALIZAÇÃO DO EXAME DE CALORIMETRIA INDIRETA.....</b>	<b>133</b>
<b>APÊNDICE J - RESULTADO DA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CALORIMETRIA INDIRETA.....</b>	<b>134</b>

<b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO ISAAC.....</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO B – AUTO-AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO DE MATURAÇÃO SEXUAL.....</b>	<b>137</b>

# 1 Introdução

## 1 INTRODUÇÃO

A nutrição não é uma ciência exata. Um dos primeiros objetivos ao se iniciar a terapia nutricional é saber quantas calorias fornecer ao paciente (JONES, 2004). O estudo do metabolismo de energia é necessário para projetar estratégias nutricionais corretas para muitas condições clínicas, uma vez que não é totalmente preciso calcular as necessidades individuais de energia por tabelas de referência e equações (BATEZZATI; VIGANÓ, 2001).

O suporte nutricional é parte integrante dos cuidados com o paciente pneumopata (EXCEL *et al.*, 2007). Entretanto, sabemos que é desafio para os clínicos prover energia suficiente para a síntese de tecidos e função imunológica, bem como evitar complicações associadas ao excesso alimentar (FLITCH; BLUMER, 2002). A recomendação é oferecer aporte energético de acordo com o desgaste, baseado na avaliação individual por profissional especializado (LOBO *et al.*, 2007).

Neste contexto, a calorimetria indireta tem papel fundamental na investigação do metabolismo e na provisão de um suporte nutricional adequado. Este método é utilizado para medir o gasto calórico em diversas populações (KIRLAMD, 1999; MATAREZE, 1997). Entretanto, até o presente momento, nenhum estudo avaliou especificamente o gasto energético de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.

Este trabalho propõe-se a quantificar o gasto energético de crianças e adolescentes hígidos e com diagnóstico de BO pós infecciosa acompanhados em ambulatório de pneumologia pediátrica de dois hospitais terciários do Rio Grande do Sul/Brasil, por diferentes métodos, entre eles a calorimetria indireta.

**2 Revisão da Literatura**

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 BRONQUIOLITE OBLITERANTE PÓS-INFECCIOSA (BO)

#### 2.1.1 Definição

A Bronquiolite Obliterante Pós-Infecciosa (BO) é uma forma grave e incomum de doença pulmonar obstrutiva crônica subsequente a uma agressão microbiológica ao trato respiratório inferior (MATTIELLO *et al.*, 2010).

#### 2.1.2 Histórico

Em 1901, o Dr. *Wilhelm Lange*, ao relatar dois casos de pacientes adultos com doença respiratória idiopática, descreveu pela primeira vez na literatura a Bronquiolite Obliterante (LANG, 1901; ZHANG; SILVA, 2000). Em 1902, *Fraenkel* descreveu um caso de bronquiolite obliterante (BO) em decorrência da inalação de ácido nítrico (FRAENKEL, 1902). Os primeiros relatos associando BO à infecção, após coqueluche e sarampo, foram divulgados em 1904 (EPPLER, 1992). Mais tarde, em 1929, *Blumgart* e *MacMahon* descreveram cinco casos de BO (BLUMGART; MACMAHON, 1966). Em 1941, *LaDue* descreveu um paciente com diagnóstico de BO após revisar 42.038 autópsias de adultos feitas na Universidade de *Minnesota*, durante 42 anos (LADUE, 1941). Em 1969, após uma epidemia de adenovírus nas populações pediátricas indígenas do Canadá e da Nova Zelândia surgiram duas séries de casos descritas por *Lang e col* e *Wenman e col* (LANG *et al.*, 1969; WENMAN *et al.*, 1982). Treze anos após, em 1982, *Roca et al.*, descreveram o primeiro caso de BO pós transplante de medula óssea. Em 1985, *Epler e Colby* relataram pela primeira vez a

BO com pneumonia organizante. Os autores também definiram os critérios histopatológicos para a doença. Hardy *et al.*, em 1988, estudando amostras de tecido pulmonar de 2897 necrópsias e 244 biópsias pulmonares ou lobectomias, relataram uma série de dezenove pacientes com a confirmação do diagnóstico (HARDY *et al.*, 1988).

### **2.1.3 Epidemiologia**

Apesar das primeiras descrições de BO terem sido feitas há mais de um século, não existem dados epidemiológicos a respeito da doença (COLOM *et al.*, 2006). A BO, tanto em adultos como em crianças, até recentemente, era considerada uma doença rara (ZHANG; SILVA, 2000).

No Brasil, não existem dados sobre a incidência da BO, mas há um estudo relatando ser esta a causa mais comum de doença respiratória grave em crianças menores de dois anos (RIBEIRO *et al.*, 1978). No trabalho de Fischer, no Rio Grande do Sul, foram relatados quatro casos em duzentos e treze crianças hospitalizadas por Bronquiolite Viral Aguda (BVA) moderada ou grave (FISCHER, 1994).

### **2.1.4 Etiologia**

Os primeiros relatos de BO na faixa etária pediátrica foram descritos em 1964 e enfatizam a relação com infecção pulmonar prévia (COULTAS; FUNK, 1994).

Atualmente, a BO é considerada uma doença bronquiolar com obstrução do fluxo aéreo que inclui sete categorias: idiopática, associada à inalação de substâncias irritantes, pós-infecciosa, associada à doença reumatóide, associada ao uso de drogas, pós-transplante e outras (HARDY *et al.*, 1988; EPLER, 1994).

Os principais agentes infecciosos que causam a BO são adenovírus, vírus do sarampo, *influenza*, *parainfluenza*, *micoplasma pneumoniae* e vírus respiratório sincicial (MILNER; MURRAY, 1989). É comum que ocorra nas crianças após um episódio de bronquiolite viral aguda (BVA) (PINTO *et al.*, 2006). A suspeita deve ser levantada quando não há melhora do quadro clínico e persiste uma dependência do uso de oxigênio (MELO, 2005). Estimativas mostram que aproximadamente 1% dos pacientes com BVA desenvolvem BO pós-infecciosa (MILNER; MURRAY, 1989).

A causa mais freqüente se associa a infecções respiratórias virais, principalmente o adenovírus (VEGA-BRICEÑO *et al.*, 2009)

A BO pós-infecciosa é mais comum nos países em desenvolvimento; todavia, nos países desenvolvidos, o principal motivo é o pós-transplante de órgãos (KIM *et al.*, 2001; KONEN *et al.*, 2004).

### **2.1.5 Fisiopatologia**

Após a agressão à via aérea, no estágio agudo, membranas hialinas, células epiteliais descamadas e células inflamatórias preenchem o lúmen dos bronquíolos, principalmente dos bronquíolos terminais. Existe proliferação de fibroblastos e deposição de colágeno, formando massas polipóides que obliteram o lúmen da via aérea, parcial ou completamente, resultando em fibrose associada a um processo de reparo que segue a inflamação e a lesão do epitélio do bronquíolo. Esse processo que acontece ao longo do feixe axial da via aérea reduz a ventilação colateral e provoca obstrução ao fluxo aéreo (HARDY *et al.*, 1988). Devido à obstrução da via aérea, ocorre hiperinsuflação, zonas de atelectasias, redução da mobilização das secreções e bronquiectasias (HARDY *et al.*, 1988; ZHANG; SILVA, 2000; MAUAD; DOLHNIKOFF, 2002). A hipoventilação pulmonar decorrente desses eventos causa

vasoconstrição reflexa e hipodesenvolvimento dos vasos pulmonares que estão reduzidos de calibre (HARDY *et al.*, 1988; McLOUD, 1994). Alterações enfisematosas secundárias à obstrução da via aérea também podem ocorrer na porção do pulmão envolvido (FERKOL; DEVIS, 1999).

### 2.1.6 Diagnóstico

Os sinais clínicos de BO são amplos e inespecíficos. O diagnóstico é baseado na persistência dos sintomas respiratórios (> 4 semanas), após um episódio de infecção do trato respiratório inferior, em crianças previamente hígdas. No estágio inicial, os sinais e sintomas são similares aos da BVA (ZHANG; SILVA, 2000).

De acordo com *Hardy*, os sinais e sintomas que sugerem BO são: 1-sibilância por seis ou mais semanas após pneumonia, 2-crepitações ou sibilância após pneumonia ou insuficiência ventilatória, 3- intolerância ao exercício por tempo prolongado após o dano pulmonar, 4-sintomas respiratórios graves desproporcionais às anormalidades observadas no radiograma, 5-aspiração recorrente do conteúdo gástrico acompanhada pelos sinais clínicos anteriores, 6-síndrome do pulmão hiperlucente, 7-doença pulmonar grave com hiperinsuflação localizada (HARDY *et al.*, 1988).

Atualmente, a realização da biópsia pulmonar a céu aberto é considerada desnecessária pela maioria dos autores. A análise histológica de biópsias pulmonares na BO é limitada pelo padrão multifocal da doença e o procedimento traz riscos principalmente aos indivíduos mais graves (COLOM; TEPER, 2009). Além disso, com os avanços das técnicas de imagem, em especial da tomografia computadorizada de alta resolução, o diagnóstico pode basear-se nos achados radiológicos e clínicos, apoiados pelos testes de função pulmonar (HARDY *ET AL.*, 1988; MAUAD; DOLHNIKOFF, 2002; ZHANG; SILVA, 2000). Os testes de função

pulmonar fornecem medidas objetivas das alterações provocadas pela BO, complementando o diagnóstico da doença e auxiliando no acompanhamento de sua evolução (COLOM *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2001).

Atualmente, a tomografia computadorizada de alta resolução, com observação de padrão de perfusão em mosaico e bronquiectasias, associada a quadro clínico compatível e exclusão de outras causas de doenças obstrutivas crônicas, é suficiente para o diagnóstico de BO (CHANG *et al.*, 1998; COLOM *et al.*, 2006; LOBO *et al.*, 2007; TEPER *et al.*, 1999). Estudos recentes, que combinaram tomografia computadorizada de alta resolução e biópsia pulmonar, confirmaram plenamente esta conduta (TEPER *et al.*, 2002).

Devem-se também excluir outras doenças que podem apresentar manifestações clínicas semelhantes (SANTOS *et al.*, 2004).

### **2.1.7 Tratamento**

O tratamento da BO é difícil e frequentemente malsucedido (KURLAN; MICHELSON, 2005). Até o momento, ainda não está bem estabelecido. A maioria dos serviços utiliza uma combinação de corticóides e broncodilatadores em uso contínuo, além de outras medidas de suporte como fisioterapia, oxigenoterapia e nutrição (TEPER *et al.*, 2002).

No tratamento da BO, dentre as medidas de suporte, destaca-se destacam a importância da terapia nutricional (FISCHER; MOCELIN, 1999; LOBO *et al.*, 2007; TEPER *et al.*, 2002). Os poucos estudos disponíveis na literatura (CHAN *et al.*, 2000; COLOM *et al.*, 2006; LOBO *et al.*, 2007; MOCELIN *et al.*, 2004; TEPER *et al.*, 1999), os quais referem a condição nutricional dos pacientes com BO, são inconsistentes em relação aos métodos utilizados e não exploram a condição nutricional dos indivíduos, mas são unânimes ao reconhecer as conseqüências que o déficit nutricional pode trazer no curso da doença.

A fisioterapia respiratória é recomendada para a remoção de secreções nos pacientes que apresentam doença supurativa e para desinsuflação nos pacientes com hiperinsuflação (HARDY, 1994).

O uso de antibióticos faz-se necessário nos pacientes que apresentam infecções respiratórias freqüentes e bronquiectasias. Nas crianças maiores, é recomendado o exame bacterioscópico e a cultura de escarro para direcionar a indicação do antibiótico. Nas crianças menores, o lavado bronco-alveolar ou aspirado traqueal podem auxiliar na investigação da etiologia (TEPER *et al.*, 2002).

Assim como em outras doenças pulmonares crônicas, atitudes preventivas ambientais podem ter impacto considerável. A exposição ao fumo deve ser evitada, bem como o contato com indivíduos com doenças respiratórias virais, especialmente nos primeiros meses posteriores ao agravo viral inicial (TEPER *et al.*, 2002).

### **2.1.8 Prognóstico**

O curso clínico da BO pós-infecciosa, assim como fatores epidemiológicos, prognóstico e tratamento são indefinidos, e apesar dos primeiros casos terem sido descritos em 1964, o número de publicações a respeito ainda é escasso (SANTOS *et al.*, 2004).

Nos primeiros anos de vida a morbidade é alta, porém, em longo prazo, poucos estudos na literatura têm descrito a evolução clínica e funcional desta enfermidade em crianças (MOCELIN *et al.*, 2004).

A maioria dos pacientes com BO apresenta quadros moderados, fazendo com que o prognóstico, em geral, seja bom. Contudo, alguns evoluem desfavoravelmente, com perda acelerada de função pulmonar, retenção de CO<sub>2</sub> e hipoxemia, levando à hipertensão pulmonar e *cor pulmonale* (TEPER *et al.*, 2002).

## 2.2 NUTRIÇÃO E DOENÇA PULMONAR

### 2.2.1 Efeitos das Pneumopatias sobre o Estado Nutricional

A avaliação nutricional individualizada, intervenção e aconselhamento são componentes integrantes do cuidado para pacientes com doença do sistema pulmonar (MUELLER, 2005).

O estado nutricional do paciente tem importante relação com a evolução da doença pulmonar em longo prazo, sendo um aspecto determinante de qualidade de vida e da sobrevida destes pacientes (ZEMEL *et al.*, 2000).

A terapia nutricional individualizada é muito importante e deve ser instituída o mais precocemente possível, a fim de proporcionar ao paciente uma melhoria do estado nutricional, da função imunológica, da função muscular respiratória e da tolerância ao exercício (FERNANDES; BEZERRA, 2006).

Os sinais comuns de apresentação clínica, e que são nutricionalmente relevantes, incluem tosse, saciedade precoce, anorexia, perda de peso, dispnéia durante a alimentação e fadiga. Conforme a doença pulmonar progride, outras condições relacionadas podem interferir na ingestão alimentar e no estado nutricional, especialmente produção anormal de catarro, vômito, taquipnéia, hemoptise, dor torácica, pólipos nasais, anemia, depressão e paladar alterado secundário ao uso de medicações (MUELLER, 2005).

Os objetivos principais do apoio nutricional nos pacientes com enfermidades pulmonares crônicas é a otimização do crescimento e desenvolvimento, para favorecer uma melhor evolução da patologia de base e da qualidade de vida (VEGA-BRICEÑO; ZENTENO, 2009).

Atualmente tem-se estudado a relação entre os aspectos nutricionais que envolvem o paciente e suas relações com a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) na população adulta (FERREIRA, 2003; 2º CONSENSO BRASILEIRO SOBRE DPOC, 2004). No entanto, na BO, são escassas as informações científicas referentes aos fatores nutricionais e à doença pulmonar. No que tange a população infantil, estudos são encontrados envolvendo basicamente asma e fibrose cística.

### 2.3 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

O conhecimento da situação nutricional é de fundamental importância para a avaliação e para o acompanhamento das condições de saúde da população infantil (BERNARDI *et al.*, 2010).

A avaliação do estado nutricional é uma etapa fundamental no estudo de uma criança para que possamos verificar se o crescimento está se afastando do padrão esperado por doença e/ou por condições sociais desfavoráveis. Ela tem por objetivo verificar o crescimento e as proporções corporais em um indivíduo ou em uma comunidade, visando estabelecer atitudes de intervenção (MELLO, 2002).

Dentre os itens fundamentais na avaliação do estado nutricional estão antropometria, verificação da composição corporal e avaliação do consumo alimentar, que devem ser padronizados, levando-se em consideração as particularidades de cada faixa etária (SINGULEM *et al.*, 2000). Sabe-se que não existe um método sem críticas, tanto em se tratando de crianças saudáveis como de crianças portadoras de doença crônica (MELLO, 2002).

### 2.3.1 Antropometria

A avaliação do estado nutricional através da antropometria é uma importante ferramenta para a análise das condições de saúde e nutrição de crianças (ORELLANA *et al.*, 2009).

A antropometria é a medida das dimensões físicas e da composição global do corpo humano (SINGULEM *et al.*, 2000). Tem sido recomendada como o principal método de avaliação do crescimento infantil. Por sua simplicidade, baixo custo, por ser um método não-invasivo e apresentar boa precisão, é um instrumento valioso para identificar problemas nutricionais já instalados e também na identificação precoce de situações de risco nutricional (ARAÚJO, 2007).

A desvantagem é que os indicadores antropométricos só avaliam a superfície externa do corpo, não sendo específicos, visto que somente identificam deficiência ou excesso do padrão nutricional, e não de nutrientes (EISENSTEIN, 1994).

Como qualquer técnica, a antropometria deve ser usada criteriosamente. Deve-se considerar que a validade do diagnóstico antropométrico depende da seleção correta das dimensões a serem estudadas, do treinamento e motivação das equipes na utilização correta das técnicas padronizadas de mensuração, da frequência das medidas utilizadas, do tamanho e da representatividade da amostra, da escolha da população de referência, do ponto de corte e da relação entre os fatores genéticos e ambientais, bem como das diferenças do crescimento entre indivíduos e populações (EISENSTEIN, 1994).

As medidas mais frequentemente utilizadas têm por objetivo determinar a massa corporal (peso) e as dimensões lineares (estatura). Os valores desses dados antropométricos devem ser sempre analisados em função da idade e do sexo da criança, que são os principais determinantes de sua evolução (JELLIFFE, 1968; LEONE, 1998; WATERLOW, 1996).

O peso é a medida corporal mais usada e expressa à dimensão da massa ou volume corporal. Portanto, o peso corporal é o somatório da massa orgânica e inorgânica existente nas células, tecidos de sustentação, órgãos, músculos, ossos, gordura e água (JELLIFFE, 1968).

A estatura é uma medida corporal que expressa à dimensão longitudinal ou linear do corpo humano e é usada para representar genericamente a altura e o comprimento (JELLIFFE, 1968).

### 2.3.2 Classificação do Estado Nutricional

Estado nutricional é o resultado do equilíbrio entre o consumo de nutrientes e o gasto energético do organismo para suprir as necessidades nutricionais (BARROS *et al.*, 2008). Um parâmetro isolado não caracteriza a condição nutricional geral do indivíduo, por isso, é necessário empregar uma associação de indicadores para melhorar a precisão e acurácia do diagnóstico nutricional (KAMIMURA *et al.*, 2002). Para avaliar o estado nutricional de uma criança ou um grupo delas, é imprescindível a definição de alguns elementos que, reunidos e devidamente interpretados, fornecerão o diagnóstico nutricional (ARAÚJO, 2007).

Devido à sua praticidade, o Índice de Massa Corporal (IMC) – peso corporal (kg)/altura(m)<sup>2</sup> - tem sido utilizado como um bom indicador do estado nutricional (FERNANDES; BEZERRA, 2006).

A validade do IMC é baseada na boa correlação que este apresenta com a gordura corporal, principalmente a gordura interna (ANJOS, 1992; HIGGINS *et al.*, 1988). De acordo com o documento publicado pelo *Centers for Diseases and Prevention*, em 2003, o IMC pode ser utilizado para avaliação tanto de baixo peso quanto de excesso de peso em crianças e adolescentes. No entanto, não distingue a massa de gordura da massa magra, dificultando a diferenciação entre sobrepeso com excesso de gordura daquele com hipertrofia da massa

muscular. A associação com outros indicadores, por exemplo, as dobras cutâneas, é muito útil, permitindo discriminar na massa corporal encontrada pelo IMC a sua composição (ROLLAND-CACHERA, 1993).

### **2.3.3 Avaliação da Composição Corporal**

Basicamente as técnicas utilizadas para avaliar a composição corporal se fundamentam no modelo de dois compartimentos, ou seja, massa gorda e massa magra (ou massa livre de gordura). A massa gorda corresponde ao tecido adiposo. A massa livre de gordura refere-se a todos os resíduos químicos ou tecidos livre de lipídios, incluindo água, músculo, tecido conjuntivo, osso e órgãos internos (BARROS-FILHO, 2001).

Há uma série de métodos para a avaliação da composição corporal, que variam segundo suas bases físicas, custo, acurácia, facilidade de utilização e de transporte do equipamento (REZENDE *et al.*, 2007).

A medida das dobras cutâneas tem sido o método mais utilizado na determinação da gordura corporal em razão do baixo custo operacional e da relativa simplicidade de utilização, em relação aos outros métodos de avaliação (REZENDE *et al.*, 2007). A dobra cutânea subescapular (DCSE) correlaciona-se bem com a gordura total. Já a dobra cutânea tricipital (DCT), apresenta melhor correlação com o percentual de gordura corporal, sendo um bom indicador de reserva energética, bem correlacionada com a gordura corporal e dispendo de referências para todas as idades (MARSHALL *et al.*, 1991; ZEMEL *et al.*, 1997).

Quanto a avaliação do nível de maturação sexual, estudo de Azevedo *et al.* (2009), indica que a avaliação dos estádios realizada por médicos capacitados oferece resultados mais fidedignos em relação à auto-avaliação. No entanto, salientam que mesmo com as críticas pertinentes a este tipo de avaliação, sua utilização impôs-se nas rotinas ambulatoriais de

forma ampla e sem a concorrência relevante de outros métodos de avaliação clínica. Já, Martin *et al.* (2001), conclui em seu estudo que a avaliação da maturação, através da auto avaliação, apresentou concordância satisfatória com a avaliação médica.

### **2.3.4 Avaliação do Consumo Alimentar**

Quantificar a ingestão alimentar tem sido descrito como um dos fatores de maior complexidade nas investigações clínicas (AMANCIO *et al.*, 2009). Apesar da dificuldade de obtê-los com fidedignidade, os dados referentes à caracterização do consumo alimentar são de fundamental importância na avaliação do estado nutricional dos indivíduos (BONOMO, 2000).

Os inquéritos dietéticos são métodos utilizados para avaliação de consumo alimentar de indivíduos e populações em um determinado período de tempo estabelecido previamente (FONTANIVE *et al.*, 2007). Podem fornecer informações tanto quantitativas quanto qualitativas a respeito da ingestão de alimentos, seja a nível individual ou populacional (CINTRA *et al.*, 1997).

Os métodos usados para medir a dieta são vários; apesar de parecerem fáceis, muitos são os fatores que interferem na sua precisão, validade e reprodutibilidade. Sabemos, ainda, que não há um “melhor método”, mas sim um método mais adequado para cada situação (MONTEIRO *et al.*, 2007).

Marr (1971) simplifica a classificação dos métodos definindo-os em duas categorias: os que registram o consumo atual de alimentos (pesagem de alimentos, registro alimentar e o recordatório de 24 horas) e os que recordam o consumo passado de alimentos (história dietética e questionário de consumo alimentar).

Os métodos mais freqüentemente usados em grupos populacionais de crianças e adolescentes normalmente são semelhantes aos empregados em estudos de adultos. Cada um dos métodos tem vantagens e desvantagens quando aplicados em crianças e adolescentes (Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação; Organização Mundial da Saúde, 1994).

A idade e a capacidade de resposta são importantes razões para designar diferentes métodos dietéticos de entrevista. Embora tenha havido considerável aumento na capacidade das crianças em responder questões sobre seu comportamento alimentar, expressar atitudes de decisão sobre o que comer e conceitos sobre nutrição antes de 7 ou 8 anos de idade, somente por volta dos 10 a 12 anos, a criança tem capacidade de dar respostas confiáveis sobre sua ingestão alimentar (FRANK, 1994). Estudos comparando recordatório de 24 horas relatado pelos pais à observação direta da ingestão da criança mostram que os pais são fonte confiável de informação no ambiente do lar, mas não podem ser a única fonte de informação em situações em que a criança se alimenta fora de casa (LIVINGSTONE; ROBSON, 2000).

#### *2.3.4.1 Recordatório de 24 horas*

O recordatório de 24 horas é o método mais utilizado para a obtenção de relato do consumo de alimentos (PEREIRA; SICHIERI, 2007). Neste método, o indivíduo é questionado sobre todos os alimentos e bebidas ingeridos nas últimas 24 horas, sendo de grande importância registrar o tipo, as quantidades, a marca comercial, as preparações dos alimentos e todas as bebidas ingeridas em todas as refeições do dia. Para este método recomenda-se o uso de utensílio para demonstração ou de registro fotográfico, no qual é possível estimar de forma segura as medidas caseiras e posteriormente a gramagem de cada alimento (DAL BOSCO *et al.*, 2007).

A habilidade do entrevistado em fornecer dados confiáveis de ingestão de alimentos depende de fatores como idade, sexo, nível de escolaridade, motivação, conhecimento da ingestão dietética e habilidade de comunicação. O entrevistador deve ser previamente treinado para que não sejam cometidos erros durante o questionamento, incluindo indução de respostas e expressões de juízos de valores por meio de gestos, expressões faciais e interjeições (MONTEIRO *et al.*, 2007).

Tanto o registro alimentar como o recordatório de 24 horas estimam o consumo atual, sendo recomendada a sua repetição quando se deseja a estimativa do consumo usual (PEREIRA; SICHIERI, 2007).

#### 2.3.4.2 Registro Alimentar de 3 dias

Este método consiste no registro de todos os alimentos e bebidas consumidos em todos os períodos de tempo. Esses dados podem ser anotados pelo próprio paciente ou por seu representante (mãe, em caso de crianças, ou cuidadores, em caso de incapacidade). O número de dias incluídos no registro varia, sendo comum a realização de três dias, cinco ou sete dias. O registro de três dias apresenta a vantagem de ser mais rápido e menos cansativo para o paciente. Deve-se instruir o paciente a realizar pelo menos um dia no final de semana, por se tratar o final de semana de um dia atípico. Com relação à frequência e intervalos de realização destes registros, ainda não existe um consenso (DAL BOSCO *et al.*, 2007). A obtenção de registros com qualidade requer orientação padronizada dos participantes sobre o detalhamento das informações a serem registradas, desde a maneira de informar a porção ingerida até o detalhamento de receitas, relato sobre a adição de temperos, açúcar, sal, óleos e gorduras, passando pela marca e especificidade de produtos industrializados. Além disso, para garantir a adequada descrição dos alimentos consumidos e suas quantidades, um pesquisador capacitado

deve rever os dados registrados, junto com o indivíduo sob investigação, logo após a finalização do registro (PEREIRA; SICHIERI, 2007).

## 2.4 METABOLISMO ENERGÉTICO

### 2.4.1 Definições

Metabolismo é a denominação do conjunto de processos pelos quais os nutrientes são manipulados para fornecer energia e matéria prima para que o organismo desenvolva todas as suas atividades (PIMENTEL *et al.*, 2004).

Metabolismo basal (MB) é a energia gasta pelo organismo para manter suas funções vitais, em repouso físico e mental, após 12 horas, à temperatura ambiente de 20°C, e em estado de vigília (PIMENTEL *et al.*, 2004).

O gasto energético de repouso (GER), por sua vez, refere-se ao período pós-absortivo, incluindo gastos com digestão, absorção e distribuição corporal do alimento ingerido e, costuma ser 10% maior que o basal (WEBB, 1991).

O gasto energético total diário (GET) é a soma da energia empregada no MB, na termogênese e na atividade física (VALES, 1989).

O MB é o principal componente do GET, podendo representar de 50% (nos indivíduos muito ativos fisicamente) a 70% (nos indivíduos mais sedentários) do total de energia gasta diariamente (WAHRLINCH; ANJOS, 2001).

O efeito térmico dos alimentos contribui com cerca de 10% do GET que ocorre em função da energia despedida para as atividades de digestão, transporte e metabolismo de nutrientes, assim como para o armazenamento das reservas corporais de glicogênio e gordura (AVESANI *et al.*, 2005).

O efeito térmico da atividade física é o segundo maior componente do GET, comprometendo em torno de 15 a 30% das necessidades de energia. É definido como o aumento do gasto energético resultante da atividade física e constitui o componente mais variável do gasto energético, conseqüentemente o mais sujeito a alterações (AVESANI *et al.*, 2005).

A unidade apropriada para expressar o gasto energético é o *joule* (energia gasta para deslocar 1kg à distância de 1 metro pela força de 1 newton). No entanto, tipicamente utiliza-se o *calorie* (quantidade de calor necessária para elevar 1g de água 1°C, de 14,5 a 15,5°C). Para fazer a conversão de uma unidade para outra, usam-se os seguintes fatores: 1Kcal = 4,184 kJ ou 1 kJ = 0,239 Kcal (ANJOS; WAHRLICH, 2007).

As enfermidades clínicas e cirúrgicas, em geral, elevam o dispêndio energético como parte da resposta metabólica ao estresse que desencadeia nos pacientes. A elevação depende da gravidade da doença, da extensão da agressão sofrida pelo paciente, da presença de febre, do desenvolvimento de complicações e das medidas terapêuticas adotadas. A movimentação do paciente, a presença de desconforto respiratório, dor, ansiedade e agitação também aumentam o dispêndio, enquanto que analgesia e sedação diminuem (DIENER, 1997).

#### **2.4.2 Mensuração do Gasto Energético**

A regulação do gasto energético tem sido intensamente investigada (MÜLLER; BOSY-WESTPHAL, 2003). Sabe-se que as necessidades energéticas podem ser tanto medidas quanto estimadas por fórmulas (AVESANI *et al.*, 2005).

Atualmente, em crianças e adolescentes, as equações são utilizadas com frequência, tanto em contextos clínicos quanto em condições de vida normal. As fórmulas mais utilizadas foram desenvolvidas para estimar as necessidades de energia de indivíduos saudáveis em

condições ambientais e de atividade física usuais, portanto, em enfermidades específicas estas fórmulas podem contribuir para super ou subalimentação (KAPLAN *et al.*, 1995; STALLINGS; ZEMEL, 1996).

Diversos métodos têm sido empregados para estimar (utilizando as fórmulas de predição) ou medir (utilizando a calorimetria direta ou indireta, água duplamente marcada e o método de Fick) as necessidades energéticas dos indivíduos (GORAN, 1998). O método de Fick é utilizado em pacientes críticos, sendo necessária a disponibilidade de um cateter de *Swan-Ganz*, colocado na artéria pulmonar para medir o débito cardíaco e a saturação de O<sub>2</sub> (LIGGET *et al.*, 1987; ROCHA *et al.*, 1999). A técnica da água duplamente marcada consiste na utilização de uma água marcada com formas estáveis de isótopos (H<sub>2</sub><sup>18</sup>O e <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O) que é administrado mais frequentemente pela via oral. A taxa de desaparecimento desses isótopos dos fluidos corpóreos (urina ou sangue) é monitorada por um período equivalente a 1 a 3 vidas médias desses isótopos. Em humanos, esse período é de 7 a 21 dias. A diferença de desaparecimento dos dois isótopos é usada para estimar a taxa de produção de CO<sub>2</sub> e, juntamente com informações sobre a composição da dieta, calcula-se o gasto energético de 24 horas. O alto custo desses isótopos e do equipamento de espectrometria de massa usado para medir os isótopos dificulta o uso corrente deste método (AVESANI *et al.*, 2005). A água duplamente marcada é cara e precisa de um espectrofotômetro para medir a concentração de isótopos. Além disso, não particulariza os momentos dos gastos energéticos (SILVA; WAITZEBERG, 2002). A calorimetria direta baseia-se na determinação da perda de calor pelo corpo, utilizando-se de uma câmara calorimétrica, que consiste em um cômodo hermeticamente fechado e arejado, contendo um sistema no qual há circulação de água com temperatura conhecida e cuja variação entre o ponto de entrada e saída expressará o calor produzido pelo organismo durante sua permanência no interior da câmara. Para obterem-se informações confiáveis, é necessário que o indivíduo em avaliação permaneça um período

longo dentro da câmara, para que o calor emanado de seu corpo possa ser medido. Isso faz com que as medidas não possam ser expressas por atividades específicas, já que haverá uma defasagem entre a produção de calor e sua medição (ANJOS; WAHRLICH, 2007). A calorimetria respiratória indireta é o padrão áureo clássico para a determinação do gasto energético basal na prática clínica nutricional (ROCHA *et al.*, 2005).

### **2.4.3 Calorimetria Indireta – Fundamentação Teórica**

No início do século XX, *Benedict* e *Atwater*, em trabalho análogo ao de *Carl Von Voit* e *Max Rubner* na Alemanha e também ao de *Lusk* e *Du Bois* nos EUA, estabeleceram definitivamente o uso clínico da calorimetria indireta (BURSZTEIN *et al.*, 1989; TAKALA; MERILÄNEN, 1991). Desde então, houve um progresso significativo em termos de implementar analisadores de gás da nova era, sistemas de aquisição de dados e computadores mais potentes para facilitar a medição e melhorar os tempos de respostas (NGUYEN *et al.*, 2003).

A calorimetria indireta mede a produção de energia a partir da análise das trocas gasosas do organismo com o meio ambiente (SIMONSON; DEFRONZO, 1990). Baseia-se em três princípios: 1- não existe reserva apreciável de oxigênio no organismo, 2- o oxigênio consumido reflete a oxidação de nutrientes, 3- toda energia química é proveniente da oxidação de carboidratos, gorduras e proteínas (JEEJEEBHOY *et al.*, 1988). É um método não invasivo, isento de complicações e obtido através de um calorímetro portátil. Sendo um aparelho de alto custo, este método exige profissionais capacitados a fim de se obter medidas calorimétricas adequadas (MARSON *et al.*, 2003).

A denominação indireta revela que a produção de energia é calculada a partir dos equivalentes calóricos de O<sub>2</sub> consumido e do CO<sub>2</sub> produzido. Admitindo-se que todo o O<sub>2</sub>

consumido é utilizado para oxidar os substratos energéticos e que todo CO<sub>2</sub> produzido é eliminado pela respiração, é possível calcular a quantidade total de energia produzida. Essa “produção de energia” significa a conversão da energia química armazenada nos nutrientes em energia química armazenada no trifosfato de adenosina (ATP) mais a energia dissipada como calor durante o processo de oxidação (SIMONSON; DEFRONZO, 1990). Uma vez que o O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> totais são medidos, é possível determinar o quociente respiratório (QR) e subsequentemente a utilização de substrato através das equações derivadas da oxidação de cada combustível (ROCHA *et al.*, 2005). Uma interpretação adequada deve incluir análise do quociente respiratório ( $QR = CO_2 / O_2$ ). A faixa fisiológica do QR costuma estar entre 0,67 e 1,30 (MATARESE, 1997). Os lipídios apresentam QR em torno de 0,7, os carboidratos QR próximos a 1,0 e proteínas um QR de aproximadamente 0,82 a 0,85 (ANJOS; WAHRLICH, 2007). Quando o O<sub>2</sub> como o CO<sub>2</sub> estão disponíveis, pode-se utilizar a equação proposta por Weir em 1949:  $Kcal/min = \{ [3,9(VO_2)] + [1,1(VCO_2)] \}$  que é um cálculo mais prático, dispensando a medição do metabolismo protéico ao incorporar um fator de correção pela sua não utilização (WEIR, 1949).

Os calorímetros são classificados em equipamentos de circuito fechado e equipamentos de circuito aberto. Nos equipamentos de circuito fechado, o O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub> são medidos por alterações no volume dentro de um reservatório fechado contendo O<sub>2</sub>. Esses aparelhos são considerados o padrão áureo da calorimetria. Embora ainda utilizados para estudos de calorimetria em pequenos animais, poucos equipamentos para uso humano empregam este princípio. Na calorimetria de circuito aberto, ambos os extremos do sistema se comunicam com o ambiente. O ar inspirado é mantido separado do ar expirado por meio de um sistema de válvulas unidirecionais (DIENER, 1997).

Vários cuidados devem ser observados antes e durante a realização da calorimetria indireta para se obter um resultado acurado. Esses cuidados incluem aspectos relacionados ao

ambiente, condições referidas ao paciente e aspectos técnicos relacionados ao monitor metabólico em si. O ambiente deve ser silencioso, com pouca iluminação e estar numa temperatura confortável. O paciente deve estar em repouso há pelo menos 30 minutos e realizar um jejum de 2 a 3 horas. O monitor deve ser ligado, no mínimo, 30 minutos antes do exame para aquecimento e estabilização adequados. Os analisadores de  $O_2$  e  $CO_2$  devem ser calibrados antes e após cada medição (MULLEN, 1991). A duração do exame depende da obtenção de um estado de equilíbrio metabólico e respiratório, caracterizado pela estabilidade das leituras obtidas. Esta condição de equilíbrio é reconhecida quando o  $VO_2$  e  $VCO_2$  variam menos de 10% e o QR menos de 5% num intervalo de tempo de 5 minutos (MATARESE, 1997). Alguns pesquisadores recomendam um período inicial de adaptação de 5 a 10 minutos, para estabilização das leituras, em um período de medição de 25 minutos (ISBELL *et al.*, 1991; STOKES; HILL; 1991).

Algumas situações clínicas contra-indicam a realização da calorimetria indireta. Em portadores de fístula broncopleurar com drenagem de tórax, a fuga de gases inspirados e expirados impede uma determinação acurada. A difusão de  $CO_2$  pela membrana de diálise também impossibilita a execução da calorimetria durante sessões de hemodiálise. A administração de lactulose pode influenciar a medição do  $VO_2$ , pois ela sofre fermentação no cólon e produz  $CO_2$ , que é inicialmente absorvido e depois eliminado pelos pulmões (DIENER, 1997).

Cabe também ressaltar a influência dos medicamentos no gasto energético e no perfil de utilização de substratos. Dentre esses medicamentos podem ser citados: aminas vasopressoras, corticosteróides, betabloqueadores, entre outros (SANTOS *et al.*, 2007).

Uma vez que o uso da calorimetria indireta está se tornando cada vez mais comum, é necessário dominar sua base metodológica, bem como suas limitações práticas e teóricas (ROCHA *et al.*, 2006). No entanto em que pese à indiscutível utilidade desta técnica, não

existe um claro consenso sobre a realização da mesma, pois não se têm definido padrões de duração do exame, nem a frequência de repetição do mesmo (MILLA *et al.*, 2004).

### **3 Justificativa**

### **3 JUSTIFICATIVA**

Em virtude da escassez de trabalhos científicos que correlacionem BO e nutrição em pediatria, bem como, com o intuito de ajustar com maior precisão o aporte calórico diários desses pacientes, justifica-se a realização do presente projeto de pesquisa.



## 4 Objetivos

### 4 OBJETIVOS

#### 4.1 OBJETIVO GERAL

Quantificar o gasto energético de crianças e adolescentes hígidos e com diagnóstico de BO pós infecciosa acompanhados em ambulatório de pneumologia pediátrica.

## 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) medir o gasto energético em repouso através da calorimetria indireta e calcular o gasto energético total. Comparar os valores entre as crianças e adolescentes com BO e os hígidos;
- b) estimar o consumo de energia através do cálculo do recordatório alimentar de 24 horas e registro alimentar de três dias e comparar os valores entre as crianças e adolescentes com BO e os hígidos;
- c) avaliar a relação entre o consumo e o gasto energético entre as crianças e adolescentes com BO e os hígidos;
- d) comparar o gasto energético obtido através da calorimetria indireta com as fórmulas preditoras entre as crianças e adolescentes com BO e os hígidos;
- e) comparar o estado nutricional das crianças e adolescentes com BO e dos hígidos;
- f) analisar o nível de atividade física, através da aplicação do recordatório 24 horas de atividade física.

## **5 Metodologia**

### **5 METODOLOGIA**

#### **5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

O delineamento do estudo foi transversal. Foram comparados dois grupos:

- a) G1 - Com diagnóstico de BO pós infecciosa ;

b) G2 - Controle (crianças e adolescentes hígidos).

## 5.2 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população do estudo foi constituída por crianças e adolescente de ambos os sexos com idade entre 8 e 18 anos. Os pacientes com BO (G1) eram acompanhados no ambulatório de pneumologia pediátrica do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas (HMIPV) e Hospital da Criança Santo Antônio (HCSA) – Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre. As crianças e adolescentes hígidos (G2) foram selecionados em duas escolas de ensino fundamental e médio da rede pública de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

## 5.3 AMOSTRAGEM

A amostra selecionada para participar do estudo foi recrutada por amostragem não probabilística por conveniência. A coleta de dados ocorreu nos meses de abril de 2007 a abril de 2008.

Foram recrutados para participar do grupo BO (G1), crianças e adolescentes, com diagnóstico clínico e radiológico de BO pós-infecciosa, de ambos os sexos, com idade compreendida entre 8 e 18 anos, que estavam em acompanhamento nos ambulatórios do HCSA e HMIPV. A definição de caso de BO foi baseada em achados clínicos e radiológicos, tendo-se excluído outras causas.

Foram recrutados para participar do grupo controle (G2), crianças e adolescentes hígidos, de ambos os sexos, com idade compreendida entre 8 e 18 anos, estudantes de duas escolas públicas de Porto Alegre. Foi aplicado o questionário *ISAAC* (SOLÉ *et al.*, 1998) para

exclusão da presença de doenças respiratórias (ANEXO A) associado à anamnese para exclusão de outras doenças crônicas.

Os grupos foram pareados por gênero, idade e índice de massa corporal (IMC).

Os grupos foram definidos quanto ao estado nutricional, conforme os percentis do IMC propostos por *Must et al* e classificados de acordo com os pontos de corte propostos por *Frisancho* (FRISANCHO, 1990; MUST *et al.*, 1991).

### **5.3.1 Cálculo do Tamanho da Amostra**

São inexistentes os estudos sobre gasto energético e BO. Em indivíduos com asma os estudos mostraram efeito muito pequeno, o que não seria clinicamente relevante. Optamos, por isso, em detectar no mínimo um efeito moderado ( $\geq 0,7$ ) entre os dois grupos quanto ao gasto energético em repouso, para um nível de significância de 5% e um poder de 80%. O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa PEPI (*Programs for Epidemiologists*) versão 4.0. Obteve-se um total mínimo de 72 indivíduos, sendo 36 no grupo BO (G1) e 36 no grupo controle (G2).

### **5.3.2 Critérios de Inclusão**

Foram incluídas crianças e adolescentes na faixa etária de 8 a 18 anos, de ambos os sexos.

Entre os elegíveis para o grupo BO (G1), as crianças e adolescentes com diagnóstico de BO, em acompanhamento ambulatorial, clinicamente estáveis, ou seja, sem ocorrência de exacerbações

dos sintomas respiratórios nos últimos 30 dias. E no grupo controle (G2), as crianças e adolescentes hígidos matriculados em uma das duas escolas estaduais selecionadas que atendessem aos critérios de pareamento previamente estabelecidos.

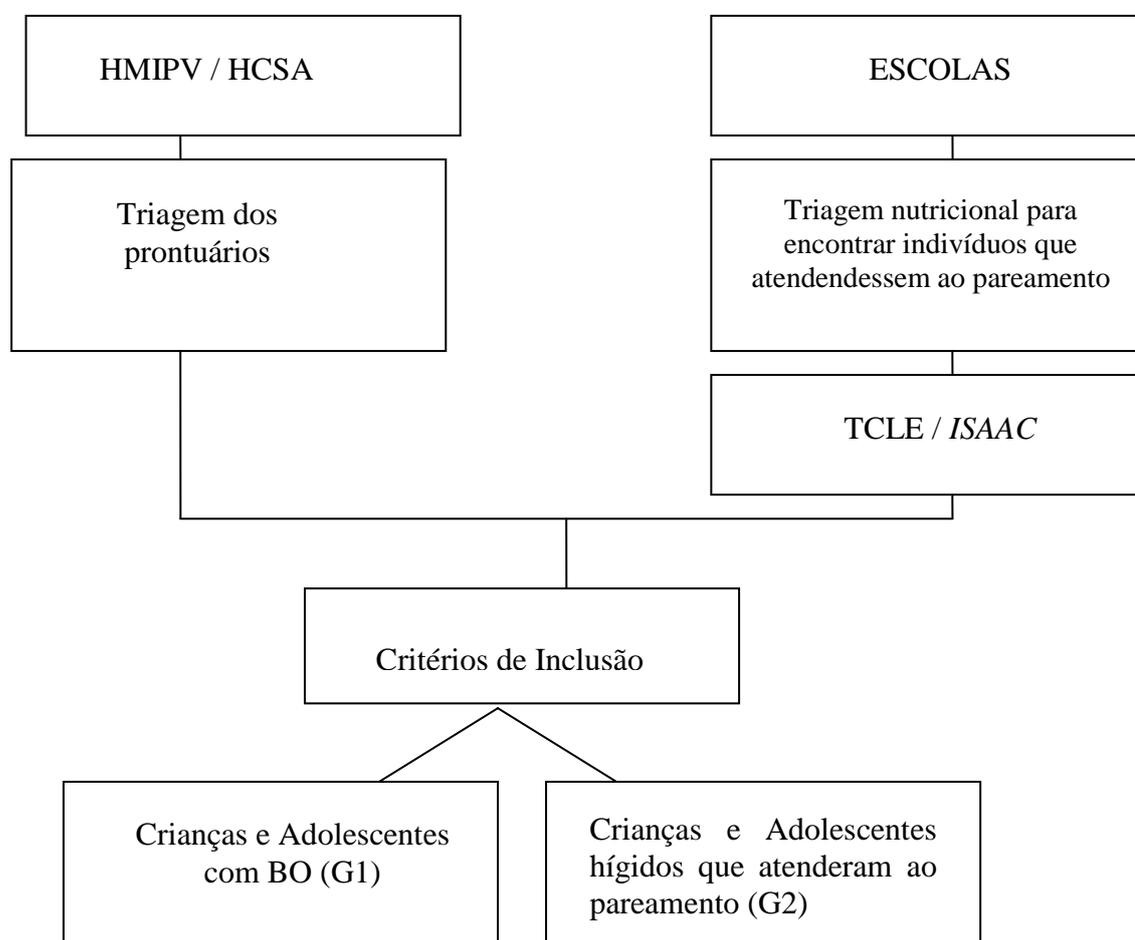
### **5.3.3 Critérios de Exclusão**

Foram excluídos do grupo BO (G1) todas as crianças e adolescentes em uso de lactulose ou outra medicação que alterasse o gasto energético e os com presença de outra enfermidade crônica associada à pneumopatia, tais como: neuropatia, displasia bronco-pulmonar, fibrose cística, imunodeficiência e cardiopatias congênitas. A presença de qualquer doença crônica foi considerada um critério de exclusão para o grupo controle. Atletas foram excluídos de ambos os grupos.

### **5.3.4 Logística**

Os pacientes participantes do grupo BO (G1) foram avaliados no ambulatório em dias de consulta médica de rotina. Os participantes do grupo controle (G2) foram avaliados na escola em horário previamente combinado com a professora. No primeiro encontro era assinado o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICES A e B). Após, realizada a avaliação antropométrica, o primeiro recordatório de 24 horas (R24h) (APÊNDICE C) e o recordatório de atividade física (RAF) (APÊNDICE E). Também foram entregues o formulário do registro alimentar de três dias (RA3D) (APÊNDICE D) com as respectivas orientações para sua realização e o formulário com as orientações para a realização da calorimetria indireta (APÊNDICE F) que seria realizada no dia da próxima consulta. No segundo encontro foi realizado o segundo recordatório de 24 horas (R24h) (APÊNDICE C) e

feita a conferência do registro alimentar de três dias (RA3D). Após a aplicação de *check-list* que fazia a revisão de todos os pré-requisitos para realização da calorimetria indireta (APÊNDICE G), procedeu-se a realização do exame.



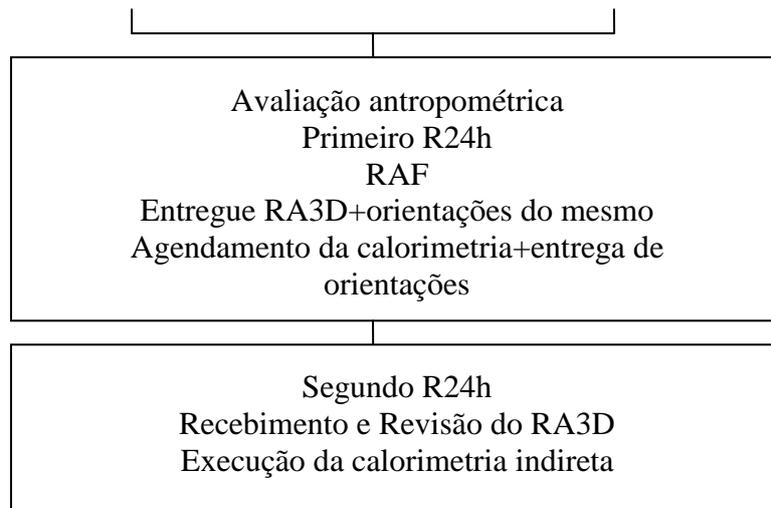


Figura 1 - Fluxograma da coleta de dados

### 5.3.5 Coleta de dados e Instrumentos

#### 5.3.5.1 Avaliação do estado nutricional

##### 5.3.5.1.1 Antropometria

A avaliação antropométrica foi realizada pela pesquisadora principal e por outra nutricionista devidamente capacitada, através da aferição do peso e estatura realizada por meio de técnicas padronizadas e com equipamentos devidamente calibrados, conforme descrito na tabela 1. Também foram aferidas as medidas da dobra cutânea tricipital (DCT), dobra cutânea subescapular (DCSE) e da circunferência do braço (CB), com instrumento devidamente calibrado, de acordo com as técnicas corretas de aferição (tabela 2), pelo mesmo avaliador.

Variável	Instrumento	Técnica de Aferição
Peso	Balança antropométrica Marca Filizola® Tem capacidade máxima de 150Kg com divisões de 100g.	Os indivíduos devem estar sem sapatos, trajando roupas leves, posicionados com os dois pés sobre a balança, distribuindo seu peso igualmente sobre as duas pernas e com o olhar no horizonte.
Estatura	Estadiômetro da Balança Antropométrica Marca Filizola®	Os indivíduos devem estar sem sapatos, posicionados com os pés unidos e contra a parede, para apoiar 05 pontos do corpo: calcânhar, panturrilha, glúteos, espáduas e a cabeça, que deveria ser posicionada respeitando-se o plano de Frankfurt.

Quadro 1 - Técnicas para aferição do Peso e Estatura  
Fonte: Castro *et al.* (2008).

Variável	Instrumento	Técnica de Aferição
Circunferência do Braço	Fita Métrica Inelástica	Para sua obtenção, o braço a ser avaliado deve estar flexionado em direção ao tórax, formando um ângulo de 90°. Localizar e marcar o ponto médio entre o acrômio e o olécrano. Solicitar ao indivíduo que fique com o braço estendido ao longo do corpo com a palma da mão voltada para a coxa. Contornar o braço com a fita no ponto marcado de forma ajustada.
Dobra Cutânea Tricipital	Compasso de dobras cutâneas Lange – TBW Escala: 0 – 60 mm Precisão: $\pm 1$ mm Peso do compasso: 185g Pressão da mola: constante em 10g/mm <sup>2</sup>	A dobra tricipital deve ser medida na parte posterior do braço direito, sobre o músculo tricipital, no ponto médio entre o acrômio e o olécrano, pinçando-se a pele e o tecido subcutâneo entre o polegar e o indicador, onde deve-se aplicar o plicômetro 1 cm abaixo dos dedos que pinçam a prega, sendo a leitura feita após 2 a 3 segundos no milímetro mais próximo.
Dobra Cutânea Subescapular	Compasso de dobras cutâneas Lange – TBW Escala: 0 – 60 mm Precisão: $\pm 1$ mm Peso do compasso: 185g Pressão da mola: constante	A dobra subescapular deve ser medida logo abaixo da extremidade inferior da escápula direita. A pele e o tecido subcutâneo devem ser pinçados neste local e a dobra angulada em 45° a partir do plano horizontal, dirigindo-se superiormente para dentro, onde deve-se colocar o plicômetro 1 cm abaixo dos dedos que pinçam a dobra.

	em 10g/mm <sup>2</sup>	
--	------------------------	--

Quadro 2 - Técnicas para aferição da Circunferência do Braço, Dobra Cutânea Tricipital e Dobra Cutânea Subescapular

Fonte: Sichieri *et al.* (1999).

Para avaliação do estado nutricional foram utilizadas as seguintes variáveis: peso, estatura, gênero e idade. O indicador do estado nutricional escolhido foi o IMC. A classificação do IMC foi realizada, de acordo com a idade, utilizando-se os padrões estabelecidos por *Must et al* e a Classificação de *Frisancho* (FRISANCHO, 1990; MUST *et al.*, 1991).

A avaliação do estágio de maturação sexual foi realizada pelo método de auto-avaliação o estágio de maturação sexual, utilizando-se desenhos das características sexuais secundárias (ANEXO B), segundo os critérios de *Tanner* (TANNER, 1962). Para classificação em pré-púbere, púbere ou pós-púbere, adotou o proposto pela OMS (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1995).

#### 5.3.5.1.2 Composição Corporal

A composição corporal foi avaliada aferindo-se as dobras cutâneas tricipital (DCT) e subescapular (DCSE), objetivando a obtenção do percentual de gordura, conforme as equações e classificação de *Slaughter* (SLAUGTER *et al.*, 1988). Para a soma das dobras cutâneas tricipital e subescapular (SDCTS) utilizou-se como ponto de corte o percentil 90, conforme OMS (World Health Organization, 1995).

A circunferência muscular do braço ( $CMB=CB - (DCT \times 0,314)$ ) foi calculada a partir da circunferência do braço (CB) e da dobra cutânea tricipital (DCT). Os valores foram classificados de acordo com os percentis de *Frisancho* (FRISANCHO, 1990).

O percentual de gordura (%GC) foi calculado utilizando-se as equações de *Slaughter* (SLAUGTER *et al.*, 1988) (**Quadro 3**).

MENINOS		
Pré-púberes	raça branca	%g = 1,21 (soma das 2 medidas) - 0,008 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 1,7
	raça negra	%g = 1,21 (soma das 2 medidas) - 0,008 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 3,5
Púberes	raça branca	%g = 1,21 (soma das 2 medidas) - 0,008 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 3,4
	raça negra	%g = 1,21 (soma das 2 medidas) - 0,008 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 5,2
Pós-púbere	raça branca	%g = 1,21 (soma das 2 medidas) - 0,008 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 5,5
	raça negra	%g = 1,21 (soma das 2 medidas) - 0,008 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 6,8
≥ 35 mm *		%g = 0,783 (soma das 2 medidas) + 1,6
MENINAS		
07 – 18 a		%g = 1,33 (soma das 2 medidas) - 0,0130 (soma das 2 medidas) <sup>2</sup> - 2,5
≥ 35 mm *		%g = 0,546 (soma das 2 medidas) + 9,7

Quadro 3 - Fórmulas para o cálculo do percentual de gordura

Fonte: Slaughter *et al.* (1988).

\* somatório das dobras subescapular e tricípital maior do que 35 mm

A massa gorda foi calculada multiplicando-se o peso pelo percentual de gordura calculado pela equação de *Slaughter* e dividido por 100. A massa corporal magra foi obtida pela subtração do peso corporal da massa de gordura (LOHMAN *et al.*, 1988) e também através da CMB.

Para classificação da reserva de massa magra pelo método do percentual de gordura utilizou-se os valores propostos por Buchman (2002), considerando-se como dentro da normalidade valores que ficassem na faixa de 80 a 120% do esperado. Para classificar a composição corporal pela CMB utilizou-se os percentis da CMB, propostos por Frisancho (1990).

Para avaliação da concordância entre os dois métodos de avaliação da massa magra utilizados, bem como para classificação da intensidade da concordância, utilizou-se o critério de Kappa (ALTMAN, 1991).

### 5.3.5.2 Determinantes Energéticos

#### 5.3.5.2.1 Ingestão Energética

Para estimar o consumo alimentar, foram aplicados dois inquéritos recordatórios de 24 horas (R24h) e um registro alimentar de 3 dias (RA3D). Para a realização dos recordatórios de 24 horas, foi solicitado aos participantes, que recordassem tudo o que comeram e beberam num período prévio de 24 horas e após repassado com o informante todas as informações referidas. Os dados foram colhidos de dias de semana e não de finais de semana, pois, o consumo do final de semana, geralmente, não reflete a dieta diária. Para auxiliar a descrição por parte dos informantes, facilitar o processo recordatório e aumentar a precisão da informação fornecida disponibilizou-se, durante a aplicação do recordatório de 24 horas, um álbum fotográfico com 390 fotos de porções de alimentos (MONTEIRO *et al.*, 2007).

Também foi fornecido um formulário de registro alimentar, no qual foi solicitado aos participantes, que fizessem um registro alimentar de 3 dias não consecutivos, conforme as instruções exigidas. Juntamente com o formulário do registro alimentar de 3 dias foi fornecido um “bilhete” com as principais recomendações necessárias para a realização do exame de calorimetria indireta.

Para análise quantitativa do total consumido foi utilizado o *Software NutWin®* - Programa de Apoio à Nutrição, versão 1.5, desenvolvido pela Escola Paulista de Medicina – UNIFESP (ANÇÃO *et al.*, 2002).

Para os alimentos e/ou preparações que não constassem no banco de dados do *software*, as informações quanto aos nutrientes foram retiradas da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-TACO (UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2004) ou dos rótulos dos produtos. No caso dos alimentos e/ou preparações possuírem mais de uma variação (por exemplo, marcas comerciais diferentes) e estas não estivessem especificadas nos registros, escolhia-se aqueles com maior número de informações quanto aos aspectos nutricionais.

Os valores de calorias e macronutrientes foram comparados, respectivamente, por meio do percentual de adequação, com a RDA 1989 e com as DRIs 2005.

#### 5.3.5.2.2 Gasto Energético

O gasto energético de repouso (GER) foi medido através da calorimetria indireta. O aparelho utilizado para medir os gases exalados foi o monitor TEEM 100, Marca *Inbrasport*® Inc. U.S.A. As amostras de gases foram coletadas por pneumotacômetro de baixo fluxo (4 a 6 litros/20 s.). A análise foi feita pelo programa *Aerograph*, o qual fornece o cálculo do gasto energético de repouso (GER) e o quociente respiratório (QR).

Antes de iniciar as medidas previstas no protocolo era feito um *check-list* para verificar os parâmetros de estabilidade exigidos. São eles:

- a) ausência de vazamento no sistema de coleta de gases;
- b) paciente calmo e estável;
- c) afastados efeitos termogênicos como febre;
- d) jejum por 3 horas;
- e) rede elétrica e de gases estáveis;
- f) ambiente em temperatura agradável (em torno de 21 a 23 graus centígrados);
- g) calibragem de acordo com especificação do fabricante;
- h) determinação durante 25 minutos seguidos, sempre com o mesmo aferidor, sob observação contínua.

O monitor era ligado, 30 minutos antes do exame para aquecimento e estabilização adequados. Os analisadores de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> foram calibrados com gás de concentração conhecida antes de cada determinação. A duração do exame foi de 25 minutos, sendo que os 5 primeiros minutos foram direcionados para a estabilização dos gases e foram desconsiderados (HÖHER

*et al.*, 2008). Os dados obtidos foram transferidos para o banco de dados do computador por um cabo RS 232 (monitor-computador), para análise pelo programa *Aerograf* que utiliza a equação de “*Weir*” (WEIR, 1949). Para validação do exame o quociente respiratório (QR) deveria estar entre 0,67 e 1,3 (MATARESE, 1997). O resultado foi fornecido em calorias/minuto e estas foram multiplicadas por 1440 para obtenção do GER de 24 horas.

Pacientes com exacerbação dos sintomas respiratórios, febre no momento do exame, sem o tempo de jejum solicitado, que tivessem ingerido 8 horas antes do mesmo medicamentos broncodilatadores de curta duração ou 12 horas antes do mesmo medicamentos broncodilatadores de longa duração, tiveram seu exame suspenso e remarcado para outra data.

#### 5.3.5.2.3 Determinação do Gasto Energético Total (GET)

O GET foi determinado multiplicando-se o GER pelo fator atividade. O fator atividade foi obtido pelo recordatório 24h de atividades físicas (RAF) e a intensidade das atividades foi calculada com os valores expressos em *Metabolic Equivalents Task – METs*, de acordo com o compêndio de atividades físicas (FARINATTI, 2003). O número de horas assistindo televisão foi obtido por questionário e utilizou-se o maior número de horas referido.

O gasto energético também foi estimado por fórmulas de predição (Quadro 2). Comparou-se o gasto energético obtido através da calorimetria indireta com as fórmulas preditoras comumente utilizadas na prática clínica (*Schofield, IOM, FAO/OMS e Harris-Benedict*) confrontando o resultado final da calorimetria indireta com os resultados fornecidos

pelas fórmulas de predição, para que fosse verificado se existe coerência (resultados semelhantes) ou não entre os valores.

<i>FÓRMULAS</i>	<i>MASCULINO</i>	<i>FEMININO</i>
<i>SCHOFIELD, 1985</i>	16,25 (P) + 1,372 (A) + 515,5	8,365 (P) + 4,65 (A) + 200
<i>FAO/WHO, 1985</i>	17,5 X P + 651	12.2 X P + 746
<i>HARRIS BENEDICT, 1919</i>	66.47+ 13.75(P) + 5.0 (A)- 6.76 (I)	655.10+9.56 (P)+1.85(A)- 4.68(I)
<i>IOM, 2002</i>	79-34, 2X I + 730 X A + 15,3 X P	22 – 26 X I + 504 X A + 11,6 X P

Quadro 4 - Fórmulas de predição para o cálculo do gasto energético

Fonte: Schofield (1985); World Health Organization (1985); Harris e Benedict (1919); Institute of Medicine of the National Academies, 2002.

A= altura em cm; I= idade em anos; P= Peso em kg

Para avaliar a relação entre o consumo e o gasto energético, foi feita uma comparação entre a média dos recordatórios de 24 horas e registro alimentar de 3 dias não consecutivos com o resultado final fornecido pelo exame de calorimetria indireta (GET), a fim de verificar se os pacientes estavam ingerindo uma quantidade de energia compatível com a sua necessidade energética total.

#### 5.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram descritas através de média e desvio padrão ou mediana e percentis 25-75 dependendo da distribuição das mesmas. Para avaliar a distribuição das variáveis em cada grupo, o teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado. Para descrever as variáveis qualitativas, utilizou-se as frequências absolutas e relativas. Para avaliar a associação entre as variáveis quantitativas e o gasto energético, os coeficientes de correlação de *Pearson* ou *Spearman* foram aplicados. Para comparar as qualitativas em relação ao gasto energético, os testes *t-Student* ou de *Mann-Whitney* foram utilizados. Para o ajuste da MM a análise de covariância (ANCOVA) foi aplicada. Para comparar os valores da calorimetria entre os diferentes métodos, utilizou-se o teste *t-Student* para amostras emparelhadas e o método de

*Bland & Altman*. Para estimar a magnitude das diferenças entre os grupos foi utilizado o intervalo de 95% de confiança. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas, na amostra total e nos eutróficos, através do programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 12.0 (SPSS Inc, EUA).

## 5.5 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre sob parecer número 1563/07 e do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas sob protocolo número 11/08.

Foram incluídos no estudo somente as crianças e os adolescentes cujos responsáveis expressarem concordância em participar e assinaram o TCLE (APÊNDICE A e B).

As escolas foram convidadas para participar da pesquisa e autorizaram previamente a realização da mesma.

Todos os participantes do grupo controle receberam retorno escrito de sua avaliação nutricional com orientações específicas ao seu estado nutricional (APÊNDICE H). Uma cópia dos resultados das avaliações realizadas com o grupo BO foi entregue ao chefe da equipe assistente para que fosse colocada junto ao prontuário dos mesmos.



## 6 Conclusões

### 6 CONCLUSÕES

- O GER e o GET estimado pela calorimetria indireta não foram diferente entre os dois grupos. O GER não foi estatisticamente diferente nem quando ajustado para MM. A massa magra é um preditor fidedigno do gasto energético. Parece que o gasto energético está mais associado à composição corporal do que a presença de doença.
- O consumo de energia estimado através do recordatório alimentar de 24 horas e do registro alimentar de três dias não foi estatisticamente diferente entre os grupos.

- Não existem diferenças estatisticamente significantes entre o consumo e o gasto energético total no grupo BO. O grupo controle apresenta um consumo médio de 1279,6Kcal/dia inferior ao necessário.
  
- As fórmulas de predição: IOM, Schofield, OMS e Harris-Benedict discordaram da calorimetria indireta, subestimando as necessidades energéticas, em ambos os grupos.
  
- Não encontramos diferenças estatisticamente significativas quando comparamos o estado nutricional do Grupo BO com o do Grupo Controle. Se levarmos em consideração que os grupos foram pareados pela classificação do IMC este resultado mostra-se lógico.
  
- Quanto ao nível de atividade física, observamos uma média maior, porém não significativa estatisticamente, no grupo controle.

## **7 Considerações Finais**

### **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

São inexistentes na literatura científica publicações sobre gasto energético e bronquiolite obliterante pós-infecciosa.

A avaliação do metabolismo energético pertinente a esta patologia, por meio da calorimetria indireta, pode ser uma ferramenta útil e precisa na definição da conduta nutricional, em especial, no que tange a prescrição do aporte energético.

Acredita-se que a continuidade das pesquisas focando o uso da calorimetria indireta poderá trazer perspectivas promissoras para os pacientes acometidos por bronquiolite obliterante pós-infecciosa.

Quanto às limitações, vale lembrar que, por ser de caráter transversal, o presente estudo não permite estabelecer relações de causalidade ou análises de acompanhamento. De qualquer maneira, em se tratando de uma doença pouco prevalente, o grupo homogêneo de pacientes incluídos, permite uma visão inicial importante sobre o metabolismo energético no ainda escasso universo da nutrição em BO.

## Referências

### REFERÊNCIAS

- 1- 2º Consenso Brasileiro sobre DPOC. J Bras Pneumol. 2004;30(5): 452-8.
- 2- Altman DG. Practical Statistics for Medical Research. London: Chapman & Hall; 1991.
- 3- Amâncio OMS, Juzwiak CK, Oliveira ILC. Avaliação nutricional. In: Palma D, Escrivão MAMS, Oliveira FLC et al. Nutrição clínica na infância e adolescência. Barueri, São Paulo: Manole; 2009. p. 25-55.
- 4- Anção MS, Cuppari L, Draibe AS, Sigulem D. Programa de apoio à nutrição *NutWin*: versão 1.5. São Paulo: Departamento de Informática em Saúde, SPDM, UNIFESP/EPM; 2002. 1 CD-ROM.

- 5- Anjos LA, Wahrlich V. Gasto energético: medição e importância para a área de nutrição. In: Kac G, Sichieri R, Gicante DP. Epidemiologia nutricional. Rio de Janeiro: Fiocruz/Atheneu; 1997. p. 165-80.
- 6- Anjos LA, Wahrlich V. Gasto energético: medição e importância para a área de nutrição. In: Gilberto KAC, Sichieri R, Gicante DP. Epidemiologia nutricional. Rio de Janeiro: Fiocruz/Atheneu; 2007.
- 7- Anjos LA. Índice de massa corporal ( $\text{massa corporal}/\text{estatura}^2$ ) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. Rev Saúde Pública. 1992;26:431-6.
- 8- Araújo CLP. Avaliação nutricional de crianças. In: Epidemiologia nutricional. Kac G, Sichieri R, Gicante DP. Rio de Janeiro: Fiocruz/Atheneu, 2007.
- 9- Avesani CM, Santos NSJ, Cuppari L. Necessidades e recomendações de energia. In: Cuppari, L. Guia de nutrição: nutrição clínica no adulto. 2. ed. Barueri, São Paulo: Manole; 2005.
- 10- Azevedo JCV, Brasil LMP, Macedo TBMA, et al. Comparison between objective assessment and self-assessment of sexual maturation in children and adolescents. J Pediatr (Rio J). 2009;85(2):135-42.
- 11- Barros SP, Arena EP, Pereira AC. Guia prático: avaliação antropométrica em pediatria. São Paulo: Ponto Crítico; 2008.
- 12- Barros-Filho FAA. Métodos de avaliação da composição corporal em crianças. In: Barbieri D, Palma D (eds). Gastroenterologia e nutrição. São Paulo: Atheneu; 2001. p. 219-39.
- 13- Batezzati A, Viganó R. Indirect calorimetry and nutritional problems in clinical practice. Acta Diabetol. 2001;38:1-5.
- 14- Bernardi JR, De Cezaro C, Fisber RM, et al. Estimativa do consumo de energia e de macronutrientes no domicílio e na escola em pré-escolares. J Pediatr (Rio J). 2010;86(1):59-64.
- 15- Blumgart HL, Macmahon ME. Bronchiolitis fibrosa obliterans. Thorax. 1966; 21:209-14.
- 16- Bonomo M. Como medir a ingestão alimentar? In: Dutra-de-Oliveira, JE. Obesidade e anemia carencial na adolescência. São Paulo: Instituto Danone, 2000.

- 17- Buchman AL. Avaliação da composição corporal. In: Lopes FA, Singulem DM, Taddei JAAC. Fundamentos da terapia nutricional em pediatria. Sarvier: São Paulo; 2002.
- 18- Burszteins S, Elwyn DH, Askanazi J, et al. (eds). Energy metabolism, indirect calorimetry and nutrition. Baltimore: Williams and Wilkins; 1989.
- 19- Castro V, Moraes SA, Freitas ICM, et al. Variabilidade na aferição de medidas antropométricas: comparação de dois métodos estatísticos para avaliar a calibração de entrevistadores. Rev Bras Epidemiol. 2008;11(2):278-86.
- 20- Centers for Diseases and Prevention. Centers for Diseases Control and Prevention, BMI for Children and Teens [Internet]. [2003]. [Updated [2003]; cited 2009 Mar 10 ]; Available from: <http://www.cdc.gov/nccdphp/dnpa/bmi/bmi-for-age.htm>.
- 21- Chan PW, Muridan R, Debruyne JA. Bronchiolitis obliterans in children: clinical profile and diagnosis. Respirology. 2000;5(4):369-75.
- 22- Chang AB, Masel JP, Masters B. Post-infectious bronchiolitis obliterans: clinical, radiological and pulmonary function sequelae. Pediatr Radiol. 1998;28(1):23-9.
- 23- Cintra IP, Heyde MEDVC, Schmitz BA, et al. Métodos de inquéritos dietéticos. Cadernos de Nutrição SBAN. 1997;13(2):11-25.
- 24- Colom AJ, Teper AM. Clinical prediction rule to diagnose post-infectious bronchiolitis obliterans in children. Pediatr Pulmonol. 2009;44:1065-9.
- 25- Colom AJ, Teper AM, Vollmer WM, et al. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with bronchiolitis. Thorax. 2006;61:503-6.
- 26- Coultas D, Funk L. Postinfectious bronchiolitis obliterans. In: Epler G (ed). Disease of the bronchioles. New York: Raven Press; 1994.
- 27- Dal Bosco S, Conde SR, Machado IK. Métodos práticos para o cálculo de dietas. Lajeado: Univates; 2007. p. 43-52.
- 28- Diener JRC. Calorimetria indireta. Rev Ass Med Brasil. 1997;43(3):245-53.
- 29- Eisenstein E. [Antropometry and pediatrics]. J Pediatr (Rio J). 1994;70(4):193-4.

- 30- Epler GR. Bronchiolitis obliterans organizing pneumonia: definition and clinical features. *Chest*. 1992;102(1); 25-65.
- 31- Epler GR. The clinician's classification of the disease of the bronchioles, In: Epler GR (ed). *Diseases of the bronchioles*. New York: Raven Press; 1994.
- 32- Epler GR, Colby TV. Bronchiolitis obliterans organizing pneumonia. *N Eng J Med*. 1985;312(3):152-8.
- 33- Excel MOS, Borloni RFS, Mura JDP, et al. Terapia nutricional em pneumologia. In: Silva SMCS; Mura JDP. *Tratado de alimentação, nutrição & dietoterapia*. São Paulo: Roca; 2007.
- 34- Farinatti PTV. Apresentação de uma versão em português do compendio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores em fisiologia do exercício. *Rev Bras Fisiol Exercício*. 2003;2(2):117-208.
- 35- Ferkol T, Davis P. Bronchiectasis and bronchiolitis obliterans. In: Taussing L (ed). *Pediatric Respiratory Medicine*. Saint Louis: Mosby; 1999.
- 36- Fernandes AC, Bezerra OMPA. Terapia nutricional na DPOC e suas complicações nutricionais. *J Bras Pneumol*. 2006;32(5):461-71.
- 37- Ferreira IM. Chronic obstructive pulmonary disease and malnutrition: why are we not winning this battle? *J Pneumol*. 2003;29:107-15.
- 38- Fischer GB, Mocelin HT. Bronquiolite obliterante – sequelas de bronquiolite. In: Razov T (ed). *Doenças pulmonares em pediatria: diagnóstico e tratamento*. São Paulo: Atheneu; 1999.
- 39- Fischer GB. Fatores prognósticos para bronquiolite viral aguda [tese]. Porto Alegre: UFRGS; 1994.
- 40- Fritch C, Blumer J. The use and interpretation of indirect calorimetry in critically ill patients. *Crit Care Med*. 2002;28(4):1248-9.
- 41- Fontanive R, De Paula TP, Peres WAF. Inquéritos dietéticos. In: Duarte, ACG (ed). *Avaliação nutricional. Aspectos clínicos e laboratoriais*. São Paulo: Atheneu; 2007. p. 65-8.

- 42- Fraenkel, AV. Bronchiolites fibrosa obliterans, nebst Bemerkungen über Lungenhyperämie und indurierende Pneumonia. *Dtsch Arch Klin Med.* 1902;73:484-512.
- 43- Frank GC. Environmental influences on methods used to collect dietary data from children. *Am J Clin Nutr.* 1994;59(1 Suppl):207S-11S.
- 44- Frisancho AR. Antropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor: University of Michigan; 1990.
- 45- Goran MI. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics.* 1998;101(3):505-18.
- 46- Hardy K. Childhood bronchiolitis obliterans. In: Epler G (ed). *Diseases of the bronchioles.* New York: Raven Press; 1994. p. 415-26.
- 47- Hardy KA, Schidlow DV, Zaeri N. Obliterative bronchiolitis in children. *Chest.* 1988;93(3):460-6.
- 48- Harris JA, Benedict FG. *A Biometric Study of Basal Metabolism in Man.* Boston: Carnegie Institution of Washington; 1919.
- 49- Higgins M, Kannel W, Garrison R, et al. Hazards of obesity-the Framingham experience. *Acta Med Scand.* 1988;723(Suppl):23-6.
- 50- Höher JA, Teixeira PJZ, Hertz FT, et al. A comparison between ventilation modes: How does activity level affect energy expenditure estimates? *J Parenter Enteral Nutr.* 2008;32(2):176-83.
- 51- Institute of Medicine of the National Academies. *Dietary Reference Intakes for Energy.* Food and nutrition board. Washington, DC: National Academy Press; 2002.
- 52- Isbell TR, Klesges RC, Meyers AW, et al. Measurement reliability and reactivity using repeated measurements of resting energy expenditure with a face mask, mouthpiece, and ventilated canopy. *JPEN.* 1991;15:165-8.
- 53- Jelliffe DB. *Evaluacion del estado de nutrición de la comunidad.* Geneva: WHO; 1968.

- 54- Jones CIJ. Clinical dilemma: which energy expenditure equation to use? *J Parent Enteral Nutr.* 2004;28(4):283-3.
- 55- Jeejeebhoy KM, Hill GL, Owen OD. *Nutritional and metabolism in patient care.* Philadelphia: Saunders; 1988.
- 56- Kamimura MA, Baxmann A, Sampaio LR, et al. Avaliação nutricional. In: Cuppari L. *Nutrição: nutrição clínica no adulto.* São Paulo: Manole; 2002. p. 71-96.
- 57- Kaplan AS, Zemel BS, Neiswender KM, et al. Resting energy expenditure in clinical pediatrics: measures versus prediction equation. *J Pediatr.* 1995;127(2):200-5.
- 58- Kim CK, Kim SW, Kim JS, et al. Bronchiolitis obliterans in the 1990S in Korea and the United States. *Chest.* 2001;120(4):1101-6.
- 59- Kurland L. Effects of ventilator resetting on indirect calorimetry measurement: the importance of patience. *Crit Care Med.* 1999;27(3):459-60.
- 60- Konen E, Gutierrez C, Chaparro C, et al. Bronchiolitis obliterans syndrome in lung transplant recipients: can thin-section CT findings predict disease before its clinical appearance? *Radiology.* 2004;231(2):467-73.
- 61- Kurland G, Michelson P. Bronchiolitis obliterans in children. *Pediatric Pulmonol.* 2005;39:1993-208.
- 62- Ladue J. Bronchiolitis fibrosa obliterans. *Arch Intern Med.* 1941;68:663-73.
- 63- Lang WRCW, Howden, Laws J, et al. Bronchopneumonia with serious sequelae in children with evidence of adenovirus type 21 infection. *Br Med J.* 1969;1(5636):73-9.
- 64- Lang, W. Ueber line eigenthumeiche Erkrankung der Kleinen Bronchien und Bronchiolen. *Dtsch Arch Klin Med.* 1901;70:342-64.
- 65- Leone C. Avaliação da condição nutricional. In: Nóbrega FJ, ed. *Distúrbios da nutrição.* 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter; 1998.
- 66- Liggett SB, St. John RE, Lefrak SS. Determination of resting energy expenditure utilizing thermodilution pulmonary artery catheter. *Chest.* 1987;91:562-6.

- 67- Livingstone BEM, Robson PJ. Measurement of dietary intake in children. *Prod Nutr Soc.* 2000;52:279-93.
- 68- Lobo AL, Guardiano M, Nunes T. Bronquiolite obliterated pós-infecciosa na criança. *Rev Port Pneumol.* 2007;13(4):495-509.
- 69- Lohman TG, Roche AF, Martarel R. Antropometric standardization reference manual. Champagne, Illinois: Human Kinetic. Books; 1998.
- 70- Marr JW. Individual dietary surveys: purposes and methods. *World Rev Nutr Diet.* 1971;13:105-64.
- 71- Marshall JD, Hazlett CB, Spady DW, et al. Validity of convenient indicators of obesity. *Hum Biol.* 1991;63(2):137-53.
- 72- Marson F, Martins MA, Colleto FA, et al. Correlação entre o consumo de oxigênio obtido pelo método de Fick e pela calorimetria indireta no paciente grave. *Arq Bras Cardiol.* 2003;82(1):72-6.
- 73- Martin RHC, Uezu R, Parra SA, et al. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. *Rev Paul Educ Fís.* 2001;15(2):212-22.
- 74- Matareze LE. Indirect calorimetry: technical aspects. *J Am Diet Assoc.* 1997;97:S154-60.
- 75- Mattiello R, Sarria EE, Mallol J, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans: Can CT scan findings at early age anticipate lung function? *Pediatr Pulmonol.* 2010;45:315-9.
- 76- Mauad T, Dolhnikoff M. Histology of the childhood bronchiolitis obliterans. *Pediatr Pulmonol.* 2002;33(6):466-74.
- 77- McLoud T. Chest radiographic findings of the healthy and diseased bronchioles. In: Epler G, ed. *Disease of the bronchioles.* New York: Raven Press; 1994. p. 27-41.
- 78- Mello ED. O que significa avaliação do estado nutricional? *J Pediatr (Rio J).* 2002;78(5):357-8.
- 79- Melo ABF. Bronquiolite. In: Morais MB, Campos SD, Silvestrini WS. *Pediatria.* Barueri, São Paulo: Manole; 2005. p. 663-5.

- 80- Milla PM, Puigdvall R, Ramirez JH, et al. Calorimetria indirecta em el enfermo crítico: validez de la medición durante 10 min. *Nutr Hosp*. 2004;19(2):95-8.
- 81- Milner AD, Murray M. Acute bronchiolitis in infancy: treatment and prognosis. *Thorax*. 1989;44(1):1-5.
- 82- Mocelin HT, Fischer GB, Cunha NS. Evaluación clínica y funcional de niños com bronquiolites obliterante post-infecciosa con seguimiento a largo plazo. *Rev Chil Pediatr*. 2004;75(Supl):S12-7.
- 83- Monteiro JP, Pfrimer K, Tremeschin MH, et al. Consumo alimentar: visualizando porções. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007. p. 1-6.
- 84- Mueller DH. Terapia nutricional para doença pulmonar. In: Mahan LH, Stump SE. Krause: alimentos, nutrição e dietoterapia. 11.ed. São Paulo: Roca; 2005.
- 85- Mullen JL. Indirect calorimetry in critical care. *Proc Nutr Soc*. 1991;50:239-44.
- 86- Müller MJ, Bosy-Westphal A. Assessment of energy expenditure in children and adolescents. *Curr Opin Clin Metab Care*. 2003;6:519-30.
- 87- Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and tricipes skinfold thickness. *Am J Clin Nutr*. 1991;53(4):839.
- 88- Nguyen T, Jonge L, Smith SR, et al. Chamber for indirect calorimetry with accurate measurement and time discrimination of metabolic plateaus of over 20 min. *Med Biol Eng Comput*. 2003;41:578-8.
- 89- Orellana JDY, Santos RV, Coimbra CEA Jr, et al. Antropometric evaluation of the indigenous brasilian children under 60 months of age using NCHS 1977 and WHO/2005 growth curves. *J Ped (Rio J)*. 2009;85(2):117-21.
- 90- Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação; Organização Mundial da Saúde. Energy and protein requeriments. Geneve:WHO; 1994. (Technical Repor Series, 724)
- 91- Pereira RA, Sichieri R. Métodos de avaliação do consumo de alimentos. In: Kac G, Sichieri R, Gicante DP, ed. *Epidemiologia nutricional*. Rio de janeiro: Fiocruz/Atheneu; 2007. p. 181-200.

- 92- Pimentel IC, Pereira CA, Maffei K. Necessidades nutricionais. In: Magnoni D, Cukier C, ed. Perguntas e respostas em nutrição clínica. São Paulo: Roca; 2004. p. 100-6.
- 93- Pinto LA, Oliveira A, Collaziol S, et al. Associação de bronquiolite obliterante pós-infecciosa e hemossiderose pulmonar na infância. *J Bras Pneumol*. 2006;32(6):587-91.
- 94- Rezende F, Rosado L, Franceschini S, et al. Revisão crítica dos métodos disponíveis para avaliar a composição corporal em grandes estudos populacionais e clínicos. *Arch Lat-Am Nutr*. 2007;57(4):327-34.
- 95- Ribeiro T, Kiertzman B, Lembro F. Bronquiolopatia pós-viral: estudo retrospectivo de 25 casos. *J Pediatr (Rio J)*. 1978;45:258-67.
- 96- Roca J, Granena A, Rodriguez-Roisin R, et al. Fatal airway disease in an adult with chronic graft-versus-host disease. *Thorax*. 1982;37(1):77-8.
- 97- Rocha EM, Abraão V, Ananais M, et al. Comparing indirect respiratory (IRC) calorimetry and indirect circulatory (ICC) calorimetry in critically ill patients. *Crit Care Med*. 1999;27(15):116A.
- 98- Rocha EEM, Alves VGF, Silva MHN, et al. Can measured resting energy expenditure be estimated by formulae in daily clinical nutrition practice? *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2005;8:319-28.
- 99- Rocha EEM, Alves VGF, Fonseca RBV. Indirect calorimetry: methodology, instruments and clinical application. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2006;9:247-56.
- 100- Rolland-Cachera MF. Body composition during adolescence: methods, limitations and determinants. *Horm Res*. 1993;39(Suppl 3):25-40.
- 101- Santos RVD, Rosário NA, Ried CA. Bronquiolite obliterante pós-infecciosa: aspectos clínicos e exames complementares de 48 crianças. *J Bras Pneumol*. 2004;30:20-5.
- 102- Santos CT, Castanho IA, Naegeli MST, et al. Calorimetria indireta no paciente crítico. In: Duarte ACG, ed. Avaliação nutricional: aspectos clínicos e laboratoriais. São Paulo: Atheneu; 2007. p. 289-93.

- 103- Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Clin Nutr.* 1985;39(1):5-41.
- 104- Sichieri R, Fonseca VM, Lopes CS. Como medir a confiabilidade de dobras cutâneas. *Rev Bras Epidemiol.* 1999;82(2):83-9.
- 105- Silva SRJ, Waitzber DL. Gasto energético. In: Waitzberg D, ed. *Nutrição oral, enteral e parenteral na prática clínica.* 3. ed. São Paulo: Athneu; 2002. p. 327-42.
- 106- Simonson DC, Defranzo R. Indirect calorimetry: methodological and interpretative problems. *Am J Physiol.* 1990;258:399-412.
- 107- Singulem DM, Devincenzi MV, Lessa AC. Diagnóstico do estado nutricional da criança e do adolescente. *J Pediatr (Rio J).* 2000;76(Supl 3):S275-84.
- 108- Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, et al. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Human Biol.* 1988;60(5):709-23.
- 109- Solé D, Vanna At, Yamada E, et al. International study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Invest Allergol Clin Immunol.* 1998;8:376-82.
- 110- Stallings VA, Zemel BS. Role of disease in energy balance in children. *Am J Hum Biol.* 1996;8(2):189-98.
- 111- Stokes MA, Hill GL. A single, accurate measurement of resting metabolic expenditure. *JPEN.* 1991;15:281-7.
- 112- Tanner JM. *Growth at adolescence.* 2. ed. Oxford: Blackwell; 1962.
- 113- Takala J, Meriläinen P. Handbook of gas exchange and indirect calorimetry. In: Takala J, Meriläinen P, ed. *Helsinki, Finland: Instrumentarium;* 1991. p. 1-74.
- 114- Teper AM, Kofman CD, Maffey AF, et al. Lung function in infants with chronic pulmonary disease after severe adenoviral illness. *J Pediatr.* 1999;134(6):730-3.
- 115- Teper A, Fischer GB, Jones MH. Sequelas respiratórias de doenças virais: do diagnóstico ao tratamento. *J Pediatr.* 2002;78(Supl.2): S187-94.

- 116- Universidade Estadual De Campinas. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Tabela brasileira de composição de alimentos. Campinas: NEPA-UNICAMP; 2004.
- 117- Vales SB. Evaluación de las necesidades energéticas. In: Castel AN, ed. Nutrición artificial em el paciente grave. Barcelona: Dayma; 1989.
- 118- Vega-Briceño LE, Zenteno D, Comissão multidisciplinar para estudo da bronquiolite obliterante. Guia clínico para o diagnóstico e cuidado de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa. Rev Chil Enf Respir. 2009;25:141-63.
- 119- Wahrlich V, Anjos LA. Aspectos históricos e metodológicos da medição e estimativa da taxa metabólica basal: uma revisão da literatura. Cad Saúde Pública. 2001;7(4):801-17.
- 120- Waterlow J. Evaluación del estado nutricional en la comunidad. In: Waterlow JC, ed. Malnutrition protéico-energética. Washington, DC: OPS; 1996.
- 121- Webb P. The measurement of energy expenditure. J Nutr. 1991;121:1897-901.
- 122- Weier JB. New methods for calculating metabolic care with special reference to protein metabolism. J Physiol. 1949;109:1-9.
- 123- World Health Organization. Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: WHO; 1995. (WHO Technical Report Series 854).
- 124- World Health Organization. Energy and protein requirements. Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Geneva: WHO; 1985. (WHO Technical Report Series No. 724).
- 125- Zemel BS, Jowad A, Fitzsimmons S, et al. Longitudinal relationship among growth, nutritional status, and pulmonary function in children with cystic fibrosis: analysis of the Cystic Fibrosis Foundation National CF Patient Registry. J Pediatr. 2000;137:374-80.
- 126- Zemel BS, Riley EM, Stallings VA. Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: antropometry, body composition, and energy expenditure. Ann Rev Nutr. 1997;17:211-35.
- 127- Zhang L, Silva FA. Bronquiolite obliterante em crianças. J Pediatr. 2000;76(3):185-92.



**Apêndices**

## APÊNDICE A - ARTIGO 1 EM PORTUGUÊS

### **Balço energético em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.**

Juliana Paludo<sup>(1)</sup>, Helena Teresinha Mocelin<sup>(2)</sup>, Franceliane Jobim Benedetti<sup>(3)</sup>, Rita Mattiello<sup>(4)</sup>, Edgar E. Sarria<sup>(5)</sup>, Elza Daniel de Mello<sup>(6)</sup>, Gilberto Bueno Fischer<sup>(7)</sup>.

1) Nutricionista, Mestranda em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.

2) Doutora em Pneumologia, UFRGS, POA, RS. Serviço de Pneumologia Pediátrica, ISCMPA, HCSA.

3) Nutricionista. Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.

4) Fisioterapeuta. Mestre e doutoranda em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.

5) Doutor em Pneumologia, UFRGS, POA, RS.

6) Doutora em Pediatria, UFRGS, POA, RS. Médica, Serviço de Nutrologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, POA, RS. Professora adjunta UFRGS, Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.

7) Doutor em Medicina: Pneumologia, UFRGS, POA, RS. Professor Titular da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) e da Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS. Serviço de Pneumologia Pediátrica, ISCMPA, HCSA.

#### **Endereço para correspondência contato:**

Juliana Paludo – jujupaludo@hotmail.com

Rua Fernando Abott, nº 350. Apt. 204 C – Cristo Redentor – CEP:91040-360.

Porto Alegre - RS – Brasil.

## RESUMO

**Objetivos:** Quantificar o gasto e estimar a ingestão energética de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa e comparar com crianças e adolescentes hígidos.

**Metodologia:** Estudo transversal incluindo 72 crianças e adolescentes de 8 a 18 anos. Comparou-se dois grupos de 36 indivíduos, um com diagnóstico de BO e outro hígido, os quais foram pareados pelo gênero, idade e classificação do IMC. Para avaliação nutricional utilizou-se a antropometria e a composição corporal. O gasto energético foi medido pela calorimetria indireta; o fator atividade pelo recordatório 24h de atividades físicas e a ingestão energética pelos inquéritos alimentares.

**Resultados:** Os resultados a seguir são apresentados, respectivamente, para o grupo BO e para o grupo controle: índice de massa corporal ( $18,9 \pm 4,0 \text{ Kg/m}^2$ ) e ( $18,8 \pm 3,4 \text{ Kg/m}^2$ ); gasto energético de repouso (GER) ( $1717,6 \pm 781,5$ ) e ( $2019,9 \pm 819$ ); gasto energético total (GET) ( $2677,5 \pm 1514,0 \text{ Kcal/dia}$ ) e ( $3396,1 \pm 1557,9 \text{ Kcal/dia}$ ); estimativa da ingestão energética ( $2294,1 \pm 746,7 \text{ Kcal/dia}$ ) e ( $2116,5 \pm 612,1 \text{ Kcal/dia}$ ). O GER ( $p=0,102$ ) e GET ( $p=0,051$ ) não foram estatisticamente diferentes entre os grupos, nem quando ajustado para massa magra. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre o GET e o consumo energético no grupo BO ( $p=0,202$ ). O grupo controle consumiu menos calorias do que o previsto pelo GET ( $p<0,001$ ).

**Conclusão:** O GER e o GET foram semelhantes entre os grupos. A estimativa da ingestão energética dos hígidos foi menor que o GET. O grupo BO apresenta um balanço energético harmônico.

**Palavras-Chave:** crianças, adolescentes, bronquiolite obliterante, gasto energético, calorimetria indireta, ingestão energética, estado nutricional.

## ABSTRACT

**Objectives:** To quantify energy expenditure and estimate energy intake in children and adolescents with post-infectious obliterans bronchiolitis (OB), and compare them with healthy children and adolescents.

**Methods:** It is a cross-sectional study including 72 children and teenagers aged 8-18 years. Two groups of 36 individuals were compared – one diagnosed with OB and another healthy – which were paired as to gender, age, and body mass index classification. Anthropometry and body composition were used for nutritional assessment. Energy expenditure was measured by indirect calorimetry, activity factor was assessed through 24-hour recall, and energy intake was measured by nutrition surveys.

**Results:** The following results are respectively presented to the OB group and to the control group: body mass index ( $18.9 \pm 4.0 \text{ Kg/m}^2$ ) and ( $18.8 \pm 3.4 \text{ Kg/m}^2$ ); resting energy expenditure (REE) ( $1717.6 \pm 781.5$ ) and ( $2019.9 \pm 819$ ); total energy expenditure (TEE) ( $2677.5 \pm 1514.0 \text{ Kcal/day}$ ) and ( $3396.1 \pm 1557.9 \text{ Kcal/day}$ ); energy intake estimate ( $2294.1 \pm 746.7 \text{ Kcal/day}$ ) and ( $2116.5 \pm 612.1 \text{ Kcal/day}$ ). REE ( $p=0.102$ ) and TEE ( $p=0.051$ ) were not statistically different between groups, not even after correction for lean mass. There were no statistically significant differences between TEE and energy intake in the OB group ( $p=0.202$ ). The control group had a lower intake of calories than predicted by TEE ( $p<0.001$ ).

**Conclusion:** REE and TEE were similar between groups. Energy intake estimate in the healthy group was lower than TEE. The OB group had a harmonic energy balance.

**Keywords:** children, adolescents, obliterans bronchiolitis, energy expenditure, indirect calorimetry, energy intake, nutritional status.

## INTRODUÇÃO

A bronquiolite obliterante pós-infecciosa (BO) é uma forma grave e incomum de doença pulmonar obstrutiva crônica subsequente a uma agressão ao trato respiratório inferior<sup>1</sup>. É uma condição de amplo espectro clínico, cuja causa mais freqüente se associa ao adenovírus<sup>2</sup>.

No tratamento da BO, estudiosos<sup>2,3</sup> destacam a importância da terapia nutricional. Porém, o balanço energético (relação entre consumo e gasto energético) ainda não foi estudado nesta população. Os poucos estudos disponíveis<sup>3,4</sup> referem apenas a condição nutricional dos BOs, mas não elucidam questões relacionadas ao seu metabolismo energético.

Neste contexto, a calorimetria indireta (CI) tem papel fundamental na investigação do metabolismo e na orientação objetiva da terapia nutricional. É utilizada para medir o gasto energético em diversas populações<sup>6</sup>. No entanto, até o presente momento, nenhum trabalho avaliou o gasto energético medido pela calorimetria indireta em BO.

O objetivo do presente estudo é quantificar o gasto, por meio da calorimetria indireta, e estimar a ingestão energética de crianças e adolescentes com BO, comparando com crianças e adolescentes hígidos.

## SUJEITOS E MÉTODOS

O delineamento do estudo foi transversal. Foram comparados dois grupos: Com BO pós-infecciosa (grupo BO) e Controle (hígidos), os quais foram pareados por gênero, idade e classificação do índice de massa corporal (IMC). A coleta de dados aconteceu no período de abril de 2007 à abril de 2008.

A população do estudo foi constituída por crianças e adolescente de ambos os sexos com idade entre 8 e 18 anos. Os pacientes com BO eram acompanhados no ambulatório de pneumologia pediátrica de dois hospitais terciários de Porto Alegre e os hígidos foram selecionados em duas escolas da rede pública do Rio Grande do Sul, Brasil. O grupo controle

foi considerado sem doença pulmonar quando avaliados pelo questionário ISAAC<sup>5</sup> associado à anamnese para exclusão de outras doenças crônicas.

Excluíram-se indivíduos em uso de lactulose ou outra medicação que alterasse a avaliação do gasto energético, os com patologias crônicas ou co-morbidades e os atletas<sup>6</sup>.

No primeiro encontro, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), realizou-se a antropometria, o primeiro recordatório de 24horas (R24h) e o recordatório de atividade física (RAF). Na etapa seguinte, foi realizado o segundo R24h, conferido o registro alimentar de três dias (RA3D) e executada a calorimetria indireta.

Para a aferição do peso e da estatura utilizou-se, respectivamente, balança plataforma *Plenna*® e estadiômetro extensível de parede da marca *Sanny*®, conforme técnicas corretas de aferição. O indicador do estado nutricional escolhido foi o IMC. A classificação do IMC utilizou os padrões estabelecidos por *Must et al* e a classificação de *Frisancho*<sup>8,7</sup>. Para as análises do estado nutricional os pacientes foram agrupados em três categorias: baixo peso/risco para baixo peso; eutróficos e excesso de peso/risco para excesso de peso.

Para avaliação das reservas de massa magra (MM) e massa gorda (MG), foram aferidas a dobra cutânea tricipital (DCT), a dobra cutânea subescapular (DCSE) e a circunferência do braço (CB), conforme as técnicas padronizadas de aferição, pelo mesmo avaliador. Para obtenção da CB utilizou-se fita métrica inextensível marca *Secca*® e para medida das dobras cutâneas compasso *Lange*®.

A MG foi avaliada através do percentual de gordura (%GC), conforme a equação de *Slaughter*<sup>9</sup>. A MM foi mensurada através da CMB e com base no %GC. Para classificação da reserva de MM pelo método do %GC, utilizou-se os valores propostos por Buchman<sup>10</sup>, considerando-se como normal valores entre 80 a 120% do esperado. A CMB foi classificada de acordo com *Frisancho*<sup>7</sup>. A concordância entre os métodos foi avaliada pelo método de Kappa.

Para estimar o consumo alimentar, aplicou-se dois R24h e um RA3D, com apoio de um álbum fotográfico<sup>11</sup>.

A análise quantitativa dos alimentos utilizou o software *Nutwin*<sup>®</sup> - versão 1.5. Os valores de energia e macronutrientes foram comparados, respectivamente, por meio do percentual de adequação, com a *Recommended Dietary Allowances (RDA)*<sup>12</sup> 1989 e com as *Dietary Reference Intakes (DRIs)*<sup>13</sup> 2005. Considerou-se como dentro da normalidade valores entre 80 a 120% do preconizado.

O gasto energético de repouso (GER) foi medido através da CI com circuito aberto. O aparelho utilizado foi o monitor TEEM 100, Marca Inbrasport<sup>®</sup> Inc. U.S.A.. A análise foi feita pelo programa Aerograph. A execução da CI foi realizada em ambiente silencioso e com temperatura controlada<sup>6</sup>. O indivíduo deveria estar clinicamente estável, em repouso de 30 minutos e em jejum de 3 horas<sup>6</sup>. A duração do exame foi de 25 minutos. O grupo BO deveria suspender 8 horas antes o uso de broncodilatadores de curta duração e 12 horas antes o uso de broncodilatadores de longa duração<sup>14</sup>.

O fator atividade foi obtido pelo recordatório 24h de atividades físicas (RAF) e a intensidade das atividades através do compêndio de atividades físicas<sup>16</sup>, com os valores expressos em *Metabolic Equivalent Task – METs*,

O GET foi determinado multiplicando-se o GER pelo fator atividade, obtido pelo RAF.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa PEPI (*Programs for Epidemiologists*) versão 4.0. Obteve-se um total mínimo de 72 indivíduos, sendo 36 em cada grupo. Devido à escassez de dados na literatura optou-se, em detectar no mínimo um efeito moderado ( $\geq 0,7$ ) entre os dois grupos quanto ao gasto energético em repouso, para um nível de significância de 5% e um poder de 80%.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre e do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas sob pareceres número 1563/07 e 11/08, respectivamente.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram descritas através de média e desvio padrão ou mediana e percentis 25-75. Para avaliar a distribuição das variáveis em cada grupo, o teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado. Para as variáveis qualitativas, utilizou-se as frequências absolutas e relativas. A associação entre as variáveis quantitativas e o gasto energético foi avaliada pelos coeficientes de correlação de *Pearson* ou *Spearman*. Para comparar as qualitativas em relação ao gasto energético, utilizou-se os testes *t-Student* ou de *Mann-Whitney*. Para o ajuste da MM a análise de covariância (ANCOVA) foi aplicada. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas, na amostra total e nos eutróficos, através do programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 12.0 (SPSS Inc, EUA).

## RESULTADOS

Observa-se que não houve diferenças significativas entre as variáveis: gênero, idade, características antropométricas e de composição corporal, o que corrobora a homogeneidade entre os grupos. (**Tabela 1**).

A **Tabela 2** mostra a concordância da avaliação da reserva de MM pelo método da circunferência muscular do braço e do percentual de gordura.

Os dados referentes ao consumo energético e de macronutrientes, também não foram estatisticamente diferentes entre os grupos, nem quando analisados de uma forma geral, nem quando estudamos apenas os eutróficos (**Tabela 3**).

O gasto energético de repouso (GER), expresso como valor absoluto, não foi estatisticamente diferente entre os grupos:  $1717,6 \pm 781,5$  Kcal grupo BO e  $2029,9 \pm 819,0$  Kcal grupo controle ( $p=0,102$ ), mesmo quando ajustado para massa magra ( $p=0,116$ ). Quando avaliamos apenas os eutróficos a semelhança entre os grupos persiste:  $1822,8 \pm 774,2$  grupo BO e  $2056,3 \pm 891,4$  grupo controle ( $p=0,322$ ), mesmo quando ajustado para massa magra ( $p=0,331$ ). O GER está associado a MM ( $r=0,490$ ;  $p<0,001$ ), sendo que quanto maior a MM, maior o gasto energético.

O grupo controle tem uma média de fator atividade discretamente maior ( $1,65 \pm 0,27$ ), apesar de não significativa ( $p=0,121$ ), quando comparado com o grupo BO ( $1,54 \pm 0,34$ ). Analisando apenas os eutróficos, verificamos o mesmo comportamento, visto que os eutróficos do grupo BO apresentam média de fator atividade de  $1,56 \pm 0,35$ , enquanto os eutróficos do grupo Controle  $1,62 \pm 0,21$  ( $p=0,466$ ).

A mesma tendência é observada em relação ao GET, seja ele analisado na amostra geral (grupo BO  $2677,5 \pm 1514,0$  x grupo Controle  $3396,1 \pm 1557,9$   $p=0,051$ ) ou apenas no segmento eutróficos (Grupo BO  $2847,1 \pm 1489,1$  x Grupo Controle  $3384,5 \pm 1616,6$   $p=0,223$ ).

As correlações entre consumo e gasto energético total, na amostra geral e no segmento eutróficos, encontram-se na **Tabela 4**, respectivamente. A estimativa da ingestão energética das crianças e adolescentes hígidos, na amostra total e no segmento eutróficos separadamente, foi menor que o GET.

## DISCUSSÃO

Trata-se do primeiro estudo que investigou o balanço energético de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa. Não encontramos diferenças entre o gasto energético do grupo BO e do grupo controle. O consumo e o gasto energético no grupo BO foram semelhantes. Já o grupo controle apresentou balanço energético negativo.

Sabe-se que estado nutricional adequado é o resultado do equilíbrio entre o consumo de nutrientes e o gasto energético do organismo para suprir as necessidades nutricionais<sup>17</sup>. No presente estudo, assim como no de MATTIELLO<sup>18</sup> *et al.*, 2008, o qual também utilizou o IMC, prevaleceram os eutróficos (72,2%). MOCELIN<sup>19</sup> *et al.*, 2004, apesar de ter utilizado o *Z score* para avaliação de 19 pacientes com BO entre 7 e 15 anos também observou maior frequência de eutrofia. Como os indivíduos dos estudos citados estão inseridos em ambulatório multidisciplinar, é provável que a orientação nutricional e o monitoramento sistemático sejam justificativas cabíveis para o adequado estado nutricional da maioria.

Em contrapartida, BOSA<sup>20</sup> *et al.*, 2008, ao investigar o estado nutricional de 57 pacientes com BO, com idade entre 1,5 e 18,9 anos, chama a atenção para a alta prevalência de desnutrição (21,1%) e risco para desnutrição (17,5%). Outros estudos realizados em indivíduos com BO<sup>3,4</sup>, mesmo sem detalhar os métodos de diagnóstico nutricional, apontam a desnutrição como um achado frequente.

Comparando o estudo de BOSA<sup>20</sup> *et al.*, 2008 ao nosso, cabe ressaltar que existem diferenças que podem explicar a discrepância quanto ao estado nutricional. No estudo de BOSA<sup>20</sup> *et al.*, 2008, 64,9% da amostra tinha menos de 10 anos e foram utilizados outros indicadores, além do IMC, para classificação do estado nutricional. Em nosso estudo somente 30,5% dos pacientes tinham idade inferior a 10 anos e, assim como nos estudos de MATTIELLO<sup>18</sup> *et al.*, 2008 e MOCELIN<sup>19</sup> *et al.*, 2004, utilizou-se um único indicador para classificação do estado nutricional, o IMC.

São escassos os relatos que correlacionem BO com excesso de peso. Nosso estudo encontrou resultados semelhantes aos publicados<sup>20,18</sup>, demonstrando a necessidade de vigilância nutricional direcionada não só para o baixo peso, mas também para os fatores de risco pertinentes a obesidade nesta população.

Quanto à composição corporal, avaliada pela soma das dobras cutâneas tricipital e subescapular, 5,5% dos pacientes do grupo BO apresentavam alto percentual de gordura corporal e 8,3% depleção de reserva de gordura corporal. O estudo de BOSA<sup>20</sup> *et al.*, 2008, encontrou um valor um pouco superior (15,8%) de depleção de gordura corporal para o mesmo método, o que pode ser atribuído ao maior percentual de desnutridos encontrados. Em relação à reserva de massa magra observamos no grupo BO concordância moderada entre o método obtido a partir do percentual de gordura e o método da CMB. Já no grupo controle, não observamos concordância entre os métodos. Apesar disso, ambos os métodos encontraram maior percentual de indivíduos com adequada reserva de massa muscular. Já no estudo de BOSA<sup>20</sup> *et al.*, 2008, foi detectado um alto percentual de depleção muscular (50,9%). Assim como para a massa gorda, atribui-se esta diferença ao maior percentual de desnutridos encontrados no estudo de BOSA<sup>20</sup> quando comparado ao nosso.

O gasto energético de repouso médio (GER), expresso como valor absoluto, não foi estatisticamente diferente entre os grupos ( $p= 0,102$ ). Também não observamos diferenças entre o grupo BO e o grupo controle na categoria de maior representatividade, ou seja, nos eutróficos ( $n=26$ ). Acreditamos que isso se deve a um dos critérios de inclusão do estudo que exigia estabilidade clínica nos 30 dias que antecediam o início do mesmo. Provavelmente, quando em exacerbação dos sintomas respiratórios, esses indivíduos apresentem um gasto energético superior. Além disso, a semelhança existente entre os grupos quanto à massa magra, que é o principal preditor do gasto energético<sup>21</sup>, também poderia explicar a falta de diferença do GER entre os grupos. ASHLEY<sup>22</sup> *et al.*, corroboram em seu estudo o importante

papel da MM como preditora do gasto energético, pois afirmam que cerca de 70 a 80% das variações do GER podem ser atribuídas à MM. Nossos achados assemelham-se a estudos em meninos pré-púberes com asma<sup>14</sup>; em meninos chineses obesos e não obesos<sup>23</sup>; em crianças com fibrose cística<sup>22</sup> e em adolescentes com excesso de peso, asmáticos eutróficos e não asmáticos com excesso de peso<sup>24</sup>, os quais também não encontraram diferenças estatisticamente significantes no que se refere ao GER.

Em contra partida, TOUNIAN<sup>21</sup> *et al.*, 2003 detectou diferenças significativas no que se refere ao GER; VAN MIL<sup>25</sup> *et al.*, 2001, identificou maior gasto energético basal (GEB) em obesos, mesmo quando ajustada para massa livre de gordura; ZEITLIN<sup>26</sup> *et al.*, 1992 e MAFFEIS<sup>14</sup> *et al.*, 1998 sugerem uma atividade metabólica mais elevada por unidade de massa magra em crianças asmáticas sem excesso de peso quando comparadas a não-asmáticos.

Quanto à avaliação do nível de atividade física, observamos média maior, porém não significativa estatisticamente, no grupo controle. Nos eutróficos, a média de fator atividade do grupo controle também foi maior quando comparada com a do grupo BO. As evidências da associação entre o consumo de oxigênio e os relatos de atividade física habitual são conflitantes na literatura<sup>27</sup>. Além disso, sabemos que o efeito da atividade física é o componente mais variável do gasto energético total<sup>28</sup> e que países em desenvolvimento, como o Brasil, carecem de instrumentos para a população jovem<sup>29</sup>. Devemos ainda considerar que foi realizado apenas um recordatório de atividade física em nosso estudo, o que representa um fator limitante a validade do nível de atividade física encontrado.

Conforme a literatura, sujeitos que sofrem de doenças crônicas podem ter diferentes necessidades energéticas daqueles da população saudável pareadas por sexo e idade<sup>14</sup>. Ao comparamos os eutróficos do grupo BO e do grupo controle não encontramos diferenças, sob o ponto de vista estatístico ( $p=0,223$ ), no que tange ao GET. Ao analisarmos a amostra total,

observamos um GET maior, porém não significativo ( $p=0,051$ ), no grupo controle. Considerando que o GET é o produto da multiplicação do GER pelo fator atividade, e que o grupo controle apresentou uma média de GER e de nível de atividade física maior, mesmo que não significativas, este achado mostra-se lógico. Não contabilizamos no cálculo do GET o efeito termogênico dos alimentos, pois os participantes foram orientados a realizar jejum de 3 horas para a execução da calorimetria indireta. Acreditamos que, assim como para o GER, a estabilidade clínica exigida para participação, tenha interferido no resultado encontrado, pois o esforço realizado para o trabalho ventilatório, o estresse da resposta inflamatória à injúria e o uso de determinadas medicações, nos períodos de piora clínica, podem aumentar o gasto energético. ASHLEY<sup>22</sup> *et al.*, 2001, que estudaram o gasto energético em crianças com fibrose cística clinicamente estáveis, declaram que deve-se tomar cuidado com as extrapolações para crianças com doença pulmonar exacerbada. Além disso, MÜLLER e BOSY-WESTPHAL<sup>30</sup> 2003 ressaltam que medições de gasto energético em crianças com doenças pulmonares crônicas são difíceis, em razão do desconforto respiratório e variações na atividade da doença, resultando em baixa reprodutibilidade.

Não existem diferenças estatisticamente significantes entre o consumo e o gasto energético total no grupo BO, o que provavelmente explica a alta prevalência de eutróficos neste grupo. Acreditamos que isso se deve à boa adesão as orientações nutricionais fornecidas e também ao fato do grupo BO registrar seu consumo alimentar com maior precisão por estar mais familiarizado com a metodologia dos inquéritos alimentares. Quando analisamos o segmento eutróficos do grupo BO separadamente também não encontramos diferença entre o consumo e o gasto energético total.

Já o grupo controle da amostra geral apresenta um consumo médio de 1279,6Kcal/dia inferior ao necessário. Quando analisamos o segmento eutrófico apenas, encontramos uma diferença de 1141,2 Kcal/dia, para menos, entre o consumo alimentar estimado e o GET.

Cabe ressaltar que muitos fatores interferem na precisão, validade e reprodutibilidade dos métodos utilizados para medir a ingestão dietética<sup>11</sup>. Para redução destes possíveis erros e para aumento da precisão da informação fornecida, utilizamos um álbum com fotos de porções de alimentos<sup>11</sup>.

Não foi possível correlacionar o balanço energético com o estado nutricional no grupo controle, pois o estado nutricional dos controles foi escolhido de forma direcionada, com base no estado nutricional do grupo BO.

Os percentuais de macronutrientes encontrados no presente estudo estão dentro do padrão recomendado para a população em geral, evidenciando um equilíbrio na distribuição da dieta.

Vale lembrar que, por ser de caráter transversal, o presente estudo não permite estabelecer relações de causalidade ou análises de acompanhamento. De qualquer maneira, em se tratando de uma doença pouco prevalente, o grupo homogêneo de pacientes desse estudo, permite uma visão inicial importante sobre o metabolismo energético no ainda escasso universo da nutrição em BO.

Os segmentos “Baixo Peso/Risco para Baixo Peso” e “Excesso de Peso/Risco para Excesso de Peso” não foram discutidos, pois em função do pequeno número de indivíduos, a validade das análises estatísticas e possíveis inferências ficam comprometidas.

Cabe ressaltar que por tratar-se do primeiro estudo que investigou o balanço energético em BO, não existe referencial científico publicado que se assemelhe com a metodologia utilizada neste trabalho. Por este motivo, a discussão dos resultados está sustentada, em alguns momentos, em estudos com outras pneumopatias crônicas.

No que se refere especificamente à BO, são necessários mais estudos que investiguem seu metabolismo energético frente à exacerbação dos sintomas respiratórios, bem como, que correlacionem à função pulmonar com as necessidades energéticas, a fim de que se possa

elucidar com maior clareza os mecanismos pertinentes ao balanço energético desta entidade clínica e validar equações específicas para esta população.

Podemos concluir, que os pacientes com BO estudados apresentam um balanço energético harmônico, o que provavelmente tem contribuído para o adequado estado nutricional encontrado na maioria.

### **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à ONG De Peito Aberto e à Imbrasport pela assistência técnica.

### **REFERÊNCIAS**

- 1) Mattiello R, Sarria EE, Mallol J, Fischer GB, Mocelin H, Bello R, et al. Post-infectious bronchiolitis obliterans: Can CT scan findings at early age anticipate lung function? *Pediatr Pulmonol.* 2010; 45:315-9.
- 2) Vega-Briceño LE, Zenteno D, Comissão multidisciplinar para estudo da bronquiolite obliterante. Guia clínico para o diagnóstico e cuidado de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa. *Rev Chil Enf Respir.* 2009;25:141-63.
- 3) Lobo AL, Guardiano M, Nunes T. Bronquiolite obliterante pós-infecciosa na criança. *Rev Port Pneumol.* 2007;13:495-509.
- 4) Colom AJ, Teper AM, Vollmer WM, Deitte GB. Risk factors for the development of bronchiolitis obliterans in children with bronchiolitis. *Thorax.* 2006;61:503-6.

- 5) Solé D, Vanna At, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. International study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Invest Allergol Clin Immunol*. 1998;8:376-82.
- 6) Diener JRC. Calorimetria indireta. *Rev Ass Med Brasil*. 1997; 43:245-53.
- 7) Frisancho AR. Antropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor: University of Michigan Press; 1990.
- 8) Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr*. 1991;53:839.
- 9) 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. *Human Biol*. 1988;60:709-23.
- 10) Buchman AL. Avaliação da composição corporal. In: Lopes FA, Singulem DM, Taddei JAAC. Fundamentos da terapia nutricional em pediatria. São Paulo: Sarvier; 2002.
- 11) Monteiro JP, Pfrimer K, Tremeschin MH, Molina MC, Chiarello P. Consumo alimentar: visualizando porções. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2007.
- 12) RDA: Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes for Energy. Food and nutrition board. Washington, DC: National Academy Press; 2002.

- 13) DRIs: Institute of Medicine of the National Academies. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Washington, DC: National Academy Press; 2005.
- 14) Maffeis C, Chiocca E, Zaffanello M, Golinelli M, Pinelli L, Boner AL. Energy intake and energy expenditure in prepubertal males with asthma. *Eur Respir J*. 1998;12:123-9.
- 15) Matarese LE. Indirect calorimetry: technical aspects. *J Am Diet Assoc*. 1997;97:154-60.
- 16) Farinatti PTV. Apresentação de uma versão em português do compendio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores em fisiologia do exercício. *Rev Bras Fis Exer*. 2003;2:117-208.
- 17) Barros SP, Arena EP, Pereira AC. Guia prático: avaliação antropométrica em pediatria. São Paulo: Ponto Crítico; 2008.
- 18) Mattiello R, Sarria EE, Stein R, Fischer GB, Mocelin HT, Barreto SS, et al. Functional capacity assessment during exercise in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84:337-43.
- 19) Mocelin HT, Fischer GB, Cunha NS. Evaluación clínica y funcional de niños con bronquiolitis obliterante post-infecciosa con seguimiento a largo plazo. *Rev Chil Pediatr*. 2004;75(Supl):S12-7.

- 20) Bosa VL, Mello ED, Mocelin HT, Benedetti FJ, Fischer GB. Assessment of nutritional status in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84:323-30.
- 21) Tounian PNC, Dumas N, Veinberg F, Girardet JP. Resting energy expenditure and substrate utilisation rate in children with constitutional leanness or obesity. *Clin Nutr*. 2003;22:353-7.
- 22) Ashley MA, Broomhead L, Allen JR, Gaskin KJ. Variations in the measurement of resting energy expenditure in children with cystic fibrosis. *Eur J Clin Nutr*. 2001;55:896-901.
- 23) Stensel DJ, Lin F, Nevill AM. Resting metabolic rate in obese and nonobese Chinese Singaporean boys aged 13–15 y. *Am J Clin Nutr*. 2001;74:369-73.
- 24) Benedetti, FJ; Mocelin, HT; Bosa, VL; Mello, ED; Fischer, GB. Energy expenditure and estimated caloric intake in asthmatic adolescents with excess body weight. *Nutrition*. 2010. [Epub ahead of print].
- 25) Van Mil EG, Westerterp KR, Kester AD, Saris WH. Energy metabolism in relation to body composition and gender in adolescents. *Arch Dis Child*. 2001;85:73-8.
- 26) Zeitlin SR, Bond S, Wootton S, Gregson RK, Radford M. Increased resting energy expenditure in childhood asthma: does this contribute towards growth failure? *Arch Dis Child*. 1992;67:1366-9.

- 27) Pianoso PT, Davis HS. Determinants of physical fitness in children with asthma. *Pediatrics*. 2004;113:225-9.
- 28) Meirelles CM, Gomes PSC. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético : revisitando o impacto das principais variáveis. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10:122-30.
- 29) Guedes DP, Lopes CC, Guedes JERP. Reprodutibilidade e validade do questionário internacional de atividade física em adolescentes. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11:151-8.
- 30) Müller MJ, Bosy-Westphal A. Assessment of energy expenditure in children and adolescents. *Curr Opin Clin Metab Care*. 2003;6:519-30.

## TABELAS

**Tabela 1 Características antropométricas:**

Variáveis	Grupo BO (n=36)	Grupo Controle (n=36)	P
Sexo (masculino) – n(%)	24 (66,7)	24 (66,7)	1,000*
Idade (anos) – Média ± DP	11,8 ± 2,7	12,3 ± 2,8	0,448**
Peso (kg) – Média ± DP	42,8 ± 14,2	44,7 ± 14,7	0,592**
Altura (m) – Média ± DP	1,49 ± 0,14	1,52 ± 0,16	0,382**
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) – Média ± DP	18,9 ± 4,0	18,8 ± 3,4	0,970**
% GC – Média ± DP	17,1 ± 7,6	17,6 ± 7,9	0,757**
MM (kg) – Média ± DP	35,0 ± 10,6	36,4 ± 11,9	0,599**
MG (kg) – Média ± DP	7,8 ± 5,4	8,3 ± 5,6	0,735**
Classificação do IMC – n (%)			
Baixo peso (P<5)	2 (5,6)	1 (2,8)	0,983*
Risco para baixo peso (P5 – P15)	3 (8,3)	4 (11,1)	
Eutrofia (P15 – P85)	26 (72,2)	26 (72,2)	
Risco para excesso de peso (P85 – P95)	2 (5,6)	2 (5,6)	
Excesso de peso (P≥95)	3 (8,3)	3 (8,3)	

\* Teste qui-quadrado de Pearson; \*\* Teste t-Student, IMC=Índice de Massa Corporal, %GC=Percentual de Gordura Corporal ; MM=Massa Magra, MG=Massa Gorda

**Tabela 2: Concordância entre os métodos de avaliação da massa magra (MM):**

Classificação	Grupo BO		Grupo Controle	
	% PG	CMB	% PG	CMB
Baixa MM	2 (5,6)	4 (11,1)	0 (0,0)	3 (8,3)
Adequada MM	27 (75,0)	27 (75,0)	28 (77,8)	31 (86,1)
Elevada MM	7 (19,4)	5 (13,9)	8 (22,2)	2 (5,6)
Kappa	0,450		0,114	
*P	<0,001		0,380	

%PG = percentual de gordura CMB=circunferência muscular do braço\*MM=massa magra \*Teste te concordância entre as avaliações para massa magra

**Tabela 3 – Resultados do perfil dietético nos dois grupos:**

Perfil dietético (% de adequação)	Grupo BO	Grupo Controle	P*
	Média ± DP	Média ± DP	
<b>Amostra total</b>	n=36	n=36	
Calorias	99,7 ± 30,9	90,2 ± 23,8	0,149
Lipídeos	105,6 ± 12,2	108,0 ± 19,3	0,514
Carboidratos	95,0 ± 9,9	92,9 ± 12,6	0,424
Proteínas	79,7 ± 12,6	82,9 ± 16,8	0,364
<b>Eutróficos</b>	n=26	n=26	
Calorias	101,8 ± 32,0	94,7 ± 24,7	0,380
Lipídeos	107,2 ± 12,5	110,5 ± 19,6	0,479
Carboidratos	94,3 ± 10,0	92,4 ± 12,3	0,585
Proteínas	79,3 ± 12,3	81,2 ± 16,3	0,637

\* Teste t-student para amostras independentes. % de adequação das calorias feito com a RDA e dos macronutrientes com as DRIs.

**Tabela 4: Comparação entre o consumo e o gasto energético total**

Variáveis	Grupo BO		Grupo Controle	
	(n=36)		(n=36)	
	Média ± DP		Média ± DP	
	Amostra total	Eutróficos	Amostra total	Eutróficos
<b>GET vs (p=0,051)</b>	2677,5 ± 1514,0	2847,1 ± 1489,1	3396,1 ± 1557,9	3384,5 ± 1616,6
<b>Calorias consumidas (Kcal)</b>	2294,1 ± 746,7	2395,8 ± 771,1	2116,5 ± 612,1	2243,3 ± 610,9
Diferença (IC 95%)	383,4 (215,4 a 982,3)	451,3 (255,2 a 1157,8)	1279,6 (1752,9 a 806,3)	1141,2 (575,7 a 1706,7)
P*	0,202	0,200	<0,001	<0,001
<b>MET**</b>	1,54 ± 0,34	1,56 ± 0,35	1,65 ± 0,27	1,62 ± 0,21

\* Teste t-Student para amostras pareadas para avaliar as diferenças entre o GET e as calorias consumidas

\*\* Na comparação entre os grupos BO e controle ; na amostra total : p=0,121 e nos eutróficos : p=0,466

## APÊNDICE B - ARTIGO 2 EM PORTUGUÊS

### **Gasto energético medido por calorimetria indireta e o estimado por equações de predição em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa**

Juliana Paludo<sup>(1)</sup>, Helena Teresinha Mocelin<sup>(2)</sup>, Rita Mattiello<sup>(3)</sup>, Edgar E. Sarria<sup>(4)</sup>, Elza Daniel de Mello<sup>(5)</sup>, Gilberto Bueno Fischer<sup>(6)</sup>.

- 1) Nutricionista, Mestranda em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.
- 2) Doutora em Pneumologia, UFRGS, POA, RS. Serviço de Pneumologia Pediátrica, ISCMPA, HCSA.
- 3) Fisioterapeuta. Mestre e Doutoranda em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.
- 4) Doutor em Pneumologia, UFRGS, POA, RS.
- 5) Doutora em Pediatria, UFRGS, POA, RS. Médica, Serviço de Nutrologia do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, POA, RS. Professora adjunta UFRGS, Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS.
- 6) Doutor em Medicina: Pneumologia, UFRGS, POA, RS. Professor Titular da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSA) e da Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, UFRGS, POA, RS. Serviço de Pneumologia Pediátrica, ISCMPA, HCSA.

#### **Endereço para correspondência contato:**

Juliana Paludo – [jujupaludo@hotmail.com](mailto:jujupaludo@hotmail.com)

Rua Fernando Abott, nº 350. Apt. 204 C – Cristo Redentor – CEP:91040-360.

Porto Alegre - RS – Brasil.

## RESUMO

**Objetivo:** Comparar o gasto energético medido por calorimetria indireta em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infeciosa com o estimado por equações de predição elaboradas para a população saudável.

**Metodologia:** Estudo transversal incluindo 72 crianças e adolescentes de 8 a 18 anos. Comparou-se dois grupos, um com diagnóstico de BO e outro hígido, os quais foram pareados pelo gênero, idade e classificação do IMC. Para avaliação nutricional utilizaram-se medidas antropométricas e de composição corporal. O gasto energético foi medido pela calorimetria indireta e estimado por fórmulas de predição.

**Resultados:** Ambos os grupos eram compostos por 36 adolescentes, sendo 24 do sexo masculino, com média de idade de  $11,8 \pm 2,7$  no grupo BO e  $12,3 \pm 2,8$  anos no grupo controle. O gasto energético de repouso (GER) medido pela calorimetria indireta foi de  $1717,6 \pm 781,5$  no grupo BO e  $2019,9 \pm 819$  no grupo controle; não sendo estatisticamente significativo ( $p=0,102$ ), nem quando ajustado para a massa magra. Quando analisamos somente os eutróficos também não encontramos diferenças estatisticamente significativas entre o GER nos dois grupos ( $p=0,322$ ). Houve diferença estatisticamente significativa entre o gasto energético medido pela calorimetria indireta e o estimado pelas fórmulas de predição: IOM, Shofield, FAO/OMS e Harris-Benedict, tanto na amostra geral como somente na categoria eutróficos. Todas as fórmulas de predição subestimaram a necessidade energética dos indivíduos quando comparadas com a calorimetria indireta.

**Conclusão:** O GER foi semelhante entre os grupos quando analisamos a amostra como um todo e quando analisamos os eutróficos separadamente. Os resultados sugerem que todas as fórmulas de predição utilizadas subestimaram as necessidades energéticas quando comparadas com a calorimetria indireta, tanto na amostra geral como também no segmento eutróficos.

**Palavras – Chave:** crianças, adolescentes, bronquiolite obliterante, necessidade energética, calorimetria indireta.

## ABSTRACT

**Objective:** To compare the energy expenditure measured by indirect calorimetry in children and adolescents with post-infectious obliterans bronchiolitis (OB) and that estimated by prediction equations developed for the healthy population.

**Methods:** It is a cross-sectional study including 72 children and teenagers aged 8-18 years. Two groups were compared – one diagnosed with OB and another healthy – which were paired as to gender, age, and body mass index classification. Anthropometric measurements and body composition were used for nutritional assessment. Energy expenditure was measured by indirect calorimetry and estimated by prediction equations.

**Results:** Both groups were comprised of 36 adolescents, of which 24 were male; mean age was  $11.8 \pm 2.7$  in the OB group and  $12.3 \pm 2.8$  years in the control group. Resting energy expenditure (REE) measured by indirect calorimetry was  $1717.6 \pm 781.5$  in the OB group and  $2019.9 \pm 819$  in the control group, and it was not statistically significant ( $p=0.102$ ), not even after correction for lean mass. When only eutrophic individuals were evaluated, there were also no statistically significant differences between REE in both groups ( $p=0.322$ ). There was a statistically significant difference between energy expenditure measured by indirect calorimetry and that estimated by the prediction equations IOM, Shofield, FAO/OMS, and Harris-Benedict, both in the general sample and only in the eutrophic category. All prediction equations underestimated the individuals' energy needs when compared with indirect calorimetry.

**Conclusion:** REE was similar between groups when the sample was analyzed as a whole and when eutrophic patients were individually assessed. Results suggest that all prediction equations used in this study underestimated the energy needs when compared with indirect calorimetry both in the general sample and in the segment of eutrophic individuals.

**Keywords:** children, adolescents, obliterans bronchiolitis, energy need, indirect calorimetry.

## INTRODUÇÃO

Um dos primeiros objetivos ao se iniciar a terapia nutricional é saber quantas calorias fornecer ao paciente (JONES *et al.*, 2004). O estudo do metabolismo de energia é necessário para projetar estratégias nutricionais corretas para muitas condições clínicas, uma vez que pode ser impreciso calcular as necessidades individuais de energia por tabelas de referência e equações (BATEZATI e VIGANÓ, 2001).

Diversos métodos têm sido empregados para estimar (utilizando as fórmulas de predição) ou medir (utilizando a calorimetria direta ou indireta, água duplamente marcada e o método de Fick) as necessidades energéticas dos indivíduos (GORAN, 1988). As equações de predição são utilizadas com maior frequência, tanto em contextos clínicos como em condições de vida saudável, pela praticidade e baixo custo. Existem mais de 190 fórmulas de predição e as mais utilizadas foram desenvolvidas para indivíduos saudáveis. Assim, em enfermidades estas fórmulas podem contribuir para super ou subalimentação (MATARESE, 1997).

Alguns autores relatam que o principal problema na prática clínica é estimar ou medir as necessidades nutricionais de crianças e adolescentes com doenças crônicas (MATARESE, 1997). Na bronquiolite obliterante pós-infecciosa, assim como em outras doenças pulmonares crônicas, o objetivo do apoio nutricional é a otimização do crescimento e desenvolvimento, para favorecer uma melhor qualidade de vida (VEGA-BRICENÕ *et al.*, 2009). O único estudo publicado até o momento que caracteriza a nutrição em BO destaca a importância da assistência nutricional sistemática, bem como da realização periódica e detalhada da avaliação do estado nutricional desses pacientes (BOSA *et al.*, 2008). Neste contexto, a calorimetria indireta mostra-se como instrumento fundamental, pois é considerada o padrão áureo clássico para a determinação do gasto energético na prática clínica (ROCHA *et al.*, 2005). Ela permite determinar acuradamente o gasto energético e o tipo de substrato energético utilizado (MATARESE 1997; LISA 1999; JOOSTEN 2001). É um método fundamental na

investigação do metabolismo e na provisão de uma terapia nutricional adequada e precisa (MATARESE, 1997).

As medições de gasto energético em repouso (GER) por calorimetria indireta estão se tornando cada vez mais populares, pois há mais calorímetros indiretos disponíveis e as imprecisões de métodos de predição são bem conhecidas (REEVES *et al.*, 2004). Entretanto, nenhum estudo, até o momento, comparou o GER medido por calorimetria indireta com o estimado por fórmulas de predição e crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa. Em função disso, o objetivo do presente estudo é comparar o gasto energético medido por calorimetria indireta em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa com o estimado por equações de predição elaboradas para a população saudável.

## SUJEITOS E METODOS

O delineamento do estudo foi transversal. Foram comparados dois grupos: Com diagnóstico de BO pós-infecciosa (Grupo BO) e Controle (crianças hígdas), os quais foram pareados por gênero, idade e classificação do Índice de Massa Corporal (IMC). A coleta de dados aconteceu no período de abril de 2007 à abril de 2008.

A população do estudo foi constituída por crianças e adolescente de ambos os sexos com idade entre 8 e 18 anos. Os pacientes com BO eram acompanhados no ambulatório de pneumologia pediátrica de dois hospitais terciários de Porto Alegre. As crianças e adolescentes hígdos foram selecionados em duas escolas de ensino fundamental e médio da rede pública do Rio Grande do Sul, Brasil e, utilizou-se o questionário do estudo ISAAC (SOLÉ *et al.*, 1998), que avaliava a presença ou não de sintomas de asma e outras doenças respiratórias, associado a anamnese para exclusão de outras doenças crônicas.

Foram excluídas todas as crianças e adolescentes em uso de lactulose ou outra medicação que alterasse a avaliação do gasto energético, bem como, as com patologias

crônicas ou co-morbidades associadas (DIENER, 1997). Atletas foram excluídos de ambos os grupos.

No primeiro encontro, após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), foi realizada a avaliação antropométrica. Na etapa seguinte, procedia-se a realização do exame. Durante os dois encontros foram coletadas informações sobre a ingestão alimentar dos participantes, através da aplicação de inquéritos alimentares.

A antropometria foi realizada por duas nutricionistas capacitadas, utilizando-se metodologia padronizada e equipamentos calibrados. Para a aferição do peso e da estatura utilizou-se, respectivamente, balança plataforma *Plenna*® e estadiômetro extensível de parede da marca *Sanny*®, conforme técnicas corretas de aferição (CASTRO *et al.*, 2008). O indicador do estado nutricional escolhido foi o IMC. A classificação do IMC foi realizada, de acordo com a idade, utilizando-se os padrões estabelecidos por *Must et al* e a classificação de *Frisancho* (MUST *et al.*, 1991; FRISANCHO, 1990;). Para as análises do estado nutricional os pacientes foram agrupados em três categorias: baixo peso/risco para baixo peso; eutróficos e excesso de peso/risco para excesso de peso. O estado nutricional dos controles foi direcionado a partir do estado nutricional do grupo BO.

Para avaliação das reservas de massa magra (MM) e massa gorda (MG), foram aferidas as medidas da dobra cutânea tricipital (DCT), dobra cutânea subescapular (DCSE) e da circunferência do braço (CB), de acordo com as técnicas corretas de aferição, pelo mesmo avaliador (SICHERI *et al.*, 1999). Realizou-se três medidas consecutivas e calculou-se a média entre elas (FRISANCHO, 1981). Para obtenção da CB utilizou-se fita métrica inextensível marca *Secca*® e para medida das dobras cutâneas compasso *Lange*®.

A MG foi avaliada através do percentual de gordura (%GC), conforme a equação de *Slaughter* (SLAUGTER *et al.*, 1988). A MM foi mensurada através da CMB e com base no %GC obtido pela equação de *Slaughter* (SLAUGTER *et al.*, 1988). Para classificação da

reserva de massa magra pelo método do percentual de gordura, utilizou-se os valores propostos por Buchman (BUCHMAN, 1998), considerando-se como dentro da normalidade valores compreendidos entre 80 a 120% do esperado. Os valores de CMB foram classificados de acordo com os percentis de *Frisancho* (FRISANCHO, 1990). A concordância entre os métodos foi avaliada pelo método de Kappa (ALTMAN, 1991).

A avaliação do estágio de maturação sexual foi realizada por meio da auto-avaliação, segundo os critérios de Tanner (TANNER, 1962). Classificou-se os pacientes em pré-púberes, púberes e pós-púberes de acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 1995).

O gasto energético de repouso (GER) foi medido através da calorimetria indireta com circuito aberto. O aparelho utilizado foi o monitor TEEM 100, Marca Inbrasport® Inc. U.S.A. A análise foi feita pelo programa Aerograph, que utiliza a equação de *Weir* para o cálculo do GER (WEIR, 1949).

A execução da CI foi realizada em ambiente silencioso, com temperatura estável (DIENER, 1997). O indivíduo estava clinicamente estável, em repouso de 30 minutos antes do início do exame e em jejum de três horas (DURNIN, 1991). O grupo BO (G1) suspendeu 8 horas antes do exame o uso de medicamentos broncodilatadores de curta duração e 12 horas antes o uso de medicamentos broncodilatadores de longa duração (MAFFEIS *et al.*, 1998).

O monitor era ligado 30 minutos antes do exame para aquecimento e estabilização adequados. Os analisadores de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> eram calibrados com gás de concentração conhecida antes de cada determinação. A duração do exame foi de 25 minutos, sendo que os 5 primeiros minutos foram direcionados para a estabilização dos gases e foram desconsiderados (HÖHER *et al.*, 2008). Para validação do exame, o quociente respiratório (QR) deveria estar entre 0,67 e 1,3 (MATARESE, 1997). O resultado foi fornecido em calorias/minuto e estas foram multiplicadas por 1440 para obtenção do gasto energético de 24 horas.

Para estimativa do gasto energético utilizaram-se as fórmulas de predição apresentadas no **Quadro 1**.

<i>FÓRMULAS</i>	<i>MASCULINO</i>	<i>FEMININO</i>
SCHOFIELD, 1985	$16,25 (P) + 1,372 (A) + 515,5$	$8,365 (P) + 4,65 (A) + 200$
FAO/OMS, 1985	$17,5 \times P + 651$	$12,2 \times P + 746$
HARRIS BENEDICT, 1919	$66.47 + 13.75(P) + 5.0 (A) - 6.76 (I)$	$655.10 + 9.56 (P) + 1.85(A) - 4.68(I)$
IOM, 2002	$79 - 34, 2x I + 730 x A + 15,3 x P$	$22 - 26 x I + 504 x A + 11,6 x P$

**Quadro 1. Fórmulas de predição para o cálculo do gasto energético**

Fonte: Schofield, 1985; WHO, 1985; Harris e Benedict, 1919; IOM, 2002; National Research Council, 1989. P= Peso em kg; A= altura em cm; I= idade em anos; FAO=Food and Agriculture Organization; OMS=Organização Mundial da Saúde; IOM=Institute of Medicine.

O cálculo do tamanho da amostra foi realizado no programa PEPI (*Programs for Epidemiologists*) versão 4.0. Obteve-se um total mínimo de 72 indivíduos, sendo 36 no grupo BO (G1) e 36 no grupo controle (G2). Tendo em vista que são inexistentes os estudos sobre gasto energético e BO e que com asma os estudos mostraram efeito muito pequeno, o que não seria clinicamente relevante, optou-se, em detectar no mínimo um efeito moderado ( $\geq 0,7$ ) entre os dois grupos quanto ao gasto energético em repouso, para um nível de significância de 5% e um poder de 80%.

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre sob parecer número 1563/07 e do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas sob protocolo número 11/08.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

As variáveis quantitativas foram descritas através de média e desvio padrão ou mediana e percentis 25-75 dependendo da distribuição das mesmas. Para avaliar a distribuição das

variáveis em cada grupo, o teste de *Shapiro-Wilk* foi utilizado. Para descrever as variáveis qualitativas, utilizou-se as frequências absolutas e relativas. Para avaliar a associação entre as variáveis quantitativas e o gasto energético, os coeficientes de correlação de *Pearson* ou *Spearman* foram aplicados. Para comparar as qualitativas em relação ao gasto energético, os testes *t-Student* ou de *Mann-Whitney* foram utilizados. Para comparar os valores da calorimetria entre os diferentes métodos, utilizou-se o teste *t-Student* para amostras emparelhadas e o método de *Bland & Altman*. Para estimar a magnitude das diferenças entre os grupos foi utilizado o intervalo de 95% de confiança. O nível de significância adotado foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ). As análises foram realizadas, na amostra total e nos eutróficos, através do programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 12.0 (SPSS Inc, EUA).

## RESULTADOS

Observa-se que não houve diferenças significativas entre as variáveis: gênero, idade, estágio de maturação sexual, características antropométricas e de composição corporal, o que corrobora a homogeneidade entre os grupos estudados (**Tabela 1**).

O gasto energético de repouso (GER) expresso como valor absoluto, na amostra geral, não foi estatisticamente diferente entre os grupos ( $p = 0,102$ ), mesmo quando ajustado para MM ( $p = 0,116$ ). Quando avaliamos apenas os eutróficos, também não encontramos diferenças estatisticamente significantes, após o ajuste para a MM ( $p = 0,331$ ). Os valores fornecidos pelas fórmulas de predição entre os grupos também foram semelhantes, tanto na amostra geral como nos eutróficos.

As comparações do GER medido pela calorimetria e estimado pelas fórmulas de predição, na amostra geral e no segmento dos indivíduos eutróficos estão na **Tabela 2**. Todas as fórmulas, quando comparadas com os resultados da calorimetria indireta, subestimaram as necessidades energéticas, tanto na amostra geral, como apenas nos eutróficos.

As figuras 1, 2, 3 e 4 representam a apresentação gráfica das análises entre do gasto energético estimado pelas fórmulas de predição comparado com o medido pela calorimetria indireta na amostra geral.

## DISCUSSÃO

Em 1985, a OMS passou a recomendar que os requerimentos energéticos fossem baseados na medição do gasto energético (FAO/WHO/UNU, 1985), pois a inadequação das equações de predição pode acarretar em erros na estimativa da necessidade energética de populações (SCHNEIDER E MEYER, 2005). Os resultados do nosso estudo corroboram a imprecisão das equações preditoras documentadas na literatura, visto que todas as equações empregadas resultaram em subestimação das necessidades energéticas quando comparadas com a calorimetria indireta.

As equações de predição disponíveis na literatura representam uma alternativa prática e econômica para estimativa do gasto calórico individual e coletivo, se comparadas com os métodos diretos e indiretos existentes. No entanto, sua aplicabilidade e confiança têm sido questionadas por vários autores (PEREIRA *et al.*, 2008).

Neste contexto, a calorimetria indireta tem papel fundamental na investigação do metabolismo e na provisão de um suporte nutricional adequado. Este método é utilizado para medir o gasto calórico em diversas populações (DURNIN, 1991). Entretanto, até o presente momento, nenhum estudo correlacionou o gasto energético medido pela calorimetria indireta com o estimado por fórmulas de predição em crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa.

Ao compararmos os valores fornecidos pelas fórmulas de predição entre os grupos, observa-se que os valores de gasto energético foram semelhantes estatisticamente. Isto pode ser atribuído ao fato do gasto energético, estimado pelas fórmulas de predição, ser diretamente proporcional ao peso, a estatura e a idade, os quais não foram estatisticamente diferentes entre

os grupos ( $p=0,592$ ;  $p=0,382$ ;  $p=0,448$ ), em função do pareamento. Quando realizamos esta mesma comparação na categoria eutróficos, de ambos os grupos, detectamos que também não existem diferenças estatisticamente significantes entre as fórmulas de predição.

O gasto energético de repouso (GER) expresso como valor absoluto, não foi estatisticamente diferente entre os grupos nem quando avaliamos a amostra de uma forma geral, nem quando restringimos a análise somente aos eutróficos. Supomos que isso se deve a um dos critérios de inclusão do estudo, que exigia estabilidade clínica do paciente nos 30 dias que antecediam o início do mesmo. Provavelmente, quando em exacerbação dos sintomas respiratórios, esses indivíduos apresentem um gasto energético maior. Além disso, a semelhança existente entre os grupos quanto a massa magra, que é o principal preditor do gasto energético (TOUNIAN *et al.*, 2003), também poderia explicar a falta de diferença do GER entre os grupos. ASHLEY *et al.*, 2001 corroboram em seu estudo o importante papel da massa magra como preditora do gasto energético, pois afirmam que cerca de 70 a 80% das variações do gasto energético de repouso podem ser atribuídas a massa magra.

Ao correlacionamos as fórmulas de predição com a calorimetria indireta, nossos resultados sugerem que os métodos foram discrepantes, pois todas as quatro fórmulas escolhidas subestimaram, em ambos os grupos, as necessidades energéticas. Esta subestimação também foi observada quando analisou-se o segmento eutróficos do grupo BO e do grupo controle separadamente. Este resultado não surpreende, já que as equações de predição utilizadas originaram-se de populações com características diferentes da estudada. Em função disso, extrapolações devem ser feitas com cautela.

Achados similares ao nosso, porém com populações diferentes, foram encontrados por outros autores. PEREIRA *et al.*, 2008, ao comparar quatro equações com a calorimetria indireta em homens e mulheres ativos, observou que todas as quatro equações estudadas

subestimaram as necessidades energéticas. Fett *et al.*, conclui que a fórmula de *Harris Benedict* subestimou o GER medido em mulheres (FETT *et al.*, 2006).

Contrariamente, na literatura, alguns estudos indicam que as fórmulas superestimam o gasto energético. Van Mil *et al* verificou que a FAO/OMS superestimou o GEB em obesos (VAN MIL *et al.*, 2001). Schneider e Mayer demonstraram que três das quatro equações utilizadas superestimam os requerimentos energéticos em adolescentes com excesso de peso (SCHNEIDER E MAYER, 2005). Acreditamos que esta contradição possa ser atribuída a presença de doença crônica (bronquiolite obliterante), bem como as suas características fisiopatológicas, as quais impactariam em maiores requerimentos de demanda energética, mesmo em período de estabilidade clínica (ZEITLIN *et al.*, 1992; MAFFEIS *et al.*, 1998). Outra questão relevante é que algumas fórmulas foram elaboradas com base nos valores do GEB (gasto energético basal), enquanto neste estudo mediu-se o GER, que se refere ao período pós-absortivo, e costuma ser 10% maior do que o basal. Na prática clínica estas nomenclaturas se equivalem, visto que são poucas as situações em que o indivíduo encontra-se em estado de metabolismo basal (RODRIGUES *et al.*, 2000). Mesmo assim, estas diferenças devem ser consideradas.

Estudos avaliando a concordância da calorimetria indireta com as fórmulas de predição em crianças e adolescentes obesos e não obesos encontraram concordância entre os métodos. Rodrigues *et al.*, encontraram concordância com as equações de *Schofield* (RODRIGUES *et al.*, 2000), enquanto Dietz *et al.*, em indivíduos com excesso de peso, encontrou concordância com a fórmula FAO/OMS (DIETZ *et al.*, 1994).

Várias são as técnicas existentes para avaliação do gasto energético. A escolha do melhor método dependerá dos objetivos da pesquisa (MELO *et al.*, 2008). Os resultados encontrados em nosso estudo corroboram as dúvidas e incertezas sobre a acurácia das equações como instrumentos preditores do gasto energético.

As categorias “Baixo Peso/Risco para Baixo Peso” e “Excesso de Peso/Risco para Excesso de Peso” não foram mencionadas na discussão, pois a validade das análises estatísticas e possíveis inferências ficam comprometidas em função do pequeno número de indivíduos desses segmentos. Por isso, direcionou-se a discussão para as análises centradas na amostra total e na categoria de maior representatividade, ou seja, nos eutróficos.

Cabe salientar que por tratar-se do primeiro estudo que investigou a concordância entre a calorimetria indireta e as fórmulas de predição em crianças e adolescentes com BO, não existe, até o momento, referencial científico publicado para esta população que se assemelhe com a metodologia utilizada neste trabalho. Em função disso, a discussão dos resultados está, em alguns momentos, baseada em estudos com outras pneumopatias crônicas, tais como asma e fibrose cística. Quanto à fibrose cística, as comparações devem ser feitas com cautela, pois a presença das manifestações digestórias, características desta patologia, além das respiratórias, impactam consideravelmente sobre as variáveis nutricionais.

No que se refere especificamente à BO, são necessários mais estudos pertinentes ao metabolismo energético desta entidade clínica, para que se possa propor e validar equações de predição direcionadas exclusivamente a esta população.

Frente aos achados, concluímos que as equações de predição: *IOM*, *Shofield*, *FAO/OMS* e *Harris-Benedict* são inadequadas para crianças e adolescentes com BO, bem como, para os hígidos. A utilização destas equações levaria a uma subestimativa média de aproximadamente 392 Kcal no grupo BO e 670 Kcal no grupo controle, o que poderia acarretar, a médio e longo prazo, em aumento da prevalência de baixo peso em ambos os grupos. Analisando apenas os eutróficos, que são a maioria da amostra, verificamos que para que as fórmulas de predição pudessem ser utilizadas na prática clínica, para os BO e para os hígidos deste segmento, as mesmas deveriam ser acrescidas, em média, de aproximadamente 470 Kcal/dia para os pacientes com BO e de 690 Kcal/dia para o grupo controle.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à ONG De Peito Aberto e à Imbrasport pela assistência técnica.

## REFERÊNCIAS

1. Jones CIJ. Clinical dilemma: which energy expenditure equation to use? *J Parent Enteral Nutr.* 2004; 28(4):283-3.
2. Batezzati A, Viganó R. Indirect calorimetry and nutritional problems in clinical practice. *Acta Diabetol*, 2001. 38:1-5.
3. Goran MI. Measurement issues related to studies of childhood obesity: assessment of body composition, body fat distribution, physical activity, and food intake. *Pediatrics.* 1998;101(3):505-18.
4. Matareze, 1997: Matareze LE. Indirect calorimetry: technical aspects. *J AM Diet Assoc.* 1997; 97: S154-60.
5. Vega-Briceño LE, Zenteno D e Comissão multidisciplinar para estudo da bronquiolite obliterante. Guia clínico para o diagnóstico e cuidado de crianças e adolescentes com bronquiolite obliterante pós-infecciosa. *Rev Chil Enf Respir.* 2009;25:141-163.
6. Bosa VL, Mello ED, Mocelin HT, Benedetti FJ, Fischer GB. Assessment of nutritional status in children and adolescents with post-infectious bronchiolitis obliterans. *J Pediatr (Rio J).* 2008;84(4):323-30.

7. Rocha EEM, Alves VGF, Silva MHN, Chiesa CA, Fonseca RBV. Can measured resting energy expenditure be estimated by formulae in daily clinical nutrition practice? *Curr Opin Clin Nutr Metabo Care*. 2005; 8:319-28.
8. Lisa K. Effects of ventilator resetting on indirect calorimetry measurement – The importance of patience. *Crit Care Med*. 1999; 27(3):459-60.
9. Joosten KFM. Why indirect calorimetry in critically ill patients: what do we want to measure? *Intensive Care Med*. 2001; 27:1107-9.
10. Reeves MM, Davies PSW, Bauer J, Battistutta D. Reducing the time period of steady state does not affect the accuracy of energy expenditure measurements by indirect calorimetry. *J Appl Physiol*. 2004; 97:130-4.
11. Solé D, Vanna AT, Yamada E, Rizzo MC, Naspitz CK. International study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) written questionnaire: validation of the asthma component among Brazilian children. *J Invest Allergol Clin Immunol*. 1998; 8: 376-82.
12. Diener JRC. Calorimetria indireta. *Rev Ass Med Brasil*. 1997; 43(3):245-53.
13. Castro V, Moraes SA, Freitas ICM, Mondini L. Variabilidade na aferição de medidas antropométricas: comparação de dois métodos estatísticos para avaliar a calibração de entrevistadores. *Rev Bras Epidemiol* 2008; 11(2): 278-86.

14. Must A, Dallal GE, Dietz WH. Reference data for obesity: 85<sup>th</sup> and 95<sup>th</sup> percentiles of body mass index (wt/ht<sup>2</sup>) and triceps skinfold thickness. *Am J Clin Nutr.* 1991; 53(4):839.
15. Frisancho AR. Anthropometric standards for the assessment of growth and nutritional status. Ann Arbor: The University of Michigan Press 1990; 48-53.
16. Sichieri R, Fonseca VM, Lopes CS. Como medir a confiabilidade de dobras cutâneas. *Rev. Bras. Epidemiol.* 1999; 82(2):83-9.
17. Frisancho AR. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. *Am J Clin Nutr* 1981; 34: 2540-5.
18. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA, Horswill CA, Stillman RJ, Bembien DA. Skinfold equation for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol.* 1988; 60(5): 709-23.
19. Buchman AL. Avaliação da composição corporal. In: Fundamentos da terapia nutricional em pediatria. Lopes, F.A.; Singulem, D.M.; Taddei, J. A.A.C.. Sarvier: São Paulo, 2002.
20. Altam, DG. Practical Statistics for Medical Research. London: Chapman & Hall, 1991.
21. Tanner JM. Growth at Adolescence. 2 ed. Oxford: Blackwell; 1962.

22. World Health Organization; Physical Status: the use and interpretation of anthropometry. WHO Technical Report Series 854. Geneva: WHO; 1995.
23. Weir, JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiology* 1949; 109:1-9.
24. Durnin JV. Practical estimates of energy requirements. *J Nutr* 1991; 121(11): 1907-13.
25. Maffeis C, Chiocca E, Zaffanello M, Golinelli M, Pinelli L, Boner AL. Energy intake and energy expenditure in prepubertal males with asthma. *Eur Respir J* 1998; 12: 123–9.
26. Höher JA, Teixeira PJZ, Hertz FT, Moreira JS. A comparison between ventilation modes: How does activity level affect energy expenditure estimates? *J Parenter Enteral Nutr.* 2008; 32 (2):176-83.
27. FAO/WHO/UNU. Energy and protein requirements. Geneva: World Health Organization, 1985. [WHO Technical Report Series, 724].
28. Schneider P e Meyer F. As equações de predição da taxa metabólica basal são apropriadas para adolescentes com sobrepeso e obesidade? *Rev Bras Med Esporte.* 2005; 11(3):93-6.
29. Pereira MP, Rocha GT, Santos LGM, Viana GCC, Navarro AC. Avaliação das equações de predição da taxa metabólica basal em homens e mulheres ativos

- residentes em Brasília, DF, Brasil. Rev Bras de Nutr Esp. 2008; 2(8):67-75.
30. Tounian PNC, Dumas N, Veinberg F, Girardet JP. Resting energy expenditure and substrate utilization rate in children with constitutional leanness or obesity. *Clinical Nutrition*. 2003; 22(4): 353–7.
31. Ashley MA, Broomhead L, Allen JR, Gaskin KJ. Variations in the measurement of resting energy expenditure in children with cystic fibrosis. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55:896-901.
32. Fett C, Fett WCR, Marchini JS. Gasto Energético de Repouso Medido vs. Estimado e Relação com a Composição Corporal de Mulheres. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2006; 50(6): 1050-8.
33. Van Mil EG, Westerterp KR, Kester AD, Saris WH. Energy metabolism in relation to body composition and gender in adolescents. *Arch Dis Child*. 2001; 85:73-8.
34. Zeitlin SR, Bond S, Wootton S, Gregson RK, Radford M. Increased resting energy expenditure in childhood asthma: does this contribute towards growth failure? *Arch Dis Child*. 1992; 67:1366-9.
35. Rodrigues G, Moreno LA, Sarría A, Fleta J, Bueno M. Resting energy expenditure in children and adolescents: agreement between calorimetry and prediction equations. *Clinical Nutrition*. 2000; 21(3): 255-60.
36. Dietz, WH. – Critical Periods for the development of obesity. *Am. J Clin Nutr*. 1994; 59: 955 -9.

37. Melo CM, Tirapegui J, Ribeiro SML. Gasto energético corporal: conceitos, formas de avaliação e sua relação com a obesidade. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2008; 52(3):452-64.

## TABELAS

Tabela 1 – Características dos grupos estudados

Variáveis	Grupo BO (n=36)	Grupo Controle (n=36)	P
Sexo (masculino) – n(%)	24 (66,7)	24 (66,7)	1,000*
Idade (anos) – Média ± DP	11,8 ± 2,7	12,3 ± 2,8	0,448**
Peso (kg) – Média ± DP	42,8 ± 14,2	44,7 ± 14,7	0,592**
Altura (m) – Média ± DP	1,49 ± 0,14	1,52 ± 0,16	0,382**
IMC (kg/m <sup>2</sup> ) – Média ± DP	18,9 ± 4,0	18,8 ± 3,4	0,970**
% GC – Média ± DP	17,1 ± 7,6	17,6 ± 7,9	0,757**
MM (kg) – Média ± DP	35,0 ± 10,6	36,4 ± 11,9	0,599**
MG (kg) – Média ± DP	7,8 ± 5,4	8,3 ± 5,6	0,735**
Classificação da MM pelo %GC – n(%)			
Baixa	2 (5,6)	0 (0,0)	0,353*
Adequada	27 (75,0)	28 (77,8)	
Elevada	7 (19,4)	8 (22,2)	
Classificação da MM pelo CMB - n(%)			
Baixa	4 (11,1)	3 (8,3)	0,426*
Adequada	27 (75,0)	31 (86,1)	
Elevada	5 (13,9)	2 (5,6)	
Tanner – n(%)			
1	10 (27,8)	7 (19,4)	0,613*
2	11 (30,6)	10 (27,8)	
3	4 (11,1)	7 (19,4)	
4	8 (22,2)	6 (16,7)	
5	3 (8,3)	6 (16,7)	
Classificação do IMC – n (%)			
Baixo peso (P<5)	2 (5,6)	1 (2,8)	0,983*
Risco para baixo peso (P5 – P15)	3 (8,3)	4 (11,1)	
Eutrofia (P15 – P85)	26 (72,2)	26 (72,2)	
Risco para excesso de peso (P85 – P95)	2 (5,6)	2 (5,6)	
Excesso de peso (P≥95)	3 (8,3)	3 (8,3)	

\* Teste qui-quadrado de Pearson; \*\* Teste t-Student, IMC=Índice de Massa Corporal, %GC=Percentual de Gordura Corporal; MM=Massa Magra, MG=Massa Gorda, MM/GC=Massa Magra obtida através da quantidade de cordura corporal, CMB=Circunferência Muscular do Braço.

**Tabela 2– Calorimetria Indireta x Fórmulas de Predição**

Variáveis	Grupo BO (n=36)		Grupo Controle (n=36)	
	Média ± DP		Média ± DP	
	Amostra total	Eutróficos	Amostra total	Eutróficos
<b>Calorimetria VS</b>	1717,6 ± 781,5	1822,8 ± 774,2	2029,9 ± 819,0	2056,3 ± 891,4
<b>IOM</b>	1266,7 ± 326,3	1302,1 ± 298,5	1299,4 ± 343,0	1304,1 ± 371,5
Diferença (IC 95%)	450,9 (220,2 a 681,6)	520,7 (229,7 a 811,7)	730,5 (464,8 a 996,3)	752,2 (425,3 a 1079,2)
P*	<0,001	0,001	<0,001	<0,001
<b>Shofield</b>	1361,5 ± 257,2	1388,8 ± 228,3	1397,0 ± 255,2	1405,5 ± 291,2
Diferença (IC 95%)	356,1 (131,5 a 580,7)	434,0 (154,0 a 714,1)	632,9 (373,2 a 892,6)	650,8 (327,3 a 974,2)
P*	0,003	0,004	<0,001	<0,001
<b>OMS</b>	1364,6 ± 249,6	1382,9 ± 218,2	1397,9 ± 255,2	1400,6 ± 277,6
Diferença (IC 95%)	352,9 (126,8 a 579,1)	439,9 (159,5 a 720,4)	632,0 (368,9 a 895,2)	655,7 (326,7 a 984,8)
P*	0,003	0,003	<0,001	<0,001
<b>Harris – Benedict</b>	1310,4 ± 230,8	1338,0 ± 212,9	1345,7 ± 245,0	1351,7 ± 273,5
Diferença (IC 95%)	407,2 (178,4 a 635,9)	484,8 (203,6 a 765,9)	684,2 (425,4 a 942,9)	704,6 (377,4 a 1031,8)
P*	0,001	0,002	<0,001	<0,001

\* Teste t-Student para amostras pareadas

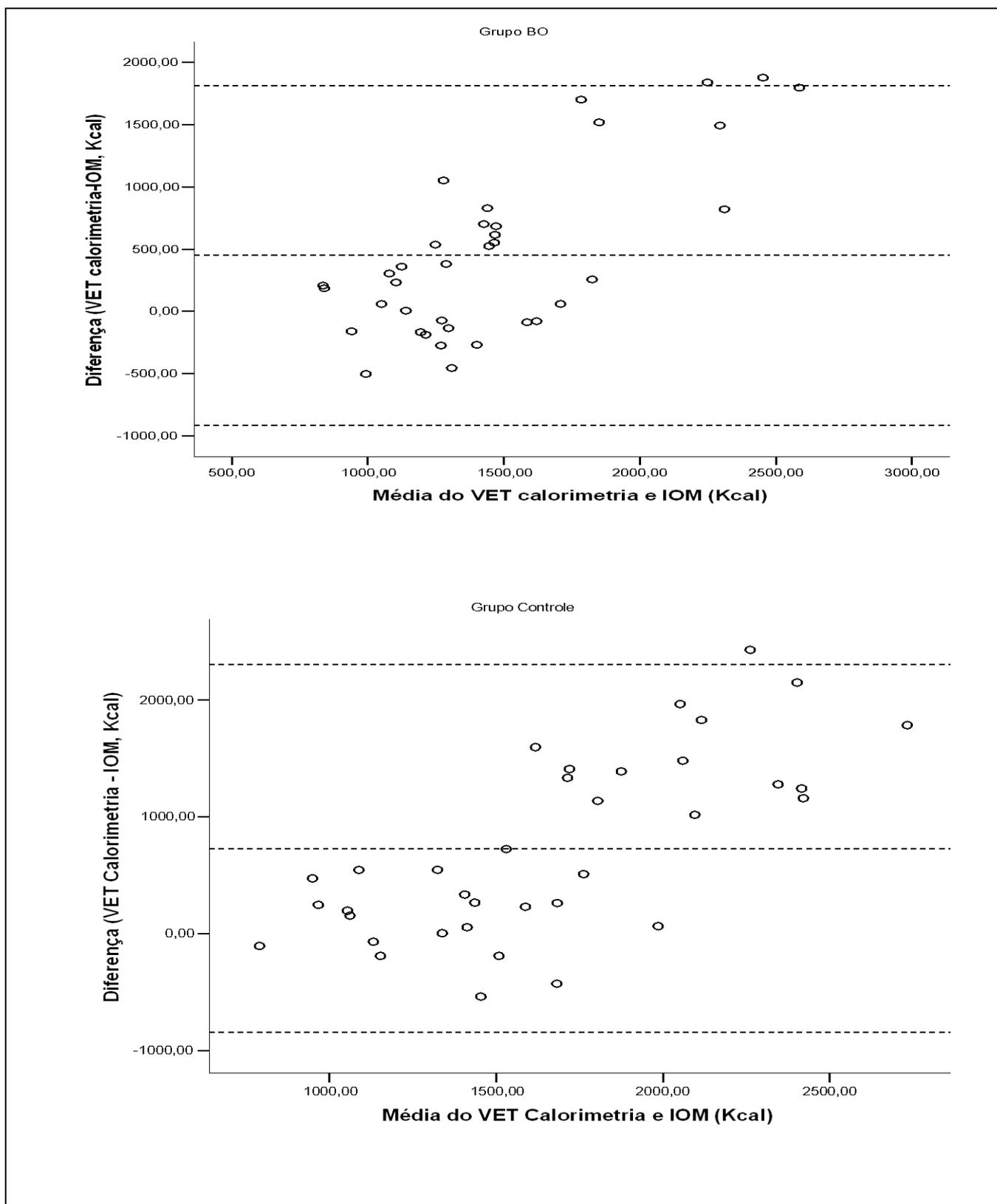


Figura 1 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e IOM versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas inferior e superior correspondem à média das diferenças  $\pm 2$  desvios padrão, o que gera os limites de 95% de concordância.

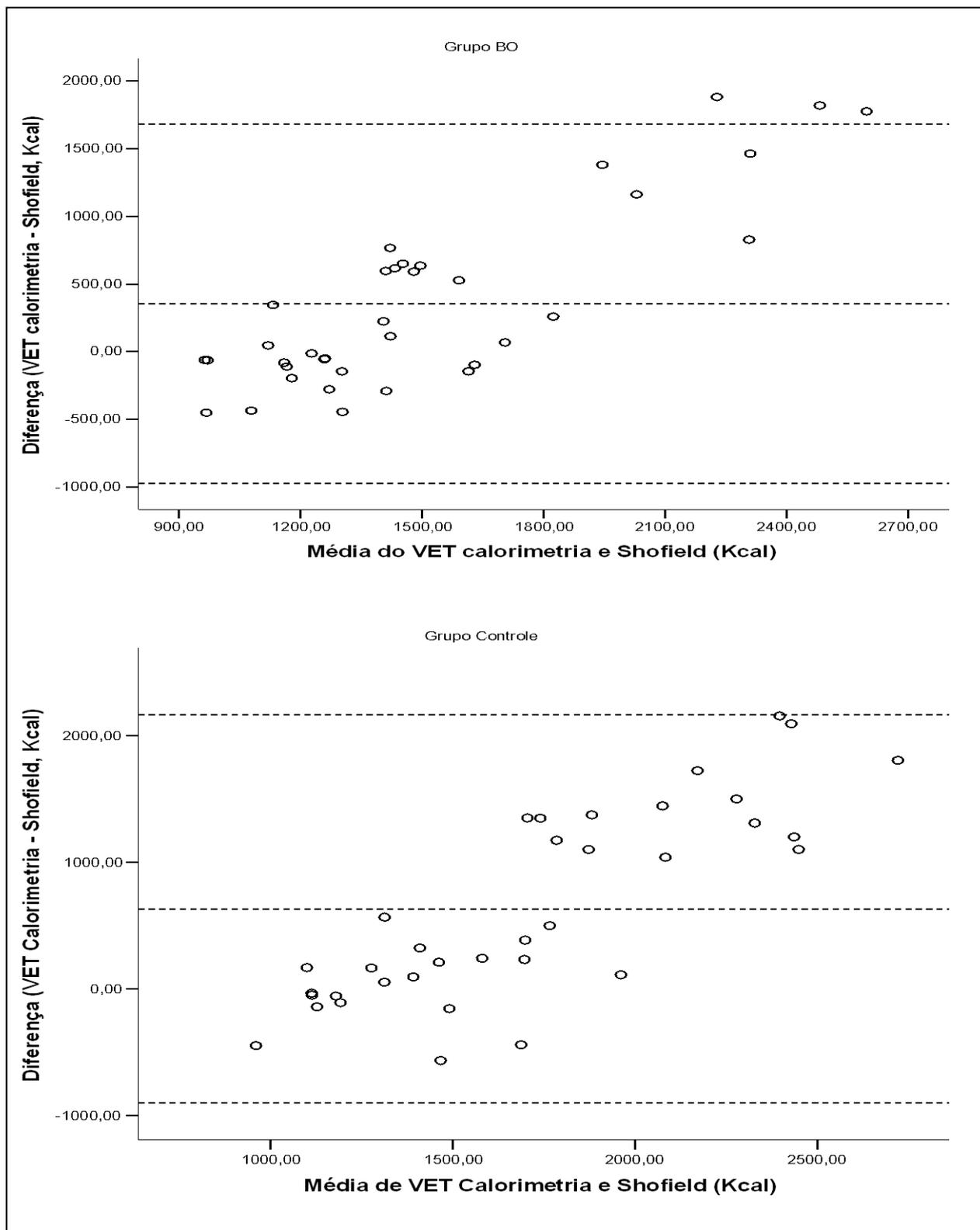


Figura 2 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e Shofield versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas inferior e superior correspondem à média das diferenças  $\pm 2$  desvios padrão, o que gera os limites de 95% de concordância.

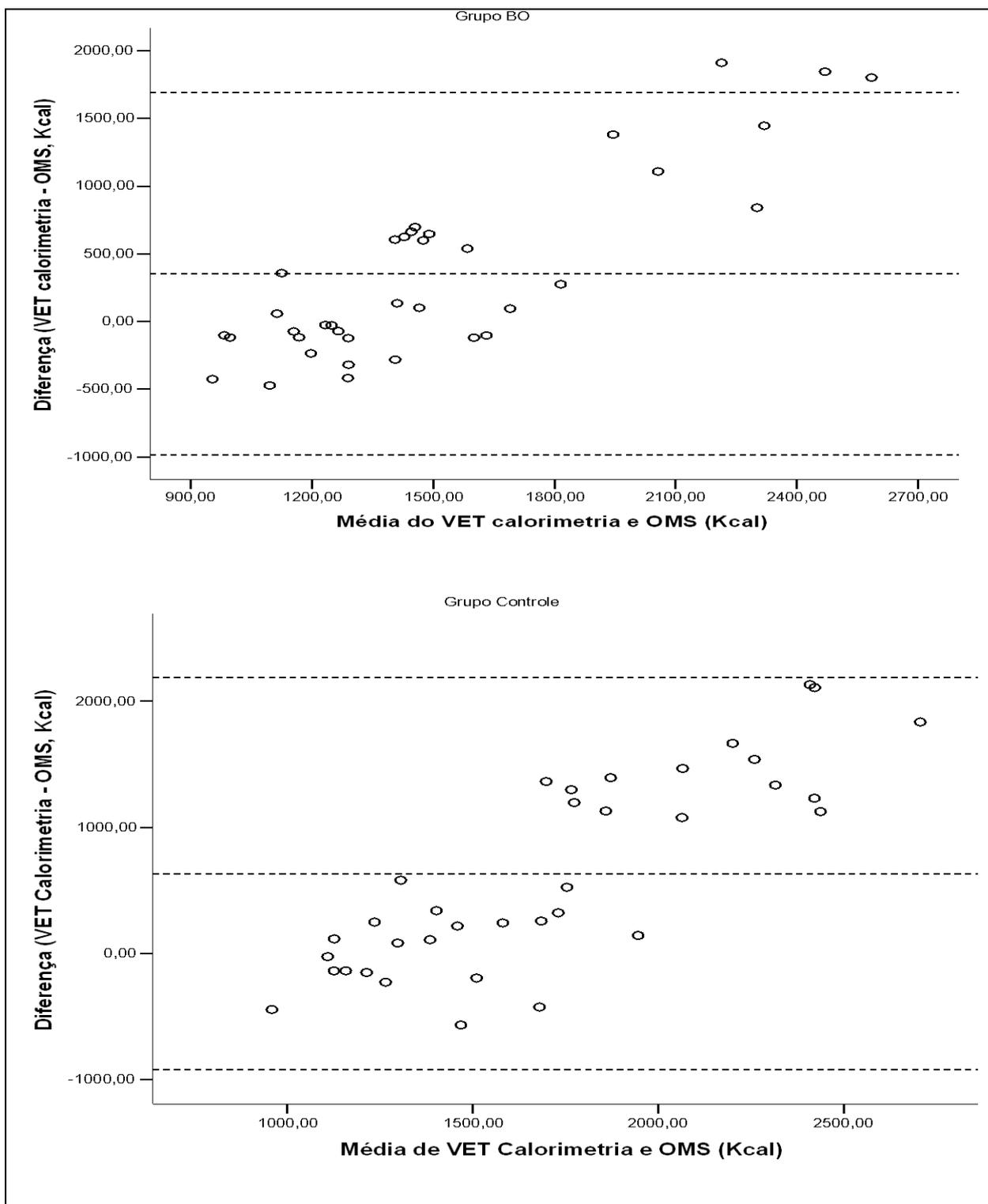


Figura 3 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e OMS versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas inferior e superior correspondem à média das diferenças  $\pm 2$  desvios padrão, o que gera os limites de 95% de concordância.

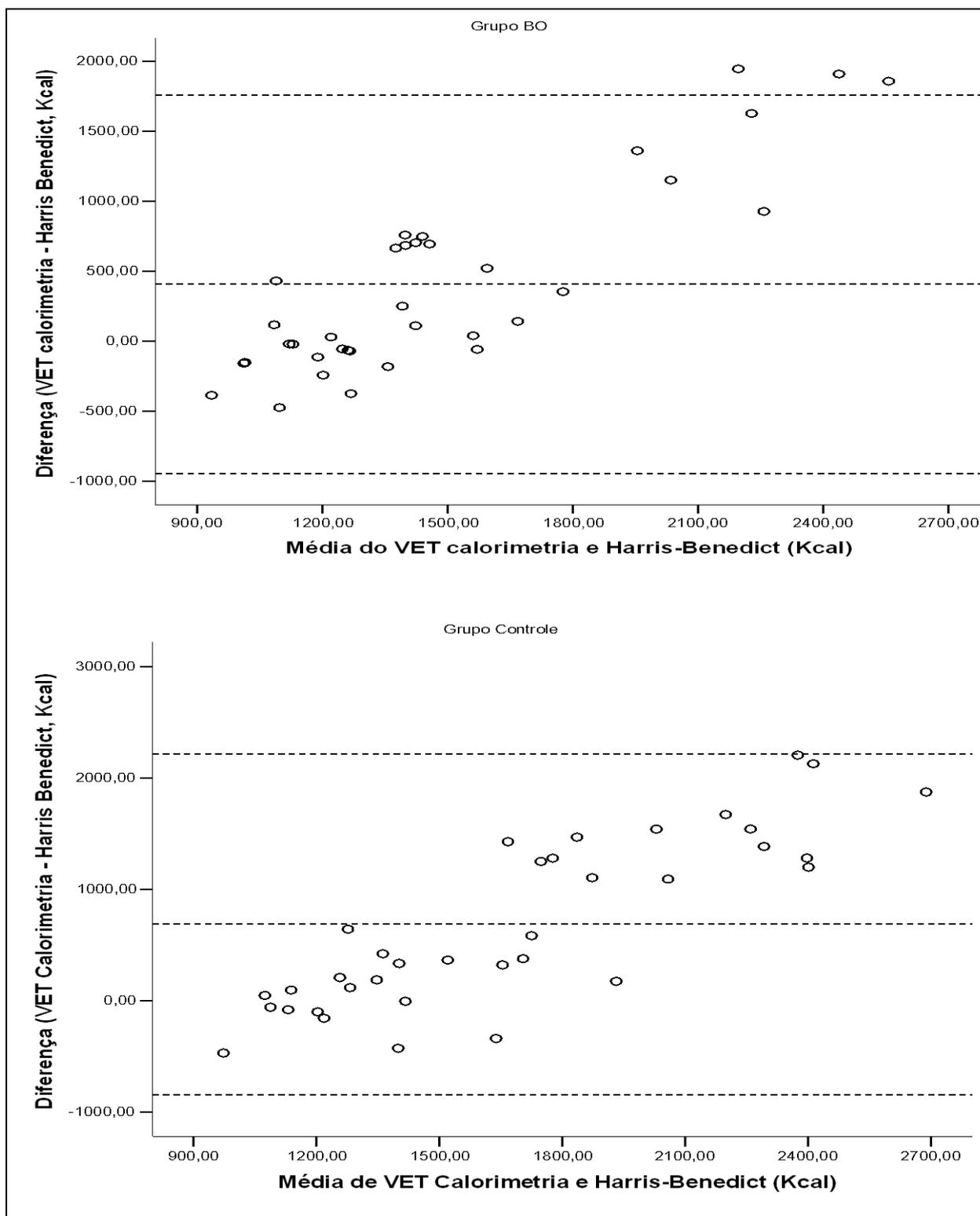


Figura 4 – Gráfico de dispersão pelo método de Bland-Altman das diferenças entre o VET medido pela calorimetria e Harris-Benedict versus as calorias médias entre os dois métodos nos dois grupos. A linha central corresponde à média das diferenças e as linhas inferior e superior correspondem à média das diferenças  $\pm 2$  desvios padrão, o que gera os limites de 95% de concordância.

## **APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O GRUPO BO**

Você e seu filho (a) estão sendo convidados (as) a participar de um estudo sobre calorimetria indireta em crianças e adolescentes portadores de Bronquiolite Obliterante pós-infecciosa. O estudo tem como objetivo principal quantificar o gasto energético metabólico (quantidades de calorias gastas por dia) de crianças e adolescentes portadores de Bronquiolite Obliterante, através de um método chamado de calorimetria indireta.

Com os dados fornecidos por este método poderá ser calculado de forma mais exata a quantidade de calorias que os pacientes necessitam e alimentá-los mais adequadamente. Sem estes dados, a quantidade de calorias necessárias por dia também poderá ser calculada através de uma operação matemática.

A calorimetria indireta é realizada através de um aparelho que analisa o ar que os pacientes respiram, a quantidade de oxigênio consumido e a quantidade de gás carbônico produzido no seu organismo. O exame dura em torno de 25 minutos. O paciente deve estar em jejum por 3 horas. Este exame não emite gases e nenhuma outra substância, por isso, não alterará em nada a respiração do paciente. Apenas servirá para medir. Também não trará nenhum desconforto ou dor.

Estas medidas não vão alterar o tratamento que os pacientes estão recebendo e de nenhuma maneira os prejudicará.

Caso você aceite participar do estudo, no mesmo dia da sua consulta com o Pneumologista, você e seu filho(a) também terão a primeira consulta com a Nutrição. O exame de calorimetria indireta será realizado em nível ambulatorial, em torno de dois a dez dias após esta primeira consulta, em dia previamente agendado, na presença de um dos responsáveis pela criança. A pesquisadora pagará o valor referente ao transporte para o deslocamento. A realização do exame não acarretará nenhum custo ao paciente.

Fui esclarecido de que a pesquisa não interferirá no tratamento realizado e que, pelo contrário, poderá contribuir para conhecer melhor a doença e assim ajudar no tratamento desta. Será garantida resposta a qualquer pergunta a respeito do procedimento ou qualquer outro assunto relacionado à pesquisa.

É garantido para os participantes do estudo que os resultados serão sigilosos e a apresentação dos resultados não irá identificar a criança.

O Sr(a) é livre para escolher participar ou não deste estudo. Caso recuse, não haverá nenhuma alteração no atendimento à criança.

O pesquisador responsável por este projeto é Gilberto Bueno Fischer, fone: (51) 3214 86 46, tendo este documento sido revisado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre e do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas em\_\_\_\_\_.

Porto Alegre, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

-----  
Nome do paciente (Sujeito da Pesquisa)

-----  
Nome ou assinatura do responsável legal do paciente

-----  
Assinatura do responsável pela pesquisa

Dr. Gilberto Bueno Fisher

F: 3214 86 46

-----  
Assinatura da pesquisadora

Nut. Juliana Paludo

F: 96 48 77 44

## **APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O GRUPO CONTROLE.**

Você e seu filho (a) estão sendo convidados (as) a participar de um estudo sobre calorimetria indireta em crianças e adolescentes. O estudo tem como objetivo principal quantificar o gasto energético metabólico (quantidades de calorias gastas por dia) de crianças e adolescentes, através de um método chamado de calorimetria indireta.

Com os dados fornecidos por este método poderá ser calculado de forma mais exata a quantidade de calorias que as crianças e adolescentes necessitam e alimentá-las mais adequadamente. Sem estes dados, a quantidade de calorias necessárias por dia também poderá ser calculada através de uma operação matemática.

A calorimetria indireta é realizada através de um aparelho que analisa o ar que as pessoas respiram, a quantidade de oxigênio consumido e a quantidade de gás carbônico produzido no seu organismo. O exame dura em torno de 25 minutos. A criança ou adolescente deve estar em jejum por 3 horas. Este exame não emite gases e nenhuma outra substância, por isso, não alterará em nada a respiração. Apenas servirá para medir. Também não trará nenhum desconforto ou dor.

Caso você aceite participar do estudo, o exame de calorimetria indireta será realizado na escola, em horário de aula, em dia previamente agendado pela Nutricionista. A realização do exame não acarretará nenhum custo.

Fui esclarecido de que a pesquisa não trará nenhum prejuízo à saúde da criança ou adolescente, pelo contrário, poderá contribuir para conhecer melhor algumas doenças e assim ajudar no tratamento destas. Será garantida resposta a qualquer pergunta a respeito do procedimento ou qualquer outro assunto relacionado à pesquisa.

É garantido para os participantes do estudo que os resultados serão sigilosos e a apresentação dos resultados não irá identificá-lo.

O Sr(a) é livre para escolher participar ou não deste estudo. Caso recuse, não haverá nenhuma alteração no atendimento à criança ou adolescente.

O pesquisador responsável por este projeto é Gilberto Bueno Fischer, fone: (51) 3214 86 46, tendo este documento sido revisado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Complexo Hospitalar da Santa Casa de Porto Alegre e do Hospital Materno Infantil Presidente Vargas em\_\_\_\_\_.

Porto Alegre, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Nome da criança ou do adolescente (Sujeito da Pesquisa)

---

Nome ou assinatura do responsável legal

---

Assinatura do responsável pela pesquisa

Dr. Gilberto Bueno Fisher

F: 32 14 86 46

---

Assinatura da pesquisadora

Nut. Juliana Paludo

F: 96 48 77 44



## APÊNDICE F – REGISTRO ALIMENTAR DE TRÊS DIAS

### REGISTRO ALIMENTAR DE TRÊS DIAS

Este registro alimentar é um instrumento de pesquisa no qual você deverá registrar detalhadamente tudo o que seu filho(a) comeu e bebeu durante três dias. Deve ser realizado em três dias diferentes não consecutivos e incluir um dia de fim de semana (sábado ou domingo). Nos registros devem estar especificados o tipo de alimento, a quantidade oferecida e, em caso de sobra, a quantidade que sobrou. É importante especificar a marca do produto e em caso de preparações, quando possível, descrever a receita. Informe também se os alimentos e/ou preparações foram adoçados ou não e se houve adição de sal. Procure não modificar os hábitos do seu(sua) filho(a) durante esses três dias. Se possível, faça as anotações no momento da refeição.

**Nome do(a) paciente:** \_\_\_\_\_

**Dia 1 = Data:** \_\_\_\_\_

**Dia da semana:** \_\_\_\_\_

<b>Refeição</b>	<b>Horário</b>	<b>Alimento</b>	<b>Quantidade Ingerida</b>
<b>Café da Manhã</b>			
<b>Lanche da Manhã</b>			
<b>Almoço</b>			
<b>Lanche da Tarde</b>			
<b>Jantar</b>			
<b>Lanche Noturno</b>			

Dia 2 = Data:

Dia da Semana:

<b>Refeição</b>	<b>Horário</b>	<b>Alimento</b>	<b>Quantidade Ingerida</b>
<b>Café da Manhã</b>			
<b>Lanche da Manhã</b>			
<b>Almoço</b>			
<b>Lanche da Tarde</b>			
<b>Jantar</b>			
<b>Lanche Noturno</b>			

<b>Refeição</b>	<b>Horário</b>	<b>Alimento</b>	<b>Quantidade Ingerida</b>
-----------------	----------------	-----------------	----------------------------

<b>Café da Manhã</b>			
<b>Lanche da Manhã</b>			
<b>Almoço</b>			
<b>Lanche da Tarde</b>			
<b>Jantar</b>			
<b>Lanche Noturno</b>			

Dia 3 = Data:

Dia da Semana:

**APÊNDICE G – RECORDATÓRIO 24 HORAS DE ATIVIDADES FÍSICAS**

**Nome:**

**Data:**

Atividade	Horário	Tempo de duração	Observações

**APÊNDICE H – FORMULÁRIO DE ORIENTAÇÕES PARA REALIZAÇÃO DA  
CALORIMETRIA INDIRETA**

**RECOMENDAÇÕES IMPORTANTES PARA A REALIZAÇÃO  
DA CALORIMETRIA INDIRETA**

- A criança deve estar em jejum de 3 horas;
- A criança não deve ter feito exercícios intensos 24 horas antes de realizar o exame. No dia do exame deve ficar 30 minutos em repouso antes de iniciá-lo;
- Medicamentos tais como: -----devem ser suspensos 8hs ( ) ou 12hs ( ) antes do exame. Após seguir ingerindo as medicações, conforme orientação médica.

REALIZAÇÃO DO EXAME:

DATA:

HORÁRIO:

**APÊNDICE I - CHECK LIST PARA A REALIZAÇÃO DO EXAME DE  
CALORIMETRIA INDIRETA**

**NOME:**

**DATA:**

**AVALIADOR:**

<b>Itens</b>	<b>Valor</b>	<b>Adequado</b>	<b>Inadequado</b>	<b>Observações</b>
Sistema de coleta de gases (Observar se existe vazamento)				
Rede elétrica e de gases do calorímetro estáveis				
Calibragem do aparelho de acordo com as especificações do fabricante				
Paciente calmo e estável				
Temperatura do paciente**				
Jejum de 3 horas				
Temperatura do ambiente (21 a 23°C)**				
Tempo de execução do exame (25 minutos?)**				

**OBS: O campo “valor” deve ser preenchido apenas nos itens identificados com o**

**símbolo \*\*.**



## APÊNDICE J - RESULTADO DA AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CALORIMETRIA INDIRETA

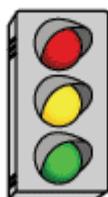


Agradecemos sua participação na pesquisa “Calorimetria indireta em adolescentes”. Estamos encaminhando o relatório com seus resultados. Em caso de dúvida entre em contato com a nutricionista Juliana Paludo pelos telefones (51) 33612411 ou (51) 96487744.

Nome:	Idade:
Peso:	Altura:
IMC:	Classificação:
Percentual de gordura corporal:	Classificação:

No quadro abaixo estão os dados sobre o gasto calórico (energia gasta nas atividades diárias e ingeridas pela alimentação). Estes dados fornecem o equilíbrio energético do organismo. Quando há um desequilíbrio entre o gasto e o consumo de energia (excesso ou falta de energia) pode haver prejuízos para a saúde do adolescente.

Calorias ingeridas	Calorias necessárias	Calorias fornecidas pelo exame



Frituras, fast-foods, alimentos ricos em açúcar e sal

Bom senso em relação às quantidades é fundamental!

Frutas, vegetais, água e alimentos ricos em fibra.

**Anexos**

**ANEXO A – QUESTIONÁRIO ISAAC**

Perguntas sobre a saúde do aluno

Nome do aluno \_\_\_\_\_ Serie \_\_\_\_\_ Turma \_\_\_\_\_

Nome do adulto responsável \_\_\_\_\_ Telefone \_\_\_\_\_

Prezados pais,

Gostaríamos de convidar você para que seu filho (a) participe de uma pesquisa. Para isto, primeiramente, precisamos de algumas informações sobre o estado de saúde geral do adolescente.

Marque um X na opção que corresponda:

**1) Alguma vez na vida, você teve sibilos (chiado no peito)?** ( ) Sim ( ) não

Se você respondeu **não**, passe para a questão número 6.

**2) Nos últimos 12 (doze) meses, você teve sibilos (chiado no peito)?** ( ) Sim ( ) não

**3) Nos últimos 12 (doze) meses, quantas crises de sibilos (chiado no peito) você teve?**

( ) nenhuma crise ( ) 1 a 3 crises ( ) 4 a 12 crises ( ) mais de 12 crises

**4) Nos últimos 12 (doze) meses, com que frequência você teve seu sono perturbado por chiado no peito?**

( ) Nunca acordou com chiado ( ) Menos de 1 noite por semana ( ) Uma ou mais noites por semana

**5) Nos últimos 12 (doze) meses, seu chiado foi tão forte a ponto de impedir que você conseguisse dizer mais de 2 palavras entre cada respiração?** ( ) Sim ( ) não

**6) Alguma vez na vida você teve asma?** ( ) Sim ( ) não

**7) Nos últimos 12 (doze) meses, você teve chiado no peito após exercícios físicos?** ( ) Sim ( ) não

**8) Nos últimos 12 (doze) meses, você teve tosse seca à noite, sem estar gripado ou com infecção respiratória?** ( ) Sim ( ) não

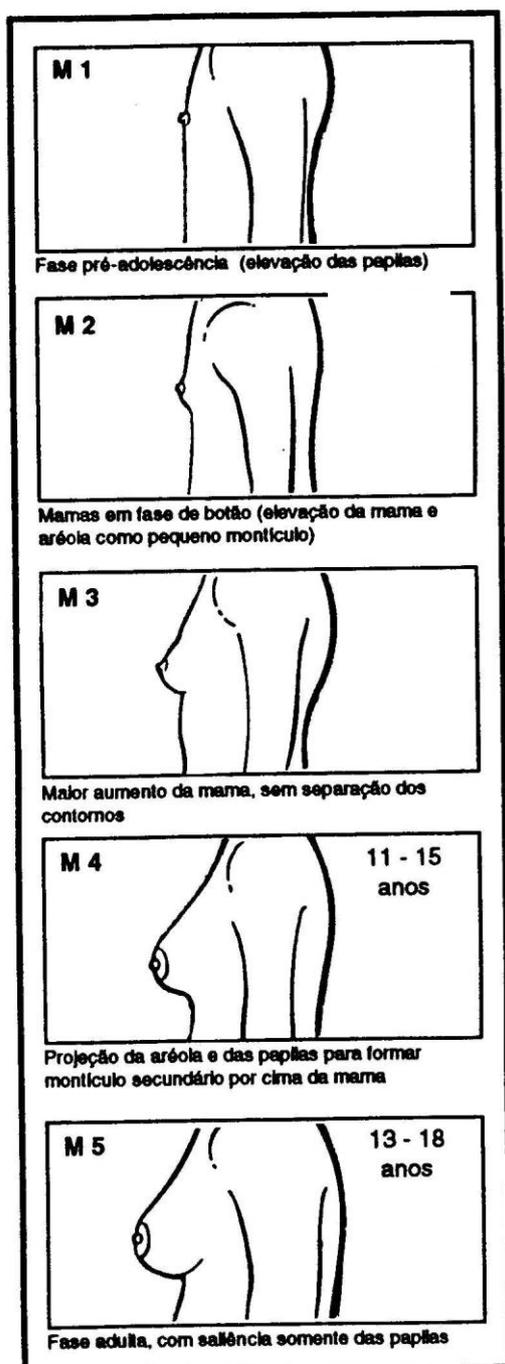
**MUITO OBRIGADO POR RESPONDER!**

## ANEXO B – AUTO-AVALIAÇÃO DO ESTÁGIO DE MATURAÇÃO SEXUAL

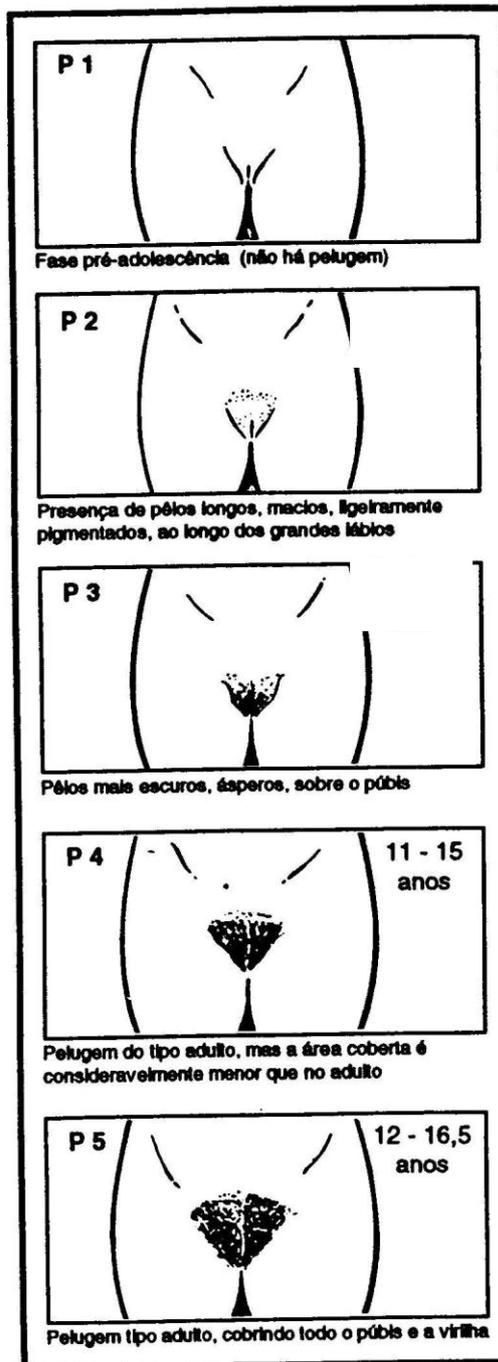
### Desenvolvimento Puberal Feminino

#### Crítérios de Tanner

#### Mamas



#### Pêlos pubianos



11a  
5m  
↑  
M  
E  
N  
A  
R  
C  
A  
↓  
15a  
6m

## Desenvolvimento Puberal Masculino

### Crêterios de Tanner

#### Genitália



#### P los pubianos

