

**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Faculdade de Medicina**  
**Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente**



**SARAH COSTA DRUMOND DE OLIVEIRA MOURA**

**NOVO PARÂMETRO PARA EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA DE VEF<sub>1</sub>  
E CVF EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: A CIRCUNFERÊNCIA DO  
BRAÇO COMO VARIÁVEL INDEPENDENTE**

**SARAH COSTA DRUMOND DE OLIVEIRA MOURA**

**NOVO PARÂMETRO PARA EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA DE VEF<sub>1</sub>  
E CVF EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: A CIRCUNFERÊNCIA DO  
BRAÇO COMO VARIÁVEL INDEPENDENTE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutora.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Jussara  
Fernandes Fontes

**BELO HORIZONTE  
2013**

Moura, Sarah Costa Drumond de Oliveira.  
M929n Novo parâmetro para equações de referencia de VEF1e CVF em crianças e adolescentes [manuscrito]: a circunferência do braço como variável independente. / Sarah Costa Drumond de Oliveira Moura. -- Belo Horizonte: 2013.  
96f.  
Orientadora: Maria Jussara Fernandes Fontes.  
Área de concentração: Saúde da Criança e do Adolescente.  
Tese (doutorado): Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina.  
I. Espirometria. 2. Capacidade Vital. 3. Volume Expiratório Forçado. 4. Criança. 5. Adolescente. 6. Dissertações Acadêmicas. I. Fontes, Maria Jussara Fernandes. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. III. Título.

NLM: WS 280

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

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

Reitor: **Prof. Clélio Campolina Diniz**

Vice-Reitora: **Profa. Rocksane de Carvalho Norton**

Pró-Reitor de Pós-Graduação: **Prof. Ricardo Santiago Gomez**

Pró-Reitor de Pesquisa: **Prof. Renato de Lima dos Santos**

**FACULDADE DE MEDICINA**

Diretor: **Prof. Francisco José Penna**

Vice-Diretor: **Prof. Tarcizo Afonso Nunes**

Coordenador do Centro de Pós-Graduação: **Prof. Manoel Otávio da Costa Rocha**

Subcoordenadora do Centro de Pós-Graduação: **Profa. Teresa Cristina de Abreu Ferrari**

Chefe do Departamento de Pediatria: **Profa. Benigna Maria de Oliveira**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente: **Profa. Ana Cristina Simões e Silva**

Subcoordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente: **Prof. Eduardo Araújo Oliveira**

Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – Saúde da Criança e do Adolescente:

**Alexandre Rodrigues Ferreira – Titular**

**Débora Márques de Miranda - Suplente**

**Ana Cristina Simões e Silva -Titular**

**Benigna Maria de Oliveira - Suplente**

**Eduardo Araújo de Oliveira -Titular**

**Sérgio Veloso Brant Pinheiro - Suplente**

**Ivani Novato Silva –Titular**

**Juliana Gurgel - Suplente**

**Jorge Andrade Pinto – Titular**

**Helena Maria Gonçalves Becker - Suplente**

**Marcos José Burle de Aguiar –Titular**

**Roberta Maia de Castro Romanelli - Suplente**

**Maria Cândida Ferrarez Bouzada Viana –Titular**

**Cláudia Regina Lindgren - Suplente**

**Suelen Rosa de Oliveira – Discente Titular**

**Izabel Vasconcelos Barros Poggiali – Discente Suplente**

*Dedico este trabalho às pessoas mais importantes da  
minha vida: meus pais Petrônio e Margareth, meus filhos  
Vitor e Letícia e ao Marcelo.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, onipresente; por sempre guiar meus passos e permitir com que eu finalizasse esse projeto;

Aos meus pais, fonte inesgotável de amor, carinho, compreensão e suporte, por apostarem todos os seus sonhos em mim e acreditarem que eu conseguiria. Obrigada por tudo que fizeram, fazem e farão por mim... Essa vitória também é de vocês!!!

Aos meus filhos, Vítor e Letícia, razões da minha existência, por todas as horas tomadas do nosso convívio.

Ao Marcelo, pelo companheirismo e sempre me apoiar.

À minha sogra Waldecy e ao meu sogro Dirceu pela constante ajuda com as crianças.

À Professora Maria Jussara F Fontes, pelo apoio, amizade, paciência e confiança. Por me fazer acreditar que sou capaz e que conseguiria chegar até aqui.

À saudosa Dra. Irmingard de Assis, por ter incentivado o início dessa caminhada;

Aos membros da banca de qualificação e de defesa; Profa. Dra. Claudia Ribeiro de Andrade, Profa. Dra. Cristina Gonçalves Alvim, Profa. Dra. Mery Natali Silva Abreu, Profa. Walkyria Sampaio, Prof. Joel Alves Lamounier, pelas valiosas sugestões;

À Betânia L Alexandre, Leonardo A Fogaça, Lídia Miranda Barreto e Águida Nadja M Soares, pelo apoio, amizade, por colaborarem com a coleta dos dados; sem vocês não teria conseguido finalizar;

A Juliana Mambrini, pela amizade e imensa ajuda na elaboração dos dados estatísticos. Se mostrou uma verdadeira coorientadora, mesmo não tendo essa função oficial.

A minha querida avó lêde por sempre rezar por mim me dando força em todos os momentos, e, a minha saudosa avó Tê, que tenho certeza estar sempre comigo, mesmo distante;

Aos meus irmãos, Fábio e Flávio, pelo carinho e pela torcida.

As minhas amigas e companheiras do HIJPII, Cristiane Cenacchi e Caroline Martins, por todos os momentos ausentes neste semestre, pelo apoio e amizade;

As Diretoras da Escola Estadual Arthur Joviano e Escola Estadual Henrique Diniz, pela autorização da coleta dos dados;

As crianças e adolescentes que participaram do estudo e aos seus responsáveis que autorizaram a participação;

A todos aqueles que passaram pela minha vida e que contribuíram de alguma forma para a efetivação desta tese, o meu carinho.

“O impossível existe até quando alguém duvide dele e prove o contrário”.

"A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original".

(Albert Einstein)



## RESUMO

Espirometria é um exame que avalia a função pulmonar, medindo o volume de ar que o indivíduo inspira ou expira em função do tempo. É importante, na medida em que permite diagnosticar e acompanhar as doenças respiratórias.

Os testes de função pulmonar são frequentemente interpretados com base na comparação dos valores medidos com os valores de referência derivados de indivíduos saudáveis, sem deformidades torácicas.

A maioria das equações de referência para a espirometria utiliza a idade e a altura como variáveis independentes. Outras utilizam o peso. Entretanto, devido à impossibilidade de aferir o peso e a altura em determinados grupos de pacientes, como aqueles com determinadas doenças neuromusculares, a análise da função pulmonar torna-se prejudicada.

Diante da necessidade de criar equações que se adequassem à função pulmonar de crianças e adolescentes com essas limitações, considerando uma amostra de 243 crianças e adolescentes, foram estimadas e validadas equações preditivas da capacidade vital forçada (CVF) e do volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ) da manobra de CVF que utilizam a idade e a circunferência do braço como variáveis independentes. Tal medida reflete o estado nutricional e é uma alternativa recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para pacientes cujas condições clínicas não permitem obter a altura e a envergadura do braço.

A análise estatística foi baseada, inicialmente, em medidas de tendência central e de variabilidade de todas as variáveis observadas. Para avaliar a associação entre a performance espirométrica e as medidas antropométricas, utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson e para amostras pareadas, o teste t de Student para permitir a comparação entre os valores previstos pelas equações de referência e os medidos com o uso do espirômetro. O desenvolvimento das equações preditoras para a CVF e o  $VEF_1$  baseou-se no ajuste de modelos de regressão linear, metodologia também utilizada para a validação dessas equações. Em todos os testes estatísticos, foi considerado um nível de 5% de significância.

A comparação dos valores de  $VEF_1$  e CVF, calculados pelas equações propostas neste estudo, com os valores previstos por HSU *et al.* e POLGAR e PROMADHAT mostrou diferenças significativas para crianças e adolescentes, demonstrando que essas equações mostram-se de uso limitado quando aplicadas à amostra utilizada neste estudo. Os valores de CVF previstos por Mallozi e pela equação proposta neste estudo não diferiram dos valores medidos nas crianças. Em relação ao  $VEF_1$ , somente a equação proposta apresentou este resultado positivo.

Este estudo contribuiu para a construção de uma equação alternativa que utiliza a circunferência do braço e idade como variáveis independentes e validou-a, possibilitando, dessa forma, a segura interpretação da avaliação espirométrica nos pacientes em situações em que não é possível avaliar o peso, a altura e a envergadura. **Palavras chave:** Função pulmonar. Equações de referência. Criança e adolescente.

## ABSTRACT

Spirometry is a test that evaluates lung function by measuring the volume of air inspired or expired in function of time. This examination is important in diagnosing and monitoring respiratory diseases.

The pulmonary function tests are often interpreted based on the comparison of measured values with reference values derived from healthy individuals with no chest deformities.

Most reference equations for spirometry uses the age and height as independent variables. Other uses weight. However, due to the impossibility of measuring the weight and height in certain groups of patients such as those with certain neuromuscular diseases, the analysis of lung function becomes impaired.

Faced with the need to create equations which fitted the lung function of children and adolescents with these limitations, considering a sample of 243 children and adolescents were estimated and validated predictive equations for forced vital capacity (FVC) and forced expiratory volume in one second ( $FEV_1$ ) FVC maneuvers using age and arm circumference as independent variables. This measure reflects the nutritional status and is an alternative recommended by the World Health Organization (WHO) for patients whose medical conditions do not allow to obtain the height and arm span.

Statistical analysis was based initially on measures of central tendency and variability of all the variables observed. To evaluate the association between performance spirometric and anthropometric measurements, we used the coefficient of linear correlation and paired samples Student t test to allow comparison between the values predicted by the equations of reference and measured with use the spirometer. The development of predictive equations for FVC and  $FEV_1$  was based on the setting of linear regression models, methodology also used to validate these equations. In all statistical tests, was considered a 5% level of significance.

Comparison of  $FEV_1$  and FVC, calculated by the equations proposed in this study, with the values predicted by HSU *et al.* and Polgar and Promadhat showed significant differences for children and adolescents, demonstrating that these equations are shown limited use when applied to the sample used in this study. The FVC predicted by Mallozi and the equation proposed in this study did not differ from measured values in children. In relation to  $FEV_1$ , only the proposed equation showed this positive outcome.

This study contributed to the construction of an equation that uses an alternative arm circumference and age as independent variables and validated it, allowing thereby the safe interpretation of spirometric assessment in patients in situations where it is not possible to evaluate the weight, height and armspan.

**Keywords:** Lung function, reference equations, children and adolescents.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ATS	American Thoracic Society
CI	Capacidade inspiratória
cm	Centímetros
CPT	Capacidade pulmonar total
CV	Capacidade vital
CVF	Capacidade vital forçada
COEP/UFMG	Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais
CONEP	Conselho Nacional de Ética em Pesquisa
DNM	Doença neuromuscular
F	Feminino
FC	Frequência cardíaca
FR	Frequência respiratória
Eq	Equação
ERS	European Respiratory Society
GAP	Guidance, action, progress <i>Conference Committee</i>
GLI	Global Function Initiative
IMC	Índice de massa corporal
ISAAC	The international study of asthma and allergies in childhood Steering Committee
IT	Índice de Tiffeneau
Kg	kilograma
kg/m <sup>2</sup>	Kilograma por metro quadrado
l	Litros
M	Masculino
m	Metros
mm	Milímetros
NCHS	National Center for Health Statistics
OMS	Organização Mundial de Saúde
PFE	Pico de fluxo expiratório
SpO <sub>2</sub>	Saturação periférica de oxigênio
VC	Volume corrente

VEF	Volume Expiratório Forçado
VEF <sub>1</sub>	Volume Expiratório Forçado de primeiro segundo da capacidade vital forçada
VEF <sub>1</sub> /CVF	Índice de Tiffeneau – Relação entre o volume expiratório Forçado de 1º segundo e capacidade vital forçada
VRE	Volume de reserva expiratório
VRI	Volume de reserva inspiratório
WHO	World Health Organization

## LISTA DE QUADROS

- QUADRO 1** - Comparação entre algumas equações de referência existentes para crianças e adolescentes na mesma faixa etária do estudo ..... 31
- QUADRO 2** - Equações de normalidade para a espirometria em crianças e adolescentes, propostas por Polgar e Promadhat (1971)..... 40
- QUADRO 3** - Equações de normalidade para a espirometria em crianças e adolescentes, propostas por Hsu *et al* (1979)..... 40
- QUADRO 4** - Equações de normalidade para a espirometria em crianças e adolescentes, propostas por Mallozi (1995)..... 40

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1 -</b>	Equações de regressão propostas para VEF <sub>1</sub> e CVF, de acordo com o Sexo – Circunferência do Braço e Idade como variáveis explicativas.....	18
<b>TABELA 2 -</b>	Características antropométricas e espirométricas de 181 crianças e adolescentes utilizadas no desenvolvimento da equação.....	44
<b>TABELA 3 -</b>	Comparação entre as equações previstas para VEF <sub>1</sub> .....	46
<b>TABELA 4 -</b>	Comparação entre as equações previstas para CVF.....	46
<b>TABELA 5 -</b>	Equação de regressão proposta para VEF <sub>1</sub> e CVF - Circunferência do braço, sexo e idade como variáveis explicativas.....	47
<b>TABELA 6 -</b>	Equação de regressão proposta para VEF <sub>1</sub> e CVF - Circunferência do braço e idade como variáveis explicativas .....	48
<b>TABELA 7 -</b>	Valores previstos para VEF <sub>1</sub> de acordo com a Equação de Drumond .....	48
<b>TABELA 8 -</b>	Valores previstos para CVF de acordo com a Equação de Drumond.....	49
<b>TABELA 9 -</b>	Características antropométricas e espirométricas da população utilizada na validação da equação .....	50
<b>TABELA 10-</b>	Comparação entre os valores de VEF <sub>1</sub> reais com as Equações de referência de Polgar, Hsu, Mallozi e Drumond .....	52
<b>TABELA 11 -</b>	Comparação entre os valores de CVF reais com as Equações de referência de Polgar, Hsu, Mallozi e Drumond .....	52
<b>TABELA 12 -</b>	Coefficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p* entre o VEF <sub>1</sub> real e as quatro equações .....	53
<b>TABELA 13 -</b>	Coefficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p* entre o CVF real e as quatro equações .....	53
<b>TABELA 14 -</b>	Estimativa dos parâmetros de regressão para validação da equação desenvolvida para predição de VEF <sub>1</sub> .....	54
<b>TABELA 15 -</b>	Estimativa dos parâmetros de regressão para validação da equação desenvolvida para predição de CVF.....	54

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> -	Curvas fluxo-volume e volume-tempo .....	26
<b>Figura 2</b> -	Distribuição empírica das variáveis de interesse .....	45
<b>Figura 3</b> -	Diferença entre os valores de $VEF_1$ entre as equações .....	45
<b>Figura 4</b> -	Distâncias entre Valores medidos e previstos de $VEF_1$ nos grupos feminino e masculino .....	46
<b>Figura 5</b> -	Diferença entre os valores medidos e previstos pelas equações de referência para $VEF_1$ .....	51
<b>Figura 6</b> -	Diferença entre os valores medidos e previstos pelas equações de referência para CVF .....	51

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO.....</b>	<b>17</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Espirometria .....</b>	<b>24</b>
<b>2.2 Fatores que influenciam nos valores de referência .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3 Valores e equações de referência .....</b>	<b>29</b>
<b>3 OBJETIVOS.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Geral .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2 Específicos .....</b>	<b>34</b>
<b>4 CASUÍSTICA E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>4.1 Amostra.....</b>	<b>35</b>
<b>4.2 Critérios de inclusão .....</b>	<b>36</b>
<b>4.3 Critérios de exclusão .....</b>	<b>36</b>
<b>4.4 Procedimentos .....</b>	<b>37</b>
4.4.1 Equipe de coleta .....	37
4.4.2 Avaliação clínica do sistema respiratório .....	37
4.4.3 Questionário ISAAC.....	38
4.4.4 Medidas antropométricas .....	38
4.4.5 Espirometria.....	39
<b>4.5 Equações de referência .....</b>	<b>40</b>
<b>4.6 Ética e pesquisa .....</b>	<b>41</b>
<b>4.7 Análise estatística.....</b>	<b>41</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>44</b>
<b>5.1 Desenvolvimento da equação: .....</b>	<b>44</b>
5.1.1 Descrição da amostra .....	44
5.1.2 Diferença entre os valores de CVF e VEF <sub>1</sub> previstos de acordo com as equações e os valores medidos com o espirômetro (amostra de desenvolvimento) .....	45
5.1.3 Equação proposta.....	47



<b>5.2 Validação das equações .....</b>	<b>49</b>
5.2.1 Descrição da amostra .....	49
5.2.2 Análise comparativa dos valores obtidos por meio das quatro equações teóricas com os efetivamente medidos por meio do teste de função pulmonar com o uso de um espirômetro .....	51
5.2.3 Validação .....	54
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS E APÊNDICES .....</b>	<b>70</b>

## PREFÁCIO

Afirma *Auguste Comte*: “Não se conhece completamente uma ciência enquanto não se souber da sua história”. Assim, vou iniciar resumindo a minha trajetória, para facilitar o entendimento desta tese.

Primeiramente, gostaria de salientar que aqui será feita uma mescla de razão e emoção, estatística e coração, dados e palavras, verdade e emoção.

Em 2006, após coletar “milhões” de dados e estar esgotada, pois não conseguia alcançar meus objetivos, sendo que meu prazo para a defesa de mestrado estava se encerrando, eu e a minha estatística encontramos uma solução: propor uma equação de referência para espirometria em crianças e adolescentes. A ideia surgiu após analisar a função pulmonar de crianças e adolescentes saudáveis, entre 7 e 14 anos, com diferentes índices de massa corporal, de duas escolas de Belo Horizonte, e encontrar diferenças nos valores medidos e previstos para a capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo ( $VEF_1$ ), entre as equações de referência para espirometria, com base nos autores Hsu *et al.* (1979), Polgar e Promadhat (1971) e Mallozi (1995). Em consequência dessa análise, observou-se a necessidade de criar equações que refletissem melhor a função pulmonar de crianças e adolescentes com diferentes índices de massa corporal.

Para a elaboração da equação, foram consideradas como variáveis independentes as medidas antropométricas (altura, peso, índice de massa corporal, circunferência do braço e prega cutânea tricipital), assim como idade e sexo. As variáveis dependentes (ou variáveis resposta) foram CVF e  $VEF_1$ , que avaliam a performance espirométrica.

Na análise estatística, realizou-se a análise descritiva dos dados, por meio de medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (desvio padrão) para todas as variáveis observadas. Para determinar a associação entre a performance espirométrica e as medidas antropométricas, utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Pearson. Para determinar os modelos preditivos, buscou-se combinar as medidas antropométricas que melhor explicassem a performance espirométrica. Foi utilizado o modelo de regressão linear múltiplo, ajustado pelo método passo a passo descendente. Dessa forma, primeiramente, ajusta-se o modelo completo (com todas as variáveis independentes) e avalia-se o modelo após

a exclusão de cada variável independente considerada no estudo, todas selecionadas de acordo com o nível de significância do coeficiente da variável. A equação final foi aquela contendo apenas variáveis independentes significativas escolhidas com base no maior coeficiente de determinação  $R^2$  da variável dependente.

Após a determinação da equação de regressão, os resíduos foram avaliados quanto às suposições de independência, variabilidade constante e normalidade. O modelo final apresentado atendeu a todas as suposições dos resíduos.

Propôs-se, então, uma equação de referência final para CVF e  $VEF_1$ , utilizando idade e circunferência do braço como variáveis independentes, como mostra a TABELA 1.

**TABELA 1**

Equações de regressão propostas para  $VEF_1$  e CVF, de acordo com o Sexo – Circunferência do Braço e Idade como variáveis explicativas

Resposta	Variável	Sexo Feminino			Sexo Masculino		
		Coefficiente	Valor p	$R^2$	Coefficiente	Valor P	$R^2$
$VEF_1$	Idade	0,1642	0,000	70%	0,1102	0,000	82,8%
	Circ. Braço	0,0792	0,000		0,0859	0,000	
	Constante	-1,4480	0,000		-1,0271	0,000	
CVF	Idade	0,1737	0,000	71,5%	0,1364	0,000	86,8%
	Circ. Braço	0,0937	0,000		0,1042	0,000	
	Constante	-1,6190	0,000		-1,3893	0,000	

Resumindo, as equações propostas na dissertação de mestrado foram:

**Sexo feminino**

$$VEF_1 = - 1,45 + 0,164 \text{ Idade} + 0,0791 \text{ Circunferência do braço}$$

$$CVF = - 1,62 + 0,174 \text{ Idade} + 0,0937 \text{ Circunferência do braço}$$

**Sexo Masculino:**

$$VEF_1 = - 1,03 + 0,110 \text{ Idade} + 0,0859 \text{ Circunferência do braço}$$

$$CVF = - 1,39 + 0,136 \text{ Idade} + 0,104 \text{ Circunferência do braço}$$

As equações foram criadas (Drumond 2006) com as variáveis independentes idade e circunferência do braço, que se mostraram adequadas ao modelo, pois apresentaram forte correlação ( $R^2 > 70\%$ ) com a CVF e a VEF<sub>1</sub>. A circunferência do braço reflete o estado nutricional e é uma alternativa recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para os pacientes cujas condições clínicas não permitem obter a altura e a envergadura.<sup>1</sup>

“Qualquer ideia poderosa é de todo fascinante e de todo inútil até resolvermos usá-la.” (*Richard Bach*)

Após a conclusão do mestrado, a doutora Irmingard (in memoriam) deparou-se com certas dificuldades em escolher a melhor equação de referência para analisar a função pulmonar em pacientes com doença neuromuscular, pois as equações de referência existentes utilizam as medidas peso e altura como variáveis independentes, e nesses pacientes a aferição da altura de pé e envergadura do braço se torna difícil. Então, ela solicitou a minha autorização para utilizar as equações no serviço de pneumologia pediátrica do Hospital das Clínicas da UFMG, mesmo que ainda não estivessem validadas.

No final de 2008, quando se abriram as inscrições para o doutorado, a doutora Jussara me convenceu, com sua calma, paciência e jeitinho doce de falar, de que eu precisava dar essa contribuição, visto que as equações já estavam sendo utilizadas.

A contragosto do meu marido, participei da seleção, no final de 2008, tendo sido aprovada em segundo lugar. Comecei o doutorado em 2009.

Muita coisa aconteceu: muito trabalho e muita luta. No ano de 2010, infelizmente, a doutora Irmingard nos deixou.

Pensei várias vezes em desistir, pois conceber uma tese de doutorado exige muita dedicação, trabalho, disciplina e sacrifício. Então, a doutora Jussara, novamente com suas palavras sábias e seu jeitinho carinhoso, convenceu-me a continuar, dizendo que eu tinha essa dívida com a doutora Irmingard e que deveria tentar validar as equações de referência propostas no mestrado para permitir a segura interpretação espirométrica dos pacientes impossibilitados de medir as variáveis antropométricas peso, altura e envergadura do braço.

---

<sup>1</sup> Envergadura: medida do comprimento entre a ponta dos dedos mais longos (direito e esquerdo) com os braços estendidos horizontalmente.

Então, segui em frente, mesmo com um conjunto de obrigações e dificuldades enfrentadas por ser mãe do Vítor, professora universitária, coordenadora de pós-graduação, esposa, dona de casa, doutoranda e, mais uma novidade: um segundo filho a caminho. Em agosto de 2011, nasceu a Letícia.

“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem.”  
(*Guimarães Rosa*)

Graças a Deus, o tempo passou, e eu continuei a minha caminhada. A coleta de dados do doutorado foi idêntica à do mestrado, e a análise estatística teve como principal objetivo a validação das equações. Foram utilizadas, para isso, medidas descritivas, testes de correlação, análise comparativa através da síntese das diferenças entre os valores previstos e os medidos em cada criança, com o uso do Box-plot e de medidas da distância euclidiana, e de modelos de regressão linear.

Os resultados referentes a esta análise, apresentados à banca de qualificação, estão relatados no Anexo 3.

Entretanto, após todo este esforço analítico, foi possível validar somente as equações para o sexo masculino, o que me causou uma terrível decepção, bem como à doutora Jussara e aos membros da banca de qualificação.

“Uma vida fácil nada nos ensina. No fim, é o aprendizado que importa: o que aprendemos e como nos desenvolvemos” (*Richard Bach*).

O trabalho foi reestruturado, a partir das valiosas sugestões dos membros da banca de qualificação e da minha querida estatística, Juliana Mambrini, que me sugeriu reelaborar a equação. Os resultados serão apresentados ao longo da tese.

"E ao final de nossas longas explorações chegaremos finalmente ao lugar de onde partimos e o conheceremos então pela primeira vez...." (*Eliot*, citado por *Rubem Alves*)

# 1 INTRODUÇÃO

Espirometria é a medida dos volumes e dos fluxos gerados durante os ciclos respiratórios basais ou forçados. De acordo com Etemadinezhad e Alizadeh (2011), é um dos melhores métodos de avaliação da função pulmonar. Trata-se de uma manobra esforço-dependente, que necessita de certos cuidados e condições básicas, como a compreensão e colaboração do paciente (que deve ser bem instruído), de equipamentos devidamente calibrados e aferidos e do emprego de técnicas padronizadas e aplicadas por pessoal especialmente treinado (MILLER et al., 2005).

Segundo Mandadzhieva *et al.* (2012), a espirometria é a forma básica de obter informações sobre volumes pulmonares, capacidade vital (CV), capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado no primeiro segundo da manobra de CVF ( $VEF_1$ ). A CVF é o volume máximo de ar exalado com esforço máximo até o volume residual (VR), a partir de uma inspiração máxima. O  $VEF_1$  é o volume de ar expirado no primeiro segundo de uma manobra expiratória forçada de CVF. A relação  $VEF_1/CVF$  é utilizada para definir o tipo de distúrbio. Este índice mede a fração da CVF liberada em um segundo (MILLER et al., 2005).

Medidas de função pulmonar são importantes para diagnosticar e acompanhar as doenças respiratórias (LIOU e KANNER, 2009), monitorizar o prognóstico e o estado de saúde e, também, avaliar o grau de prejuízo respiratório nas doenças neuromusculares (BIRNKRANT 2002). A interpretação das medidas, normalmente, baseia-se em comparações de dados medidos em pacientes individuais com valores de referência preditos de pessoas normais.

Uma forma utilizada para a avaliação da função pulmonar é a existência de equações de regressão, que constitui um método alternativo, econômico e eficiente de desenvolver os valores esperados para uma população. Elas proporcionam um contexto para a avaliação dos valores da função pulmonar nos sujeitos individuais em comparação à distribuição de medidas em uma população de referência (ATS, 1991). Entretanto, deve-se observar que a população para comparação deve ser equivalente à população pesquisada em relação a raça, idade e localização geográfica. Além disso, deve ser testada com o mesmo equipamento. Algumas equações de referência para a espirometria podem superestimar ou subestimar os valores espirométricos para a população (SUBBARAO *et al.*, 2004).

Nas últimas décadas, foram propostas equações de referência espirométricas provenientes de populações heterogêneas e sem critérios de inclusão uniformes na América do Norte e na Europa e, os espirômetros usados no Brasil são geralmente importados e trazem incluídas as equações de valores previstos do país de origem. Deste modo, estes referenciais têm sido usados na rotina de atendimento de crianças e adolescentes, especialmente a tabela de Knudson *et al.* (1976); Polgar *et al.* (1971) e Hsu *et al.* (1979).

Outro fator importante é que a maioria das equações de referência utilizadas para a população pediátrica baseia-se em estudos realizados há mais de vinte anos e podem não representar os dados obtidos na população atual, resultando em erros de interpretação da função pulmonar (X BAUR *et al.*, 1999 e KOOPMAN *et al.*, 2011).

Pellegrino *et al.* (2005), recomendam a atualização frequente dos valores de referência, pois as equações de referência publicadas previamente podem ser inapropriadas para a população pediátrica de hoje, resultando em erros de interpretação da função pulmonar. Pereira *et al.* (2007), Chhabra *et al.* (2012) e Koopman *et al.* (2011) relataram que os valores funcionais mudam com o tempo, como resultado de mudanças das condições ambientais, nutricionais e epidemiológicas, do progresso tecnológico dos equipamentos e da maior precisão das medidas (efeito de coorte). Valores de referência devem ser obtidos periodicamente, utilizando-se metodologia adequada, particularmente no que diz respeito a seleção da amostra, equipamentos acurados e treinamento de técnicos, caso contrário haverá perda de sensibilidade na detecção de condições anormais.

De acordo com Chhabra *et al.* (2012), a função pulmonar é influenciada por fatores antropométricos, de gênero, ambientais, genéticos, socioeconômicos e técnicos. Para prever a função pulmonar, equações com variáveis antropométricas, sexo e raça têm que ser estudadas extensivamente e documentadas na literatura. Além disso, tem sido recomendado cuidado na seleção dos equipamentos, critérios para a escolha de valores de referência, normatização da execução e interpretação dos testes. Preconizam, ainda, uma abordagem diferenciada para a faixa etária pediátrica (PEREIRA 2002).

O estado nutricional de um indivíduo relaciona-se com seu estado de saúde e tem papel fundamental na integridade do sistema respiratório (FUNG *et al.*, 1990). A obesidade altera a relação entre o pulmão, a caixa torácica e o diafragma, aumentando a complacência da parede torácica, reduzindo o volume e prejudicando

a via aérea e a função dos músculos esqueléticos torácicos (RAY *et al.*, 1983). A antropometria é o mais importante preditor da espirometria (FACCHINI *et al.*, 2007). Por esse motivo, as equações de referência para a espirometria utilizam variáveis antropométricas para explicar a função pulmonar.

A maioria das equações de referência utiliza a idade e a altura como variáveis independentes. Outras utilizam o peso. Entretanto, devido à dificuldade de aferir o peso, a altura e a envergadura em alguns grupos de pacientes, como aqueles com determinadas doenças neuromusculares (DNM) ou qualquer outra condição que dificulte tais medidas, a interpretação da função pulmonar torna-se prejudicada.

As DNM constituem um grupo de doenças relativamente comuns, com prevalência de 1 em 3000 pessoas. Tornam-se clinicamente aparentes durante a infância (HULL *et al.*, 2012). Nessas doenças, a insuficiência respiratória decorre de um processo de disfunção ventilatória, em que a fraqueza da musculatura respiratória leva à alteração da mecânica respiratória, seguida de episódios de hipoventilação alveolar (HUKINS e HILLMAN, 2000). Nestes pacientes o teste de função pulmonar é um excelente instrumento para avaliar o grau de prejuízo respiratório e também para indicar a terapêutica (BIRNKRANT 2002).

A lacuna que este trabalho se propõe a responder está fundamentada na dificuldade de avaliar a função pulmonar em alguns pacientes com doenças neuromusculares, por causa das limitações em aferir peso, envergadura do braço e altura, devido a contraturas e limitação articular que impedem a ampla extensão dos braços, dificultando a escolha da equação de referência. A validação das novas equações permitiria a realização da avaliação espirométrica nesses pacientes, visto que a circunferência do braço é uma medida simples de ser realizada. Trata-se de propedêutica de alta relevância diante da possibilidade de insuficiência respiratória que as doenças neuromusculares com frequência determinam.

Este estudo, portanto, contribuiu para a proposta de uma nova equação de referência que pode ser utilizada em situações nas quais o crescimento da criança e do adolescente está comprometido. A circunferência do braço mostrou ser uma alternativa válida e confiável.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Espirometria

A espirometria é um teste de fisiologia respiratória que mede volumes e fluxos inalados ou exalados pelo indivíduo em função do tempo (MILLER et al., 2005). É, provavelmente, a técnica de função pulmonar mais amplamente realizada em crianças em idade escolar, adolescentes e adultos (BEYDON N., 2009). Trata-se de um procedimento bem estabelecido e amplamente utilizado para a avaliação da função pulmonar tanto em indivíduos saudáveis como em pacientes com doenças respiratórias (KONTAKIOTIS et al., 2011).

Os testes de função pulmonar servem a muitos propósitos clínicos (CLAUSEN, 1982). Podem monitorizar o prognóstico e o estado de saúde, antes de se iniciarem os programas de atividade física, além de avaliarem o risco de procedimentos cirúrgicos. Outra aplicação está na utilização em saúde pública, nas pesquisas epidemiológicas e clínicas e na derivação de equações de referência (MILLER et al., 2005; PEREIRA, 2002; RODRIGUES et al., 2002).

A espirometria deve ser realizada para confirmar ou esclarecer hipóteses diagnósticas e acompanhar a evolução do envolvimento do sistema respiratório em certas doenças pulmonares (SEED et al., 2012). Constitui um importante instrumento para a avaliação da resposta à terapêutica, ao risco de desenvolver doença pulmonar, à exposição a agentes nocivos e às reações adversas a drogas com toxicidade pulmonar conhecida e a avaliação do grau de prejuízo respiratório nos doentes neuromusculares.

Por meio da espirometria, é possível determinar a CV, a capacidade inspiratória (CI), o volume de reserva inspiratório (VRI), o volume de reserva expiratório (VRE), a CVF e os volumes e fluxos dela originados - por exemplo, o VEF<sub>1</sub>. As técnicas recomendadas para obtenção dos vários parâmetros espirométricos em crianças foram normatizadas pela *American Thoracic Society* (ATS) e pelo *GAP Conference Committee* (Guidance, action, progress).

Para a medida de CVF solicita-se ao indivíduo inspirar até a capacidade pulmonar total (CPT), e depois expirar rápido e intensamente em um espirômetro de volume ou de fluxo. O volume expirado pode ser lido diretamente a partir de um

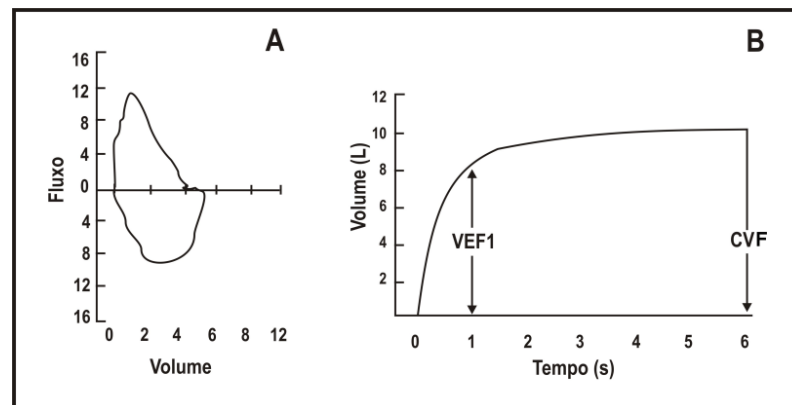
traçado de volume-tempo. O  $VEF_1$  pode ser medido introduzindo-se mecanismos de mensuração de tempo na manobra da CVF em intervalos escolhidos - por exemplo, um segundo. Normalmente isso é feito registrando-se a CVF num gráfico de papel que se move numa velocidade fixa (PEREIRA, 2002).

Para obter-se maior confiabilidade dos dados, devem ser realizados pelo menos três testes aceitáveis e dois reproduzíveis com valores bem semelhantes. Em crianças, devido aos menores volumes pulmonares, aceita-se que a diferença máxima seja de 15% entre os testes (SEED, 2012). Se esses critérios não forem obtidos após oito tentativas ou se o paciente não pode ou não consegue continuar, deve-se interromper o teste e utilizar as três melhores curvas para a escolha dos parâmetros. A CVF e o  $VEF_1$  selecionados devem ser os maiores obtidos de qualquer curva, e não necessariamente serem provenientes da mesma curva (ATS/ERS, 2005; BEYDON, 2009).

Os critérios de reprodutibilidade são úteis para determinar a necessidade da realização de mais de três manobras da CVF. Recomenda-se, conforme normas da *American Thoracic Society* (MILLER et al., 2005), que cada teste seja repetido no mínimo três vezes e no máximo oito.

Os aparelhos utilizados são os espirômetros, que devem seguir os padrões de qualidade aprovados pela ATS ou pela *British Thoracic Society* (BTS). Recomenda-se que todo equipamento seja capaz de gerar as curvas espirométricas na forma impressa. Este requisito se deve a três propósitos básicos: a) *controle de qualidade* – verificação de teste feito corretamente; b) *validação* – validar a acurácia do equipamento e do programa do computador utilizado pelo mesmo; e c) *cálculo manual* – na ausência de sistema computadorizado, os valores serão calculados por meios gráficos (PEREIRA, 2002).

Os resultados espirométricos devem ser expressos em gráficos de volume-tempo e fluxo-volume (Figura 1). É essencial que um registro gráfico acompanhe os valores numéricos obtidos no teste.



**Figura 1** - Curvas fluxo-volume e volume-tempo

Fonte: PEREIRA (2002).

Os fatores que interferem na função pulmonar são técnicos e biológicos. Os fatores técnicos estão relacionados aos instrumentos de medida, à postura do indivíduo, ao observador, ao procedimento, aos programas computadorizados, à temperatura e à altitude. Os fatores biológicos relacionam-se às variações intraindivíduos, interindivíduos e interpopulacional. As principais fontes de variação intraindivíduos nos testes de função pulmonar são: posição corporal, posição da cabeça, esforço máximo para gerar fluxo e ritmo circadiano (ATS, 1991).

Para a interpretação da espirometria existem alguns passos necessários para alcançar a padronização: desempenho do equipamento, validação e controle de qualidade, desempenho do paciente, procedimento de medida, aceitabilidade e reprodutibilidade, valores de referência e interpretação, entre outros (MILLER et al., 2005).

Os valores obtidos devem ser comparados a valores previstos adequados para a população avaliada (ATS, 1994; I CONSENSO BRASILEIRO SOBRE ESPIROMETRIA, 1996).

Os guias internacionais de padronização da medida e interpretação da função pulmonar (ATS, ERS) recomendam o desenvolvimento de equações preditivas da função pulmonar específicas para cada população (Al-RIYAMI *et al.*, 2004).

## 2.2 Fatores que influenciam nos valores de referência

As variáveis funcionais que influenciam a função pulmonar são:

- a) Sexo - responde por 30% da variação da função pulmonar. É usual a separação das equações de referência por sexo (PEREIRA, 2002). Contudo, após o ajuste para a altura, as diferenças na previsão são inferiores a 15% (DIAS, 1990). De acordo com Dirksen e Groth (1986), a diferença entre os sexos independe de idade, altura e peso. Pereira *et al.* (2007) relatam que tal diferença pode ser explicada pelos padrões distintos de obesidade – no masculino, um padrão abdominal, que afeta mais a capacidade ventilatória; no sexo feminino, um padrão periférico (LAZARUS *et al.*, 1997). Outros trabalhos confirmaram a diferença entre os gêneros para a CVF e para o VEF<sub>1</sub>, sendo os valores para o sexo masculino sistematicamente superiores aos do sexo feminino (ENRIGHT *et al.*, 2000; JOSEPH *et al.*, 2000; SCHWARTZ *et al.*, 1988b).
- b) Idade - identifica as fases de desenvolvimento e de envelhecimento pulmonar. Inicialmente, os valores dos volumes e dos fluxos tendem a aumentar aceleradamente com a idade (até os 17 ou 18 anos). Posteriormente (depois dos 20 anos), há um decréscimo lento e alinear (DIAS, 1990).
- c) Altura - a função pulmonar aumenta em função do crescimento corporal. A altura está positivamente correlacionada com os volumes pulmonares. Ou seja, quanto maior a altura maiores os valores dos parâmetros. A altura é o determinante isolado mais importante da função pulmonar após a diferença entre os gêneros. Segundo Pereira, 2002, indivíduos de estatura elevada podem exibir valores falsamente reduzidos da relação VEF<sub>1</sub>/CVF devido a maior geração de força muscular expiratória, com compressão das vias aéreas. De acordo com Miller *et al.* (2005), altura e idade são as variáveis explicativas mais importantes nas equações de referência para espirometria. Ambas aparecem consistentemente nas equações de referência para adultos, mas em crianças a altura é comumente utilizada sem a idade (QUANJER *et al.*, 2012a).

- d) Peso - tem um efeito significativo sobre os valores da função pulmonar em adultos e em adolescentes. Pesos diferentes para uma mesma altura podem indicar desenvolvimento muscular ou obesidade, com efeitos contrários sobre os volumes pulmonares. O aumento do peso, primeiramente, aumenta a função pulmonar (efeito muscular) e, depois, diminui (efeito da obesidade) (PEREIRA *et al.*, 2007; DIAS, 1990). A obesidade altera a relação entre o pulmão, a caixa torácica e o diafragma, aumentando a complacência da parede torácica, reduzindo o volume e prejudicando a via aérea e a função dos músculos esqueléticos torácicos (RAY *et al.*, 1983).
- e) Índice de massa corporal - Pistelli *et al.* (1992) relatam que o IMC prediz o VEF<sub>1</sub> e o fluxo pulmonar, mas em uma extensão menor que a idade. Entretanto, a interpretação biológica da contribuição do IMC é limitada, dada a sua dependência da gordura corporal e da massa muscular. A influencia oposta do sobrepeso no volume pulmonar dos gêneros masculino e feminino pode ser explicada através dos diferentes padrões de gordura ou diferente desenvolvimento da massa muscular (PISTELLI *et al.*, 1992). A gordura abdominal e a torácica, provavelmente, têm efeitos diretos no movimento do diafragma e parede torácica (SALOME *et al.*, 2010). A validade do IMC é baseada na boa correlação que este apresenta com a gordura corporal, principalmente a gordura interna, que, por sua vez, está associada a fatores de risco para desenvolvimento de doença crônica (ANJOS, 1992; HIGGINS *et al.*, 1988). O peso e o IMC exercem um inegável efeito na função pulmonar, mas perderam sua importância nos resultados espirométricos preditivos após levar em consideração a idade e a altura (COLLINS *et al.*, 1995; MOHAMED *et al.*, 2002).
- f) Etnia - tem mostrado ser causa importante de variação da função pulmonar (ROSENTHAL *et al.*, 1993). As diferenças étnicas têm sido atribuídas a vários fatores, incluindo diferenças antropométricas, como altura sentada, altura de pé e peso (ARNALL *et al.*, 2009) e diferenças no tamanho e forma da caixa torácica, força dos músculos respiratórios, nutrição e desenvolvimento do parênquima pulmonar (AI-RIYAMI *et al.*, 2004). Indivíduos negros têm menor volume pulmonar para determinada altura, devido à menor proporção entre o

tórax e o comprimento das pernas em comparação com os indivíduos brancos (PITTMAN *et al.*, 2011).

No Brasil, a miscigenação racial e a migração interna dificultam a correlação de valores em função da raça, o que efetivamente não é realizado (DIAS, 1990).

- g) Circunferência do braço – trata-se de um método que pode ser utilizado em crianças para estimar a área de gordura e a área muscular do braço, a ser analisado em percentis para idade e sexo, segundo padrão de medidas utilizado como referência (ENGSTROM, 2002; FRISANCHO, 1981; GERVER, 1988 apud VOORHOEVE, 1990). É um método simples, rápido e relativamente independente da idade. O uso da circunferência do braço é recomendado pela Organização Mundial de Saúde (OMS) como uma medida alternativa para os casos em que não é possível obter outras medidas, como peso, estatura e envergadura, para acrescentar informações a outras medidas ou realizar a triagem na população devido a suas limitações (BARROS; VICTORA 1998; ENGSTROM, 2002). A circunferência do braço é um indicador que pode ser utilizado sozinho ou associado com a prega cutânea tricipital para avaliar a composição corporal (SIGULEM *et al.*, 2000). Não existem equações de referência para espirometria que utilizam a circunferência do braço como variável explicativa.

### 2.3 Valores e equações de referência

Os testes de função pulmonar são frequentemente interpretados com base na comparação dos valores medidos com os valores de referência derivados de indivíduos saudáveis sem deformidades torácicas (COTES *et al.*, 2001).

O termo *valores de referência* foi introduzido para evitar dificuldades que circundam o termo *valores normais* (PEREIRA, 2002).

A precisão com que os testes de função pulmonar são interpretados depende da seleção apropriada da equação de referência. Erros de interpretação com respeito à superestimação e à subestimação de anormalidades da função pulmonar podem ocorrer se equações de referência inapropriadas forem utilizadas (THOMPSON *et al.*, 2011). Além disso, variar equações ao avaliar a função

pulmonar longitudinalmente no mesmo indivíduo pode criar mais interpretações imprecisas dos resultados (STANOJEVIC *et al.*, 2010).

Para as medidas de CVF e VEF1, existem equações que permitem comparar os valores do paciente com as medidas derivadas de indivíduos normais com a mesma idade, sexo, altura e etnia.

Atualmente, existem várias equações disponíveis para a espirometria em diferentes populações (Quadro 1), entretanto, há variabilidades significativas em termos de número de sujeitos, faixa etária da população, equipamentos e critérios de inclusão utilizados (STANOJEVIC *et al.*, 2010, QUANJER *et al.*, 1995)

**QUADRO 1**

Comparação entre algumas equações de referência existentes para crianças e adolescentes na mesma faixa etária do estudo.

<b>Referência</b>	<b>Ano</b>	<b>Número</b>	<b>População estudada</b>
Berglund et al.	1963	296M e 201F	Pessoas saudáveis de 7 a 70 anos
Knudson et al.	1976	291M e 455F	Pessoas saudáveis, não fumantes, Idade 9 a 79 anos, Tuckson, Arizona.
Cotes et al. *Utilizaram altura sentada	1979	120M e 134F	Crianças e adolescentes gêmeos saudáveis de 8 a 16 anos, Cardiff, País de Gales, Reino Unido.
Hsu et al.	1979	Hispanicos: 259M e 297F Caucasianos: 335M e 382F Africanos: 216M e 311F	Crianças e adolescentes Hispanicas, Caucasianas e Africanas saudáveis, de 7 a 20 anos, Houston.
Hsi et al. *Utilizaram altura sentada	1983	Hispanicos: 259M e 297F Caucasianos: 335M e 382F Africanos: 216M e 311F	Crianças e adolescentes Hispanicas, Caucasianas e Africanas saudáveis, de 7 a 20 anos, Houston.
Neukirch et al.	1988	Polinésios: 180M e 190F Europeus: 202M e 179F Chineses: 135M e 121F	Crianças chinesas, europeias e polinésias – idade média 14,4 anos, estudantes em Tahiti
Schwartz et al	1988	1012M e 951F	Africanos, e caucasianos saudáveis, não-fumantes, com idade entre 6 e 24 anos.
Olanrewaju	1991	131	Crianças e adolescentes escolares, Nigéria
Shamssain	1991	973M e 1026F	Crianças negras escolares, não tabagistas, Umtata, África do Sul.
Rosenthal et al. (somente altura)	1993	455 M e 317F	Crianças e adolescentes brancos de 4 a 18 anos, de Ohio.
Quanjer et al.	1995	3592M e 2269F	Crianças e adolescentes caucasianos, faixa etária 6 a 21 anos, de diferentes países da Europa.
Chowgule et al.	1995	354M e 278F	Crianças saudáveis urbanas, Índia.
Hankinson et al.	1999	Hispanicos: 1116M e 1523F Caucasianos: 898M e 1383F Africanos: 1027M e 1481F	Crianças e adultos não fumantes, assintomáticos, EUA (estudo NHANES III).

Continua

Continuação



Referência	Ano	N	População estudada
Vijayan et al.	2000	246M e 223 F	Crianças e adolescentes saudáveis, 7 a 19 anos, Sul da Índia.
Kivastik e Kingisepp	2001	527M e 643F	Crianças escolares, não fumantes, Estônia.
Manzke et al.	2001	213M e 187F	Crianças hospitalizadas sem doença pulmonar, Alemanha.
Zverev e Gondwe	2001	230M e 284F	Crianças escolares, saudáveis, urbanas, Malawi.
Golshan et al.	2003	1793M e 1420F	Crianças e adultos persas, que nunca fumaram regularmente, Iran.
Havryk et al.	2003	130M e 119F	Crianças e adultos Sherpas, sem doença pulmonar, com menos de 5 anos de tabagismo, de Khunde e Khumjung, Nepal.
Pérez-Padilla et al.	2003	2076M e 1943F	Escolares de 8 a 20 anos da cidade do México.
Al-Riyami et al.	2004	382M e 455F	Crianças que frequentam escolas primárias, intermediárias e secundárias em Al-Khod, Oman.
Boskabady et al.	2004	208M e 185F	Crianças não fumantes, sem doença cardiopulmonar, idade 8 a 18 anos, Mashhad, Iran.
Trabelsi et al.	2004	581M e 533F	Crianças e adolescentes Tunisianas, de 6 a 16 anos, assintomáticas, não fumantes. Tunísia.
Quanjer et al.	2012	57.395 caucasianos, 4.992 norte-asiáticos, 8.255 sul-asiáticos e 3.545 africanos.	Indivíduos saudáveis de 3 a 95 anos

Golshan *et al.* (2007) relatam que a maioria das equações para a função pulmonar utiliza a idade e a altura de pé como variáveis independentes; porém, muitas equações permitem a opção de substituir a altura de pé pela envergadura para pacientes incapazes de ficar de pé, devido a membros ausentes, pacientes com deformidades esqueléticas, escoliose grave ou outra anormalidade.

Hibbert *et al.* (1988), todavia, afirmam que estimar a altura pela envergadura do braço é controverso, devido à relação entre a altura e a envergadura, que varia com a idade e a população.

A altura sentada também foi usada ocasionalmente para derivar equações de normalização em vez da altura em pé em algumas populações selecionadas (COTES *et al.*, 1979, e HSI *et al.*, 1983). Estes autores relatam que o uso da medida da altura sentada como um preditor da função pulmonar normal pode ser menos propenso a variação devido à etnia do que o uso da altura de pé. Alguns conjuntos

de valores previstos incluem o peso corporal em equações de referência espirométricas (MALLOZI, 2005).

Testes de função pulmonar em crianças com DNM típica mostram um padrão restritivo, com diminuição da capacidade vital, da capacidade pulmonar total e da capacidade residual funcional e com uma aparente preservação da relação volume expiratório forçado em 1 s ( $FEV_1$ ) / capacidade vital forçada (CVF) (HULL *et al.*, 2012). Eles servem para quantificar a gravidade de doença já diagnosticada (RODRIGUES *et al.*, 2002) e indicar a terapêutica.

## 3 OBJETIVOS

### 3.1 Geral

Propor e validar novas equações preditivas para a espirometria em crianças e adolescentes saudáveis (Equações de Drumond) tendo como variáveis explicativas a idade e a circunferência do braço.

### 3.2 Específicos

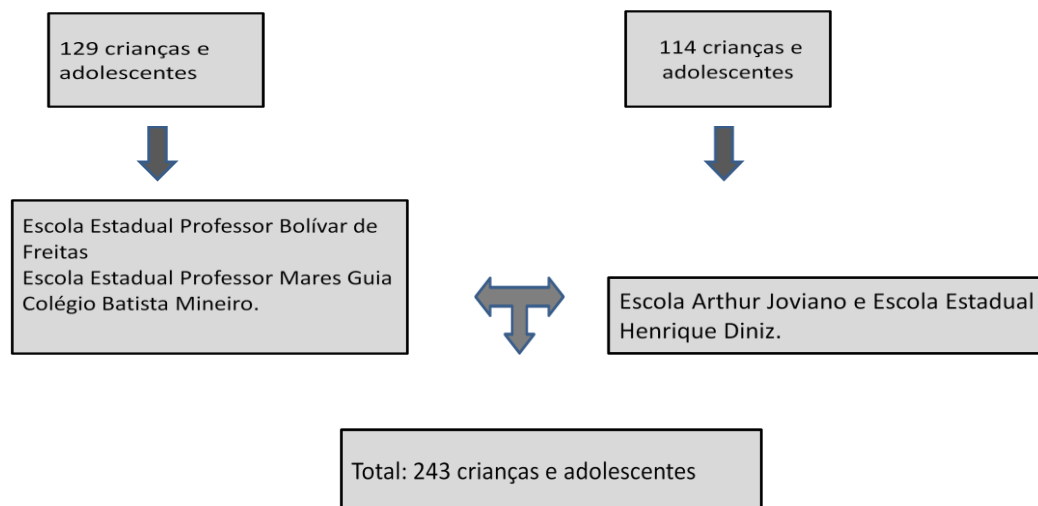
- Avaliar as medidas de  $VEF_1$  e CVF, calculados a partir das equações de Polgar e Promadhat (1971), Hsu *et al.* (1979) e Mallozi (1995).
- Comparar as medidas de  $VEF_1$  e CVF das equações de Polgar e Promadhat (1971), Hsu *et al.* (1979) e Mallozi (1995) com a equação de Drumond que utiliza a circunferência do braço e idade como variáveis independentes, em crianças e adolescentes saudáveis.

## 4 CASUÍSTICA E MÉTODOS

### 4.1 Amostra

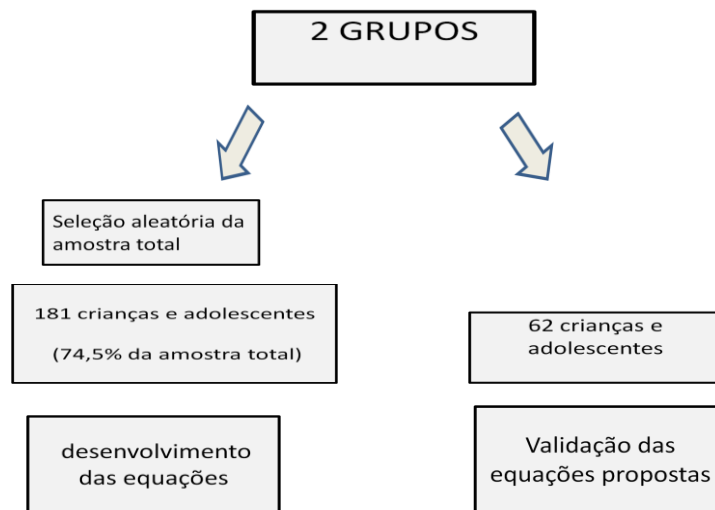
Procedeu-se ao levantamento de dados em duas etapas, em escolas públicas e particulares de Belo Horizonte. O primeiro contemplou 129 crianças e adolescentes estudantes de três escolas de Belo Horizonte: Escola Estadual Professor Bolívar de Freitas, Escola Estadual Professor Mares Guia e Colégio Batista Mineiro. O segundo contemplou 114 crianças e adolescentes estudantes de duas escolas públicas de Belo Horizonte: Escola Arthur Joviano e Escola Estadual Henrique Diniz. Portanto, a amostra totalizou 243 crianças.

#### LEVANTAMENTO DE DADOS: 2 Etapas



A amostra foi dividida em dois grupos: um selecionado aleatoriamente da amostra total, composto por 181 crianças (74,5% da amostra total) e utilizado para o desenvolvimento das equações; e um composto por 62 crianças, utilizado para validação das equações estimadas.

## AMOSTRA



### 4.2 Critérios de inclusão

Para a inclusão na amostra definida para este estudo, definiram-se como critérios: crianças e adolescentes de 7 a 14 anos completos, história negativa de doença pulmonar prévia, função pulmonar normal, questionário adaptado “The international study of asthma and allergies in childhood steering committee” (ISAAC) (APÊNDICE 3) normal e o consentimento livre e esclarecido, assinado pelos pais ou responsáveis (APÊNDICE 1).

### 4.3 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão considerados foram rinite, presença de quaisquer distúrbios pulmonares agudos ou crônicos (infecções respiratórias de vias aéreas superiores, bronquiectasia, asma, fibrose cística, tuberculose, etc.), crise alérgica, síndromes genéticas, pós-operatório recente de cirurgia de tórax ou abdome, deformidades torácicas importantes, disfunções metabólicas, doença cardiovascular, reumatológica, osteoarticular, neuromuscular ou qualquer doença que limite à realização segura dos testes, índice de massa corporal abaixo ou acima da normalidade, distúrbios psíquicos, déficits cognitivos, utilização regular de medicamentos e crianças que não concordaram em participar do estudo.

O questionário ISAAC adaptado e o consentimento livre e esclarecido foram enviados aos pais dos participantes.

#### **4.4 Procedimentos**

Para a seleção, o termo de consentimento foi enviado a todos os pais dos estudantes de 7 a 14 anos das escolas selecionadas por conveniência, para que autorizassem a participação no estudo, obedecendo à faixa etária em questão, conforme padronização do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP). Àqueles que aceitassem que o filho participasse do projeto foi enviado o questionário ISAAC adaptado, para triagem de possíveis sintomas relacionados a asma e rinite, acrescido de perguntas iniciais de anamnese.

A seguir, os responsáveis e os alunos foram agendados para entrevista, quando foi realizada a anamnese completa, assim como a confirmação dos dados registrados no questionário citado.

Todos os indivíduos selecionados foram submetidos a avaliação do sistema respiratório, a mensuração de medidas antropométricas (peso, altura, circunferência do braço e prega cutânea tricípital) e a análise da função pulmonar.

Ao final do estudo, os responsáveis foram chamados novamente à escola para receberem um retorno quanto aos resultados antropométricos e espirométricos.

##### **4.4.1 Equipe de coleta**

A equipe de coleta foi constituída por três examinadores, previamente capacitados e treinados a realizar as medidas propostas, objetivando minimizar possíveis interferências de heterogeneidade nos dados.

Para a coleta das medidas, uma fisioterapeuta realizou a anamnese com os pais ou responsáveis. Outra fisioterapeuta realizou todo o exame do sistema respiratório e as medidas antropométricas. A avaliação espirométrica ficou a cargo de uma terceira fisioterapeuta.

##### **4.4.2 Avaliação clínica do sistema respiratório**

Todas as crianças e adolescentes foram submetidos a uma avaliação do sistema respiratório, que constava de história clínica e exame físico completo (dados

vitais: FC, FR, SpO<sub>2</sub>, inspeções geral, estática e dinâmica, palpação, percussão e ausculta respiratória) (ANEXO 3).

#### 4.4.3 Questionário ISAAC

O questionário padrão ISAAC (APÊNDICE 3) foi idealizado para ser utilizado em estudos populacionais sobre asma, rinite e eczema atópico em pediatria. Sua versão é objetiva e permite a transcrição para outros idiomas, tornando-se, dessa forma, um instrumento aplicável, válido e reproduzível (ISAAC, 1998).

Para a população pediátrica no Brasil, o questionário ISAAC foi traduzido para o português e, posteriormente, foi validado, demonstrando sensibilidade e especificidade adequadas para avaliar a prevalência de asma e outras doenças alérgicas.

O ISAAC está dividido em três partes: sintomas relacionados a asma; sintomas relacionados a rinite alérgica; e sintomas relacionados a eczema atópico. Neste estudo, foi adaptado com 17 perguntas sobre a presença de sinais e sintomas de asma, alergias, fumo e bronquite, cujo objetivo foi excluir as crianças e adolescentes com doença pulmonar prévia.

#### 4.4.4 Medidas antropométricas

Para avaliar o estado nutricional das crianças e adolescentes que compreenderam a amostra, foram mensurados o peso, a altura, a circunferência do braço e a prega cutânea tricipital. Essas medidas foram avaliadas com o voluntário em posição ortostática, com os braços pendentes ao lado do corpo, cabeça em posição neutra, sem sapatos e vestindo-se um avental padronizado. As medidas foram realizadas sempre pelo mesmo examinador.

Os instrumentos utilizados foram: fita métrica, para a medida da altura e da circunferência do braço; balança digital, marca Filizola, com capacidade de 0 a 150 quilos, para a medida do peso; plicômetro, da marca *The Body Caliper*, com precisão de 0,5 mm, para a medida da prega cutânea tricipital.

As medidas da circunferência do braço e da dobra cutânea tricipital foram realizadas no ponto médio do braço direito, entre o ponto acromial da escápula e o olécrano da ulna, com base nas recomendações de Frisancho (1974 e 1981), respectivamente. Foram realizadas de duas a três mensurações. Para a análise

final, foi considerada a média das medidas que apresentavam diferença menor que 1 mm entre si.

#### 4.4.5 Espirometria

A espirometria foi realizada nas escolas, no período da manhã, com temperatura em torno de 27°C. O espirômetro utilizado foi o PB100 Spirometer (Renaissance Spirometry System – PURITAN BENETT), considerado adequado segundo os critérios da ATS (American Thoracic Society, 2005).

Os parâmetros analisados foram: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado de primeiro segundo da CVF ( $VEF_1$ ) e índice de Tiffeneau ( $VEF_1/CVF$ ). A postura adotada pelo examinado foi a ortostática, com a cabeça em posição neutra e fixa, utilizando clipe nasal, com o objetivo de evitar vazamento de ar durante a expiração.

As medidas espirométricas foram realizadas em número suficiente para assegurar a fidedignidade das manobras segundo a ATS.

Os critérios de aceitabilidade da CVF considerados foram: início satisfatório do teste, com um volume retroextrapolado menor que 5% da CVF ou 150 ml e ausência de tosse, fechamento da glote, esforço insuficiente, manobra de valsalva, vazamento de ar e obstrução do bucal, fatores capazes de comprometer a análise da curva. O tempo de exalação durou seis segundos, com um platô mínimo de um segundo. O critério de reprodutibilidade da curva de CVF considerado foi a diferença máxima de 150 ml entre as medidas de duas curvas, contendo os maiores valores. Esse mesmo critério foi aplicado para a análise do  $VEF_1$ .

Durante o teste, as crianças e os adolescentes foram encorajados verbalmente a exalar o volume máximo de ar, a partir de uma inspiração máxima, com máximo esforço.

Para a análise dos resultados, foram considerados os maiores valores de CVF e  $VEF_1$ , registrados a partir de curvas aceitáveis, mesmo tendo sido selecionados de curvas diferentes.



## 4.5 Equações de referência

Além das equações desenvolvidas neste trabalho, também foram avaliadas as equações propostas por Mallozi (1995), Hsu *et al.* (1979) e Polgar e Promadhat (1971), apresentadas nos quadros 2, 3 e 4.

### QUADRO 2

Equações de normalidade para a espirometria em crianças e adolescentes, propostas por Polgar e Promadhat (1971)

Sexo	VEF <sub>1</sub>	CVF
Feminino	$2,1 \times 10^{-6} \times Hc^{2,80}$	$3,3 \times 10^{-6} \times Hc^{2,72}$
Masculino	$2,1 \times 10^{-6} \times Hc^{2,80}$	$4,4 \times 10^{-6} \times Hc^{2,67}$

Hc = altura em centímetros. Valores de VEF<sub>1</sub> e CVF em litros

### QUADRO 3

Equações de normalidade para a espirometria em crianças e adolescentes, propostas por Hsu *et al.* (1979)

Sexo	VEF <sub>1</sub>	CVF
Feminino	$3,79 \times 10^{-6} \times Hc^{2,68}$	$2,57 \times 10^{-6} \times Hc^{2,78}$
Masculino	$7,74 \times 10^{-7} \times Hc^{3,00}$	$3,58 \times 10^{-7} \times Hc^{3,18}$

Hc = altura em centímetros. Valores de VEF<sub>1</sub> e CVF em litros

### QUADRO 4

Equações de normalidade para a espirometria em crianças e adolescentes, propostas por Mallozi (1995)

Sexo	VEF <sub>1</sub>	CVF
Feminino	Estatuta (cm) x 0,02336 + idade x 0,0499 + peso x 0,008 - 2,1240 limite inferior = previsto - 0,429	Estatuta (cm) 0,02417 + idade x 0,0561 + peso x 0,010 - 2,2197 limite inferior = previsto - 0,477
Masculino	$2,7183 (\log n \text{ estatura (cm)} \times 2,5451 - 11,8832)$ limite inferior = previsto x 0,8	$2,7183 (\log n \text{ estatura (cm)} \times 2,7093 - 12,6205)$ limite inferior = previsto x 0,79

## 4.6 Ética e pesquisa

Este trabalho foi aprovado pelo COEP/ UFMG 0224.0.203.000-11. A coleta de dados foi iniciada somente após o fornecimento do número de protocolo de aprovação.

## 4.7 Análise estatística

A análise estatística dos resultados foi estruturada em duas etapas: de desenvolvimento das equações preditoras do CVF e do VEF<sub>1</sub>; e de validação dessas equações.

Para a elaboração das equações preditoras, foi utilizada a seguinte estratégia:

- a) análise descritiva da base de dados, considerando-se as medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (desvio-padrão);
- b) identificação, com base no *boxplot* e na análise dos quartis, dos *outliers* na distribuição empírica das variáveis CVF e VEF<sub>1</sub>, sendo excluídos da etapa de desenvolvimento das equações. Em relação a CVF foram excluídos 4 casos e para o VEF<sub>1</sub> foram excluídos 3 casos. As variáveis que foram responsáveis pelos outliers foram a CVF e o VEF<sub>1</sub>.
- c) Com base nas equações de referência já validadas e em uso pelos profissionais da área (equações de Polgar, Hsu e Mallozi) foram estimados os valores das variáveis CVF e VEF<sub>1</sub> para cada criança;
- d) As diferenças entre os valores estimados em (c) e o valores medidos com o uso do espirômetro foram apresentadas com o uso do *boxplot* e a comparação entre as medidas realizadas pelo espirômetro e as estimadas pelas equações foi feita com base no teste *t-Student* para amostras pareadas;
- e) Ajuste de modelos de regressão linear, o que resultou nas equações de Drumond estimadas para CVF e VEF<sub>1</sub>. Foram utilizadas como variáveis

explicativas a idade da criança e a circunferência do braço. Todos os pressupostos dos modelos de regressão foram validados. O  $R^2$  do modelo para CVF foi igual a 66,3% e para  $VEF_1$  igual a 67,2%.

Para a validação das equações preditoras, foi utilizada a seguinte estratégia:

- a) análise descritiva da base de dados considerando-se medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (desvio-padrão);
- b) análise comparativa dos valores obtidos por meio das equações de Polgar, Hsu, Mallozi e Drumond com os efetivamente medidos por meio do teste de função pulmonar com o uso de um espirômetro:
  - a. A diferença entre os valores teóricos e os observados foi avaliada por meio de estatísticas descritivas e ilustrada com o uso do *boxplot* e a significância dessas diferenças foi avaliada com o uso do teste *t-Student* para amostras dependentes;
  - b. correlação entre os valores teóricos obtidos pelas quatro equações e as medidas realizadas em cada criança por meio do coeficiente de correlação de Pearson;
- c) validação das equações propostas para a predição do  $VEF_1$  e da CVF, com ajuste de modelos de regressão linear simples, sendo a variável resposta (ou dependente) a medida realizada em cada criança e a covariável (ou variável independente) a medida estimada por meio da equação teórica, método detalhado a seguir. O  $R^2$  do modelo para validação do CVF foi igual a 63,2% e para validação do  $VEF_1$  foi igual a 63,6%.

Considerou-se a equação abaixo, que usa, para ilustrar, a relação entre CVF teórico (denominado “CVF real”) e CVF da Eq Drumond:

$$\text{CVF real} = \beta_0 + \beta_1(\text{CVF Eq Drumond}) + \varepsilon \quad (\text{eq. Y})$$

A equação Y representa a forma de um modelo de regressão linear simples, modelo utilizado para avaliar a relação entre a variável independente CVF Eq Drumond e a variável de interesse (ou dependente) CVF real.

Na situação específica de validação de uma medida, após estimar os valores de  $\beta_0$  e  $\beta_1$  pelo método de mínimos quadrados, devem-se testar as seguintes hipóteses:

(a)  $H_0: \beta_0 = 0$

(b)  $H_0: \beta_1 = 1$

Importante destacar que, usualmente, o teste de hipóteses sobre  $\beta_1$  tem como objetivo avaliar o efeito de uma variável explicativa sobre a variável resposta, sendo, portanto, o interesse testar se  $\beta_1 = 0$ .

Nesta situação particular, na qual o objetivo é mostrar a equivalência entre duas medidas, o teste de hipóteses a ser feito baseia-se na hipótese nula de que  $\beta_1 = 1$ .

Sendo válidas essas hipóteses, chega-se à seguinte expressão:

$$\text{CVF real} = 0 + 1(\text{CVF Eq Drumond})$$

Ou seja,  $\text{CVF real} = \text{CVF Eq Drumond}$ , sendo, portanto, validada a medida.

Em todas as análises, o nível de significância considerado foi 5%.

O software estatístico utilizado para análise foi o *software* SPSS, versão 13.0.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Desenvolvimento da equação:

#### 5.1.1 Descrição da amostra

A base de dados utilizada para o desenvolvimento das equações compõe-se de 181 crianças e adolescentes saudáveis, com idade variando de 6 a 15 anos, sem histórico de doença pulmonar, sendo 90 meninas (49,7%) e 91 meninos (50,3%).

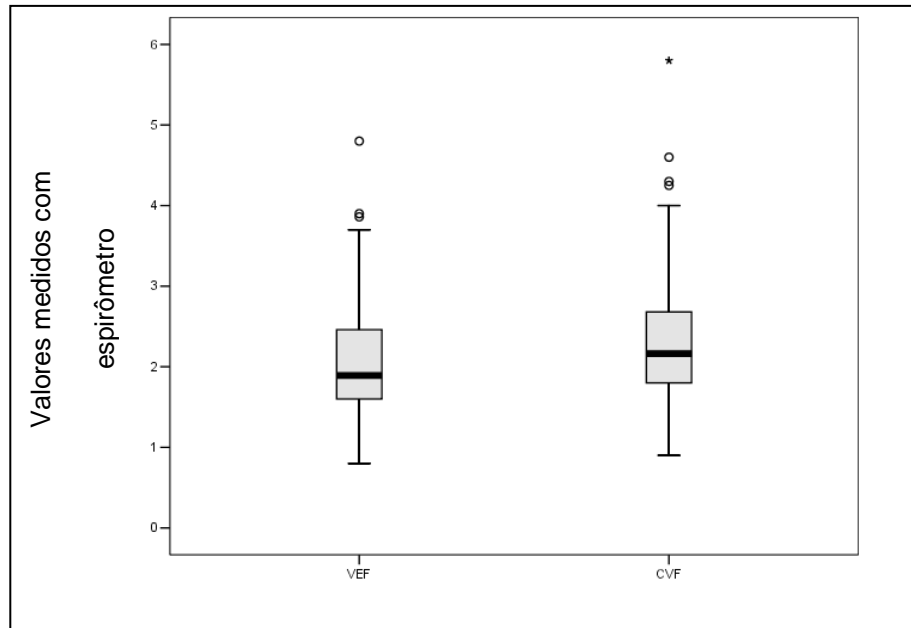
A Tabela 2 apresenta as principais medidas descritivas das variáveis antropométricas e espirométricas utilizadas no desenvolvimento das equações.

**TABELA 2**

Características antropométricas e espirométricas de 181 crianças e adolescentes utilizadas no desenvolvimento da equação

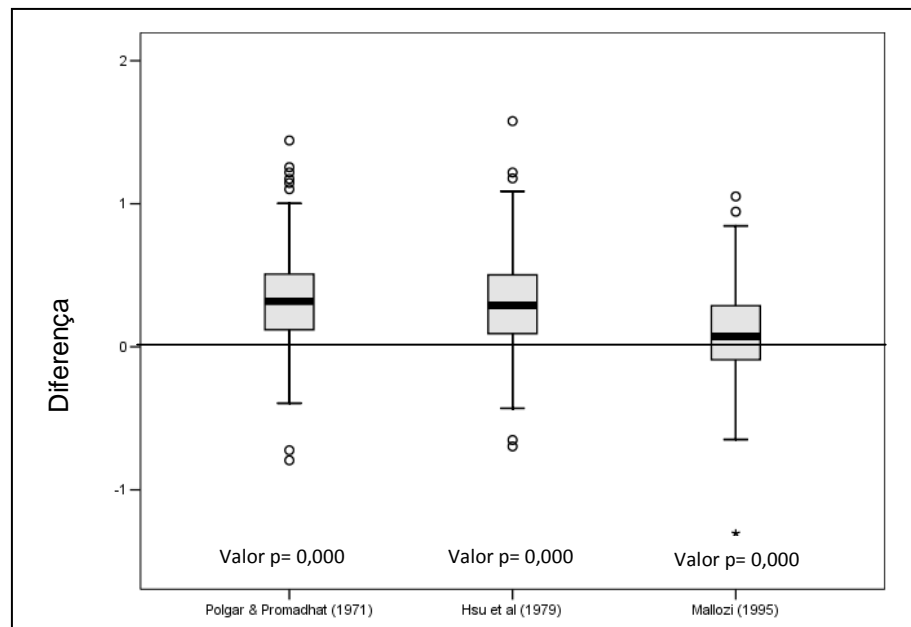
	Idade (anos)	IMC	Peso (Kg)	Altura (m)	Circunferência do braço (cm)	VEF1 (L)	CVF (L)
<b>Média</b>	10,27	18,17	38,48	1,43	21,44	2,02	2,29
<b>Mediana</b>	10	17,10	34,00	1,41	20,50	1,89	2,16
<b>Desvio padrão</b>	2,28	3,79	14,48	0,14	3,81	0,65	0,73
<b>Mínimo</b>	6	11,2	19	1,14	15	0,80	0,90
<b>Máximo</b>	15	38,7	108	1,79	38	4,80	5,80

A Figura 2 apresenta, por meio do *boxplot*, a distribuição das crianças em relação a cada uma das variáveis espirométricas de interesse (CVF e VEF<sub>1</sub>). É possível observar a existência de crianças que apresentaram medidas atípicas em relação ao conjunto da amostra.

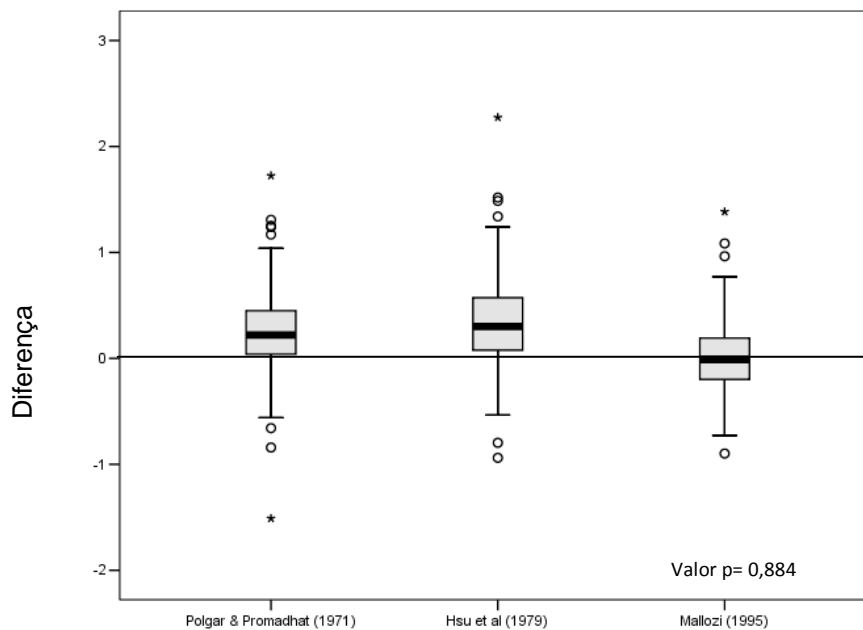


**Figura 2** - Distribuição das variáveis de interesse

5.1.2 Diferença entre os valores de CVF e VEF<sub>1</sub> previstos de acordo com as equações e os valores medidos com o espirômetro (amostra de desenvolvimento - n=181)



**Figura 3** - Diferença entre os valores de VEF<sub>1</sub> entre as equações



**Figura 4 -** Distâncias entre valores medidos e previstos de VEF<sub>1</sub> nos grupos feminino e masculino

Como revelam as figuras 3 e 4, as equações previstas por Polgar e Promadhat e por Hsu superestimam os valores de VEF<sub>1</sub> e CVF para as crianças e os adolescentes da amostra. As equações de CVF previstas por Mallozi não diferiram estatisticamente dos valores medidos pelo espirômetro nas crianças e adolescentes, conforme apresentado nas tabelas 3 e 4.

**TABELA 3**

Comparação entre as equações previstas para VEF<sub>1</sub>

Equação	Diferença entre médias	Estatística t	Valor p
VEF <sub>1</sub> Polgar x VEF <sub>1</sub> real	- 0,335	-13,30	0,000
VEF <sub>1</sub> Hsu x VEF <sub>1</sub> real	- 0,321	-12,73	0,000
VEF <sub>1</sub> Mallozi x VEF <sub>1</sub> real	- 0,084	-3,59	0,000

**TABELA 4**

Comparação entre as equações previstas para CVF

Equação	Diferença entre médias	Estatística t	Valor p
CVF Polgar x CVF real	- 0,241	-8,47	0,000
CVF Hsu x CVF real	- 0,345	-11,21	0,000
CVF Mallozi x CVF real	- 0,004	0,15	0,884 (ns)

Como se pode observar, mais uma vez, somente a equação de referência para a CVF prevista por Mallozi resultou em estimativas equivalentes aos valores medidos nas crianças e nos adolescentes. As outras equações apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

### 5.1.3 Equação proposta

Inicialmente, foram consideradas como candidatas a variáveis independentes no modelo preditor idade, sexo e circunferência do braço. Num primeiro ajuste, ficou evidenciada a ausência de efeito da variável sexo tanto para CVF quanto para VEF<sub>1</sub>, conforme apresentado na Tabela 5:

**TABELA 5**

Equação de regressão proposta para VEF<sub>1</sub> e CVF - Circunferência do braço, sexo e idade como variáveis explicativas (n = 178 para VEF<sub>1</sub> e 177 para CVF)

<b>Resposta</b>	<b>Variável</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro Padrão</b>	<b>Valor P</b>
<b>VEF<sub>1</sub></b>	Constante	-0,736	0,167	0,000
	Idade	0,174	0,013	0,000
	Circunferência do braço	0,044	0,008	0,000
	Sexo	0,008	0,052	0,875
<b>CVF</b>	Constante	-0,782	0,185	0,000
	Idade	0,183	0,014	0,000
	Circunferência do braço	0,053	0,009	0,000
	Sexo	0,062	0,056	0,272

Optou-se por apresentar uma proposta de equação de referência baseada nas variáveis idade e circunferência do braço, conforme revela a Tabela 6.



**TABELA 6**

Equação de regressão proposta para VEF<sub>1</sub> e CVF - Circunferência do braço e idade como variáveis explicativas (n = 178 para VEF<sub>1</sub> e 177 para CVF)

Resposta	Variável	Coeficiente	Erro Padrão	R <sup>2</sup>	Valor P
VEF <sub>1</sub>	Idade	0,174	0,013	67,2%	0,000
	Circ. Braço	0,044	0,008		0,000
	Constante	-0,730	0,162		0,000
CVF	Idade	0,180	0,014	66,3%	0,000
	Circ. Braço	0,053	0,009		0,000
	Constante	-0,729	0,178		0,000

**EQUAÇÕES PROPOSTAS (Drumond):**

VEF<sub>1</sub> = - 0,730 + 0,174 Idade + 0,044 Circunferência do braço

CVF = - 0,729 + 0,180 Idade + 0,053 Circunferência do braço

**Tabela 7:** Valores previstos para VEF<sub>1</sub> de acordo com a Equação de Drumond

Idade	Circunferência do braço											
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
7	1,178	1,222	1,266	1,310	1,354	1,398	1,442	1,486	1,530	1,574	1,618	1,662
8	1,350	1,394	1,438	1,482	1,526	1,570	1,614	1,658	1,702	1,746	1,790	1,834
9	1,522	1,566	1,610	1,654	1,698	1,742	1,786	1,830	1,874	1,918	1,962	2,006
10	1,694	1,738	1,782	1,826	1,870	1,914	1,958	2,002	2,046	2,090	2,134	2,178
11	1,866	1,910	1,954	1,998	2,042	2,086	2,130	2,174	2,218	2,262	2,306	2,350
12	2,038	2,082	2,126	2,170	2,214	2,258	2,302	2,346	2,390	2,434	2,478	2,522
13	2,210	2,254	2,298	2,342	2,386	2,430	2,474	2,518	2,562	2,606	2,650	2,694
14	2,382	2,426	2,470	2,514	2,558	2,602	2,646	2,690	2,734	2,778	2,822	2,866

**Tabela 8:** Valores previstos para CVF de acordo com a Equação de Drumond

Idade	Circunferência do braço											
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
7	1,379	1,432	1,485	1,538	1,591	1,644	1,697	1,750	1,803	1,856	1,909	1,962
8	1,559	1,612	1,665	1,718	1,771	1,824	1,877	1,930	1,983	2,036	2,089	2,142
9	1,739	1,792	1,845	1,898	1,951	2,004	2,057	2,110	2,163	2,216	2,269	2,322
10	1,919	1,972	2,025	2,078	2,131	2,184	2,237	2,290	2,343	2,396	2,449	2,502
11	2,099	2,152	2,205	2,258	2,311	2,364	2,417	2,470	2,523	2,576	2,629	2,682
12	2,279	2,332	2,385	2,438	2,491	2,544	2,597	2,650	2,703	2,756	2,809	2,862
13	2,459	2,512	2,565	2,618	2,671	2,724	2,777	2,830	2,883	2,936	2,989	3,042
14	2,639	2,692	2,745	2,798	2,851	2,904	2,957	3,010	3,063	3,116	3,169	3,222

## 5.2 Validação das equações

### 5.2.1 Descrição da amostra

A base de dados utilizada para a validação das equações compõe-se de 62 crianças e adolescentes saudáveis, com idade variando de 6 a 14 anos, sem histórico de doença pulmonar, sendo 35 meninas (56,5%) e 27 meninos (43,5%).

A Tabela 7 apresenta as principais medidas descritivas das variáveis antropométricas e respiratórias utilizadas na validação das equações.

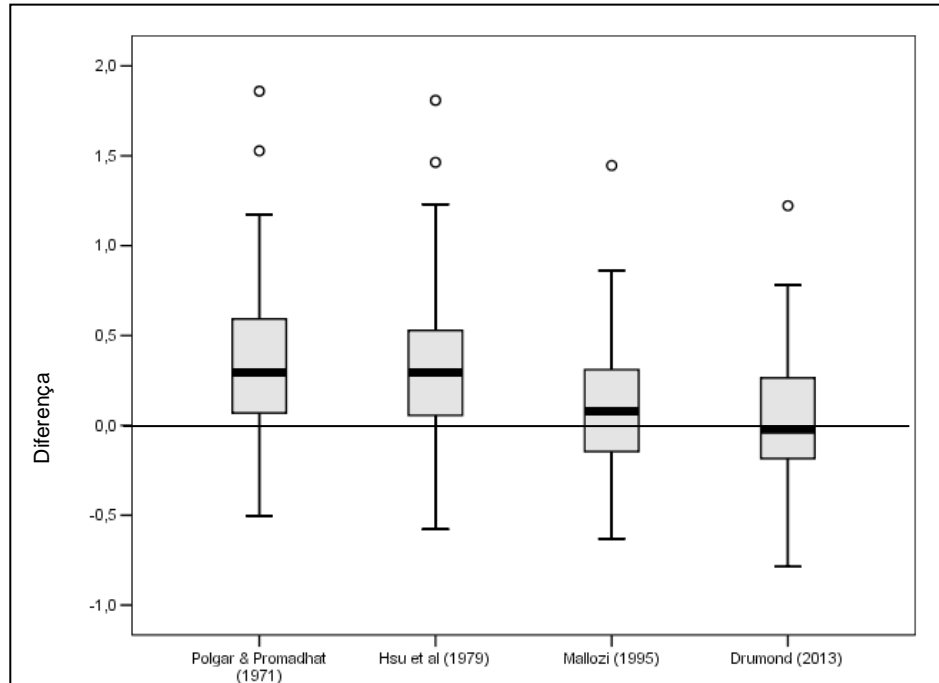
**TABELA 9**

Características da população  
utilizada na validação da equação (n=62)

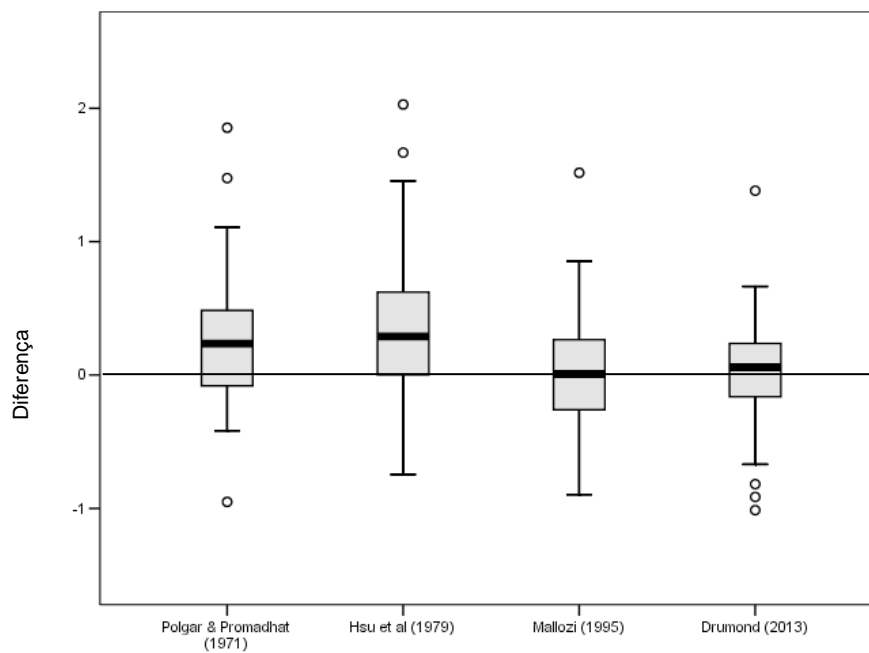
	<b>Idade</b> (anos)	<b>Circunferência</b> <b>do braço</b> (cm)	<b>VEF1</b> (L)	<b>CVF</b> (L)
<b>Média</b>	9,94	21,52	1,93	2,19
<b>Mediana</b>	10	21,00	1,90	2,20
<b>Desvio</b> <b>padrão</b>	2,16	3,50	0,50	0,67
<b>Mínimo</b>	6	16	1,15	1,27
<b>Máximo</b>	14	32	3,90	4,50

Com base no objetivo do trabalho - desenvolver uma equação padrão - após identificados os *outliers*, estes foram excluídos da etapa de desenvolvimento. Entretanto, vale ressaltar que na etapa de validação da equação a totalidade da amostra foi considerada.

### 5.2.2 Análise comparativa dos valores obtidos por meio das quatro equações teóricas com os efetivamente medidos por meio do teste de função pulmonar com o uso de um espirômetro



**Figura 5** - Diferença entre os valores previstos e os obtidos pelas equações de referência para VEF<sub>1</sub>



**Figura 6** - Diferença entre os valores previstos e os obtidos pelas equações de referência para CVF

Os valores próximos de zero indicam igualdade entre os dados previstos e os medidos nas crianças e adolescentes. As equações de Polgar e Hsu, no geral, superestimam as medidas de CVF e VEF<sub>1</sub>.

**TABELA 10**

Comparação entre os valores de VEF<sub>1</sub> reais com as Equações de referência de Polgar, Hsu, Mallozi e Drumond (n=62)

Comparação	Diferença entre médias	Estatística t	Valor p
VEF <sub>1</sub> Polgar x VEF <sub>1</sub> real	-0,351	-6,698	0,000
VEF <sub>1</sub> Hsu x VEF <sub>1</sub> real	-0,340	-6,474	0,000
VEF <sub>1</sub> Mallozi x VEF <sub>1</sub> real	-0,110	-2,419	0,019
VEF <sub>1</sub> Drumond x VEF <sub>1</sub> real	-0,020	-0,441	0,661

**TABELA 11**

Comparação entre os valores de CVF reais com as Equações de referência de Polgar, Hsu, Mallozi e Drumond (n=62)

Comparação	Diferença entre médias	Estatística t	Valor p
CVF Polgar x CVF real	-0,260	-4,508	0,000
CVF Hsu x CVF real	-0,360	-5,796	0,000
CVF Mallozi x CVF real	-0,024	-0,471	0,640
CVF Drumond x CVF real	-0,013	-0,259	0,796

As Tabelas 10 e 11 apresentam o coeficiente de correlação de Pearson entre as medidas de referência e as realizadas, com o uso do espirômetro, nas crianças.

**TABELA 12**

Coefficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p\* entre o VEF<sub>1</sub> real e as quatro equações

	<b>Real</b>	<b>Polgar</b>	<b>Hsu</b>	<b>Mallozi</b>	<b>Drumond</b>
<b>Real</b>	1,00 (n.a.)	0,769 *0,000	0,767 *0,000	0,801 *0,000	0,797 *0,000
<b>Polgar</b>	0,769 *0,000	1,00 (n.a.)	0,998 *0,000	0,985 *0,000	0,903 *0,000
<b>Hsu</b>	0,767 *0,000	0,998 *0,000	1,00 (n.a.)	0,985 *0,000	0,901 *0,000
<b>Mallozi</b>	0,801 *0,000	0,985 *0,000	0,985 *0,000	1,00 (n.a.)	0,931 *0,000
<b>Drumond</b>	0,797 *0,000	0,903 *0,000	0,901 *0,000	0,931 *0,000	1,00 (n.a.)

\* valor p do teste de significância do coeficiente de correlação. Legenda: n.a – Não se aplica

**TABELA 13**

Coefficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p\* entre o CVF real e as quatro equações

	<b>Real</b>	<b>Polgar</b>	<b>Hsu</b>	<b>Mallozi</b>	<b>Drumond</b>
<b>Real</b>	1,00 (n.a.)	0,766 *0,000	0,761 *0,000	0,800 *0,000	0,794 *0,000
<b>Polgar</b>	0,766 *0,000	1,00 (n.a.)	0,997 *0,000	0,987 *0,000	0,895 *0,000
<b>Hsu</b>	0,761 *0,000	0,997 *0,000	1,00 (n.a.)	0,984 *0,000	0,894 *0,000
<b>Mallozi</b>	0,800 *0,000	0,987 *0,000	0,984 *0,000	1,00 (n.a.)	0,925 *0,000
<b>Drumond</b>	0,794 *0,000	0,895 *0,000	0,894 *0,000	0,925 *0,000	1,00 (n.a.)

\* valor p do teste de significância do coeficiente de correlação. Legenda: n.a – Não se aplica

Como se observa nas Tabelas 10 e 11, a coluna destacada (colorida de cinza) mostra que as correlações da equação de Drumond com os valores reais e com as demais equações são todas positivas, elevadas e estatisticamente significativas.

Em ambas as tabelas, a última coluna apresenta os resultados mais importantes para o objetivo deste trabalho, que se trata da validação da equação desenvolvida.

### 5.2.3 Validação

**TABELA 14**

Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão para validação da equação desenvolvida para predição de VEF<sub>1</sub> (n=62)

<b>Modelo 1 – VEF1</b>				
<b>Coefficientes</b>	<b>Estimativas</b>	<b>Erro-Padrão</b>	<b>Estatística t</b>	<b>Valor p</b>
Constante ( $\beta_0$ )	0,001	0,194	0,005	0,996
VEF_pred ( $\beta_1$ )	0,989	0,097	0,113	0,910

**TABELA 15**

Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão para validação da equação desenvolvida para predição de CVF (n=62)

<b>Modelo 1 – CVF</b>				
<b>Coefficientes</b>	<b>Estimativas</b>	<b>Erro-Padrão</b>	<b>Estatística t</b>	<b>Valor p</b>
Constante ( $\beta_0$ )	-0,116	0,233	-0,498	0,620
CVF_pred ( $\beta_1$ )	1,046	0,103	0,447	0,657

Em ambos os modelos, as hipóteses nulas explicitadas na seção 4.7 não são rejeitadas (valor  $p > 0,05$ ), podendo-se concluir, portanto, pela equivalência estatística entre os valores medidos nas crianças com o uso do espirômetro e os estimados pelas equações desenvolvidas neste trabalho.

Retomando a expressão já apresentada, VF real =  $\beta_0 + \beta_1(\text{CVF Eq Drumond}) + \varepsilon$ , o ajuste do modelo estatístico e a conclusão de que, estatisticamente,  $\beta_0 = 0$  e de que  $\beta_1 = 1$ , sinaliza pela igualdade entre CVF real e CVF estimado pela equação proposta (raciocínio similar deve ser aplicado para análise da equação do VEF<sub>1</sub>), dando, portanto, por validada a equação desenvolvida.

## 6 DISCUSSÃO

Esta pesquisa se propôs a elaborar e validar a equação de referência para espirometria forçada em crianças e adolescentes escolares da cidade de Belo Horizonte, denominada “Equação de Drumond” e, assim, tornar possível e segura a interpretação espirométrica dos pacientes, por exemplo, com doenças neuromusculares, que apresentam frequentemente a insuficiência respiratória como o principal desafio e cuja medida de envergadura e altura são difíceis de obter. A possibilidade de realizar e analisar os exames espirométricos permite a orientação da propedêutica estabelecida e do tratamento. Medidas de função pulmonar são fundamentais ao acompanhamento desses pacientes. (HULL *et al.*, 2012).

De acordo com Fonseca *et al.* (2008) embora ainda não exista tratamento específico que proporcione a cura da doença neuromuscular, a abordagem precoce, preventiva e adequada das crianças permite, na grande maioria das vezes, melhorar a qualidade de vida e proporcionar aumento expressivo da sobrevida.

Al-Rawas *et al.* (2009) relataram que estudos da função pulmonar devem ser incentivados, pois podem contribuir para a compreensão dos papéis relativos a fatores genéticos e ambientais que afetam o desenvolvimento e o declínio da função pulmonar.

Segundo Wu *et al.* (2009), muitos tipos diferentes de equação de regressão têm sido relatados na literatura para descrever a função pulmonar em crianças. Rosenthal *et al.* (1993) relataram que alguns autores têm utilizado a altura de pé como variável independente nas equações de regressão. Já Quanjer *et al.* (1995) comentaram que outros têm introduzido a idade como variável independente adicional.

Quanjer *et al.* (2008) defendem em artigo que equações de referência para a espirometria que utilizam apenas a altura para predizer a função pulmonar são inadequadas para descrever a progressão dessa função. Aquelas que incorporam altura e idade demonstram alguma diferença com os dados longitudinais. Idade, dimensão corporal, sexo e grupo étnico são reconhecidos como preditores da função pulmonar.

De acordo com Mohamed *et al.* (2002), a massa muscular pode predizer resultados da espirometria, juntamente com a altura, o sexo e a idade. Em seu estudo, Pekkarinen *et al.* (2012) encontraram que a massa corporal magra e a



massa muscular correlacionaram com a porcentagem do predito para VEF<sub>1</sub> quando se avaliaram ambos os gêneros juntos. Entretanto, não houve correlação quando os dados dos homens e das mulheres foram analisados separadamente.

A equação proposta neste estudo, “Equação de Drumond”, utilizou a circunferência do braço como variável independente, mostrando uma correlação forte e direta com as variáveis espirométricas CVF e VEF<sub>1</sub>. A circunferência do braço serve como estimativa da área de gordura e da área muscular do braço. É recomendada como medida alternativa para os casos em que não é possível obter outras medidas como peso, estatura e envergadura. Porém, ela não substitui as variáveis altura, envergadura ou peso. Ela serve como uma opção a mais para a avaliação da função pulmonar nos pacientes cujas limitações impedem a aferição de outras variáveis antropométricas.

Neste estudo, foram analisados e comparados os valores espirométricos VEF<sub>1</sub> e CVF, calculados a partir de quatro equações de referência, em crianças e adolescentes saudáveis, do sexo feminino e do sexo masculino. As equações de Polgar e Promadhat (1971), Hsu *et al.* (1979), Mallozi (1995) são utilizadas na literatura para analisar a espirometria em crianças e adolescentes e as equações propostas, para validá-las.

Em 1971, Polgar e Promadhat reuniram dados das equações existentes para produzir equações de referência para uso pediátrico. A partir dos dados de 12 publicações, foi derivada uma equação preditiva, pela média das equações de referência publicadas previamente. Essas equações são utilizadas especialmente na Europa e nos Estados Unidos.

Hsu *et al.* (1979) forneceram um material para preencher lacunas e estabelecer valores de referência mais confiáveis. Ao descreverem a função ventilatória em crianças e adultos jovens com idade entre 7 a 20 anos em brancos, negros e hispânicos, encontraram para estes últimos valores significativamente inferiores aos do grupo de brancos e superiores aos do grupo de negros.

Mallozi 1995, após levantamento da população infanto-juvenil, com idade entre seis e 18 anos, da cidade de São Paulo, propôs equações de valores teóricos que expressassem o padrão normal para a população brasileira. Ela escolheu a regressão linear simples para a estatura, que em seu estudo apresentou valores de coeficiente de determinação semelhantes aos da função logarítmica, exponencial ou de potencial.

As equações de Hsu *et al.* (1979) e Polgar e Promadhat (1971) utilizam apenas a estatura como variável independente, por modelos de potência, numa larga faixa de idade pediátrica. Mallozzi utilizou nos modelos as variáveis peso, idade e altura.

A comparação entre os valores obtidos no Brasil (Mallozzi, 1995) em crianças de idade até 14 anos e os obtidos por Hsu *et al.* (1979) e Polgar e Promadhat (1971) demonstra que os valores encontrados para o VEF<sub>1</sub>, tanto feminino como masculino, foram inferiores aos obtidos por Polgar e Promadhat e Hsu *et al.* Para a CVF no grupo masculino, os valores foram semelhantes aos de Polgar e Promadhat (1971) e ambos foram inferiores ao de Hsu *et al.* (1979). Para CVF, no grupo feminino os valores foram inferiores aos encontrados por Hsu *et al.* e Polgar e Promadhat e os de Polgar e Promadhat foram inferiores aos de Hsu *et al.* (Mallozzi, 1995).

Em 2006, os resultados encontrados quando se compararam as três equações com a equação proposta revelaram que os valores de VEF<sub>1</sub> previstos pelas equações de Hsu *et al.* (1979) e de Polgar e Promadhat (1971) para os grupos masculino e feminino, foram significativamente superiores aos valores reais e que as equações propostas não diferiram em relação à equação da Mallozzi (1995). Também foram encontradas diferenças entre os valores de CVF previstos pelas equações de Hsu *et al.* (1979) tanto para o sexo masculino como para o feminino, significativamente superiores aos valores medidos.

Os resultados deste trabalho também revelam diferenças entre as equações. A comparação dos valores de VEF<sub>1</sub> e CVF calculados pelas equações propostas neste estudo com os valores previstos por HSU *et al.*, e POLGAR e PROMADHAT mostrou diferenças significativas para crianças e adolescentes, demonstrando que essas equações são de uso limitado quando aplicadas à amostra utilizada neste estudo. Os valores de CVF previstos por Mallozzi e pela equação proposta neste estudo não diferiram dos valores medidos nas crianças. Em relação ao VEF<sub>1</sub>, somente a equação proposta apresentou este resultado positivo.

De forma geral, as equações de Hsu *et al.* e de Polgar e Promadhat superestimam as medidas de CVF e VEF<sub>1</sub>. Porém, a equação de Mallozzi não pode ser utilizada em crianças e adolescentes que têm alguma limitação em aferir altura e envergadura. Isso revela a importância de validar a equação de Drumond.

As diferenças significativas entre as equações de predição obtidas neste estudo comparadas com as de outros estudos indica que equações baseadas em dados locais devem ser preferidas.

De acordo com Baur *et al.* (1999), ATS 1991 e Stanojvic *et al.* (2010), os valores esperados para indivíduos com certa combinação de idade e estatura podem diferir consideravelmente. Tais variações podem ser atribuídas aos critérios de seleção das populações normais, e aos rígidos critérios de exclusão, por conta das diferenças nas características da população, dos equipamentos usados, das técnicas de medida, da variabilidade biológica das populações e dos modelos estatísticos utilizados na análise dos dados.

Para Stanojvic *et al.* (2010), avanços têm que ser dados para assegurar que as equações de referência selecionadas pelo usuário são aplicáveis e apropriadas para a população que está sendo testada.

Taussig *et al.* (1980) relataram que alguns autores têm documentado diferenças significativas entre os valores preditos da função pulmonar entre meninos e meninas e que outros acreditam que, tendo em vista a variação dos valores encontrados para sujeitos normais, não é necessário separar equações de predição para meninos e meninas.

Neste estudo, não foi detectado efeito estatisticamente significativo quanto ao sexo da criança/adolescente nas medidas espirométricas ( $VEF_1$  e CVF), o que justificou o desenvolvimento de uma equação de referência sem estratificar por sexo.

Como limitações desse estudo, podemos citar, por exemplo, a população que foi recrutada, por conveniência, em apenas algumas escolas de Belo Horizonte. Amostras ideais são constituídas de pessoas escolhidas ao acaso e devem ser representativas da população a ser analisada. Neste estudo foram utilizados voluntários, o que poderia criar um viés de seleção, embora tenha sido feito um sorteio aleatório da amostra para a elaboração da equação de referência. Acreditamos que estas limitações acima mencionadas são pequenas no contexto geral dos estudos de função pulmonar. Quase a totalidade das publicações deste gênero são por amostras de conveniência.

A equação de regressão linear gerada a partir de crianças e adolescentes de Belo Horizonte, tem a vantagem de utilizar medidas antropométricas simples, como a circunferência do braço e a idade, para a análise da espirometria.

A equação de Drumond é diferente de outras equações brasileiras e internacionais, confirmando a recomendação de que cada local deve produzir seus próprios valores de referência para os parâmetros espirométricos. De certa forma, elas não estão sendo propostas para substituir as já existentes na literatura, mas como uma opção a mais, diante de dificuldades existentes nas aferições das variáveis antropométricas que compõem tais equações, assim como pacientes com doença neuromuscular.

## 7 CONCLUSÃO

Este estudo contribuiu com a literatura especializada ao oferecer uma equação alternativa que utiliza a circunferência do braço e idade como variáveis independentes e validou-a. Dessa forma, possibilitou a segura interpretação da avaliação espirométrica nos pacientes em situações em que as variáveis peso, altura e envergadura não podem ser avaliadas. Porém, adverte-se que estudos com uma amostra mais representativa da população em geral são necessários.

## REFERÊNCIAS

AKPOLAT, T.; KAYA, C.; UTAŞ, C. *et al.* Arm circumference: its importance for dialysis patients in the obesity era. **Int. Urol. Nephrol.**, Amsterdam, 2012.

ALMEIDA, C.A.N. **Avaliação do estado nutricional de crianças de zero a cinco anos de idade, em unidade básica de saúde de Ribeirão Preto, através de diferentes métodos antropométricos.** 1997. 123f. Dissertação (Mestrado em Pediatria) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1997.

AL-RAWAS, O.A.; BADDAR, S.; AL-MANIRI, A.A. *et al.* Normal spirometric reference values for Omani adults. **Lung**, New York, v.187, n.4, p.245-251, 2009.

AL-RIYAMI, B.M.; AL-RAWAS, O.A.; HASSAN, M.O. Normal spirometric reference values for Omani children and adolescents. **Respirology**, Carlton, v.9, n.3, p.387-391, 2004.

AMERICAN THORACIC SOCIETY - ATS. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. American Thoracic Society. **Am. Rev. Respir. Dis.**, New York, v.144, n.5, p.1202-1218, 1991.

AMERICAN THORACIC SOCIETY - ATS. Standardization of Spirometry, 1994 Update. American Thoracic Society. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, New York, v.152, n.3, p.1107-1136, 1998.

ANJOS, L.A. Índice de massa corporal (massa corporal/ Estatura<sup>2</sup>) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão de literatura. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v.26, n.6, p.431-436, 1992.

ARNALL, D.A.; KANUHO, V.; INTERPRETER, C. *et al.* Spirometry reference values for Navajo children ages 6-14 years. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.44, n.5, p.489-496, 2009.

BARROS, F.C.; VICTORA, C.G. Exame físico e antropometria. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiologia da saúde infantil: um manual para diagnósticos comunitários.** 3.ed. São Paulo: HUCITEC/UNICEF, cap.6, p.89-105, 1998.

BASHIR, A.A.; MUSA, O.A. Reference spirometric values in a Sudanese cohort. **East Mediterr. Health J.**, Cairo, v.18, n.2, p.151-158, 2012.

BAUR, X.; ISRINGHAUSEN-BLEY, S.; DEGENS, P. Comparison of lung-function reference values. **Int. Arch. Occup. Environ. Health**, Berlin, v.72, n.2, p.69-83, 1999.

BERGLUND, E.; BIRATH, G.; BJURE, J. *et al.* Spirometric studies in normal subjects. I. Forced expirograms in subjects between 7 and 70 years of age. **Acta Med. Scand.**, Stockholm, v.173, p.185-192, 1963.

BEYDON, N. Pulmonary function testing in young children. **Paediatr. Respir. Rev.**, London, v.10, n.4, p.208-213, 2009.

BIRNKRANT, D.J. The assessment and management of the respiratory complications of pediatric neuromuscular diseases. **Clin. Pediatr. (Phila.)**, Thousand Oaks, v.41, n.5, p.301-308, 2002.

BOSKABADY, M.H.; TASHAKORY, A.; MAZLOOM, R. *et al.* Prediction equations for pulmonary function values in healthy young Iranians aged 8-18 years. **Respirology**, Carlton, v.9, n.4, p.535-542, 2004.

CHHABRA, S.K.; VIJAYAN, V.K.; RAHMAN, M. *et al.* Regression equations for spirometry in children aged 6 to 17 years in Delhi region. **Indian J. Chest Dis. Allied Sci.**, Delhi, v.54, n.1, p.59-63, 2012.

CHOWGULE, R.V.; SHETYE, V.M.; PARMAR, J.R. Lung function tests in normal Indian children. **Indian Pediatr.**, New Delhi, v.32, n.2, p.185-191, 1995.

COLLINS, L.C.; HOBERTY, P.D.; WALKER, J.F. *et al.* The effect of body fat distribution on pulmonary function tests. **Chest**, Northbrook, v.107, n.5, p.1298-1302, 1995.

COTES, J.E.; CHINN, D.J.; REED, J.W. Body mass, fat percentage, and fat free mass as reference variables for lung function: effects on terms for age and sex. **Thorax**, London, v.56, n.11, p.839-844, 2001.

COTES, J.E.; DABBS, J.M.; HALL, A.M. *et al.* Sitting height, fat-free mass and body fat as reference variables for lung function in healthy British children: comparison with stature. **Ann. Hum. Biol.**, London, v.6, n.4, p.307-314, 1979.

CRAPO, R.O. The role of reference values in interpreting lung function tests. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.24, n.3, p.341-342, 2004.

DEGROODT, E.G.; QUANJER, P.H.; WISE, M.E. *et al.* Changing relationships between stature and lung volumes during puberty. **Respir. Physiol.**, Amsterdam, v.65, n.2, p.139-153, 1986.

DIAS, R.M. Análise das equações para previsão de valores espirográficos normais. **J. Pneumol.**, Brasília, v.16, n.4, p.206-211, 1990.

DIETZ, W.H.; BELLIZZI, M.C. Introduction: the use of body mass index to assess obesity in children. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.70, n.1, p.123S-125S, 1999.

DRUMOND, S.C. **Valores de referência de parâmetros espirométricos em crianças e adolescentes com diferentes índices de massa corporal**. 2006. 92f. Dissertação (Mestrado em Saúde da Criança e do Adolescente) – Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

DRUMOND, S.C.; FONTES, M.J.; ASSIS, I.D. *et al.* Comparação entre três equações de referência para a espirometria em crianças e adolescentes com diferentes índices de massa corpórea. **J. Bras. Pneumol.**, Brasília, v.35, n.5, p.415-422, 2009.

DUARTE, A.A.; PEREIRA, C.A.; RODRIGUES, S.C. Validação de novos valores previstos brasileiros para a espirometria forçada na raça branca e comparação com os valores previstos obtidos por outras equações de referência. **J. Bras. Pneumol.**, Brasília, v.33, n.5, p.527-535, 2007.

ENGSTROM, E.M. (Org.). **Sisvan**: instrumento para o combate aos distúrbios nutricionais em serviços de saúde; o diagnóstico nutricional. 2.ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002. 147p.

ENRIGHT, P.L.; LINN, W.S.; AVOL, E.L. *et al.* Quality of spirometry test performance in children and adolescents : experience in a large field study. **Chest**, Northbrook, v.118, n.3, p.665-671, 2000.

ETEMADINEZHAD, S.; ALIZADEH, A. Valores de referência para espirometria em adultos saudáveis na província de Mazanaran, Irã. **J. Bras. Pneumol.**, Brasília, v.37, n.5, p.615-620, 2011.

FACCHINI, F.; FIORI, G.; BEDOGNI, G. *et al.* Spirometric reference values for children and adolescents from Kazakhstan. **Ann. Hum. Biol.**, London, v.34, n.5, p.519-534, 2007.

FENG, K.; CHEN, L.; HAN, S.M. *et al.* Spirometric standards for healthy children and adolescents of Korean Chinese in northeast China. **J. Korean Med. Sci.**, Seoul, v.26, n.11, p.1469-1473, 2011.

FONSECA, M.T.M.; LASMAR, L.M.B.; ANDRADE, C.R. *et al.* Abordagem respiratória dos pacientes com doenças neuromusculares. **Rev. Med. Minas Gerais**, Belo Horizonte, v.18, n.4, p.S21-S26, 2008. Suplemento 3.

FRISANCHO, A.R. New norms of upper limb fat and muscle areas for assessment of nutritional status. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.34, n.11, p.2540-2545, 1981.

FRISANCHO, A.R. Triceps skin fold and upper arm muscle size norms for assessment of nutrition status. **Am. J. Clin. Nutr.**, Bethesda, v.27, n.10, p.1052-1058, 1974.



FUNG, K.P.; LAU, S.P.; CHOW, O.K. *et al.* Effects of overweight on lung function. **Arch. Dis. Child.**, London, v.65, n.5, p.512-515, 1990.

GARENNE, M.; MAIRE, B.; FONTAINE, O. *et al.* Adequacy of child anthropometric indicators for measuring nutritional stress at population level: a study from Niakhar, Senegal. **Public Health Nutr.**, Oxford, v.9, p.1-7, 2012.

GOLSHAN, M.; CRAPO, R.O.; AMRA, B. *et al.* Arm span as an independent predictor of pulmonary function parameters: validation and reference values. **Respirology**, Carlton, v.12, n.3, p.361-366, 2007.

GOLSHAN, M.; NEMATBAKHS, M.; AMRA, B. *et al.* Spirometric reference values in a large Middle Eastern population. *Eur Respir J.*, Sheffield, v.22, n.3, p.529-534, 2003.

GONZALEZ-BARCALA, F.J.; TAKKOUCHE, B.; VALDES, L. *et al.* Body composition and respiratory function in healthy non-obese children. **Pediatr. Int.**, Carlton South, v.49, n.5, p.553-557, 2007.

HANKINSON, J.L.; ODENCRANTZ, J.R.; FEDAN, K.B. Spirometric reference values from a sample of the general U.S. population. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, New York, v.159, n.1, p.179-187, 1999.

HAVRYK, A.P.; GILBERT, M.; BURGESS, K.R. Spirometry values in Himalayan high altitude residents (Sherpas). **Respir. Physiol. Neurobiol.**, Amsterdam, v.132, n.2, p.223-232, 2002.

HIBBERT, M.E.; LANIGAN, A.; RAVEN, J. *et al.* Relation of armspan to height and the prediction of lung function. **Thorax**, London, v.43, n.8, p.657-659, 1988.

HIGGINS, M.; KANNEL, W.; GARRISON, R. *et al.* Hazards of obesity: the Framingham experience. **Acta Med. Scand. Suppl.**, Stockholm, v.723, p.23-36, 1988.

HIS, B.P.; HSU, K.H.; JENKINS, D.E. Ventilatory functions of normal children and young adults: Mexican-American, white, and black. III. Sitting height as a predictor. **J. Pediatr.**, St. Louis, v.102, n.6, p.860-865, 1983.

HSU, K.H.; JENKINS, D.E.; HIS, B.P. *et al.* Ventilatory functions of normal children and young adults--Mexican-American, white, and black. I. Spirometry. **J. Pediatr.**, St. Louis, v.95, n.1, p.14-23, 1979.

HUKINS, C.A.; HILLMAN, D.R. Daytime predictors of sleep hypoventilation in Duchenne muscular dystrophy. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, New York, v.161, n.1, p.166-170, 2000.

HULL, J.; ANIAPRAVAN, R.; CHAN, E. *et al.* British Thoracic Society guideline for respiratory management of children with neuromuscular weakness. **Thorax**, London, v.67, p.i1-i40, 2012. Supplement 1.

INTERNATIONAL STUDY OF ASTHMA AND ALLERGIES IN CHILDHOOD - ISAAC. Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC). **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.12, n.2, p.315-335, 1998.

JOSEPH, C.L.; OWNBY, D.R.; PETERSON, E.L. *et al.* Racial differences in physiologic parameters related to asthma among middle-class children. **Chest**, Northbrook, v.117, n.5, p.1336-1344, 2000.

KADITIS, A.G.; GOURGOULIANIS, K.; TSOUTSOU, P. *et al.* Spirometric values in Gypsy (Roma) children. **Respir. Med.**, London, v.102, n.9, p.1321-1328, 2008.

KIVASTIK, J.; KINGISEPP, P.H. Spirometric reference values in Estonian schoolchildren. **Clin. Physiol.**, Oxford, v.21, n.4, p.490-497, 2001.

KNUDSON, R.J.; SLATIN, R.C.; LEBOWITZ, M.D. *et al.* The maximal expiratory flow-volume curve. Normal standards, variability, and effects of age. **Am. Rev. Respir. Dis.**, New York, v.113, n.5, p.587-600, 1976.

KONTAKIOTIS, T.; BOUTOU, A.K.; IOANNIDIS, D. *et al.* Spirometry values in a Greek population: is there an appropriate reference equation? **Respirology**, Carlton, v.16, n.6, p.947-952, 2011.

KOOPMAN, M.; ZANEN, P.; KRUITWAGEN, C.L. *et al.* Reference values for paediatric pulmonary function testing: The Utrecht dataset. **Respir. Med.**, London, v.105, n.1, p.15-23, 2011.

KUCZMARSKI, R.J.; OGDEN, C.L.; GRUMMER-STRAWN, L.M. *et al.* CDC growth charts: United States. **Adv. Data**, Rockville, n.314, p.1-27, 2000.

LEBOWITZ, M.D.; HOLBERG, C.J.; KNUDSON, R.J. *et al.* Longitudinal study of pulmonary function development in childhood, adolescence, and early adulthood. Development of pulmonary function. **Am. Rev. Respir. Dis.**, New York, v.136, n.1, p.69-75, 1987.

LIOU, T.G.; KANNER, R.E. Spirometry. **Clin. Rev. Allergy Immunol.**, Totowa, v.37, n.3, p.137-152, 2009.

LUBIŃSKI, W.; GÓLCZEWSKI, T. Physiologically interpretable prediction equations for spirometric indexes. **J. Appl. Physiol.**, Washington, v.108, n.5, p.1440-1446, 2010.

MALLOZI, M.C. **Valores de referência para espirometria em crianças e adolescentes, calculados a partir de uma amostra da cidade de São Paulo.** 1995. 124f. Tese (Doutorado em Pediatria) – Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 1995.

MANDADZHIEVA, S.K.; MARINOV, B.I.; KOSTIANEV, S.S. Reference values for forced expiration parameters in Bulgarian children and adolescents aged 7 to 18 years. **Folia Med. (Plovdiv)**, Plovdiv, v.54, n.4, p.29-36, 2012.

MANZKE, H.; STADLOBER, E.; SCHELLAUF, H.P. Combined body plethysmographic, spirometric and flow volume reference values for male and female children aged 6 to 16 years obtained from "hospital normals". **Eur. J. Pediatr.**, Berlin, v.160, n.5, p.300-306, 2001.

MARSHALL, J.D.; HAZLETT, C.B.; SPADY, D.W. *et al.* Validity of convenient indicators of obesity. **Hum. Biol.**, Detroit, v.63, n.2, p.137-153, 1991.

MILLER, M.R.; HANKINSON, J.; BRUSASCO, V. *et al.* Series ATS/ERS Task force: Standardization of lung function testing - Standardisation of spirometry. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.26, n.2, p.319-338, 2005.

MOHAMED, E.I.; MAIOLO, C.; IACOPINO, L. *et al.* The impact of body-weight components on forced spirometry in healthy italians. **Lung**, New York, v.180, n.3, p.149-159, 2002.

NEUKIRCH, F.; CHANSIN, R.; LIARD, R. *et al.* Spirometry and maximal expiratory flow-volume curve reference standards for Polynesian, European, and Chinese teenagers. **Chest**, Northbrook, v.94, n.4, p.792-798, 1988.

OLANREWAJU, D.M. Spirometric standards for healthy Nigerian children and adolescents. **East Afr. Med. J.**, Nairobi, v.68, n.10, p.812-819, 1991.

PATON, J.; BEARDSMORE, C.; LAVERTY, A. *et al.* Discrepancies between pediatric laboratories in pulmonary function results from healthy children. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.47, n.6, p.588-596, 2012.

PEKKARINEN, E.; VANNINEN, E.; LÄNSIMIES, E. *et al.* Relation between body composition, abdominal obesity, and lung function. **Clin. Physiol. Funct. Imaging**, Oxford, v.32, n.2, p.83-88, 2012.

PELLEGRINO, R.; VIEGI, G.; BRUSASCO, V. *et al.* Series ATS/ERS Task force: Standardization of lung function testing - Interpretative strategies for lung function tests. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.26, n.5, p.948-968, 2005.

PEREIRA, C.A.; SATO, T.; RODRIGUES, S.C. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J. Bras. Pneumol.**, Brasília, v.33, n.4, p.397-406, 2007.

PEREIRA, C.A.C. Espirometria. **J. Pneumol.**, Brasília, v.28, p.S1-S82, 2002. Suplemento 3.

PÉREZ-PADILLA, R.; REGALADO-PINEDA, J.; ROJAS, M. *et al.* Spirometric function in children of Mexico City compared to Mexican-American children. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.35, n.3, p.177-183, 2003.

PÉREZ-YARZA, E.G.; VILLA, J.R.; COBOS, N. *et al.* Espirometría forzada em preescolares sanos bajo lãs recomendaciones de la ATS/ERS estudio CANDELA. **Na. Pediatr. (Barc.)**, Madrid, v.70, n.1, p.3-11, 2009.

PISTELLI, R.; BRANCATO, G.; FORASTIERE, F. *et al.* Population values of lung volumes and flows in children: effect of sex, body mass and respiratory conditions. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.5, n.4, p.463-470, 1992.

PITTMAN, J.E.; VAN RIE, A.; DAVIS, S.D. Spirometry in biracial children: how adequate are race-based reference equations? **Arch. Pediatr. Adolesc. Med.**, Chicago, v.165, n.6, p.573-574, 2011.

POLGAR, G.; PROMADHAT, V. **Pulmonary function testing in children: techniques and standards.** Philadelphia: Saunders, 1971. 273p.

QUANJER, P.H.; BORSBOOM, G.J.; BRUNEKREEF, B. *et al.* Spirometric reference values for white European children and adolescents: Polgar revisited. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.19, n.2, p.135-142, 1995.

QUANJER, P.H.; BORSBOOM, G.J.; KIVASTIK, J. *et al.* Cross-sectional and longitudinal spirometry in children and adolescents: interpretative strategies. **Am. J. Respir. Crit. Care Med.**, New York, v.178, n.12, p.1262-1270, 2008.

QUANJER, P.H.; HALL, G.L.; STANOJEVIC, S. *et al.* Age- and height-based prediction bias in spirometry reference equations. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.40, n.1, p.190-197, 2012a.

QUANJER, P.H.; STANOJEVIC, S.; COLE, T.J. *et al.* Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.40, n.6, p.p.1324-1343, 2012b.

QUANJER, P.H.; STOCKS, J.; COLE, T.J. *et al.* Influence of secular trends and sample size on reference equations for lung function tests. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.37, n.3, p.658-664, 2011.

RAY, C.S.; SUE, D.Y.; BRAY, G. *et al.* Effects of obesity on respiratory function. **Am. Rev. Respir. Dis.**, New York, v.128, n.3, p.501-506, 1983.

ROSENTHAL, M.; BAIN, S.H.; CRAMER, D. *et al.* Lung function in white children aged 4 to 19 years: I. Spirometry. **Thorax**, London, v.48, n.8, p.794-802, 1993.

SALOME, C.M.; KING, G.G.; BEREND, N. Physiology of obesity and effects on lung function. **J. Appl. Physiol.**, Washington, v.108, n.1, p.206-211, 2010.

SCHOENBERG, J.B.; BECK, G.J.; BOUHUYS, A. Growth and decay of pulmonary function in healthy blacks and whites. **Respir. Physiol.**, Amsterdam, v.33, n.3, p.367-393, 1978.

SCHWARTZ, J.D.; KATZ, S.A.; FEGLEY, R.W. *et al.* Analysis of spirometric data from a national sample of healthy 6- to 24-year-olds (NHANES II). **Am. Rev. Respir. Dis.**, New York, v.138, n.6, p.1405-1414, 1988.

SEED, L.; WILSON, D.; COATES, A.L. Children should not be treated like little adults in the PFT lab. **Respir. Care**, Dallas, v.57, n.1, p.61-74, 2012.

SHAMSSAIN, M.H. Forced expiratory indices in normal black southern African children aged 6-19 years. **Thorax**, London, v.46, n.3, p.175-179, 1991.

SIGULEM, D.M.; DEVINCENZI, M.U.; LESSA, A.C. Diagnóstico nutricional da criança e do adolescente. **J. Pediatr. (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v.76, p.S275-S284, 2000. Suplemento 3.

SMITH, L.J.; ARYNCHYN, A.; KALHAN, R. *et al.* Spirometry guidelines influence lung function results in a longitudinal study of young adults. **Respir. Med.**, London, v.104, n.6, p.858-864, 2010.

STANOJEVIC, S.; WADE, A.; STOCKS, J. Reference values for lung function: past, present and future. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.36, n.1, p.12-19, 2010.

SUBBARAO, P.; LEBECQUE, P.; COREY, M. *et al.* Comparison of spirometric reference values. **Pediatr. Pulmonol.**, Hoboken, v.37, n.6, p.515-522, 2004.

TAUSSIG, L.M.; CHERNICK, V.; WOOD, R. *et al.* Standardization of lung function testing in children. Proceedings and Recommendations of the GAP Conference Committee, Cystic Fibrosis Foundation. **J. Pediatr.**, St. Louis, v.97, n.4, p.668-676, 1980.

THOMPSON, B.R.; STANOJEVIC, S.; ABRAMSON, M.J. *et al.* ANZSRS Reference Ranges Working Party: the all-age spirometry reference ranges reflect contemporary Australasian spirometry. **Respirology**, Carlton, v.16, n.6, p.912-917, 2011.

TRABELSI, Y.; BEN SAAD, H.; TABKA, Z. *et al.* Spirometric reference values in Tunisian children. **Respiration**, Basel, v.71, n.5, p.511-518, 2004.

VEIGA, G.V.; SIGULEM, D.M. Avaliação da composição corporal através de medidas antropométricas, de adolescentes obesas e eutróficas de dois níveis sócio-econômicos. **J. Pediatr. (Rio J.)**, Rio de Janeiro, v.70, n.4, p.206-214, 1994.

VIJAYAN, V.K.; REETHA, A.M.; KUPPURAO, K.V. *et al.* Pulmonary function in normal south Indian children aged 7 to 19 years. **Indian J. Chest Dis. Allied Sci.**, Delhi, v.42, n.3, p.147-156, 2000.

VOORHOEVE, H.W. A new reference for the mid-upper arm circumference? **J. Trop. Pediatr.**, London, v.36, n.5, p.256-262, 1990.

WANGER, J.; CLAUSEN, J.L.; COATES, A. *et al.* Series ATS/ERS Task force: Standardization of lung function testing - Standardisation of the measurement of lung volumes. **Eur. Respir. J.**, Sheffield, v.26, n.3, p.511-522, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. Expert Committee. **Physical status: the use and interpretation of anthropometry.** Geneva: WHO, 1995. 452p. (WHO Technical Report Series, 854).

WU, Y.; ZHANG, Z.; GANG, B. *et al.* Predictive equations for lung function based on a large occupational population in North China. **J. Occup. Health**, Tokyo, v.51, n.6, p.471-477, 2009.

ZEMEL, B.S.; RILEY, E.M.; STALLINGS, V.A. Evaluation of methodology for nutritional assessment in children: anthropometry, body composition, and energy expenditure. **Annu. Rev. Nutr.**, Palo Alto, v.17, p.211-235, 1997.

ZVEREV, Y.; GONDWE, M. Ventilatory capacity indices in Malawian children. **East Afr. Med. J.**, Nairobi, v.78, n.1, p.14-18, 2001.

## ANEXOS e APÊNDICES

### APÊNDICE 1 - Termo de consentimento livre e esclarecido para participação do estudo

#### PAIS OU RESPONSÁVEIS DE CRIANÇAS ENTRE 7 A 12 ANOS

Prezados Responsáveis:

Agradecemos o interesse pela participação no estudo **“VALIDAÇÃO DE NOVOS VALORES PREVISTOS PARA A ESPIROMETRIA FORÇADA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES”**. Este estudo será desenvolvido no Programa de Pós Graduação do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte das exigências para a aquisição do grau de Doutor em Ciências da Saúde, de autoria da Doutoranda Sarah Costa Drumond de O. Moura, sob a orientação da Professora Dra. Maria Jussara Fernandes Fontes.

Este estudo tem o objetivo de avaliar a função pulmonar de crianças e adolescentes saudáveis na faixa etária de 7 a 14 anos.

#### **Responsáveis:**

Professora Maria Jussara Fernandes Fontes, doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais (Telefones: 3409-9772).

Sarah Costa Drumond de Oliveira Moura, mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais (Telefones: 3223-0511 / 92860233)

#### **Procedimentos:**

Todos os indivíduos participantes do estudo serão submetidos a uma avaliação do sistema respiratório, mensuração de medidas antropométricas e espirometria.

A avaliação do sistema respiratório constará de história clínica e exame físico completo.

Para avaliar o estado nutricional dos voluntários, serão mensurados o peso, a altura, a circunferência do braço e a prega cutânea tricípital. As medidas serão realizadas pelo mesmo examinador.

Os Testes de Espirometria serão realizados para análise da função do sistema respiratório (a criança será orientada a encher os pulmões de ar ao máximo que conseguir, e imediatamente soltar todo o ar pelo bucal do aparelho).

**Forma de acompanhamento e assistência:**

O investigador do estudo – a pesquisadora Sarah C D O Moura - fará a avaliação dos indivíduos saudáveis e caso seja observada alguma alteração durante os testes, seu filho receberá toda atenção e tratamento de fisioterapia respiratória adequados, que consta de exercícios respiratórios. Neste caso ele será encaminhado para um tratamento gratuito de fisioterapia respiratória no Centro Universitário de Belo Horizonte - UNI/BH na Faculdade de Fisioterapia que dispõe de uma clínica muito bem equipada, onde os alunos prestam atendimento gratuito à população em geral, com a supervisão de professores. Um fisioterapeuta fará todo o exame físico e coleta das medidas antropométricas. A avaliação e a interpretação das espirometrias ficarão a cargo da pesquisadora. Os testes propostos serão acompanhados pela professora Dra. Maria Jussara Fernandes Fontes.

**Riscos e desconfortos:**

Durante estes testes, como qualquer situação de esforço, poderão ocorrer sintomas como tonteira, cansaço, mal-estar e falta de ar. Caso o seu filho tenha algum sintoma o teste será interrompido e ele será examinado. Você poderá esclarecer qualquer dúvida que venha ter com a pesquisadora e ela será imediatamente esclarecida.

**Confidencialidade:** As informações obtidas através deste estudo serão divulgadas sem, no entanto, revelar a identidade da criança.

**CONSENTIMENTO:**

Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas.

Declaro ainda que concordo com a participação desta investigação, não tendo recebido nenhum tipo de constrangimento para que isso ocorresse.

Por outro lado, estou ciente de que poderei impedir o prosseguimento da mesma, se tiver dúvidas sobre os esclarecimentos que me foram dados, sem prejuízo para o meu filho.

Pesquisadores responsáveis

Sarah Costa Drumond O Moura – 3223-0511 / 92860233

Prof. Maria Jussara Fernandes Fontes - 32489772 / 99785953



Desta forma, eu \_\_\_\_\_, concordo que meu filho(a) \_\_\_\_\_ menor de idade participe deste estudo.

Belo Horizonte, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável

\_\_\_\_\_  
Assinatura do participante

\_\_\_\_\_  
Sarah C Drumond O Moura  
Assinatura da Pesquisadora

**Comitê de Ética em Pesquisa**

Av. Antônio Carlos, 6627

Unidade Administrativa II - 2º andar. Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG  
31270-901

Fone: 3409-4592

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DO ESTUDO**

### **PARTICIPANTES ENTRE 13 a 14 ANOS**

Prezados Participantes:

Agradecemos o interesse pela participação no estudo “**VALIDAÇÃO DE NOVOS VALORES PREVISTOS PARA A ESPIROMETRIA FORÇADA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES**”. Este estudo será desenvolvido no Programa de Pós Graduação do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte das exigências para a aquisição do grau de Doutor em Ciências da Saúde, de autoria da Doutoranda Sarah Costa Drumond de O. Moura, sob a orientação da Professora Dra. Maria Jussara Fernandes Fontes.

Este estudo tem o objetivo de avaliar a função pulmonar de crianças e adolescentes saudáveis na faixa etária de 7 a 14 anos.

#### **Responsáveis:**

Professora Maria Jussara Fernandes Fontes, doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais (Telefones: 34099772).

Sarah Costa Drumond de Oliveira Moura, mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais (Telefones: 3223-0511 / 92860233)

#### **Procedimentos:**

Todos os indivíduos participantes do estudo serão submetidos a uma avaliação do sistema respiratório, mensuração de medidas antropométricas e espirometria.

A avaliação do sistema respiratório constará de história clínica e exame físico completo. Para avaliar o estado nutricional dos voluntários, serão mensurados o peso, a altura, a circunferência do braço e a prega cutânea tricótipal com as medidas realizadas pelo mesmo examinador.

Os Testes de Espirometria serão realizados para análise da função do sistema respiratório (você será orientado a encher os pulmões de ar ao máximo que conseguir, e imediatamente soltar todo o ar pelo bucal do aparelho).

**Forma de acompanhamento e assistência:**

O investigador do estudo – a pesquisadora Sarah C D O Moura - fará a avaliação dos indivíduos saudáveis e caso seja observada alguma alteração durante os testes, você receberá toda atenção e tratamento de fisioterapia respiratória adequados, que consta de exercícios respiratórios. Neste caso você será encaminhado para um tratamento gratuito de fisioterapia respiratória no Centro Universitário de Belo Horizonte - UNI/BH na Faculdade de Fisioterapia que dispõe de uma clínica muito bem equipada, onde os alunos prestam atendimento gratuito à população em geral, com a supervisão de professores. Um acadêmico treinado previamente pelo investigador fará todo o exame físico e coleta das medidas antropométricas. A avaliação e análise espirométrica ficará a cargo da pesquisadora. Os testes propostos serão acompanhados pela professora Dra. Maria Jussara Fernandes Fontes.

**Riscos e desconfortos:**

Durante estes testes, como qualquer situação de esforço, poderão ocorrer sintomas como tonteira, cansaço, mal-estar e falta de ar. Caso você tenha algum sintoma o teste será interrompido e você será examinada. Você poderá esclarecer qualquer dúvida que venha ter com a pesquisadora e ela será imediatamente esclarecida.

**CONSENTIMENTO:**

Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas.

Declaro ainda que concordo com a participação desta investigação, não tendo recebido nenhum tipo de constrangimento para que isso ocorresse.

Por outro lado, estou ciente de que poderei impedir o prosseguimento da mesma, se tiver dúvidas sobre os esclarecimentos que me foram dados, sem prejuízo para mim.

Pesquisadores responsáveis

Sarah C Drumond O Moura – 32230511 / 92860233

Prof. Maria Jussara Fernandes Fontes - 32489772 / 99785953

Desta forma, eu \_\_\_\_\_, concordo em participar deste estudo.

Belo Horizonte, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do participante

---

Sarah C Drumond O Moura

Assinatura da Pesquisadora

**Comitê de Ética em Pesquisa**

Av. Antônio Carlos, 6627

Unidade Administrativa II - 2º andar. Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG  
31270-901

Fone: 3409-4592

## **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO DO ESTUDO**

### **PAIS OU RESPONSÁVEIS DE ADOLESCENTES ENTRE 13 E 14 ANOS**

Prezados Responsáveis:

Agradecemos o interesse pela participação no estudo **“VALIDAÇÃO DE NOVOS VALORES PREVISTOS PARA A ESPIROMETRIA FORÇADA EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES”**. Este estudo será desenvolvido no Programa de Pós Graduação do Departamento de Pediatria da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte das exigências para a aquisição do grau de Doutor em Ciências da Saúde, de autoria da Doutoranda Sarah Costa Drumond de O. Moura, sob a orientação da Professora Dra. Maria Jussara Fernandes Fontes.

Este estudo tem o objetivo de avaliar a função pulmonar de crianças e adolescentes saudáveis na faixa etária de 7 a 14 anos.

#### **Responsáveis:**

Professora Maria Jussara Fernandes Fontes, doutora em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais (Telefones: 3409-9772).

Sarah Costa Drumond de Oliveira Moura, mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Minas Gerais (Telefones: 3223-0511 / 92860233)

#### **Procedimentos:**

Todos os indivíduos participantes do estudo serão submetidos a uma avaliação do sistema respiratório, mensuração de medidas antropométricas e espirometria.

A avaliação do sistema respiratório constará de história clínica e exame físico completo.

Para avaliar o estado nutricional dos voluntários, serão mensurados o peso, a altura, a circunferência do braço e a prega cutânea tricípital com as medidas realizadas pelo mesmo examinador.

Os Testes de Espirometria serão realizados para análise da função do sistema respiratório (a criança será orientada a encher os pulmões de ar ao máximo que conseguir, e imediatamente soltar todo o ar pelo bucal do aparelho).

**Forma de acompanhamento e assistência:**

O investigador do estudo – a pesquisadora Sarah C D O Moura - fará a avaliação dos indivíduos saudáveis e caso seja observada alguma alteração durante os testes, seu filho receberá toda atenção e tratamento de fisioterapia respiratória adequados, que consta de exercícios respiratórios. Neste caso ele será encaminhado para um tratamento gratuito de fisioterapia respiratória no Centro Universitário de Belo Horizonte - UNI/BH na Faculdade de Fisioterapia que dispõe de uma clínica muito bem equipada, onde os alunos prestam atendimento gratuito à população em geral, com a supervisão de professores. Um fisioterapeuta fará todo o exame físico e coleta das medidas antropométricas. A avaliação e a interpretação das espirometrias ficarão a cargo da pesquisadora. Os testes propostos serão acompanhados pela professora Dra. Maria Jussara Fernandes Fontes.

**Riscos e desconfortos:**

Durante estes testes, como qualquer situação de esforço, poderão ocorrer sintomas como tonteira, cansaço, mal-estar e falta de ar. Caso seu filho tenha algum sintoma o teste será interrompido e ele será examinado. Você poderá esclarecer qualquer dúvida que venha ter com a pesquisadora e ela será imediatamente esclarecida.

**Confidencialidade:** As informações obtidas através deste estudo serão divulgadas sem, no entanto, revelar a identidade da criança.

**CONSENTIMENTO:**

Declaro que li e entendi as informações contidas acima e que todas as dúvidas foram esclarecidas.

Declaro ainda que concordo com a participação desta investigação, não tendo recebido nenhum tipo de constrangimento para que isso ocorresse.

Por outro lado, estou ciente de que poderei impedir o prosseguimento da mesma, se tiver dúvidas sobre os esclarecimentos que me foram dados, sem prejuízo para o meu filho.

Pesquisadores responsáveis

Sarah Costa Drumond O Moura – 3223-0511 / 92860233

Prof. Maria Jussara Fernandes Fontes - 32489772 / 99785953

Desta forma, eu \_\_\_\_\_, concordo que meu filho \_\_\_\_\_-participe deste estudo.

Belo Horizonte, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Assinatura do pai ou responsável

---

Sarah C Drumond O Moura

Assinatura da Pesquisadora

**Comitê de Ética em Pesquisa**

Av. Antônio Carlos, 6627

Unidade Administrativa II - 2º andar. Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG  
31270-901

Fone: 3409-4592

## APÊNDICE 2 - Avaliação respiratória

Data da Avaliação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

### Dados Pessoais - Identificação:

---

Nome:

---

Sexo:

Idade:

Data de nascimento:

---

Endereço:

Número:

---

Bairro:

Cidade:

UF:

---

Telefone:

---

Peso:

Altura:

---

Responsável:

---

### Anamnese :

---

HMA:

---

---

---

---

---

---

---

---

Doenças Associadas:

---

---

---

---



---

HP: Tabagismo na gravidez, Período neonatal, parto, passado mórbido

---

---

---

---

HF

( ) Diabetes ( ) HAS ( ) Cardiopatias - Qual?

Doença Respiratória: ( ) Não ( ) Sim Qual?

Outros:

---

HS:

Tabagismo:

Vacinação:

Desenvolvimento:

Alimentação:

---

- Atividade Física: ( ) Sedentário ( ) Não Sedentário

Tipo de Atividade Física:

Frequência/Duração:

Há quanto tempo pratica:

- Escore de rinite alérgica: - Prurido nasal/ocular/orofaringe
- Espirros
- Obstrução nasal
- Secreção nasal

( ) Leve 1-6

( ) Moderado 6-11

( ) Grave 7-12

- Ambiente ( ) animal de estimação ( ) poeira/almofadas/colchões
- Ambiente do quarto (tapete, cortina)/ Vizinhança
- Exantema atópico ( ) sim ( ) não

**Medicamentos:**

---

---

---

Alergia a medicação? ( ) Não ( ) Sim

Qual?

Uso de corticóide? Dose? Tempo? Nome?

Técnica inalatória:

Uso de corticóide oral? Nome:

**Exame Físico:**

Dados vitais: PA: FR:

FC: Temp: SAT. O<sub>2</sub>:

**APÊNDICE 3 - International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) –**

Questionário modificado

**FAVOR PREENCHER MARCANDO UM X**

Nome : \_\_\_\_\_

Marque um X no sexo do seu filho: ( ) sexo masculino ( ) sexo feminino

1. Alguma vez na vida a criança teve sibilos (chiado no peito?) ( ) sim ( ) não (se respondeu não, passe para a pergunta 7, se respondeu sim continue na 2)
2. Nos últimos 12 meses seu filho teve sibilos (chiado no peito?) ( ) sim ( ) não
3. Nos últimos 12 meses quantas crises de sibilos (chiado no peito?) seu filho teve? ( ) nenhuma crise ( ) 1 a 3 crises ( ) 4 a 12 crises ( ) mais de 12 crises
4. Ele dorme mal? Acorda muito a noite?
5. Nos últimos 12 meses com que frequência seu filho teve o sono perturbado por sibilos (chiado no peito)? ( ) nunca acordou com chiado ( ) menos de uma noite por semana ( ) uma ou mais noites por semana
6. Nos últimos 12 meses o chiado foi tão forte a ponto de impedir que seu filho conseguisse dizer mais do que duas palavras entre cada respiração?  
( ) sim ( ) não
7. Alguma vez na vida seu filho teve asma ou bronquite? ( ) sim ( ) não

8. Já teve que ir ao médico por apresentar falta de ar? ( ) sim ( ) não
9. O seu filho se cansa com facilidade? ( ) sim ( ) não
10. Você já percebeu se seu filho tem dificuldade para fazer alguma atividade física por falta de ar? ( ) sim ( ) não
11. Nos últimos 12 meses seu filho teve sibilos (chiado no peito) após exercícios físicos? ( ) sim ( ) não
12. Nos últimos 12 meses seu filho teve tosse seca a noite sem estar gripado ou com infecção respiratória? ( ) sim ( ) não
13. Seu filho fuma ou já fumou? ( ) sim ( ) não
14. Já teve alguma alergia? ( ) sim ( ) não A que? \_\_\_\_\_
15. Alguma pessoa que mora com o seu filho é fumante? ( ) sim ( ) não  
Quem: \_\_\_\_\_
16. Na sua casa alguma pessoa tem animal de estimação? ( ) sim ( ) não  
Qual \_\_\_\_\_
17. Alguma pessoa da família do seu filho tem ou teve asma ou bronquite? ( ) sim ( ) não . Quem? ( ) pai ( ) mãe ( ) irmão ( ) irmã

## Anexo 1 - Aprovação do COEP - UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - COEP

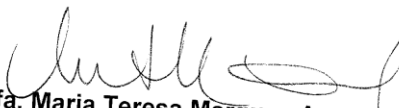
Projeto: CAAE – 0224.0.203.000-11

Interessado(a): **Profa. Maria Jussara Fernandes Fontes**  
Departamento de Pediatria  
Faculdade de Medicina- UFMG

### DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou, no dia 14 de setembro de 2011, após atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado "**Validação de novos valores previstos para a espirometria forçada em crianças e adolescentes**" bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
**Profa. Maria Teresa Marques Amaral**  
Coordenadora do COEP-UFMG

## Anexo 2 - Resultados da Primeira etapa do trabalho (antes da qualificação)

Um total de 600 estudantes recebeu a carta para participar da pesquisa, porém somente 250 crianças e adolescentes aceitaram em participar e foram avaliadas. 136 foram excluídas de acordo com os critérios de exclusão. Foram analisadas, então, 114 crianças e adolescentes saudáveis, de 07 a 14 anos, sendo 63 meninos (55,3%) e 51 meninas (44,7%). A média de idade foi de 9,90 anos para o grupo masculino (desvio padrão de 2,13) e 9,84 anos para o grupo feminino (desvio padrão de 2,3).

As Tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, as principais medidas descritivas das variáveis antropométricas e respiratórias.

**TABELA 1**

Características antropométricas da população estudada

Grupos	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (m)	IMC (kg/m <sup>2</sup> )	Circunferência do braço (cm)	Prega cutânea tricipital (cm)
<b>Feminino</b>	9,8 ± 2,3	33,1 ± 8,9	1,38 ± 0,1	16,8 ± 1,9	19,8 ± 2,4	12,3 ± 3,4
<b>Masculino</b>	9,9 ± 2,1	34,5 ± 9,08	1,41 ± 0,1	17,1 ± 2,0	20,1 ± 2,7	11,8 ± 3,6

Dados foram expressos em média ± desvio padrão.

**TABELA 2**

Caracterização dos parâmetros da função pulmonar das crianças e adolescentes do sexo feminino e masculino

	Sexo Feminino (n=51)	Sexo Masculino (n=63)
<b>CVF(L)</b>	2,04 ± 0,55	2,23 ± 0,63
<b>VEF<sub>1</sub>(L)</b>	1,84 ± 0,51	1,92 ± 0,57
<b>IT(%)</b>	88,6 ± 12,9	86,27 ± 3,8

Valores expressos em média ± o desvio padrão. CVF: capacidade vital forçada; VEF<sub>1</sub>: volume expiratório forçado no 1º segundo da CVF; IT: índice de Tiffeneau.

As correlações entre as variáveis espirométricas (VEF1 e CVF) e antropométricas (idade, peso, altura, IMC, circunferência do braço e prega cutânea

tricipital) estão representadas nas Tabelas 3 e 4, para o grupo feminino e masculino, respectivamente.

**TABELA 3**

Coefficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p\* entre pares de variáveis no grupo feminino

Variável	Idade	Altura	Peso	IMC	Cir. Braço	Prega cut.	CVF
<b>Altura</b>	0,891 *(0,000)						
<b>Peso</b>	0,909 *(0,000)	0,888 *(0,000)					
<b>IMC</b>	0,403 (0,003)	0,243 (0,086)	0,626 *(0,000)				
<b>Cir. Braço</b>	0,661 *(0,000)	0,647 *(0,000)	0,853 *(0,000)	0,768 *(0,000)			
<b>Prega cut.</b>	0,344 (0,013)	0,314 (0,025)	0,499 *(0,000)	0,579 *(0,000)	0,592 *(0,000)		
<b>CVF</b>	0,849 *(0,000)	0,882 *(0,000)	0,916 *(0,000)	0,423 *(0,002)	0,715 *(0,000)	0,415 *(0,002)	
<b>VEF1</b>	0,840 *(0,000)	0,891 *(0,000)	0,912 *(0,000)	0,396 *(0,004)	0,701 *(0,000)	0,421 *(0,002)	0,989 *(0,000)

\* valor p do teste de significância do coeficiente de correlação.

**TABELA 4**

Coefficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p\* entre pares de variáveis no grupo masculino

	Idade	Altura	Peso	IMC	Cir. Braço	Prega cut.	CVF
<b>Altura</b>	0,877 *(0,000)						
<b>Peso</b>	0,765 *(0,000)	0,881 *(0,000)					
<b>IMC</b>	0,287 (0,023)	0,348 *(0,005)	0,734 *(0,000)				
<b>Cir. Braço</b>	0,553 *(0,000)	0,650 *(0,000)	0,883 *(0,000)	0,868 *(0,000)			
<b>Prega cut.</b>	-0,101 (0,432)	0,050 (0,694)	0,152 (0,234)	0,269 (0,033)	0,216 (0,089)		
<b>CVF</b>	0,766 *(0,000)	0,861 *(0,000)	0,869 *(0,000)	0,504 *(0,000)	0,694 *(0,000)	0,107 (0,403)	
<b>VEF1</b>	0,777 *(0,000)	0,864 *(0,000)	0,871 *(0,000)	0,490 *(0,000)	0,687 *(0,000)	0,117 (0,359)	0,988 *(0,000)

\* valor p do teste de significância do coeficiente de correlação.

Esses dados sugerem que a função pulmonar está associada com o crescimento corporal.

No grupo masculino, a circunferência do braço mostrou uma forte correlação com a CVF e o VEF<sub>1</sub> assim como a altura, idade e peso. O IMC teve uma correlação moderada e a prega cutânea tricipital, correlação fraca. Para o grupo feminino, a circunferência do braço também mostrou correlação forte com CVF e VEF<sub>1</sub> assim como a altura, idade, peso e o IMC e com a prega cutânea tricipital tiveram correlação moderada.

Com base nas equações preditivas apresentadas nos Quadros 1 a 3 e a equação de Drumond (2006), foram estimadas, para cada criança, os valores esperados de VEF<sub>1</sub> e CVF.

As Tabelas 5 e 6 apresentam o coeficiente de correlação de Pearson entre as medidas teóricas e as realizadas, com o uso do espirômetro, nas crianças.

**TABELA 5**

Coeficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p\* entre o VEF<sub>1</sub> real e as quatro equações

	<b>Real</b>	<b>Polgar</b>	<b>Hsu</b>	<b>Mallozi</b>	<b>Drumond</b>
<b>Real</b>	1,00 (n.a.)	0,879 *0,000	0,884 *0,000	0,879 *0,000	0,832 *0,000
<b>Polgar</b>	0,879 *0,000	1,00 (n.a.)	0,998 *0,000	0,987 *0,000	0,868 *0,000
<b>Hsu</b>	0,884 *0,000	0,998 *0,000	1,00 (n.a.)	0,987 *0,000	0,864 *0,000
<b>Mallozi</b>	0,879 *0,000	0,987 *0,000	0,987 *0,000	1,00 (n.a.)	0,892 *0,000
<b>Drumond</b>	0,832 *0,000	0,868 *0,000	0,864 *0,000	0,892 *0,000	1,00 (n.a.)

\* valor p do teste de significância do coeficiente de correlação.



**TABELA 6**

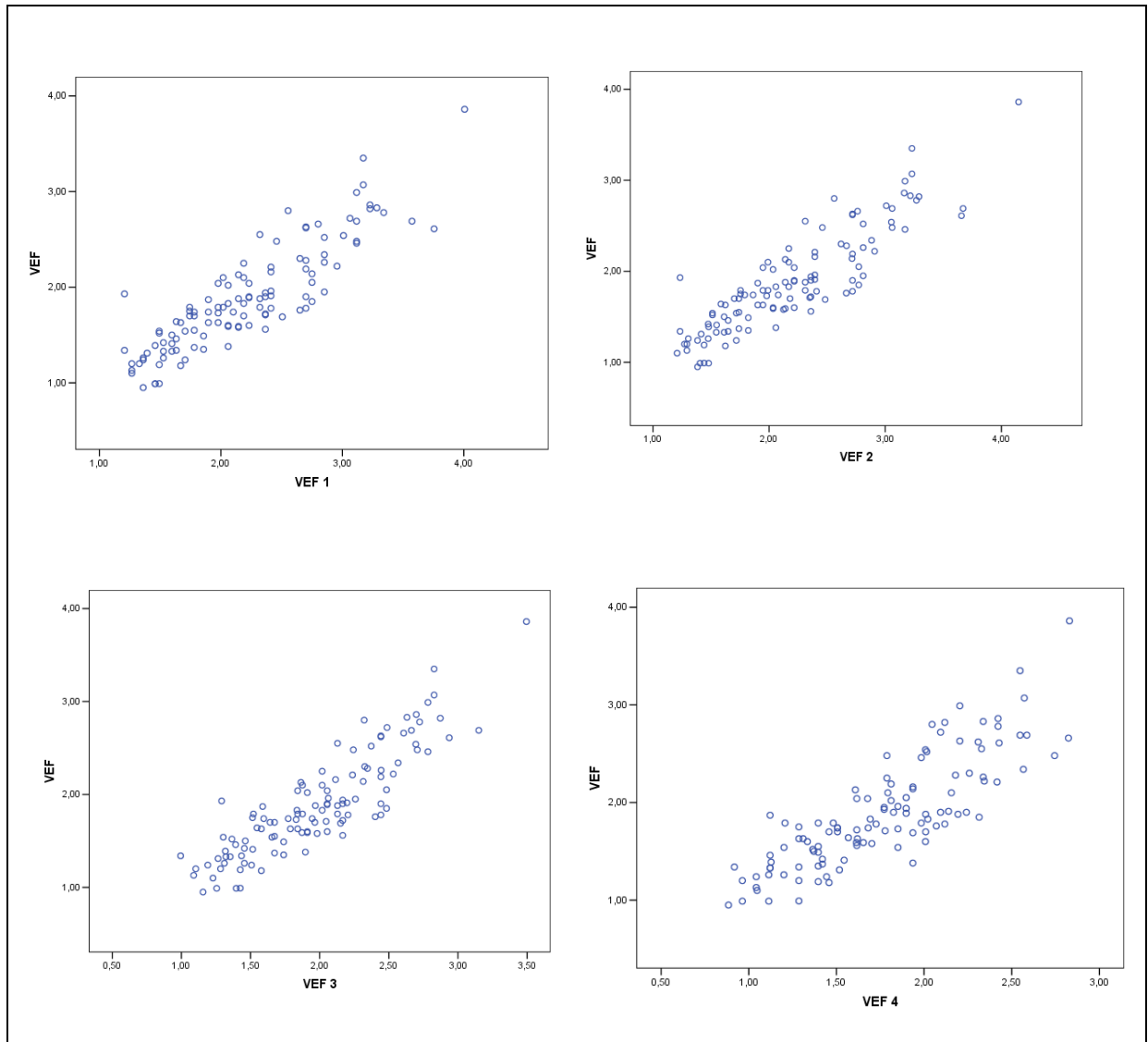
Coeficiente de correlação linear de Pearson e respectivo valor p\* entre o CVF real e as quatro equações

	<b>Real</b>	<b>Polgar</b>	<b>Hsu</b>	<b>Mallozi</b>	<b>Drumond</b>
<b>Real</b>	1,00 (n.a.)	0,871 *0,000	0,874 *0,000	0,884 *0,000	0,840 *0,000
<b>Polgar</b>	0,871 *0,000	1,00 (n.a.)	0,996 *0,000	0,990 *0,000	0,867 *0,000
<b>Hsu</b>	0,874 *0,000	0,996 *0,000	1,00 (n.a.)	0,987 *0,000	0,864 *0,000
<b>Mallozi</b>	0,884 *0,000	0,990 *0,000	0,987 *0,000	1,00 (n.a.)	0,892 *0,000
<b>Drumond</b>	0,840 *0,000	0,867 *0,000	0,864 *0,000	0,892 *0,000	1,00 (n.a.)

\* valor p do teste de significância do coeficiente de correlação.

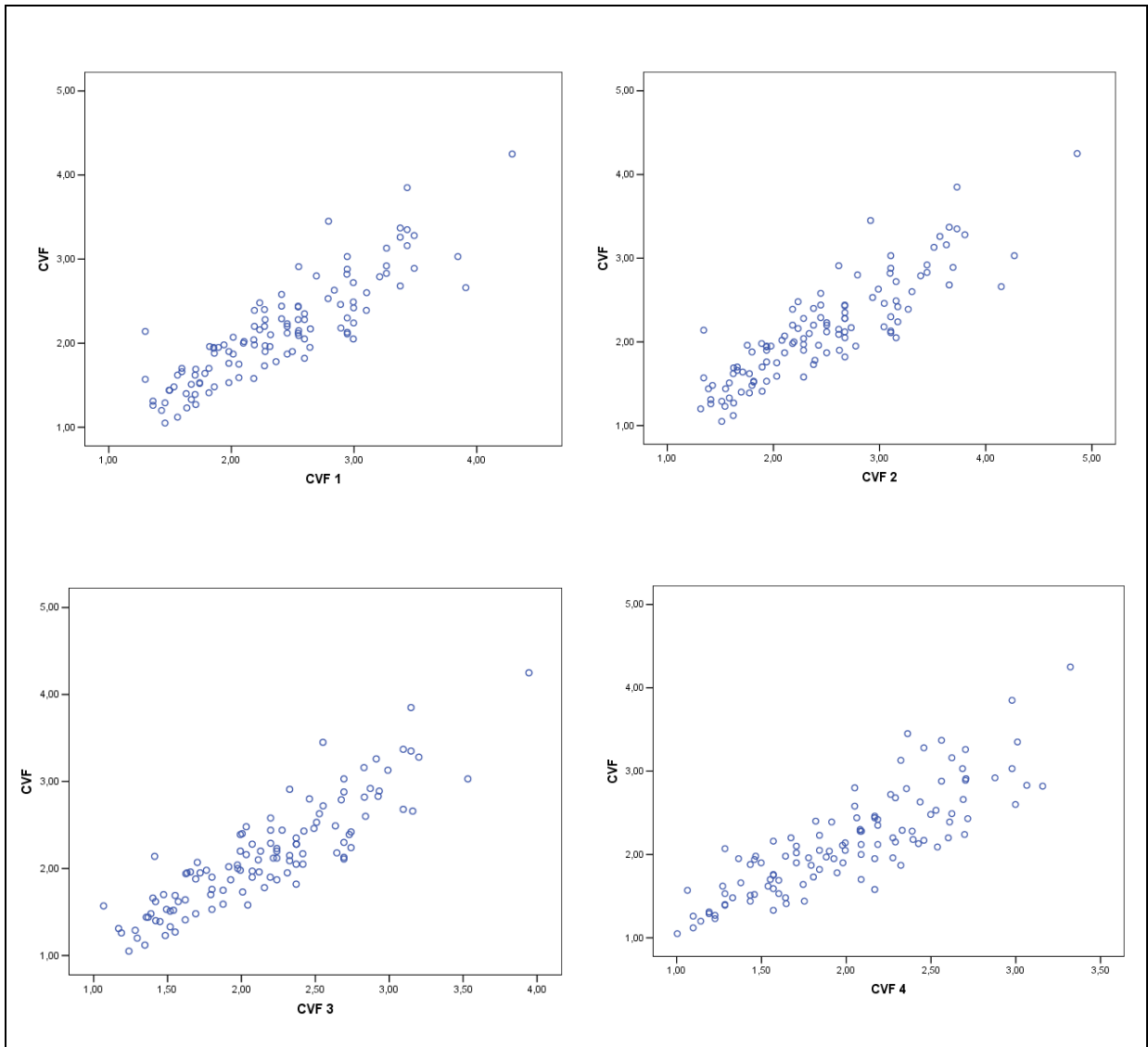
Como pode ser observado nas Tabelas 5 e 6, a coluna destacada (colorida de cinza) mostra que as correlações da equação 4 com os valores reais e com as demais equações são todas positivas, altas e estatisticamente significativas.

As Figuras 2 e 3 apresentam os diagramas de dispersão que ilustram as correlações entre os valores teóricos e as medidas realizadas nas crianças.



**FIGURA 2 - Diagramas de Dispersão – VEF<sub>1</sub>**

Legenda: VEF – valores medidos  
 VEF 1 – VEF<sub>1</sub> previsto pela equação de Polgar  
 VEF 2 - VEF<sub>1</sub> previsto pela equação de Hsu  
 VEF 3 - VEF<sub>1</sub> previsto pela equação de Mallozi  
 VEF 4 - VEF<sub>1</sub> previsto pela equação de Drumond



**FIGURA 3 - Diagramas de Dispersão – CVF**

Legenda: CVF – valores medidos

CVF 1 – CVF previsto pela equação de Polgar

CVF 2 – CVF previsto pela equação de Hsu

CVF 3 – CVF previsto pela equação de Mallozi

CVF 4 – CVF previsto pela equação de Drumond

Os coeficientes de correlação apresentados evidenciam que os valores teóricos resultantes da aplicação das quatro equações teóricas correlacionam-se, significativamente, com as medidas realizadas nas crianças com o uso do espirômetro. Ou seja, crianças que possuem valores teóricos altos também possuem valores observados (por meio do instrumento de medida) altos, e vice-versa.

Entretanto, o coeficiente de correlação não possibilita a análise de igualdade entre os valores mensurados. Para validar a equação proposta, apresentada no

Quadro 4, não basta que os valores obtidos sejam correlacionados com os valores medidos nas crianças, mas também devem ser iguais.

**TABELA 7**

Estimativas da Distância Euclidiana no grupo masculino

	VEF <sub>1</sub> - Observado	CVF - Observado
<b>Eq 1</b>	0,757	0,516
<b>Eq 2</b>	0,758	0,676
<b>Eq 3</b>	0,526	0,345
<b>Eq 4</b>	0,605	0,527

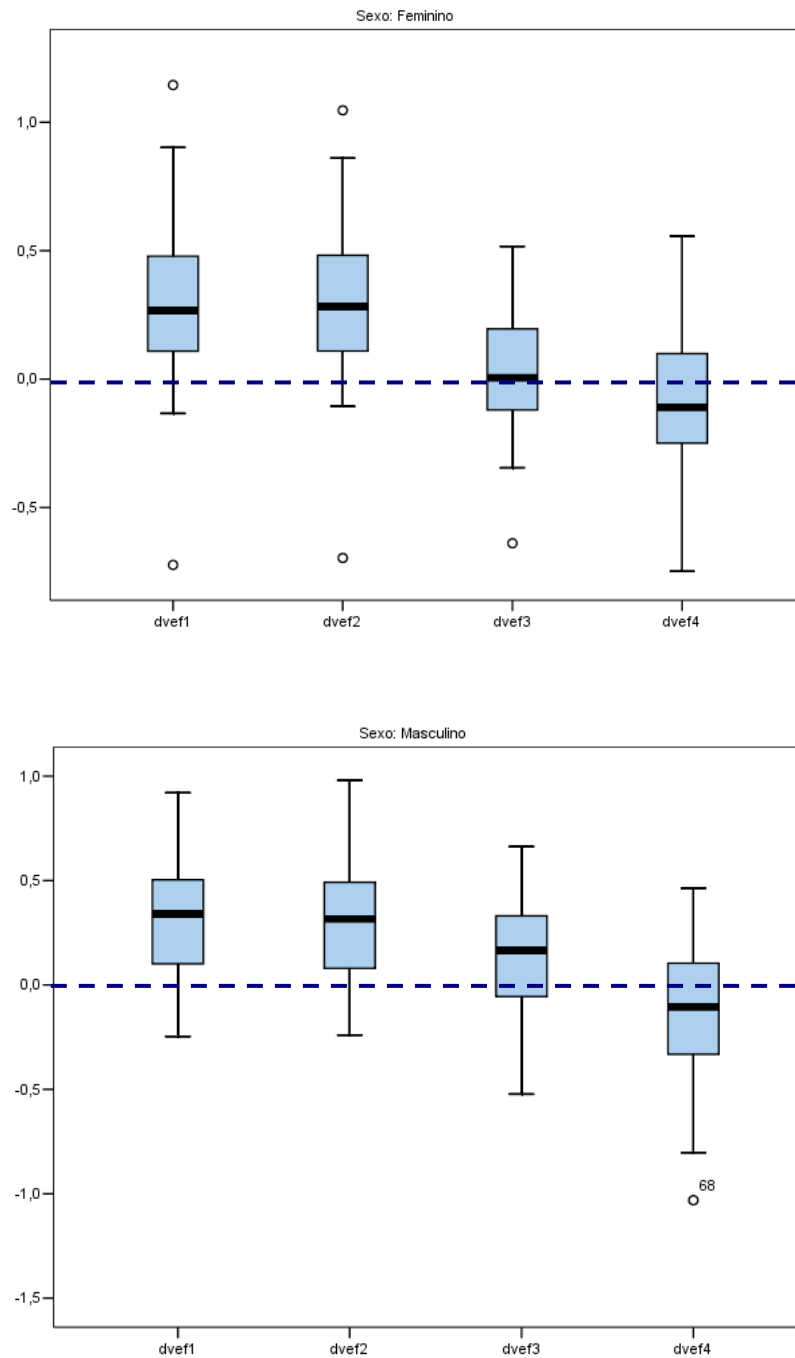
**TABELA 8**

Estimativas da Distância Euclidiana no grupo feminino

	VEF <sub>1</sub> - Observado	CVF - Observado
<b>Eq 1</b>	0,796	0,619
<b>Eq 2</b>	0,754	0,834
<b>Eq 3</b>	0,383	0,276
<b>Eq 4</b>	0,522	0,397

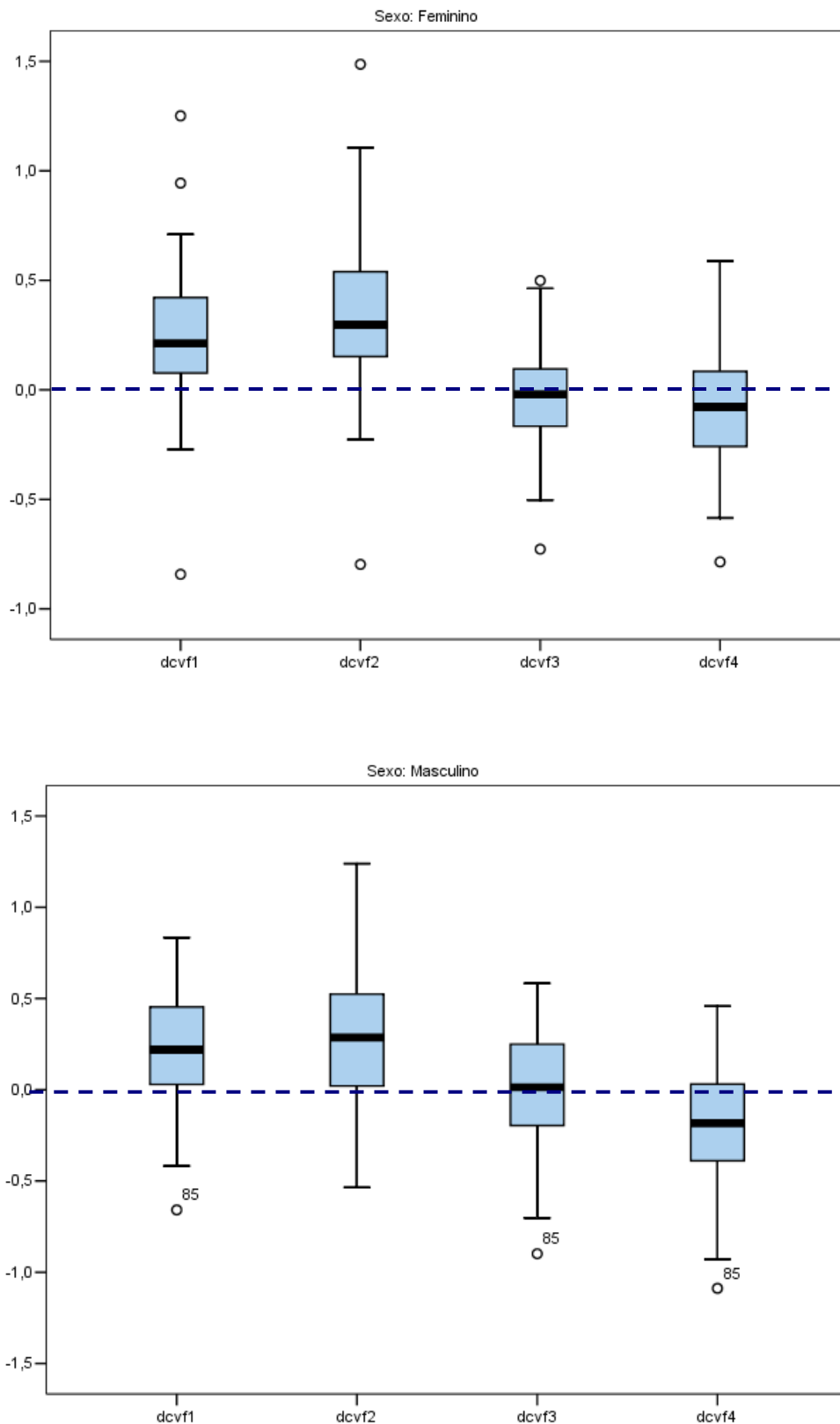
Analisando os dados apresentados nas Tabelas 7 e 8, observamos que tanto para a CVF quando para VEF<sub>1</sub>, a equação da Malozzi *et al* apresentada no Quadro 3 é a que mais se aproxima dos valores observados para esta amostra de crianças (menores valores calculados para a Distância Euclidiana), para os grupos masculino e feminino, seguida da equação de Drumond *et al* apresentada no Quadro 4, para o grupo feminino e para o VEF<sub>1</sub> no grupo masculino. Para a CVF no grupo masculino, a equação 4 ficou em terceiro lugar.

As Figuras 4 e 5 representam graficamente as diferenças observadas entre os valores teóricos e os medidos com o espirômetro. A síntese descritiva das diferenças é apresentada nas Tabelas 9 e 10.



**FIGURA 4 -** Distâncias entre Valores Teóricos e Observados –  $VEF_1$  nos grupos feminino e masculino

**Legenda:** dvef1 – Diferença entre os valores de  $VEF_1$  previstos por Polgar e os medidos  
 dvef2 – Diferença entre os valores de  $VEF_1$  previstos por Hsu e os medidos  
 dvef3 – Diferença entre os valores de  $VEF_1$  previstos por Mallozi e os medidos  
 dvef4 – Diferença entre os valores de  $VEF_1$  previstos por Drumond e os medidos



**FIGURA 5 -** Distâncias entre Valores Teóricos e Observados – CVF nos grupos feminino e masculino

**Legenda:** dcvf1 – Diferença entre os valores de CVF previstos por Polgar e os medidos  
 dcvf2 – Diferença entre os valores de CVF previstos por Hsu e os medidos  
 dcvf3 – Diferença entre os valores de CVF previstos por Mallozi e os medidos  
 dcvf4 – Diferença entre os valores de CVF previstos por Drumond e os medidos

As Tabelas 9 e 10 apresentam algumas sínteses descritivas das diferenças ilustradas nas figuras anteriores, ressaltando que valores próximos de zero indicam igualdade entre os valores teóricos e os efetivamente medidos nas crianças.

**TABELA 9**

Medidas Descritivas – Diferenças entre Valores Previstos e Medidos para o VEF<sub>1</sub> nos grupos masculino e feminino

Masculino

<b>Medidas Descritivas</b>	<b>Eq 1</b>	<b>Eq 2</b>	<b>Eq 3</b>	<b>Eq 4</b>
Média	0,324	0,314	0,139	-0,136
Mediana	0,342	0,317	0,164	-0,104
DP	0,289	0,300	0,283	0,329
Mínimo	-0,250	-0,240	-0,520	-1,030
Máximo	0,920	0,980	0,660	0,460

Feminino

<b>Medidas Descritivas</b>	<b>Eq 1</b>	<b>Eq 2</b>	<b>Eq 3</b>	<b>Eq 4</b>
Média	0,309	0,298	0,026	-0,112
Mediana	0,267	0,283	0,005	-0,109
DP	0,307	0,287	0,226	0,276
Mínimo	-0,72	-0,70	-0,64	-0,75
Máximo	1,14	1,05	0,52	0,56

**TABELA 10**

Medidas Descritivas – Diferenças entre Valores Previstos e Medidos para o CVF nos grupos masculino e feminino

Masculino

<b>Medidas Descritivas</b>	<b>Eq1</b>	<b>Eq 2</b>	<b>Eq 3</b>	<b>Eq 4</b>
Média	0,234	0,299	0,018	-0,185
Mediana	0,219	0,286	0,014	-0,182
DP	0,319	0,366	0,316	0,357
Mínimo	-0,66	-0,54	-0,90	-1,09
Máximo	0,83	1,24	0,58	0,46

Feminino

<b>Medidas Descritivas</b>	<b>Eq1</b>	<b>Eq 2</b>	<b>Eq 3</b>	<b>Eq 4</b>
Média	0,237	0,348	-0,024	-0,088
Mediana	0,211	0,297	-0,022	-0,077
DP	0,325	0,357	0,247	0,289
Mínimo	-0,84	-0,80	-0,73	-0,79
Máximo	1,25	1,49	0,50	0,59

Como pode ser observado nos dados apresentados, tanto para CVF quando para VEF<sub>1</sub>, a equação 3 é a que apresenta valores mais próximos dos efetivamente medidos nas crianças, com média da diferença bem próxima de zero, seguida pela equação 4.

De forma geral, as equações 1 e 2 superestimam as medidas realizadas de CVF e VEF<sub>1</sub>, o que fica bem evidenciado por meio da análise gráfica.

Apesar dessas evidências, faz-se necessário avaliar, de forma mais técnica, a validação da equação proposta, e isso é feito por meio do ajuste de modelos de regressão linear simples.

A Tabela 11 apresenta o principal resultado do ajuste dos modelos de regressão e dos testes de hipóteses (a) e (b).

Para a validação da equação proposta (Quadro 4), precisou-se verificar se as hipóteses (a) e (b) eram verdadeiras. Para isso, foi analisado o valor p dos testes de hipóteses. Se valor p fosse superior a 0,05, concluía-se ser verdadeiras as hipóteses estabelecidas.

A validação das equações propostas foi avaliada por meio do ajuste de modelos de regressão, estratificados por sexo (Tabela 11). Para isso, foram testadas as hipóteses de que o intercepto e a inclinação dos modelos de regressão eram iguais a zero e um, respectivamente. Foi considerado o nível de 5% de significância em todos os testes estatísticos.



**TABELA 11**  
Validação – Separada por Sexo

<b>Modelo 1 – VEF (Feminino)</b>				
<b>Coefficientes</b>	<b>Estimativas</b>	<b>Erro-Padrão</b>	<b>Estatística t</b>	<b>Valor p</b>
Constante ( $\beta_0$ )	0,388	0,129	3,008	0,003
VEF 4 ( $\beta_1$ )	0,841	0,071	2,239	0,027
<b>Modelo 2 – VEF (Masculino)</b>				
<b>Coefficientes</b>	<b>Estimativas</b>	<b>Erro-Padrão</b>	<b>Estatística t</b>	<b>Valor p</b>
Constante ( $\beta_0$ )	-0,146	0,097	0,182	0,856
VEF 4 ( $\beta_1$ )	0,717	1,158	0,244	0,807
<b>Modelo 3 – CVF (Feminino)</b>				
<b>Coefficientes</b>	<b>Estimativas</b>	<b>Erro-Padrão</b>	<b>Estatística t</b>	<b>Valor p</b>
Constante ( $\beta_0$ )	0,409	0,137	2,985	0,003
CVF 4 ( $\beta_1$ )	0,836	0,067	2,448	0,016
<b>Modelo 4 – CVF (Masculino)</b>				
<b>Coefficientes</b>	<b>Estimativas</b>	<b>Erro-Padrão</b>	<b>Estatística t</b>	<b>Valor p</b>
Constante ( $\beta_0$ )	0,106	0,189	0,561	0,576
CVF 4 ( $\beta_1$ )	1,038	0,090	0,422	0,674

Foi observado que ambos os valores p relacionados à equação 4 (Drumond) foram superiores a 0,05 para o grupo masculino, concluiu-se, portanto, que os valores de VEF<sub>1</sub> e CVF obtidos pela equação 4 para o grupo masculino eram estatisticamente equivalentes aos medidos nas crianças com o uso do espirômetro.

Já referente aos valores de CVF e VEF<sub>1</sub> no grupo feminino, foi observado que os valores p foram inferiores a 0,05, concluindo que os valores medidos pelo espirômetro não eram iguais aos valores teóricos pela equação 4.

Portanto, verificou-se que as duas equações para o sexo masculino, tanto CVF quanto VEF<sub>1</sub> foram validadas, mas, em contrapartida, nenhuma equação para o sexo feminino.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - SAÚDE DA  
CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

UFMG

## ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA SARAH COSTA DRUMOND DE OLIVEIRA MOURA

Realizou-se, no dia 28 de junho de 2013, às 14:00 horas, sala 034, andar térreo da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de tese, intitulada "NOVO PARÂMETRO PARA EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA DE VEF1 E CVF EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: A CIRCUNFERÊNCIA DO BRAÇO COMO VARIÁVEL INDEPENDENTE", apresentada por SARAH COSTA DRUMOND DE OLIVEIRA MOURA, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DA SAÚDE - SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE, à seguinte Comissão Examinadora: Prof<sup>ª</sup>. Maria Jussara Fernandes Fontes - Orientadora (UFMG), Prof<sup>ª</sup>. Claudia Ribeiro de Andrade (UFMG), Prof<sup>ª</sup>. Mery Natali Silva Abreu (UFMG), Prof<sup>ª</sup>. Walkyria Oliveira Sampaio (Universidade de Itaúna), Prof. Joel Alves Lamounier (UFSJ).

A Comissão considerou a tese:

- Aprovada  
 Aprovada condicionalmente, sujeita a alterações, conforme folha de modificações, anexa  
 Reprovada

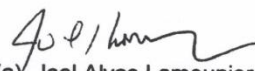
Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada pelos membros da Comissão.  
Belo Horizonte, 28 de junho de 2013.

  
Prof(a). Maria Jussara Fernandes Fontes  
Doutora - UFMG

  
Prof(a). Claudia Ribeiro de Andrade  
Doutora - UFMG

  
Prof(a). Mery Natali Silva Abreu  
Doutora - UFMG

  
Prof(a). Walkyria Oliveira Sampaio  
Doutora - UFMG

  
Prof(a). Joel Alves Lamounier  
Doutor - University of California System, UC System, Estado Unidos

CONFERE COM ORIGINAL  
Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina - UFMG



FACULDADE DE MEDICINA  
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
Av. Prof. Alfredo Balena 190/sala 533  
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100  
Fone: (31) 3409.9641 FAX: (31) 3409.9640  
E-mail: epg@medicina.ufmg.br



## DECLARAÇÃO

Declaramos, para fins curriculares, que **SARAH COSTA DRUMOND DE OLIVEIRA MOURA**, no dia vinte e oito de junho de dois mil e treze, defendeu tese de doutorado intitulada: “**NOVO PARÂMETRO PARA EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA DE VEF1 E CVF EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES: A CIRCUNFERÊNCIA DO BRAÇO COMO VARIÁVEL INDEPENDENTE**” e foi aprovada, obtendo o título de Doutora em Ciências da Saúde: Saúde da Criança e do Adolescente, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Saúde da Criança e do Adolescente, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 12 de novembro de 2013.



Sophia Ferreira Corrêa da Silva  
Centro de Pós-Graduação  
Faculdade de Medicina - UFMG