



ARTIGO ORIGINAL

## Reference values for spirometry in preschool children<sup>☆</sup>

Edjane F. Burity<sup>a,\*</sup>, Carlos A. C. Pereira<sup>b</sup>, José A. Rizzo<sup>c</sup>, Murilo C. A. Brito<sup>d</sup>,  
Emanuel S. C. Sarinho<sup>e</sup>

<sup>a</sup>Mestre em Saúde da Criança e do Adolescente. Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

<sup>b</sup>Doutor em Pneumologia. Departamento de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina (UNIFESP), São Paulo, SP, Brasil

<sup>c</sup>Doutor em Medicina Tropical. Departamento de Medicina Clínica, UFPE, Recife, PE, Brasil

<sup>d</sup>Doutor em Saúde Pública. Centro de Pesquisas Ageu Magalhães (CPqAM), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Recife, PE, Brasil

<sup>e</sup>Professor Adjunto Doutor, Pós-graduação em Saúde da Criança e do Adolescente e de Ciências de Saúde, UFPE, Recife, PE, Brasil

Recebido em 18 de junho de 2012; aceito em 9 de janeiro de 2013

### KEYWORDS

Child;  
Preschool;  
Spirometry;  
Reference values;  
Lung function tests

### Abstract

**Objectives:** Reference values for lung function tests differ in samples from different countries, including values for preschoolers. The main objective of this study was to derive reference values in this population.

**Methods:** A prospective study was conducted through a questionnaire applied to 425 preschool children aged 3 to 6 years, from schools and day-care centers in a metropolitan city in Brazil. Children were selected by simple random sampling from the aforementioned schools.

Peak expiratory flow (PEF), forced vital capacity (FVC), forced expiratory volumes (FEV<sub>1</sub>, FEV<sub>0.50</sub>), forced expiratory flow (FEF<sub>25-75</sub>) and FEV<sub>1</sub>/FVC, FEV<sub>0.5</sub>/FVC and FEF<sub>25-75</sub>/FVC ratios were evaluated.

**Results:** Of the 425 children enrolled, 321 (75.6%) underwent the tests. Of these, 135 (42.0%) showed acceptable results with full expiratory curves and thus were included in the regression analysis to define the reference values. Height and gender significantly influenced FVC values through linear and logarithmic regression analysis. In males, R<sup>2</sup> increased with the logarithmic model for FVC and FEV<sub>1</sub>, but the linear model was retained for its simplicity. The lower limits were calculated by measuring the fifth percentile residues.

**Conclusion:** Full expiratory curves are more difficult to obtain in preschoolers. In addition to height, gender also influences the measures of FVC and FEV<sub>1</sub>. Reference values were

DOI se refere ao artigo: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpmed.2013.01.002>

<sup>☆</sup>Como citar este artigo: Burity EF, Pereira CA, Rizzo JA, Brito JC, Sarinho ES. Reference values for spirometry in preschool children. J Pediatr (Rio J). 2013;89:374-80.

\* Autor para correspondência.

E-mail: edjaneburity@hotmail.com (E.F. Burity).

**PALAVRAS-CHAVE**

Criança;  
Pré-escolar;  
Espirometria;  
Valores de referência;  
Testes de função  
pulmonar

defined for spirometry in preschool children in this population, which are applicable to similar populations.

© 2013 Sociedade Brasileira de Pediatria. Published by Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](#)

**Valores de referência para espirometria em crianças pré-escolares****Resumo**

**Objetivos:** Valores de referência para testes de função pulmonar diferem em amostras de diferentes países, incluindo valores para pré-escolares. O objetivo principal do presente estudo foi derivar valores de referência em nossa população.

**Métodos:** Foi realizado estudo prospectivo, com aplicação de questionário a 425 crianças pré-escolares com idade variando entre três e seis anos, provenientes de escolas e creches públicas e privadas de uma cidade metropolitana do Brasil. As crianças foram selecionadas por amostragem aleatória simples dos referidos educandários. Foram avaliados: PFE, CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>0,50</sub>, FEF<sub>25-75</sub> e as relações: VEF<sub>1</sub>/CVF, VEF<sub>0,5</sub>/CVF e FEF<sub>25-75</sub>/CVF.

**Resultados:** Das 425 crianças recrutadas, 321 (75,6%) realizaram os testes. Destas, 135 (42,0%) apresentaram manobras aceitáveis, com curvas expiratórias completas e fizeram parte da análise de regressão para definir os valores de referência. Por análise de regressão linear e logarítmica, a estatura e o sexo influenciaram significativamente nas medidas de CVF. No sexo masculino, o r<sup>2</sup> se elevou com o modelo logarítmico, para a CVF e VEF<sub>1</sub>, porém o modelo linear foi mantido, por sua simplicidade. Os limites inferiores foram calculados através das medidas do 5º percentil dos resíduos.

**Conclusão:** Curvas expiratórias completas são de mais difícil obtenção em pré-escolares. Além da estatura, o sexo também influencia nas medidas de CVF e VEF<sub>1</sub>. Foram definidos valores de referência para espirometria em crianças pré-escolares, nessa população, aplicáveis a populações semelhantes.

© 2013 Sociedade Brasileira de Pediatria. Publicado por Elsevier Editora Ltda.

Este é um artigo Open Access sob a licença de [CC BY-NC-ND](#)

**Introdução**

Diversos estudos verificaram que crianças pré-escolares conseguem realizar espirometria adequadamente.<sup>1-6</sup> Os mesmos foram base para a parte de espirometria em pré-escolares de importante documento da *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS).<sup>7</sup> Alguns desses estudos definiram valores de referências (VC) para espirometria nesta faixa etária.<sup>1-4</sup> Pesquisas recentes complementaram estas avaliações.<sup>8,9</sup> Em 2001, foi publicado o primeiro estudo definindo VR em 184 crianças pré-escolares brancas.<sup>1</sup> Em seguida, diversos autores começaram a estabelecer VR em outras populações.<sup>2-4,10-16</sup> A comparação entre os dados de alguns desses estudos demonstrou concordância entre os mesmos.<sup>1-3,13,15,16</sup> Outros constataram a inadequação da aplicação de equações de uma determinada população para outra não similar, recomendando-se que sejam definidos VR para cada população, com características semelhantes.<sup>4,12</sup>

A manobra expiratória em crianças desta faixa etária pode durar menos de um segundo. Valores de referência para o volume expiratório forçado no primeiro 0,5 segundo ou após 0,75 s do início da expiração forçada foram descritos.<sup>10,12-14</sup>

Para escolares, há, no Brasil, VR para crianças maiores de seis anos (Mallozi),<sup>17</sup> porém VR não são disponíveis para a faixa de 3-6 anos de idade.

O objetivo deste estudo foi derivar valores de referência para espirometria em pré-escolares em uma amostra da população brasileira.

**Material e método**

Foi realizado um estudo prospectivo no período de fevereiro de 2005 a dezembro de 2006, com aplicação de questionário a 425 crianças pré-escolares com idade variando de três a seis anos provenientes de escolas e creches públicas e privadas da cidade do Recife, Brasil. As crianças foram selecionadas por amostragem aleatória simples dos educandários da cidade que tivessem crianças nessa faixa etária. Participaram dessa pesquisa todas as crianças dos educandários selecionados, cujos pais ou responsáveis preencheram ou responderam adequadamente às perguntas do questionário aplicado. Inicialmente, o tamanho amostral foi de 315 crianças, das quais 240 realizaram os testes e fizeram parte de publicação recente avaliando a aceitabilidade e reprodutibilidade da espirometria em pré-escolares.<sup>8</sup> A seguir, foram incluídas no estudo mais 110 crianças para completar o número de testes com expiração completa, necessário para o cálculo dos VR, totalizando 425 crianças. Foram selecionadas para a realização dos testes apenas as crianças consideradas livres de doenças respiratórias, como definido pelo questionário recomendado pelo *Epidemiology Standardization Projects*, ATS-DLD-78-C, adaptado e validado para uso no Brasil.<sup>18</sup> Também foram excluídas as crianças com: referência de peso ao nascer < 2.500 g e idade gestacional < 37 semanas; desconforto respiratório ao nascimento, necessitando uso de oxigênio por mais de 24h; experiência prévia em realizar espirometria; referência de doença cardíaca

prévia ou atual que necessitou ou obteve indicação de medicação ou cirurgia.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil. Consentimento livre e esclarecido foi obtido dos pais ou responsáveis pelas crianças.

## Métodos

Todas as crianças foram pesadas e medidas antes de cada sessão de testes, ambas realizadas em duplicata e calculada a média. O peso foi aferido em balança eletrônica da marca Filizola, São Paulo, Brasil, previamente calibrada pelo fabricante. As crianças foram medidas e pesadas sem sapatos e sem meias. Para a estatura, foi utilizado o estadiômetro da marca WCS-112- Cardiomed, São Paulo, Brasil, com plataforma apoiada em piso firme e plano onde as crianças ficavam em pé, sem sapatos e sem meias, de acordo com a técnica padrão.<sup>19</sup>

Para a realização dos testes, foram utilizados três espirômetros do mesmo fabricante - Sistema de Espirometria WinDX™/software v.1000.64 net - Creative Biomedics International, Inc. Irvine, Califórnia, utilizados pelo mesmo técnico, o autor principal da presente pesquisa. Para a calibração, foram utilizadas duas seringas do mesmo fabricante, ambas com três litros. Os referidos instrumentos atendem às normas para instrumentos recomendadas pela ATS.<sup>19</sup> Neste espirômetro, o fluxo expiratório é medido usando-se um pneumotacógrafo e o volume é derivado da integração digital do fluxo. Os resultados são corrigidos para condições e temperatura corporais, pressão ambiente, saturada com vapor d'água, BTPS. Foi acoplado ao espirômetro um filtro - Creative Biomedics, Inc., San Clement, CA - e a este, um bocal descartável com 2,5 cm de diâmetro - P/Esp. SX/PC.

Foram avaliados os parâmetros PFE; CVF; VEF<sub>1</sub>; VEF<sub>0,50</sub>; FEF<sub>25-75</sub>; VEF<sub>1</sub>/CVF; VEF<sub>0,5</sub>/CVF e FEF<sub>25-75</sub>/CVF. O volume expiratório forçado em 0,75 do primeiro segundo da CVF (VEF<sub>0,75</sub>) não pôde ser avaliado por não fazer parte do programa do espirômetro utilizado. A calibração foi realizada no local do exame antes de cada série de cinco testes e conforme as instruções padronizadas pelo fabricante. As curvas fluxo-volume foram monitorizadas através da visualização direta das mesmas na tela do computador durante cada teste. Foi utilizado programa de animação computadorizado com estímulos visuais já inseridos no espirômetro, para melhor incentivar as crianças. Com esses incentivos, estas se mostravam estimuladas a fazer os testes como se fosse uma brincadeira; apenas sete crianças (2%) se recusaram a realizá-lo. Esse programa consta de várias telas de incentivos, mas foram utilizadas apenas duas: uma com imagem de bolo de aniversário com velas que se apagam com o esforço de soprar e outra com imagem de circo com uma coluna que ganha cor de acordo com o sopro. As sessões de testes eram suspensas após, em média, 12 tentativas para se conseguir manobras aceitáveis, ou antes, caso a criança demonstrasse fadiga ou desinteresse em continuar. Cada sessão, incluindo o tempo para instrução, teve duração máxima de 20 minutos, para que houvesse viabilidade de posterior aplicação na prática clínica. As curvas eram gravadas para posterior análise.

Cada criança foi treinada individualmente na hora do exame, solicitando-se que colocasse o tubete descartável na boca, deixando-o bem ajustado, para evitar vazamentos. O nariz era ocluído por um clipe nasal; nas menores, a oclusão era realizada com os dedos do próprio técnico de função pulmonar, colocados em pinça, já que o clipe não ficava bem firme nelas. As crianças foram orientadas a respirar em volume corrente e, em seguida, solicitava-se que enchessem os pulmões ao máximo possível, para, em seguida, soprar o mais forte, rápido e prolongado possível. Os testes foram realizados com as crianças em pé, para maior comodidade das mesmas, por ficarem em uma altura melhor ajustada ao bocal do espirômetro. Os testes foram analisados por dois dos autores desta pesquisa.

Os maiores valores da CVF e VEF<sub>1</sub> foram obtidos das três melhores curvas fluxo-volume, não necessariamente da mesma curva. Os valores de FEF<sub>25-75</sub> foram retirados da curva com maior soma de CVF com VEF<sub>1</sub> ou com o VEF<sub>0,5</sub>, de acordo com o tempo expiratório forçado (TEF). Os valores do VEF<sub>0,5</sub> foram retirados das curvas com maiores valores de VEF<sub>1</sub> ou VEF<sub>0,5</sub>, quando o TEF era  $\leq 1$ s.

Os critérios de aceitabilidade adotados foram os padronizados pela ATS / ERS - atualização 2005, com curvas expiratórias completas.<sup>20</sup> Desse modo, foram excluídas as curvas com final expiratório em ponto  $\geq 10\%$  do PFE, apesar de consideradas aceitáveis pela ATS/ERS, atualização 2007.<sup>7</sup> Foram aceitas curvas com TEF  $\geq 0,5$ s e testes com duas ou mais curvas aceitáveis.

Foram consideradas inaceitáveis as curvas que, além de não atenderem aos critérios de aceitabilidade vigentes, apresentassem pico de fluxo sem evidência de esforço, achatado, arredondado, com mais de um pico ou com pico desviado para a direita; TEF  $< 0,5$ s; pausa inspiratória (hesitação) antes da expiração forçada.

## Análise estatística

Na análise estatística dos dados, a fórmula usada para o cálculo do tamanho da amostra foi a seguinte:  $N > 50 + 8m$ , onde  $m$  é o número de variáveis.<sup>21</sup> Levando-se em conta equações separadas por sexo e considerando que estatura seria a variável dependente, deveriam ser incluídos, portanto,  $50 + 8$  indivíduos de cada sexo. O cálculo do tamanho da amostra foi realizado com base apenas na entrada da estatura, tomando como base os estudos de Nystad e Zapletal.<sup>2,3</sup>

Foram avaliadas as correlações individuais entre os parâmetros de função pulmonar (PFE, CVF, VEF<sub>1</sub>, VEF<sub>0,5</sub> e FEF<sub>25-75</sub>, assim como as relações VEF<sub>1</sub>/CVF, FEF<sub>25-75</sub>/CVF e VEF<sub>0,5</sub>/CVF) e as variáveis independentes (estatura, peso, idade). As variáveis independentes com correlação com  $p < 0,10$  entraram em equações de regressão multivariada, separadas por sexo.

## Resultados

Das 425 crianças iniciais, 104 (24,4%) foram excluídas, sendo 81 (19%) por diagnóstico de asma e 23 (5,4%) por causas variadas - pré-termo, baixo peso ao nascer, cardiopatia e recusa para realização do exame. Nas 321 crianças

**Tabela 1** Valores antropométricos dos pré-escolares que realizaram curvas expiratórias aceitáveis completas

	Meninos (n = 69)		Meninas (n = 66)	
	x±DP	Varição	x±DP	Varição
Idade (meses)	60,6±9,2	36-83	61,6±10,9	36-83
Estatura (cm)	108,3±8,0	85,0-123,0	108,1±6,9	91,5-125,5
Peso (Kg)	19,6±4,9	11-37	19, ±4,2	12,0-33,0

**Tabela 2** Valores espirométricos das crianças que realizaram curvas aceitáveis, com expiração completa

	Meninos (n = 69)	Meninas (n = 66)
	x±DP	x±DP
CVF (L)	1,16±0,28	1,04±0,23
VEF <sub>1</sub> (L)	1,10±0,24	1,00±0,20
VEF <sub>1</sub> /CVF	0,95±0,05	0,96±0,04
VEF <sub>0,5</sub>	0,8 ±0,19	0,84±0,16
FEF <sub>25-75</sub> (L/s)	1,60±0,41	1,58±0,42
PFE (L/s)	2,83±0,73	2,70±0,64
FEF <sub>25-75</sub> /CVF	1,42±0,35	1,58±0,42
VEF <sub>0,5</sub> /CVF	0,78±0,08	0,81±0,08

CVF, capacidade vital forçada; DP, desvio-padrão; FEF, fluxo expiratório forçado; PFE, pico de fluxo expiratório; VEF, volume expiratório forçado.

(75,6%) que realizaram o teste, a distribuição por faixa etária foi: 57 (17,7%) com três anos de idade, 118 (36,7%) com quatro anos, 129 (40,1%) com cinco anos e 17 (5,26%) com seis anos. Do total de crianças que participaram dos testes, apenas 135 (42,0%) conseguiram realizar curvas expiratórias completas, de acordo com as recomendações da ATS/ERS, atualização 2005.<sup>18</sup> A distribuição dessas, por faixa etária, foi: oito (6,0%) com três anos, 29 (21,4%) com quatro anos, 74 (54,8,4%) com cinco anos e nove (6,6%) com seis anos/idade. Apesar do documento mais recente dirigido para pré-escolar considerar aceitáveis curvas parciais até 10% do PFE,<sup>7</sup> preferiu-se considerar as normas mais rígidas da publicação anterior,<sup>20</sup> já que o propósito do estudo foi definir VR.

Os dados antropométricos podem ser visualizados na tabela 1. Em relação à raça/cor, foram 66 (48,8%) de cor branca, 69 (51,2%) de cor parda, e neste número estão inclusas 39 (28,8%) crianças de cor negra. Devido à alta miscigenação em nosso país, não consideramos a raça negra isoladamente.

A avaliação da aceitabilidade e reprodutibilidade desse estudo está detalhada em outro artigo dos mesmos autores, publicado recentemente.<sup>8</sup> A média e desvio-padrão dos parâmetros espirométricos avaliados podem ser visualizados na tabela 2.

Foi realizada análise de regressão linear e logarítmica, separadas por sexo (masculino, n = 69 e feminino, n = 66), tendo como variável preditora a estatura. A seguir foi comparado o modelo linear e logarítmico, não tendo sido observada diferença para a CVF e VEF<sub>1</sub> no sexo feminino; no sexo masculino, entretanto, o r<sup>2</sup> se elevou com o modelo logarítmico para a CVF (de 0,64 para 0,70) e para o VEF<sub>1</sub> (de 0,67

para 0,73). Foi dada preferência ao modelo linear, por sua simplicidade. Foram então calculados os valores previstos, separados por sexo. As equações de regressão, separadas por sexo, são mostradas nas tabelas 3 e 4.

No sexo masculino, o peso não influenciou os valores previstos derivados. Foi observado que a relação VEF<sub>1</sub>/CVF cai com a estatura, porém, o coeficiente de explicação foi de apenas 4%, demonstrando ser melhor deixar o limite inferior fixo, de 0,86, calculado pelo 5º percentil, o que facilita a interpretação. A correlação do FEF<sub>25-75</sub>/CVF com a estatura foi significativa, porém baixa. Pode-se usar o limite inferior do previsto de 0,92 para essa relação, com base no 5º percentil do valor encontrado. Também a correlação do VEF<sub>0,5</sub>/CVF com a estatura foi significativa, mas baixa (r<sup>2</sup> = 0,11, p = 0,006). Para a mesma, pode-se utilizar o limite inferior do previsto de 0,65, com base no 5º percentil do valor encontrado.

No sexo feminino a CVF e o VEF<sub>1</sub> cresceram com o aumento do peso, o que não ocorreu no sexo masculino. Na tabela 4 observa-se que o cálculo da CVF e do VEF<sub>1</sub> previstos, levando-se em conta apenas a estatura, resulta em menor r<sup>2</sup> ajustado.

A relação VEF<sub>1</sub>/CVF, no sexo feminino, também cai com a estatura, porém, a estatura “explica” apenas 19% da variação, de modo que se poderia usar um limite inferior constante, calculado pelo 5º percentil dos valores encontrados, sendo de 88%. As correlações do FEF<sub>25-75</sub> e FEF<sub>25-75</sub>/CVF com a estatura foram significativas, porém baixas. Pode-se usar o limite inferior do previsto para ambas de 1,00 com base no 5º percentil dos valores encontrados. A correlação do VEF<sub>0,5</sub>/CVF com a estatura também foi significativa (r<sup>2</sup> = 0,06, p = 0,046), mas baixa. Pode-se utilizar o

**Tabela 3** Equações de regressão, coeficiente de explicação (R<sup>2</sup>) e limites inferiores para as variáveis espirométricas na população de referência do sexo masculino

Equação linear	Coeficiente da estatura (cm)	Constante	R <sup>2</sup> ajustado	Limite inferior
CVF (L)	0,028	-1,842	0,64	P - 0,22
VEF <sub>1</sub> (L)	0,025	-1,610	0,67	P - 0,20
VEF <sub>1</sub> /CVF	----	----	----	0,86
VEF <sub>0,5</sub> (L)	0,019	-1,145	0,62	P - 0,18
FEF <sub>25-75</sub> (L/s)	0,028	-1,145	0,29	P - 0,47
PFE (L/s)	0,066	-4,359	0,52	P - 0,92
FEF <sub>25-75</sub> /CVF	-0,012	2,722	0,06	P - 0,47
VEF <sub>0,5</sub> /CVF	-0,004	1,160	0,10	P - 0,14

Equações lineares: Estatura x coeficiente + peso x coeficiente - constante (como o peso não teve influência nos cálculos, não será considerado o coeficiente do mesmo).

Limite inferior = Previsto (P) - 5º percentil do resíduo ou 5º percentil do encontrado.

CVF, capacidade vital forçada; DP, desvio-padrão; FEF, fluxo expiratório forçado; PFE, pico de fluxo expiratório; VEF, volume expiratório forçado.

**Tabela 4** Equações de regressão, coeficiente de explicação (R<sup>2</sup>) e limites inferiores para as variáveis espirométricas na população de referência do sexo feminino

Equação linear	Coeficiente da estatura (cm)	Coeficiente do peso	Constante	R <sup>2</sup> ajustado	Limite inferior
CVF (L)	0,017	0,020	-1,19	0,67	P - 0,19
CVF (L)	0,026	----	1,796	0,62	P - 0,21
VEF <sub>1</sub> (L)	0,016	0,015	-0,991	0,64	P - 0,20
VEF <sub>1</sub> (L)	0,023	----	-1,436	0,59	P - 0,21
VEF <sub>1</sub> /CVF	-0,003	-----	1,237	0,19	P - 0,07
VEF <sub>0,5</sub> (L)	0,012	0,010	-0,64	0,55	P - 0,19
FEF <sub>25-75</sub> (L/s)	0,018	----	0,358	0,10	P - 0,47
PFE (L/s)	0,057	----	3,484	0,37	P - 0,70
FEF <sub>25-75</sub> /CVF	-0,022	----	3,994	0,14	P - 0,47
VEF <sub>0,5</sub> /CVF	-0,005	-----	1,299	0,16	P - 0,11

Equações lineares: Estatura x coeficiente + peso x coeficiente - constante.

Limite inferior = Previsto (P) - 5º percentil do resíduo ou 5º percentil do encontrado.

CVF, capacidade vital forçada; DP, desvio-padrão; FEF, fluxo expiratório forçado; PFE, pico de fluxo expiratório; VEF, volume expiratório forçado.

limite inferior do previsto de 0,67 com base, também, no 5º percentil do valor encontrado.

## Discussão

No presente estudo foram derivados valores de referência para espirometria forçada em crianças pré-escolares da cidade do Recife, Nordeste do Brasil, aplicável a populações semelhantes.

De acordo com o cálculo amostral apresentado, o tamanho foi suficiente para o propósito do estudo. Apenas 42% das crianças pré-escolares de três a seis anos de idade conseguiram realizar manobras aceitáveis, com expiração completa, de acordo com as exigências da ATS/ERS, atualização 2005.<sup>20</sup> Este percentual é semelhante ao encontrado por Zapletal *et al.*, de 40% de aceitabilidade, na faixa etária de três a cinco anos de idade, considerando como critério de final de teste apenas curvas com expiração com-

pleta.<sup>3</sup> Estudos com elevado percentual de aceitabilidade aplicaram critérios de término de curva menos rígidos, com inclusão de curvas parciais com término expiratório ≤ 10% do PFE.<sup>2,4,10,16</sup> Outros autores aceitaram manobras com término expiratório ≤ 25% do PFE.<sup>1,14</sup> Esses estudos derivaram equações de referência para crianças pré-escolares, considerando válidas medidas de CVF retiradas de curvas parcialmente expiradas.

A grande perda amostral - 58% da amostra original - não deve influenciar nos resultados obtidos, tendo em vista que elevamos o tamanho amostral para 2,8 vezes o cálculo amostral inicial - de 116 para 321 crianças.

A análise realizada com o banco de dados de estudo publicado recentemente, do qual esse é parte, demonstrou que curvas parciais com final expiratório até 10% do PFE, como recomendado em recente documento da ATS/ERS para pré-escolares,<sup>7</sup> são válidas, inclusive, para medidas de CVF.<sup>8</sup> Porém, não há estudos testando a validade de curvas com terminação mais precoce como ≤ 25% do PFE.

Portanto, para derivação de equação de referência, apenas devem ser consideradas para análise, curvas com expiração completa ou parciais até o limite de  $\leq 10\%$  do PFE. Entretanto, para maior rigor da equação de referência, a presente pesquisa não considerou como válidas, para esse fim, as curvas parciais.

Concordante com a maioria dos estudos que avaliou VR para espirometria em pré-escolares,<sup>1-4,10-16</sup> também, no presente estudo, a estatura foi o melhor preditor de função pulmonar. Foi observado que, além da estatura, também o sexo influencia as medidas de CVF e VEF<sub>1</sub>, embora a contribuição tenha sido de apenas 4%. Ao incluir o sexo na análise, vários autores encontraram uma pequena influência do mesmo.<sup>2,10,12,14-16</sup> Nystad *et al.* relataram que o sexo influenciou pouco, mas significativamente, as medidas de CVF e VEF<sub>1</sub>. O aumento do coeficiente de explicação (R<sup>2</sup>) ao ser incluído o sexo foi menor que 1%.<sup>2</sup> Em adultos, esta influência é de 30%.<sup>22</sup> A observação, no presente estudo, do aumento de 4% no R<sup>2</sup> com a inclusão do sexo na análise pode ser explicada pela elevada reprodutibilidade e baixa variabilidade dos parâmetros avaliados. Outros estudos não encontraram influência do sexo.<sup>1,3</sup>

Houve concordância do coeficiente de explicação (R<sup>2</sup>) da CVF, VEF<sub>1</sub> e VEF<sub>0,5</sub> com o encontrado em vários outros importantes estudos em pré-escolares.<sup>2,13-15</sup>

Quanto ao modelo de regressão, foi encontrada diferença significativa entre a aplicação dos modelos linear ou logarítmico nesse estudo, para os meninos. Alguns autores encontraram uma melhor correlação com a aplicação do modelo logarítmico.<sup>1,3,13</sup> Para simplificação sugerimos o modelo de regressão linear em ambos os sexos levando-se em conta a estatura como variável dependente.<sup>2,12,15,16</sup>

A maioria dos estudos prévios que avaliou VR em pré-escolares utilizou medidas de escores-z para estes cálculos.<sup>2,3,12,15,16</sup> Stanojevic *et al.*, em estudo de revisão sobre VR em pré-escolares, mostraram que há diferenças na interpretação do resultado de uma espirometria ao se utilizar percentual do predito ou escores-z.<sup>11</sup> Assim como nesse estudo, Piccioni *et al.* também utilizaram medidas do percentil do previsto e limite inferior.<sup>14</sup>

Na comparação entre os valores previstos calculados pelo presente estudo com os valores encontrados por outros autores encontramos - para pré-escolares de estatura e peso com valores médios aos observados na presente amostra - para o VEF<sub>1</sub>, no sexo masculino, os valores de 1,10; 1,11; 1,08; 1,05 e 1,14, respectivamente para Burity,2012; Kjaer,2008; Nystad,2002; Zapletal,2003 e Pesant,2007. Para o VEF<sub>1</sub>, no sexo feminino, esses valores foram 1,03; 1,06; 1,05; 1,04 e 1,18, respectivamente, com a mesma sequência de autores. Observa-se que, exceto pelo estudo de Pesant, os valores encontrados são muito semelhantes. No modelo de Pesant, diferentes modelos estatísticos foram utilizados para predição no sexo masculino e feminino, o que resultou no achado de valores bem maiores de VEF<sub>1</sub> para o sexo feminino.

Como limitações desse estudo, podemos citar o *déficit* no programa espirométrico utilizado, por não dispor de marcações milimetradas nos gráficos de curva fluxo-volume dificultando a identificação de manobras com terminação precoce. Também a ausência de dados sobre peso e estatura normal da criança pré-escolar brasileira dificulta a comparação dos dados de peso e estatura obtidos nesse

estudo, para definição de aplicabilidade do mesmo à população brasileira. Os dados de peso e estatura deste estudo foram concordantes com os da Organização Mundial de Saúde (OMS), para esta faixa etária, podendo, assim, esta equação de referência ser extrapolada para a população brasileira. A grande dificuldade em se obter curvas expiratórias completas nesta faixa etária demonstra a importância da avaliação do VEF<sub>0,5</sub> no pré-escolar. Como a espirometria quantifica o grau de obstrução das vias aéreas e auxilia no diagnóstico de doenças respiratórias,<sup>23</sup> é necessário que novos estudos definam a utilidade do VEF<sub>0,5</sub> na avaliação de doenças obstrutivas, assim como seu ponto de corte de resposta ao broncodilatador para ser utilizado no diagnóstico do paciente sintomático respiratório.

Em conclusão, na população brasileira, valores de referência em uma amostra de pré-escolares foram derivados. A estatura e o sexo são variáveis preditoras para os parâmetros funcionais. Há pouca diferença em se utilizar modelo de regressão linear ou logarítmica, nesta faixa etária.

## Financiamento

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (Facepe) - Brasil.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## Agradecimentos

À FACEPE, pelo financiamento desta pesquisa. Aos diretores e professores das Escolas Iputinga, Manoel Antônio Freitas, Engenheiro Edinaldo Miranda, Maria Helena Lucena, Espaço Alegre, Dom Helder Câmara, Carochinha, Sítio do Berardo, Creches Menino Jesus e Vinde a Mim, assim como todas as outras selecionadas, por darem condições para a realização dos testes nos referidos educandários. Aos pais e responsáveis, por consentirem que seus filhos participassem desta pesquisa. Aos pequenos alunos, principais figuras nesta pesquisa.

## Referências

1. Eigen H, Bieler H, Grant D, Christoph K, Terril D, Heilman DK, et al. Spirometric pulmonary function in healthy preschool children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001;163:619-23.
2. Nystad W, Samuelsen SO, Nafstad P, Edvardsen E, Stensrud T, Jaakkola JJ. Feasibility of measuring lung function in preschool children. *Thorax.* 2002;57:1021-7.
3. Zapletal A, Chalupova J. Forced expiratory parameters in healthy preschool children (3- 6 years of age). *Pediatr Pulmonol.* 2003; 35:200-7.
4. Aurora P, Stocks J, Oliver C, Saunders C, Castle R, Chaziparasidis G, et al, on behalf of the London Cystic Fibrosis Collaboration. Quality control for spirometric in preschool children with and without lung disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169: 1152-9.

5. Kanengiser S, Dozor AJ. Forced expiratory maneuvers in children aged 3 to 5 years. *Pediatr Pulmonol.* 1994;18:144-9.
6. Crenesse D, Berlioz M, Bourrier T, Albertini M. Spirometry in children aged 3 to 5 years: reliability of forced expiratory maneuvers. *Pediatr Pulmonol.* 2001;32:56-61.
7. American Thoracic Society Documents. An Official American Thoracic Society / European Respiratory Society Statement: Pulmonary Function Testing in Preschool Children. *Am J Respir Crit Care Med.* 2007;175:1304-45.
8. Burity EF, Pereira CA, Rizzo JA, Sarinho ES, Jones MH. Efeito da terminação precoce da expiração nos parâmetros espirométricos em crianças pré-escolares saudáveis. *J Bras Pneumol.* 2011;37:464-70.
9. Veras TN, Pinto LA. Viabilidade da realização de espirometria em pré-escolares. *J Bras Pneumol.* 2011;37:69-74.
10. Zhang QL, Zheng JP, Yuan BT, He H, Wang J, An JY, et al. Feasibility and predicted equations of spirometry in Shenzhen preschool children. *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2005;43:843-8.
11. Stanojeviz S, Wadw A, Lum S, Stocks J. Reference equations for pulmonary function tests in preschool children: a review. *Pediatr Pulmonol.* 2007;42:962-72.
12. Jeng MJ, Chang HL, Tsai MC, Tsao PC, Yang CF, Lee YS, et al. Spirometric pulmonary function parameters of healthy chinese children aged 3-6 years in Taiwan. *Pediatr Pulmonol.* 2009;44:676-82.
13. Pesant C, Santschi M, Praud JP, Geoffroy M, Niyonsenga T, Vlachos-Mayer H. Spirometry pulmonary function in 3-to-5-year-old children. *Pediatr Pulmonol.* 2007;42:263-71.
14. Piccioni P, Borraccino A, Forneris MP, Migliore E, Carena C, Bignamini E, et al. Reference values of forced expiratory volumes and pulmonary flows in 3-6 year children: a cross-sectional study. *Respiratory Research.* 2007;8:14.
15. Kjaer HF, Ellen E, Bindslev-Jensen C, Host A. Spirometry in an Unselected Group of 6-Year-Old Children: The DARC birth cohort study. *Pediatr Pulmonol.* 2008;43:806-14.
16. Pérez-Yarza EG, Villa JR, Cobos N, Navarro M, Salcedo A, Martin C, Escribano L, et al. Espirometria forzada en preescolares sanos bajo las recomendaciones de la ATS/ERS: estudio CANDELA. *An Pediatr (Barc).* 2009;70:3-11.
17. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Consenso brasileiro de espirometria. *J Bras Pneumol.* 1996;22:134-5.
18. Esteves A, Solé D, Ferraz M. Adaptation and validity of the ATS-DLD-78-C questionnaire for asthma diagnosis in children under 13 years of age. *Braz Ped News.* 1999;1:3-5.
19. American Thoracic Society. Standardization of spirometry: 1994 update. *Am J Respir Crit Care Med.* 1995;152:1107-36.
20. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardization of spirometry. *Eur Respir J.* 2005;26:319-38.
21. Tabachnick BG, Fidell LS. Multiple regression. In: Tabachnick BG, Fidell LS, editors. *Using multivariate statistics.* Boston: Allyn and Bacon; 2001. p. 71.
22. Pereira CA, Barreto SP, Simões JG, Pereira FW, Gerstler JG, Nakatani J. Valores de Referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. *J Pneumol.* 1992;18:10-22.
23. Andrade CR, Chatkin JM, Camargo PA. Avaliação do grau de controle clínico, espirométrico e da intensidade do processo inflamatório na asma. *J Pediatr.* 2010;86: 93-100.