



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO

OSCILOMETRIA DE IMPULSO: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR EM
CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES

JAQUELINE FIGUEIRÔA SANTOS BARBOSA DE ARAÚJO

RECIFE- PE, 2017

JAQUELINE FIGUEIRÔA SANTOS BARBOSA DE ARAÚJO



**OSCILOMETRIA DE IMPULSO: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR EM
CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES**

Dissertação apresentada à banca examinadora
do Programa de Pós Graduação em Ciências da
Saúde da Universidade Federal de Pernambuco
como requisito para obtenção do título em
Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Décio Medeiros Peixoto

RECIFE- PE, 2017

Catálogo na fonte:
Bibliotecário: Aécio Oberdam, CRB4-1895

A658o Araújo, Jaqueline Figueirôa Santos Barbosa de.
Oscilometria de impulso: avaliação da função pulmonar em crianças pré-escolares / Jaqueline Figueirôa Santos Barbosa de Araújo. – Recife: o autor, 2017.
89 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Décio Medeiros Peixoto.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Teste de função pulmonar. 2. Oscilometria. 3. Criança. 4. Resistência de vias aéreas. 5. Broncodilatadores. I. Peixoto, Décio Medeiros (Orientador). II. Título.

610 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2018-016)

JAQUELINE FIGUEIRÔA SANTOS BARBOSA DE ARAÚJO

**OSCILOMETRIA DE IMPULSO: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR EM
CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES**

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

Aprovada em: 01/09/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcelo Renato Guerino (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof. Dr. Bruno Severo Gomes (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

Prof^ª. Dr^ª. Ana Caroline Cavalcanti Dela Bianca Melo (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

REITOR

Prof. Dr. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado

VICE-REITOR

Profª. Florisbela de Arruda Camara e Siqueira Campos

PRÓ-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Francisco de Souza Ramos

DIRETOR CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Prof. Dr. Nicodemos Teles de Pontes Filho

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE
COLEGIADO**

CORPO DOCENTE PERMANENTE

Prof. Dr. Brivaldo Markman Filho (Coordenador)

Profª. Drª. Simone Cristina Soares Brandão (Vice-coordenadora)

Profª. Drª. Ângela Luzia Branco Pinto Duarte

Profª. Ana Lúcia Coutinho Domingues

Prof. Dr. Décio Medeiros Peixoto

Prof. Dr. Emanuel Sávio Cavalcanti Sarinho

Prof. Dra. Ary Gomes Filho

Prof. Dr. Bruno Severo Gomes

Profª. Drª. Cláudia Diniz Lopes Marques

Prof. Dr. Dinaldo Cavalcante de Oliveira

Prof. Edgar Guimarães Victor

Prof. Dr. Edmundo Pessoa de Almeida Lopes

Profª. Drª. Emília Chagas Costa

Profª. Drª. Heloísa Ramos Lacerda Cardoso Vieira

Prof. Dr. Jeymesson Raphael Cardoso Vieira

Profª. Drª. Lucila Maria Valente

Prof. Dr. José Ângelo Rizzo

Prof. Dr. Lúcio Vilar Rabelo Filho

Prof. Dr. Marcelo Renato Guerino

Prof. Marcelo Tavares Viana

Prof. Dr. Paulo Sérgio Ramos de Araújo

Profª. Drª. Patrícia Éricka de Melo Marinho

Profª. Drª. Romualda Castro do Rêgo Barros

Prof. Dr. Sandro Gonçalves de Lima

SECRETARIA

Esmeralda Dantas (Secretária)

Sueli Maria das Chagas

Rosane Rios

Cybelli Maria Graciliano

AGRADECIMENTO

A Deus, por minha vida e saúde. Aos meus filhos **Cauê** e **Caíque** que são presentes de Deus em minha vida, me ensinaram o verdadeiro sentido de amar.

Aos meus pais, Magda e Carlos(*in memoriam*), por terem me proporcionado estudo de qualidade, incentivado o gosto pela busca de conhecimentos.

A minha sogra, Fátima pela ajuda no cuidado dos meus filhos, sempre com muito amor.

Ao meu orientador, Dr Décio Medeiros, pela dedicação, paciência, disponibilidade, estímulo, mesmo com as dificuldades do caminho, sem o qual, não conseguiria concretizar a dissertação e pesquisa.

A todos da Pós Graduação de Ciências da Saúde, em especial as funcionárias da Secretaria e corpo Docente pelas orientações durante as aulas, seminários.

Ao mestre e fisioterapeuta Cláudio Albuquerque que auxiliou no manejo do equipamento de oscilometria.

As minhas amigas enfermeiras: Cintya Berto, Raulângia Diniz, Ana Marinho, Tatiane Batochi, Kessia e Patrícia Raquel pela força e incentivo na caminhada, paciência nos momentos difíceis e tensos. A Aurineide por compartilhar momentos difíceis.

A minha turma do mestrado, pelos momentos alegres, descontraídos e momentos compartilhados de estudo.

Aos pais, que se mantiveram presentes durante a pesquisa e autorizaram a participação de seus filhos na pesquisa.

As Gerentes de Enfermagem do Real Hospital Português – Recife, Paula Dotta, Luzia Celeste e Assistente Alexssandra Galdino por acreditar e incentivar crescimento profissional. E todos que da instituição que apoiaram nessa jornada.

RESUMO

O sistema de oscilometria de impulso – *Impulse Oscillometry System* (IOS) é um método não invasivo, que avalia a mecânica respiratória em região central e periférica do pulmão através de ondas sonoras sobrepostas à respiração normal e sem demandar esforço respiratório. É possível com este método avaliar resposta broncodilatadora para obter melhor seguimento no diagnóstico precoce das alterações pulmonares na infância e acompanhamento de doenças crônicas, como a asma. O presente estudo teve como objetivo avaliar os resultados da prova de função pulmonar pelo IOS realizada em crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios. **Métodos:** Estudo transversal, descritivo, com técnica amostral por conveniência, realizado em crianças na faixa etária de 03 a 06 anos, submetidas ao teste de função pulmonar pelo IOS no período de março a novembro de 2016. Foi utilizado o questionário ATS DLD 78C para identificar dois grupos: crianças com e sem sintomas respiratórios. A análise dos resultados foi realizada utilizando os valores dos parâmetros: resistência a 5Hz (R5Hz), resistência a 20 Hz (R20Hz), reatância respiratória a 5Hz (X5Hz) e do cálculo de R5-R20Hz medidos em três momentos antes e após uso do broncodilatador. **Resultados:** Setenta e sete pré-escolares foram selecionados para o teste, dos quais 41(53,2%) apresentavam queixas respiratórias. O coeficiente de variabilidade (CV%) em R5Hz foi de até 17% em 69/77 (86,6%) das crianças. O parâmetro que identificou resposta ao broncodilatador em maior número de participantes foi o R5-R20Hz, que avalia as pequenas vias aéreas. As resistências a 5Hz, 20Hz e o cálculo de R5-R20Hz, e reatância a 5Hz nas crianças com queixas respiratória alcançaram valores maiores em relação aos que não apresentaram sintomatologia respiratória, porém sem significância estatística. Na comparação intergrupos, todos os parâmetros do IOS apresentaram diferença entre as médias, sem atingir significância estatística. **Conclusão:** Os valores obtidos na prova de função pulmonar utilizando o IOS em crianças com e sem sintomatologia respiratória comportaram-se de modo semelhante quanto à resposta ao broncodilatador nos parâmetros R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5Hz. Crianças com sintomas respiratórios apresentaram valores de resistência total (R5Hz) e periférica (R5-R20Hz) e reatância a 5Hz mais elevados em comparação às crianças sem sintomas.

Palavras-chaves: Teste de função pulmonar. Oscilometria. Criança. Pré-escolar. Resistência de vias aéreas, broncodilatadores.

ABSTRACT

The Impulse Oscillometry System (IOS) is a noninvasive method that evaluates respiratory mechanics in the central and peripheral regions of the lung through sound waves superimposed on normal breathing and without requiring respiratory effort. It is possible with this method to evaluate bronchodilator response to obtain a better follow-up on early diagnosis of pulmonary changes in childhood and follow-up of chronic diseases, such as asthma. The present study had as objective to evaluate the results of the pulmonary function test by IOS performed in children from 03 to 06 years of age with and without respiratory symptoms. **Methods:** This was a descriptive, cross-sectional study using a sampling technique for convenience, performed in children between 03 and 06 years of age, who underwent pulmonary function test by IOS from March to November 2016. The ATS DLD 78C questionnaire was used for to identify two groups: children with and without respiratory symptoms. The analysis of the results was performed using the values of the parameters: resistance at 5Hz (R5Hz), resistance at 20Hz (R20Hz), respiratory reactance at 5Hz (X5Hz) and calculation of R5-R20Hz measured at three moments before and after use bronchodilator.

Results: Seventy-seven preschoolers were selected for the test, of which 41 (53.2%) had respiratory complaints. The coefficient of variability (CV%) in R5Hz was up to 17% in 69/77 (86.6%) of the children. The parameter that identified response to the bronchodilator in a greater number of participants was the R5-R20Hz, which evaluates the small pulmonary airways. Resistances at 5Hz, 20Hz and the calculation of R5-R20Hz and reactance at 5Hz in children with respiratory complaints reached higher values than those who did not present respiratory symptoms, but without statistical significance. In the intergroup comparison, all IOS parameters presented a difference between means, without reaching statistical significance. **Conclusion:** The values obtained in the pulmonary function test using IOS in children with and without respiratory symptoms behaved similarly to bronchodilator response in the parameters R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz and X5Hz. Children with respiratory symptoms had values of total resistance (R5Hz) and peripheral (R5-R20Hz) and reactance at 5Hz higher compared to children without symptoms.

Keywords: Pulmonary function test. Oscillometry. Child. Preschool. Airway resistance, bronchodilators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Fluxo laminar. A velocidade do fluxo respiratório é maior em decorrência da ausência de atrito entre as moléculas no tubo.	21
Figura 2	Fluxo turbulento. O movimento do fluxo é maior do que o que é necessário para gerar o fluxo laminar.	21
Figura 3	Modelo dos fatores que contribuem ao crescimento e desenvolvimento pulmonar	22
Figura 4	Curva fluxo-volume com formato predito de normalidade (pontilhado) e limitação ao fluxo aéreo obstrutivo com uma concavidade na alça expiratória	26
Figura 5	Medida da resistência das vias aéreas por pletismografia	27
Figura 6	Equipamento de oscilometria de impulso	29
Figura 7	Tipos de ondas sonoras em FOT e IOS e distâncias percorridas em ondas de diferentes frequências	30
Figura 8	Resistência respiratória e frequência respiratória	31
Figura 9	Comportamento da resistência (R) com vários níveis de frequência de oscilação do IOS em indivíduo normal (A) e com obstrução central (B)	31
Figura 10	Comportamento da resistência (R) em um indivíduo com resistência periférica (A) e com obstrução periférica (B)	32
Figura 11	Comportamento da reatância (X) com o aumento da frequência de ressonância da oscilação do IOS	33
Figura 12	Comportamento da área de reatância (AX) após a utilização do broncodilatador.	33

LISTA DE TABELAS

REFERENCIAL TEÓRICO

Tabela 1	Classificação da gravidade da obstrução ao fluxo aéreo pela medida da resistência	28
Tabela 2	Diferença entre espirometria e sistema de oscilometria de impulso	36

RESULTADOS DO ESTUDO

Tabela 3	Perfil das crianças do estudo com características clínicas relacionadas aos sintomas respiratórios	47
Tabela 4	Sintomatologia respiratória e resposta ao broncodilatador	48
Tabela 5	Comparação dos parâmetros oscilométricos, relacionados aos sintomas após aplicação do broncodilatador	49
Tabela 6	Análise das médias realizadas entre as crianças, com e sem sintomas respiratórios	50

LISTA DE ABREVIATURAS

FOT	- <i>forced oscillation technique</i>
IOS	- <i>Impulse oscillometry system</i>
DPOC	- Doença pulmonar obstrutiva crônica
HZ	- Hertz
CVF	- Capacidade Vital Forçada
FEV1	- Volume expirado no primeiro segundo
ATS	- <i>American Thoracic Society</i>
PEF	- Pico Fluxo Expiratório
Rva	- Resistências das vias aéreas
SBPT	- Sociedade Brasileira de Pneumologia e fisiologia
ERS	- <i>European Respiratory Society</i>
L/S	- Litros por segundo
Cm H₂O/L/s	- Unidade de mensuração da resistência respiratória
Z	- Impedância respiratória
X	- Reatância respiratória
R5-R20	- Resistência periférica
AX	- Área de reatância respiratória
R5	- Resistência respiratória a 5 hertz
R20	- Resistência respiratória a 20 hertz
CV (%)	- Coeficiente de Variabilidade
Co	- Coerência
TCLE	- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CEP	- Comitê de Ética em Pesquisa
UFPE	- Universidade Federal de Pernambuco
FP	- Função Pulmonar
CVL	- Capacidade Vital Forçada Lenta

SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1 Mecânica Respiratória.....	19
2.2 Aspectos das vias respiratórias em remodelação	22
2.3 Avaliação da função pulmonar em crianças	23
2.4 Espirometria.....	24
2.5 Pletismografia	26
2.6 Oscilometria de Impulso e parâmetros de avaliação.....	28
2.7 Resistência Respiratória	30
2.8 Reatância Respiratória.....	32
2.9 Variabilidade e coerência nos parâmetros da Oscilometria de Impulso	34
2.10 Espirometria em pré-escolares versus IOS	35
3 JUSTIFICATIVA.....	37
4 OBJETIVOS	38
4.1 Objetivo geral.....	38
4.2 Objetivos específicos.....	38
5 HIPÓTESE	39
6 MÉTODO.....	40
6.1 Delineamento do estudo.....	40
6.2 Local de realização do estudo	40
6.3 População do estudo.....	40
6.4 Critério de inclusão	40
6.5 Critérios de exclusão:	41
6.6 Fluxograma	41
6.7 Definição e categorização das variáveis:.....	42
6.7.1 Variáveis independentes.....	42
6.7.2 Variáveis dependentes.....	42
6.8 Operacionalização da pesquisa	43
6.9 Análise estatística.....	44
6.10 Aspectos éticos.....	45
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
7.1 Resultados.....	47

7.1.1 Perfil das crianças de 3 a 6 anos e características clínicas quanto ao sexo e sintomas respiratórios da população estudada.....	47
7.1.2 Função pulmonar pelo IOS em crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios.....	48
7.1.3 Comparação dos resultados pelo IOS em crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios.....	49
7.1.4 Análise dos resultados dos três atos pré e pós broncodilatador em crianças com e sem sintomas respiratórios.....	50
7.2 DISCUSSÃO.....	51
7.3 CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICES	61
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO MENORES DE 03-06 ANOS – RES. 466/12.....	61
APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO ATS-DLD-78-C ADAPTADO E VALIDADE PARA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS	63
APÊNDICE C – ARTIGO ORIGINAL.....	64
ANEXO	81
Anexo A- PEDIATRIC PULMONOLOGY	81
Manuscritos diretrizes – Instruções aos autores.....	81
Artigos originais de pesquisa.....	81
Componentes de artigos / preparação arquivo	81
Documento principal	81
Informações de Suporte on-line	85
Políticas / declarações de divulgação	85
Processo de revisão	86
Exame acelerado	87
Pedidos de recurso.....	87
Anexo B – COMPROVANTE DE ENVIO A PLATAFORMA BRASIL.....	88
Anexo C – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA	89

1 APRESENTAÇÃO

O Sistema de Oscilometria de Impulso foi descrito a partir da técnica de Dubois et al, em 1956, que utilizava a teoria das vibrações com impulsos, capazes de gerar ondas sonoras que se sobrepõem à ventilação espontânea e permite analisar respostas de variação de pressão pulmonar. Essa descoberta através da *forced oscillation technique* (FOT) apresentou vantagens por ser fácil de executar e mostrar dados diferentes da espirometria, além de obter medidas de resistência e reatância pulmonar em faixas de múltiplas frequências (ASSUMPÇÃO et al., 2014).

Em 1975, Michaelson et al. aprimoraram a técnica de Dubois desenvolvendo uma saída de alto-falante para aplicar ondas de pressão oscilatórias, analisando a relação fluxo-pressão. Essa técnica que poderia utilizar várias frequências foi denominada Sistema de Oscilometria de Impulso – *Impulse Oscillometry System* (IOS) (MICHAELSON, 1975; ASSUMPÇÃO et al., 2014; RANGEL et al., 2014).

A principal vantagem desta técnica, em relação às demais provas de função pulmonar é a facilidade técnica, necessitando de mínima colaboração e menos esforço respiratório que muitas vezes leva à exaustão que a espirometria pode causar. Outra vantagem do IOS é possuir maior sensibilidade para detectar obstrução em vias aéreas periféricas como pode ser observada na asma e na doença pulmonar obstrutiva crônica- DPOC (SALVI, 2015).

Os impulsos do alto-falante se sobrepõem à respiração normal através das vias aéreas grandes e pequenas. As frequências mais elevadas, ≥ 20 HZ, alcançam as grandes vias aéreas, enquanto as frequências mais baixas, < 15 HZ, alcançam as pequenas vias aéreas e parênquima pulmonar (ASSUMPÇÃO et al., 2014). Com a possibilidade de melhorar a avaliação pulmonar, o IOS vem sendo bastante utilizado destacando três objetivos clínicos: caracterizar as anormalidades da função pulmonar dos portadores de doenças respiratórias crônicas; como ferramenta diagnóstica, especialmente para diagnosticar a asma e a responsividade brônquica e estudar os mecanismos fisiopatológicos de diversas condições envolvendo o sistema respiratório (GALANT, 2010).

A utilização da técnica do IOS para verificar a função pulmonar na população pré escolar é importante na prática clínica, com valores de referências já obtidos para essa faixa etária em diferentes populações (FREI et al., 2003; DENCKER et al., 2006; PARK et al., 2010; LAI et al., 2014; RANGEL et al., 2015). No entanto, há escassez de publicações para descrever a sua utilização na população pré-escolar brasileira, relacionando crianças com e sem queixas respiratórias.

A avaliação da função pulmonar (FP) é um dos principais métodos utilizados no diagnóstico das doenças respiratórias, avaliação do estado clínico e resposta ao tratamento medicamentoso, bem como, na vigilância de pacientes com doença pulmonar crônica. No entanto, sua realização em crianças pré-escolares é considerada um importante desafio. Avaliar a função pulmonar nessa faixa etária é fundamental para detectar as alterações do sistema respiratório em crianças com doença pulmonar (NYSTAD et al., 2002; BEYDON et al., 2007).

As doenças respiratórias atópicas vêm apresentando aumento em sua prevalência devido, em grande parte, à maior exposição a poluentes atmosféricos e à contribuição de fatores infecciosos e socioeconômicos (SOUZA et al., 2012). A asma destaca-se entre as doenças crônicas por ser uma das afecções que mais acometem a faixa etária pediátrica e apresenta elevadas taxas de morbidade (SOUZA et al., 2012; SALDANHA et al., 2014). Knorr *et al.* citam que a maior prevalência de asma infantil ocorre na faixa etária de 2 a 7 anos, começando os primeiros episódios nos três primeiros anos de vida (KONORR et al., 2001).

O Brasil ocupa a oitava posição mundial em prevalência da asma, com estimativas em crianças e adolescentes variando de 10 a 20% dependendo da região e da faixa etária considerada. Nos serviços de saúde são realizadas abordagens restritas ao tratamento das exacerbações associadas a um subdiagnóstico e à falta de controle de sintomas. Como consequência há elevado número de internações, atendimentos frequentes a serviços de urgência e ausências escolares resultando em custo elevado econômico e social (BRASIL, 2010; NELSON et al., 2014).

No entanto, crises de sibilância são em parte, relacionadas ao tamanho das vias aéreas, à coexistência de infecções virais nas vias aéreas superiores, à exposição passiva ao tabagismo materno e a fatores genéticos. Acredita-se que um terço das crianças que iniciaram a sibilância antes dos três anos de vida com ela persistirão, e dentre estes 60% se manifestarão atópicos aos seis anos de vida. Vale salientar, que a infecção pelo vírus respiratório sincicial tem sido o principal fator para o aparecimento da sibilância em crianças (MARTINEZ et al., 1995; SOLÉ, 2008). Dentre as crianças que apresentam sintomas respiratórios e que poderão persistir até a fase adulta, a importância da avaliação pulmonar na infância não pode ser subestimada para compreensão da evolução da doença respiratória (KOMAROW, 2011).

A sibilância é definida como um som agudo contínuo com qualidade musical que é emitido durante a respiração, sendo produzido pelo surgimento de oscilações das vias aéreas e tecidos adjacentes, devido à presença de obstrução acentuada ao fluxo aéreo (MARTINEZ et al., 1995; BILSGAARD et al., 2007; BRAND et al., 2008; MARTINEZ, 2013). Embora

represente estreitamento de vias aéreas periféricas, é considerada como um sintoma, e não diagnóstico. Muitas crianças na faixa etária pré escolar apresentam episódios recorrentes de tosse e sibilância, com uma frequência de até 40% nesta população (TAUSSING et al, 2003). A maioria dos sibilos em crianças com idade pré escolar está associado a vírus, infecções do trato respiratório superior, que se repetem frequentemente nessa faixa etária. Apesar da prevalência, há falta de evidências científicas quanto a fisiopatologia e ao tratamento adequado para a população pré escolar sibilante (BIISGAARD et al., 2007; BRAND et al, 2008). A determinação da função pulmonar em crianças pré escolares pode ajudar na discriminação de distúrbios sibilantes comuns de outras condições pulmonares (BRAND et al., 2008). Segundo o Ministério da Saúde, em 2010, criança com sintomas respiratórios crônicos é aquela que pode apresentar presença de tosse por três meses e/ou sibilância (uma semana/mês) e/ou com radiografia de tórax com alteração persistente (BRASIL, 2010).

Na prática clínica em crianças na faixa etária pré-escolar, testes de função pulmonar já são realizados, utilizando técnicas como espirometria, medidas em pletismógrafo, técnica de oscilação forçada - *forced oscillation technique* (FOT) e oscilometria de impulso. As crianças têm pequena capacidade de atenção e são facilmente distraídas, precisam ser envolvidas e incentivadas pelo operador a participarem do teste. Nesta idade ainda não são capazes de realizar voluntariamente exame que necessite de esforço expiratório como na faixa etária escolar, adolescentes e adultos. (BEYDON et al, 2007; RANGEL,2014).

Com base nos dados apresentados, podemos observar que, há necessidade de estudar a função pulmonar em pré escolares, com o uso da oscilometria de impulso, e oferecer mais subsídios para melhor manejo clínico dos pacientes com sintomas respiratórios.

Este estudo teve como motivação a necessidade de descrever a avaliação da função pulmonar através da oscilometria de impulso em crianças de três a seis anos de idade com e sem sintomas respiratórios.

Esta dissertação deu origem a um artigo original a ser submetido à revista *Pediatric Pulmonology*, Qualis B1, para o grupo medicina I.

REFERÊNCIAS

- ASSUMPÇÃO M. et al. Sistema de oscilometria de impulso em pediatria: Revisão de literatura. *Journal Medicina, Brasil*. v.47, p. 131-142, 2014.
- BEYDON N. et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statement: Pulmonary function testing in preschool children. *Journal: American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. v. 175, p. 1304-1345, 2007.
- BISGAARD H.; SZEFLER S. Prevalence of astham-like symptoms in young children. *Pediatric Pulmonolog*. v.42, p.723-728, 2007.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Doenças respiratórias crônicas, n 25. Brasília: Ministério da Saúde: p. 7-9, 2010.
- BRAND P. et al. Definition, assessment and treatment of wheezing disorders in preschool children: an evidence-based approach. *Eur. Respi J*. v. 32, p. 1096-1110, 2008.
- DENCKER M. et al. Reference values for respiratory system impedance by using impulse oscillometry in children aged 2-11 years. *Journal Clinical Physiology and functional imaging, Suécia*. v. 26, p. 247-250, 2006.
- SOLÉ DIRCEU. Sibilância na Infância. *J. Bras Pneumol*. v.34, p.337-339, 2008.
- FREI J. et al. Reference values in children 100 to 150 cm in height and 3 to 10 years of age. *CHEST*. v.128, p.1266-1273, 2005.
- GALANT S.; NICKERSON B. Lung function measurement in the assessment of childhood asthma: recent important developments. *Journal Current opinion in allergy and clinical immunology*. v. 10, p. 149-54, 2010.
- KOMAROW H. et al. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. *Allergy Asthma Immunol*. v.106, p. 191-199, 2011.
- KONORR B. et al. Montelukaste, an antagonism of leukotrien receptor for treatment of persistente asthma in children of age 2 to 5. *Pediatrics*. v.108, p. 3-5, 2001.
- LAI S. et al. Reference value of impulse oscillometry in Taiwanese Preschool Children. *Pediatrics and Neonatology*. v. 55, p.1-6, 2014.
- MARTINEZ F. et al. Asthma and wheezing in the first six years of life. *The New England Journal of Medicine*. v. 332, p.133-138, 1995.
- MARTINEZ J. Nem tudo que sibila é asma! *J. Bras. Pneumol*. v.39, p. 518-520, 2013.
- MICHAELSON E. et al. Pulmonary mechanics by spectral analysis of forced random noise. *Journal Clinic Invest*. v.56, p. 1210-1230, 1975.
- NELSON K. et al. Primary care visits for asthma monitoring over time and association with acute asthma visits for urban Medicaid insured children. *J Asthma*. v.51, p. 907-912, 2014.

NYSTAD W. et al. Feasibility of measuring lung function in preschool children. *Thorax*. v.57, p.1021-1027, 2002.

PARK J. et al. Reference values for respiratory system impedance using impulse oscillometry in healthy preschool children. *Korean J Pediatr*. v.54, p.64-68, 2011.

RANGEL L. et al. Values of impulse oscillometry in healthy Mexican children and adolescents. *Respiratory Care*. v. 60, p. 119-127, 2015.

RANGEL L. et al. Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento. *Revista Neumología Cir.Torax*. v. 73, p. 138-149, 2014.

SALVI S. BRASHIER B. Measuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Journal Breathe, India*, v. 11, p. 57-65, 2015.

SALDANHA C.; LIMA E. Asma: idade de surgimento pode ser um fator para aumento da prevalência. *Cient Ciênc Biol Saúde*. v.16, p.251-255, 2014.

SOUZA C. et al. Prevalência de asma e fatores associados: estudo de base populacional em São Paulo, SP, 2008-2009. *Rev. Saúde Pública*. v.46, p. 825-833, 2012.

TAUSSING LM. et al. Tucson's children respiratory study: 1980 to present. *J Allergy Clin Immunol*. v.11, p. 662-673, 2003.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mecânica Respiratória

Para ocorrer a ventilação do sistema respiratório, pulmões e parede da caixa torácica, devem, alternadamente, expandirem-se acima do volume de repouso e retraírem-se para o nível de repouso. Este movimento é possível quando força suficiente é aplicada para superar as forças que se opõem internamente ao sistema respiratório. Essa interação entre as diversas forças é denominada de mecânica da ventilação (MILIOLI, 2009).

O fenômeno físico do movimento pulmonar faz com que o pulmão receba ou libere gás e é influenciado pela impedância do sistema respiratório. A impedância (Z) é determinada através do cálculo das forças necessárias para mover o ar para dentro e para fora do sistema respiratório, composta pela resistência e reatância respiratória. Desenvolve-se em função da resistência elástica dos tecidos, da interface gás/líquido do alvéolo e do atrito entre a parede da via aérea e fluxo de ar (SARAIVA, 1996; RANGEL et al., 2014; GALANT et al., 2017).

O ar move-se de uma região de maior pressão para uma de menor pressão. Consequentemente, para que o ar se mova para dentro ou para fora dos pulmões, deve ser estabelecida uma diferença de pressão entre a atmosfera e os alvéolos. Se não houver um gradiente de pressão, não haverá fluxo aéreo (LEVITZKY, 2004).

Os pulmões podem ser expandidos e contraídos de duas maneiras, a primeira com movimentos de descida e subida diafragma, levando ao aumento e diminuição da cavidade torácica, respectivamente. Durante a inspiração, a contração do diafragma puxa as superfícies inferiores dos pulmões para baixo. Depois, na expiração o diafragma relaxa e a retração elástica dos pulmões, da parede torácica e das estruturas abdominais, comprimem os pulmões expelindo o ar. Quando ocorre respiração rigorosa, força extra é obtida, principalmente a que empurra o conteúdo abdominal para cima, contra a parte inferior do diafragma, comprimindo assim, os pulmões (WEST, 2002).

A segunda maneira de expansão e contração dos pulmões é elevar a caixa torácica, no sentido ântero-posterior. Quando a caixa torácica é elevada, as costelas se projetam quase diretamente para frente, fazendo com que o esterno também se mova anteriormente para longe da coluna, aumentando o diâmetro anteroposterior do tórax em cerca de 20% durante a inspiração máxima, em comparação com a expiração. Portanto, todos os músculos que elevam a caixa torácica são classificados como músculos da inspiração, e os que deprimem a caixa torácica são classificados como músculo da expiração (POWELL, 2005).

Os pulmões são estruturas elásticas que colapsam e expõem todo o ar pela traqueia, toda vez que não existe força maior para mantê-lo inflado. Também não existem conexões entre os pulmões e as paredes da caixa torácica, exceto onde ele está suspenso no hilo a partir do mediastino, na cavidade torácica, cercados por fina camada de líquido pleural que lubrifica o seu movimento dentro da cavidade. Assim, os pulmões podem deslizar facilmente quando a caixa torácica se expande e contrai devido à sua lubrificação (WEST, 2002).

Devido à sua estrutura elástica, os pulmões são capazes de sofrer variações de volume e de acordo com a tensão exercida sobre sua massa tecidual. As variações de volume relacionadas às variações de pressão exercidas são conhecidas como complacência (SARAIVA, 1996).

As características da complacência pulmonar são determinadas pelas forças elásticas dos pulmões, que podem ser divididas em duas partes: a primeira, como força elástica do tecido pulmonar propriamente dito e a segunda, como a força elástica causada pela tensão superficial do líquido que reveste as paredes internas dos alvéolos e outros espaços aéreos pulmonares. As forças elásticas do tecido pulmonar são determinadas, em grande parte, pelas fibras de elastina e de colágeno entrelaçadas no parênquima pulmonar. Nos pulmões vazios, as fibras estão no estado elasticamente contraído e dobrado. Então, quando os pulmões se expandem, as fibras são estiradas e desdobradas e assim, se alongam e exercem até mesmo força elástica maior (FRIEDRICH, 2007; HALL, 2011).

Durante a inflação pulmonar curta, os alvéolos de abertura rápida são ventilados primeiro e possuem baixa complacência e resistência ao fluxo, enquanto os alvéolos de abertura lenta são ventilados em inflação pulmonar mais longa, com alta resistência ao fluxo e alta complacência, o que permite melhor distribuição do gás inspirado, ventilando um maior número de alvéolos. Esta distribuição do fluxo de gases nos alvéolos não é de grande importância no pulmão sadio. No entanto, em doenças obstrutivas das vias aéreas como a asma, merece atenção, com a distribuição do fluxo de gases acontecendo lentamente, comprometendo a relação ventilação/perfusão do indivíduo (SARAIVA, 1996).

A ventilação não é distribuída de maneira uniforme em todos os alvéolos pulmonares. A base pulmonar é a mais ventilada e também a mais perfundida, em virtude do homem permanecer a maior parte do tempo na posição ereta (em pé ou sentado), por ação da gravidade os tecidos pulmonares se dirigem mais para baixo, onde há um número maior de unidades alvéolo-capilares funcionantes (SARAIVA, 1996; HALL, 2011).

Durante a ventilação, a relação entre o fluxo e a diferença de pressão depende da natureza do fluxo. Este pode ser laminar (figura 1) e turbulento ou misto (figura 2). No fluxo laminar o gás flui como em um tubo reto, sem ramificações, sendo mais rápido na parte

central do tubo enquanto que nas partes mais externas ele é mais lento, por sofrer a resistência do atrito com a parede do tubo. No fluxo turbulento, a ordem de distribuição do fluxo é quebrada. Isso acontece quando o fluxo é muito alto em um tubo estreito (figura 2a), nas angulações (figura 2b), nas ramificações (figura 2c) e também nas mudanças bruscas de diâmetros (figura 2d) (SARAIVA, 1996).

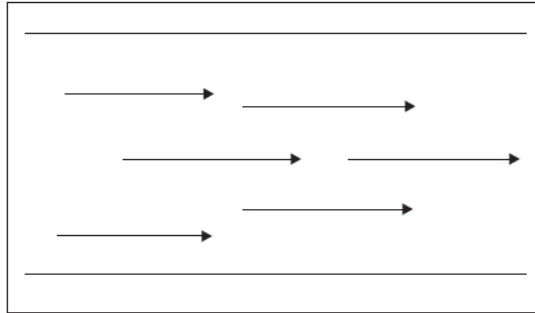


Figura 1. Fluxo laminar. A velocidade do fluxo respiratório é maior em decorrência da ausência de atrito entre as moléculas no tubo.

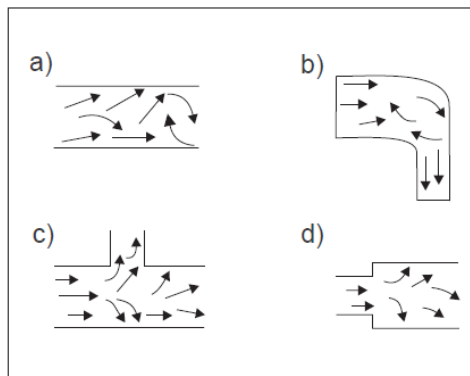


Figura 2. Fluxo turbulento. O movimento do fluxo é maior do que o que é necessário para gerar o fluxo laminar.

A resistência das vias aéreas (R_{va}) é determinada pela relação entre pressão e fluxo e é definida como a oposição à passagem do ar provocada pelo atrito do fluxo com as paredes das vias aéreas de condução do sistema respiratório (WEST, 2002). Quando a resistência da via aérea está aumentada, o fluxo é turbulento, e neste caso haverá fluxo e velocidade do gás diminuídos (SARAIVA, 1996).

A medida da R_{va} é importante para avaliar a gravidade da obstrução brônquica. Pode ser realizada através dos testes de função pulmonar, como por exemplo, na pletismografia de corpo inteiro, pela técnica de oscilação forçada – FOT e através de sua variante pelo sistema de oscilometria de impulso (IOS).

2.2 Aspectos das vias respiratórias em remodelação

A criança apresenta características anatômicas e funcionais que a difere do adulto tornando-a mais suscetível às doenças respiratórias. Compreender o sistema respiratório da criança ajuda a entender melhor essa vulnerabilidade e a reconhecer e tratar as complicações respiratórias adequadamente (STICK, 2000).

Os primeiros 12 meses de vida caracterizam-se por uma grande velocidade de crescimento somático e, conseqüentemente, pulmonar. É um período em que já se identificam distúrbios respiratórios da infância, sejam ou não decorrentes de intercorrências sofridas no período neonatal (FRIEDRICH L, 2007).

As diferenças anatômicas do sistema respiratório comparadas entre crianças e adultos são: menos alvéolos, canais colaterais de ventilação menos desenvolvidos, paredes alveolares mais espessas, os músculos que atuam mais como estabilizadores que mobilizadores, menos fibras musculares diafragmáticas resistentes à fadiga, complacência do sistema respiratório aumentada, laringe mais alta, menor diâmetro das vias aéreas, resistência aumentada ao fluxo aéreo, trabalho respiratório aumentado e menos cartilagem nas vias aéreas para sustentação (EFFGEN, 2007). Fatores que contribuem para o crescimento e desenvolvimento adequado pulmonar do nascimento e durante seu desenvolvimento parecem causar efeitos fisiológicos que podem ser persistentes (Figura 3) (PERALES et al., 2016).

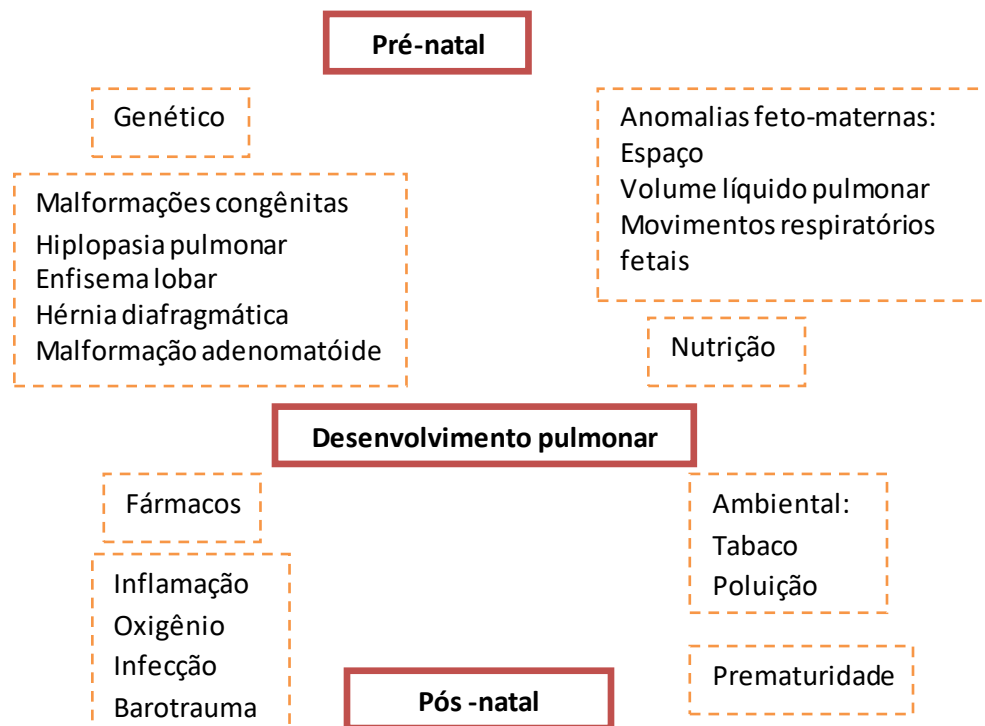


Figura 3. Modelo dos fatores que contribuem para o crescimento e desenvolvimento pulmonar.

Em qualquer fase do desenvolvimento, as consequências da resposta à lesão do sistema respiratório devem ser consideradas, uma vez que existe o padrão normal de desenvolvimento das vias aéreas. Os processos envolvidos na reparação de vias aéreas danificadas são referidos coletivamente como remodelação, variando com a intensidade da agressão. Não se sabe muito sobre se estes processos são semelhantes em idades diferentes ou como o desenvolvimento normal é comprometido (STICK, 2000).

A presença de inflamação crônica persistente em vias aéreas de crianças asmáticas já é bem estabelecida, e envolve diferentes tipos de células que modulam o processo inflamatório, como mastócitos, linfócitos, eosinófilos, macrófagos e neutrófilos, além de elementos mesenquimais como fibroblastos, células endoteliais e musculares. O remodelamento brônquico pode ser uma consequência anatômica da ação inflamatória crônica na via aérea (MAUAD et al., 2000).

A remodelação é um importante fator no desenvolvimento e na persistência do aumento da responsividade brônquica. É um processo envolvido na reparação de danos ao aparelho respiratório e parece claro que pode afetar um número de importantes estruturas das vias aéreas, incluindo epitélio, músculo liso, matriz extracelular e a secreção de muco (FRIEDRICH L, 2007).

Tem sido crescente os conhecimentos sobre a importância do remodelamento e dos mecanismos pelos quais ele ocorre. Embora o remodelamento aconteça em paralelo aos mecanismos inflamatórios da asma, ainda não está bem definido e dúvidas persistem se o remodelamento precede a asma ou se pode ser decorrente do processo inflamatório instalado a partir do início da doença (RIZZO, 2005).

2.3 Avaliação da função pulmonar em crianças

As provas de função pulmonar são instrumentos fundamentais para tomada de decisão terapêutica no auxílio ao diagnóstico de doenças das vias aéreas e na monitorização da evolução da doença, auxiliando na identificação dos agravos para que a farmacoterapia possa ser instituída corretamente. São empregadas também para avaliar resultados após intervenção terapêutica, tanto em adultos como em crianças. A avaliação clínica da função pulmonar pela ausculta parece ser um insensível indicador de broncoconstrição, sendo difícil de ser relatada na prática clínica (BORREGO et al., 2004; AL-MUTAIRI et al., 2007; SALVI, 2015).

Nas doenças respiratórias crônicas, como a asma, a avaliação da função pulmonar deve ser considerada em crianças. Embora seja altamente recomendada no manejo de crianças com doenças respiratórias, limitações são encontradas como a dificuldade de realizar

manobras forçadas de inspiração e expiração para realização dos testes, assim como dificuldades de compreensão, de cooperação e de coordenação motora fazem com que os testes sejam subutilizados (VIDAL, 2013). Didaticamente, a abordagem das provas de função pulmonar em crianças pode ser dividida pelas faixas etárias: escolares e adolescentes (maiores de seis anos); pré-escolares (dois a seis anos) e lactentes (menores de dois anos) (WANDALSEN, 2006).

A avaliação funcional respiratória em crianças em idade pré-escolar tem sido investigada através de vários métodos nas últimas décadas. Alguns se revelaram pouco acessíveis, como a espirometria, que atualmente é o teste de função pulmonar mais utilizado na prática clínica no diagnóstico da asma. Porém, pouco aceito por crianças menores pela necessidade de colaboração e pela impraticabilidade de sedação. É uma técnica que além de necessitar de colaboração do indivíduo, pode alterar o tônus brônquico (devido à necessidade da realização de manobras de inspiração profunda e expiração forçadas) e levar o indivíduo à exaustão após várias repetições (ASSUMPÇÃO et al., 2014).

Além da espirometria, outras técnicas de função pulmonar, como a técnica de oscilação forçada e a pletismografia, são viáveis na faixa etária de três a seis anos. Tais técnicas, entretanto, ainda não são muito comuns nessa população (WANDALSEN, 2006).

2.4 Espirometria

A espirometria é considerada padrão ouro para a medição da obstrução das vias aéreas. Porém, estudos demonstram dificuldade na realização da técnica em crianças menores, pacientes com paralisia cerebral ou retardo mental grave, pois requer manobras de expiração forçada (SONG et al., 2008; VIDAL, 2013; VERAS, 2011).

A espirometria é um exame não invasivo e tem como principais aplicações clínicas detectar precocemente as disfunções pulmonares obstrutivas e restritivas ao fluxo aéreo por meio da mensuração das capacidades, volumes e fluxos respiratórios; avaliar a evolução clínica de uma pneumopatia por meio de testes pré e pós intervenções terapêuticas medicamentosas ou após intervenções na fisioterapia respiratória (COSTA et al., 2001). Entretanto, a realização da espirometria em criança pré escolar apresenta dificuldade para gerar dados confiáveis devido à atenção limitada e fácil distração, assim como dificuldade de compreensão e de cooperação durante as manobras de expiração forçada (FRIEDRICH et al., 2007).

Essas limitações restringem a aplicação em crianças pré-escolares. A utilização da espirometria nessas crianças é muito limitada, o que se reflete na escassa produção científica local sobre o tema. Um estudo realizado com 74 crianças em idade pré-escolar revelou que a taxa de sucesso na realização da espirometria está associada à faixa etária, sendo aperfeiçoado com o avanço da idade. Foi necessário para cada criança uma média de 6,6 tentativas para alcançar curvas aceitáveis apresentando sucesso em 82,4% em crianças de 3 a 6 anos de idade, e utilizaram como critério de reprodutividade, após obtenção de três curvas aceitáveis a capacidade vital forçada (CVF) e volume expiratório forçado primeiro segundo (VEF₁) (VIDAL et al., 2013).

Os parâmetros mais utilizados da espirometria são: capacidade vital forçada (CVF), que representa o maior volume de ar mobilizado em uma expiração e pode ser obtida através de manobras forçadas (CVF) ou lentas (CVL); o volume expirado no primeiro segundo ou VEF₁, que representa o volume de ar exalado no primeiro segundo durante a manobra de CVF; a relação VEF₁/CVF, sendo esta a razão entre volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital, muito importante para o diagnóstico de um distúrbio obstrutivo; Fluxo expiratório forçado intermediário (FEF_{25-75%}), que representa o fluxo expiratório forçado médio obtido durante a manobra de CVF, na faixa intermediária entre 25 e 75% da CVF; o Pico de Fluxo Expiratório (PFE) ou seja, o fluxo máximo de ar durante a manobra de CVF, dependente do esforço, o que torna um bom indicador da colaboração na fase inicial da expiração; Curva fluxo volume, que é uma análise gráfica do fluxo gerado durante a manobra CVF, e frequentemente é desenhada para comparação visual, o que facilita na identificação de padrões obstrutivos, restritivos, e avaliação da resposta ao broncodilatador. A curva fluxo-volume tem fundamental importância, pois a análise somente dos valores obtidos pode não identificar determinadas afecções respiratórias (TRINDADE et al., 2015).

Também como derivações dos parâmetros, o volume corrente (VC), sendo este o volume inspirado ou expirado a cada ciclo respiratório; volume de reserva inspiratória (VRI) caracterizado pela quantidade máxima de ar que pode ser inspirada além do normal; volume de reserva expiratória (VRE), que representa o volume máximo de ar que pode ser expirado além de uma expiração normal (BORREGO, 2004; COSTA et al., 2001).

Apesar de o diagnóstico da asma ser essencialmente clínico, a espirometria o confirma através de achados de limitação ao fluxo aéreo e reversibilidade ao broncodilatador. O distúrbio respiratório obstrutivo é caracterizado por redução de fluxo expiratório em relação ao volume pulmonar expirado (PELLEGRINO et al., 2005). O estreitamento das grandes ou pequenas vias aéreas resulta numa relação VEF₁/CVF reduzida (abaixo do limite inferior da

normalidade). A alça fluxo-volume apresenta uma concavidade na curva expiratória, como mostra figura 4 (TRINDADE et al., 2015).

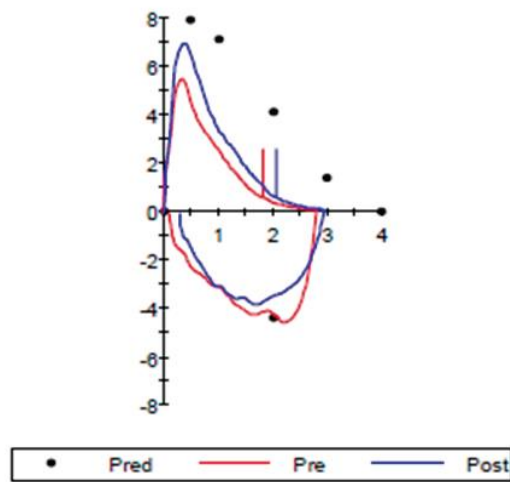


Figura 4. Curva fluxo-volume com formato predito de normalidade (pontilhado) e limitação ao fluxo aéreo obstrutivo com uma concavidade na alça expiratória.

Na criança em idade pré-escolar é regra também seguir os critérios de qualidade da manobra. Porém, estudos neste sentido comprovam dificuldade dessas crianças realizarem manobras de expiração forçada superior a 6 segundos. Estudo realizado em 2013 descreveu valores de referência de espirometria em crianças de 03 a 06 anos de idade e demonstrou que apenas 42% das crianças conseguiram realizar a manobras aceitáveis, com expiração completa, de acordo com as exigências da ATS (BURITY et al., 2013). Este percentual foi semelhante aos resultados encontrados por Zapletal et al., 2003, de 40% de aceitabilidade das crianças na faixa etária pré-escolar, considerando critério de final de teste apenas curvas com expiração completa.

2.5 Pletismografia

Um teste de função pulmonar também aliado ao diagnóstico e acompanhamento das doenças respiratórias é a pletismografia de corpo inteiro. Iniciou na década de 50, sendo uma técnica considerada eficaz, que permite a determinação dos volumes pulmonares, ou volumes de gás torácico e resistência de vias aéreas. Consiste em um aparelho composto de um sistema computadorizado acoplado a uma cabine, que deve ser hermeticamente fechada e que possui sensores que captam variações de pressão internas com grande sensibilidade, as quais variam com mudanças no volume do tórax, que refletem variações de volume pulmonar (GRITTI et al., 2011). A mensuração da resistência da via aérea por pletismografia pode ser realizada a partir de 2 anos de idade (PEREIRA et al., 2002).

Um estudo utilizou a pletismografia evidenciando dificuldade em realizar o teste em crianças, pois muitas vezes não conseguiam permanecer sozinhos dentro da cabine do pletismógrafo ou não cooperavam na realização do exame, necessitando que um adulto entrasse na cabine. Os valores da resistência das vias aéreas medidos por esse procedimento mostraram boa concordância com valores obtidos com a criança sozinha (KLUG B et al., 1997).

Idealmente, a interpretação da pletismografia em crianças deve ser realizada pela comparação com valores de referência da população local. Quando não existir seus próprios valores de referência, a *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS) recomendam o uso de valores de referência publicados por Zapletal et al, baseada em crianças caucasianas saudáveis (ZAPLETAL A et al., 1987).

A resistência das vias aéreas é feita com base na aplicação da lei de Ohm, na qual a Resistência = Pressão/Fluxo; conhecendo-se a pressão propulsora e o fluxo, a resistência é calculada. Resistência de vias aéreas (Rva) é definida como a diferença de pressão entre alvéolos e a boca dividida pela taxa de fluxo ou como a pressão necessária para produzir um fluxo de 1L/s para dentro e para fora dos pulmões. Quando a resistência das vias aéreas é medida por pletismógrafo, a pressão alveolar é estimada após oclusão de um obturador, situado ao nível da boca – figura 5 (PEREIRA et al., 2002).

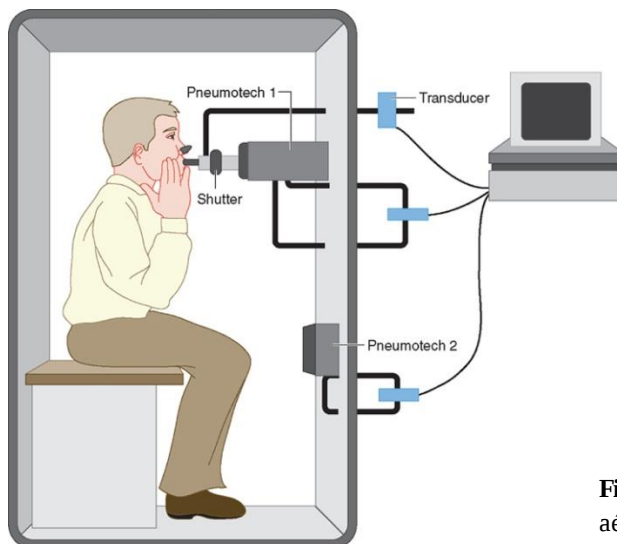


Figura 5 – Medida da resistência das vias aéreas por pletismografia.

As manobras da medida da Rva por pletismografia não necessita de inspiração profunda, a qual pode alterar o tono muscular em indivíduos asmáticos. Em indivíduos sem patologias respiratórias, a inspiração profunda causa dilatação das vias aéreas, enquanto que em asmáticos pode haver broncoconstrição (O'BYRNE et al., 1995).

A Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) em suas diretrizes para Teste de Função Pulmonar de 2002 sugere que o valor normal da Rva para pletismografia adotado seja $Rva = 0,5$ a $2,50$ cmH₂O/L/s. No entanto, a SBPT relata poucos estudos para valores de referência em pletismografia, inclusive em crianças menores de idade. A tabela 1 mostra a classificação sugerida pela SBPT de gravidade da obstrução ao fluxo aéreo pela medida da resistência (PEREIRA, 2002).

Tabela 1 – Classificação da gravidade da obstrução ao fluxo aéreo pela medida da resistência.

Rva	Gravidade
2,5-4,4	Leve
4,5-8,0	Moderada
> 8,0	Acentuada

Estudo realizado no Rio Grande do Sul, com 32 crianças em idades de 6 anos a 12 anos, mostrou que pelos critérios de aceitabilidade, somente 19 (59%) crianças conseguiram realizar pelo menos duas curvas aceitáveis e reprodutíveis. As crianças não entenderam a técnica, desconectavam os lábios do bocal, faziam movimentos descoordenados com muito esforço e outras por questões de claustrofobia dentro do pletismógrafo. Foi observado que o sucesso na compreensão da técnica está intimamente relacionado com a idade da criança (PEREIRA, 2002).

2.6 Oscilometria de Impulso e parâmetros de avaliação

Em 1956 por Dubois et al., foi desenvolvido, a partir da teoria das vibrações, uma variação da técnica de oscilação forçada (FOT) que determina a mecânica respiratória através da sobreposição de pequenas ondas mecânicas de pressão externa sobre a respiração espontânea do sujeito (GOLDMAN et al., 2005). Esta técnica avalia a função pulmonar através de ondas sonoras, na qual os impulsos são capazes de gerar oscilações de fluxo que se sobrepõem à ventilação espontânea permitindo, desta forma, analisar as respectivas respostas de variação de pressão e débito pulmonar. A técnica se diferencia da FOT por obter medidas de resistência e reatância em faixas de múltiplas frequências simultaneamente, permitindo uma análise útil da variação na impedância respiratória. A FOT permite apenas uma frequência de som a ser transmitida por cada vez (ASSUMPÇÃO, 2014; SALVI et al., 2015).

Michaelson et al., em 1975, desenvolveram uma saída de alto falante no computador para aplicar pressões de oscilação de onda através de várias frequências de som e analisar a relação de fluxo de pressão. Esta técnica, que utiliza múltiplas frequências de som de uma só vez, foi chamada de sistema de oscilometria por impulso ou *Impulse Oscillometry Sistem – IOS* (GOLDMAN, 2005; SALVI et al., 2015).

Tanto a TOF como o IOS são utilizados na prática clínica pediátrica, bem como em vários laboratórios de fisiologia pulmonar como uma ferramenta de pesquisa clínica, destacando como principal vantagem a realização de manobras respiratórias simples, que requerem menos esforço e colaboração do paciente, quando comparada à espirometria. Além disso, pode ser realizada em pacientes em uso de ventilação mecânica e também durante o sono. Uma das características importantes do IOS é a boa sensibilidade para detectar obstrução de vias aéreas periféricas durante a realização do exame em pacientes com asma ou doença obstrutiva crônica (SALVI et al., 2015). Dessa forma a realização do IOS se dá pela respiração corrente, ao invés de manobras expiratórias forçadas (ASSUMPÇÃO, 2014).

O equipamento é composto por um pneumotacógrafo, com função de processar os dados obtidos e representá-los graficamente através de frequência (Hz), que possui com uma peça adaptadora com formato de Y, uma peça bucal e um tubo de impedância (figura 6). O gerador externo constituído pelo alto-falante, é responsável por gerar um estímulo pulsátil por meio do adaptador em Y, o que resulta na resposta pulmonar que será registrada. Existem dois sensores conectados ao pneumotacógrafo: o de débito e o de pressão bucal. Por meio destes, há registro da ventilação espontânea do indivíduo avaliado. O pneumotacógrafo e o transdutor de pressão registram o fluxo de ar e o sinal de impulso forçado e, esses dados são processados e representados graficamente (ASSUMPÇÃO, 2014).

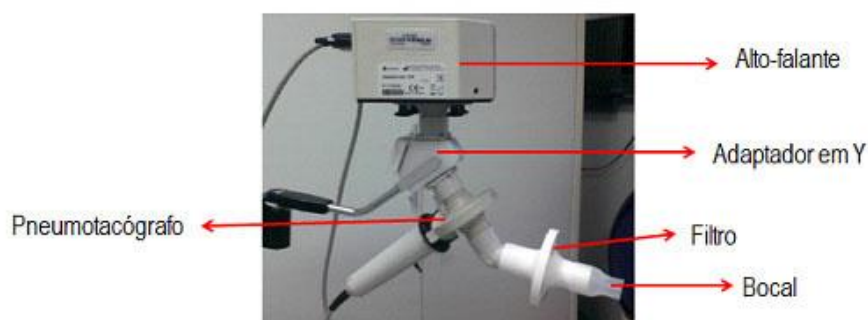


Figura 6: Equipamento de Oscilometria de Impulso. Assumpção, 2015. Fonte: Jaeger (Master Screen IOS, Erich Jaeger, Germany®).

O aparelho de IOS gera oscilações de pressão na boca que se propagam através do movimento da coluna de ar nas vias aéreas de condução, que é seguido por distensão e recuo dos componentes elásticos de tecidos do pulmão. A pressão de oscilação é aplicada em um frequência fixa de 5 Hz, a partir do qual todas as outras frequências de interesse são derivadas. Sinais de baixa frequência (5 Hz) penetram em todo o pulmão, enquanto que os sinais de alta frequência (20 Hz) só atingem as vias aéreas proximais (KOMAROW et al., 2011; BICKEL et al., 2014).

Em relação aos conceitos importantes desse sistema de avaliação da mecânica respiratória, as principais mensurações realizadas englobam a impedância respiratória (Z), a resistência (R), a reatância (X), e a frequência de ressonância (F_{res})

2.7 Resistência Respiratória

A resistência (R) é um componente da impedância respiratória e sua medida pelo IOS inclui resistência da orofaringe, traqueia, laringe, grandes e pequenas vias aéreas e parede torácica. Reflete informações sobre pressão para as vias aéreas de condução e corresponde à energia necessária para propagar uma onda de pressão através das vias aéreas (SALVI et al., 2015).

A resistência a 5 Hz (R_5) representa a resistência total das vias respiratórias e a resistência em 20 Hz (R_{20}) representa a resistência das grandes vias aéreas. Subtraindo R_5 de R_{20} ($R_5 - R_{20}$) encontramos a resistência em pequenas vias aéreas, como mostra a figura 7 (BICKEL et al., 2014). A resistência é medida em $\text{cmH}_2\text{O}/\text{L/s}$ ou $\text{kPa}/\text{L/s}$ (ASSUMPÇÃO, 2014; SALVI et al., 2015).

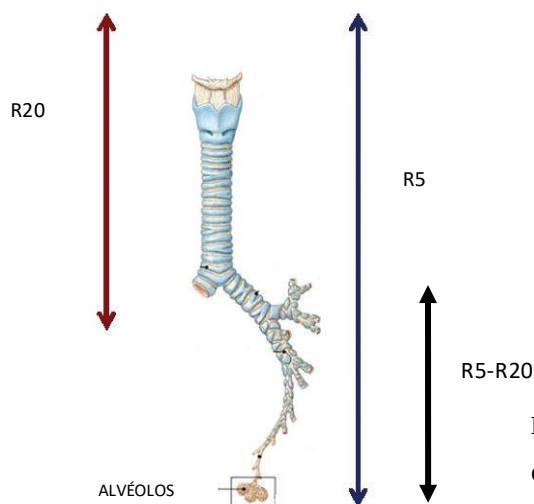


Figura 7- Tipos de ondas sonoras em FOT e IOS e distâncias percorridas em diferentes frequências.

Quando a obstrução em vias aéreas ocorre, quer central ou periférica, a R5 aumenta acima dos valores normais. A obstrução da via aérea central eleva a resistência (R) uniformemente independente da frequência de oscilação. Enquanto na obstrução periférica a R aumenta em baixa frequência de oscilação demonstrando a resistência como dependente da frequência (figura 8) (SALVI et al., 2015).

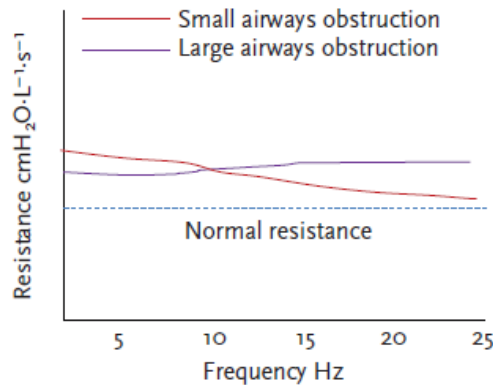


Figura 8. Resistência respiratória e frequência.

Na figura 9A podemos observar o comportamento da resistência medida através do IOS com frequência de oscilação de 5 a 35 Hz. Para cada frequência (eixo das abscissas) há uma dada resistência (eixo das ordenadas). Neste caso, para que o exame seja considerado normal, os valores de R5 e R20 devem estar próximos do traçado do predito. No indivíduo que apresenta obstrução central, os valores de R5 e R20 apresentam-se acima do predito, figura 9B (ASSUMPÇÃO, 2014).

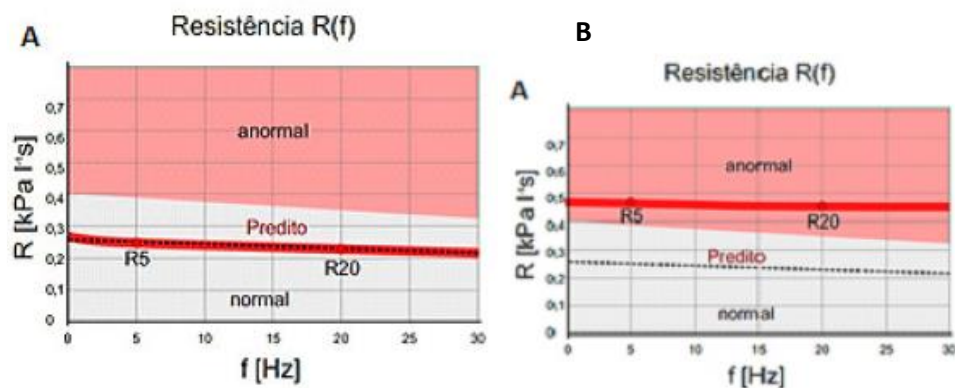


Figura 9 - Comportamento da resistência (R) com vários níveis de frequência de oscilação do IOS em um indivíduo normal (A) e com obstrução central (B).

Na figura 10 a resistência mostra um traçado descendente, onde o início está dentro da faixa anormal e termina dentro do normal. Em indivíduos com quadro de obstrução periférica, a resistência diminui à medida que a frequência aumenta.

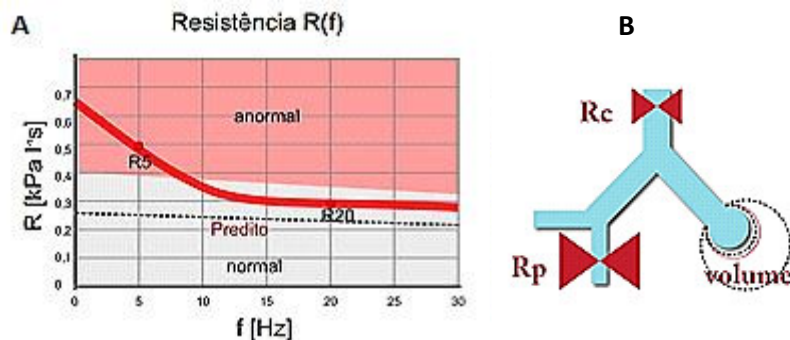


Figura 10 - Comportamento da resistência (R) em um indivíduo com resistência periférica (A) e com obstrução periférica (B).

A resistência total das vias aéreas (R5Hz), está dentro dos valores normais no intervalo de até 150% do valor predito relacionado a cada criança. Se o valor de R5 está entre 150% e 200% a obstrução é considerada leve, entre 200% e 300% a obstrução é moderada e se maior que 300% é considerada obstrução severa (SMITH H et al., 2005).

2.8 Reatância Respiratória

A reatância (X) é o componente reativo da impedância respiratória e inclui forças inerciais do movimento do ar em vias aéreas, denominada inertância (I) e propriedades elásticas do pulmão periférico, denominado capacitância (C) (PEIRANO, 2010). Sendo a energia gerada pelo recuo dos pulmões após distensão por uma onda de pressão através do fluxo de ar (GALANT S. et al., 2017).

Ao contrário das propriedades resistivas do sistema respiratório normal, a inertância e capacitância dependem da frequência de oscilação. Em baixas frequências, as propriedades da capacitância das pequenas vias aéreas dominam. E em altas frequências, as propriedades inertes da gravidade das vias aéreas dominam. Por convenção, as perdas de pressão capacitadas, são designadas como negativas e perdas de pressão inertes, positivas. Consequentemente, o equilíbrio entre os dois é negativo em baixas frequências e positivo em altas frequências (PEIRANO, 2010; ASSUMPÇÃO, 2014).

Em pacientes com distúrbio restritivo, com patologias que afetam os componentes elásticos dos pulmões ou da parede torácica, como na fibrose pulmonar, cifoescoliose,

insuficiência cardíaca congestiva, a reatância a 5Hz é alta, tornando-se mais negativa, sendo utilizada como uma forma alternativa para avaliar a complacência do sistema respiratório, figura 11 (SALVI et al., 2015).

Com o aumento da frequência o valor da reatância fica menos negativo até tornar-se nula e isto ocorre geralmente entre as frequências de 7 a 12 Hz em indivíduos normais. Esta frequência é denominada de frequência de ressonância (F_{res}) e neste ponto, passa a representar a força inercial e elástica iguais e opostas, de modo que se anulam mutuamente. A F_{res} é sempre aumentada em ambas as condições obstrutivas e restritivas (OOSTVEEN E, 2003; PEIRANO, 2010).

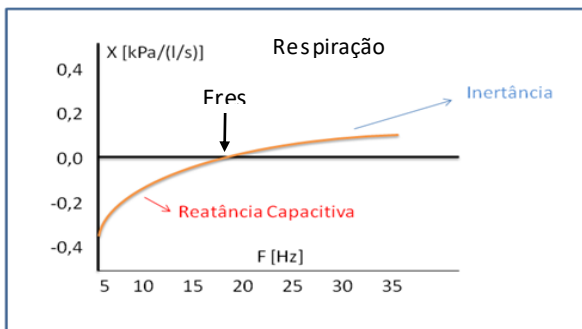


Figura 11. Comportamento da Reatância (X) com o aumento da frequência de ressonância oscilação do IOS.

A área de reatância (AX) avalia o grau de obstrução das vias aéreas, e se relaciona a resposta ao broncodilatador e alterações de tratamento medicamentoso utilizado. O comportamento da área de reatância em função da frequência com valores normais, pode ser observado na figura 12, que mostra a avaliação do resultado em uma criança asmática após resposta a aplicação do broncodilatador, com redução da área de reatância (PEIRANO, 2010; LARSEN, 2009).

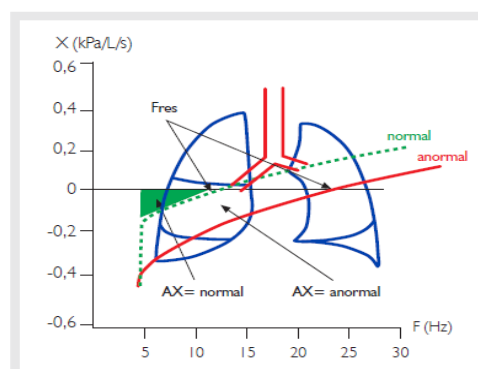


Figura 12. A figura mostra o nível da reatância em função da frequência. Com valores normais (linha verde) e anormais (linha vermelha). Inclui valores de Frequência de Ressonância (F_{res}) e Área de Reatância (AX) Comportamento da Área de Reatância (AX) após a utilização do broncodiatador. Mostra-se redução de AX. A reatância positiva corresponde a componentes inerciais de fluxo de vias aéreas centrais e reatância negativa corresponde a componentes elásticos periféricos.

A frequência de ressonância (Fres) representa a frequência de oscilação do sistema na qual as forças inerciais e elásticas atingem a mesma grandeza, mas com sinais opostos se anulando (figura 11). Em crianças jovens saudáveis a Fres é maior do que em adulto e aumenta com a diminuição da idade (ASSUMPÇÃO, 2014; SMITH et al., 2005).

Os valores da Fres aumentam com o aumento da resistência das vias aéreas em regiões periféricas dos pulmões, sendo um parâmetro para estimar alterações brônquicas em pacientes com obstrução das vias aéreas de pequeno calibre. Algumas vezes apresenta-se mais sensível em detectar estas alterações quando comparada às medidas obtidas da diferença entre R5Hz-R20Hz (MELO, 2000).

2.9 Variabilidade e coerência nos parâmetros da Oscilometria de Impulso

Os parâmetros oscilométricos podem ser avaliados de forma útil usando o coeficiente de variação (CV%) da resistência total - R5HZ. A variabilidade dos resultados obtidos não deve exceder 17% da resistência na frequência de 5HZ em crianças. Este grau de variabilidade indica que a obtenção de medidas repetidas semelhantes não é difícil, e que o IOS é reproduzível (SALVI, 2015).

A coerência (Co) é um importante parâmetro do IOS que reconhece a validade dos resultados do IOS, e deve ser avaliada ao final do exame. É um valor entre 0 e 1 e reflete a reprodutibilidade das medições de impedância. É baseada na comparação entre o ar que entra nos pulmões e a onda de pressão que reflete no sistema respiratório para assegurar testes precisos. É usada para avaliar a qualidade do teste (AGRAWALL E DESIRAJU, 2016). A coerência deve ser acima de 0,8 cmH₂O na resistência a 5Hz e de 0.9 a 1 cmH₂O na resistência a 20Hz. A coerência pode ser reduzida por técnica inadequada, deglutição, glote fechada, obstrução das vias aéreas pela língua ou respiração irregular (BICKEL et al., 2014; SMITH et al., 2005).

Para minimizar erros, a função de coerência (Co) deve ser observada ao final do exame, o que permite avaliar a validade do teste. A Co é uma medida de correlação entre dois sinais (pressão e fluxo, no caso do IOS) que pode ser utilizada para avaliar o nível de ruído do sistema. O valor próximo à unidade indica que o nível de ruído (devido a falhas na realização do exame) é baixo e que o sistema possui um comportamento próximo ao linear (SMITH et al., 2005).

2.10 Espirometria em pré-escolares versus IOS

Ootveen E et al., 2003 e Dencker M et al., em 2006, compararam a espirometria e o Sistema de Oscilometria de Impulso – IOS, na população pré-escolar e mostraram que a oscilometria de impulso exige apenas cooperação passiva, evidenciando uma excelente alternativa de avaliação de função pulmonar em crianças. Marotta A et al., 2003, utilizaram o IOS comparando crianças de 4 anos de idade com e sem histórico de asma e concluíram que este teste de função pulmonar pode ser utilizado para avaliar resposta ao broncodilatador, beneficiando crianças para uma intervenção médica precoce (MAROTTA A et al., 2003).

O estudo de Yixin Shi et al., 2012, verificou a relação de pequenas vias aéreas com o controle da asma utilizando o IOS e espirometria em crianças pré escolares. A espirometria, mostrou valores normais na asma leve e moderada, além de não refletir disfunções das vias aéreas como importante determinante no controle da doença pulmonar. No entanto, o IOS mostrou medições em pequenas vias aéreas, com alteração dos parâmetros R5-R20, X5, Fres e AX de crianças com asma sem acompanhamento clínico, significativamente diferente daqueles com asma controlada (YIXIN SHI et al., 2012). Komarow et al sugeriram o IOS para verificação do grau de obstrução das vias aéreas, fornecendo informações importantes, determinando parâmetros da ventilação mecânica, da resistência e elastância pulmonar do paciente, para acompanhar pacientes com diagnóstico de asma ou outras disfunções pulmonares, com precisão e reprodutividade de valores aceitáveis para a faixa etária (KOMAROW et al., 2011).

No estudo de Salvi et al., 2015, uma das características mais notáveis do IOS em relação à espirometria foi a demonstração de maior sensibilidade para detectar obstrução de vias aéreas periféricas. A maioria dos resultados da espirometria não fornece indicação clara dessa obstrução. O IOS mostrou ser um instrumento mais sensível para detectar obstrução em pequenas vias aéreas em pacientes com asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Ainda, o autor descreveu diferenças na aplicação do IOS e espirometria como pode ser mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Diferença entre espirometria e Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS)

Parâmetros		
	Espirometria	IOS
Principais características	O sensor de fluxo/deslocamento de volume ajuda a mensurar taxas de fluxo e os volumes pulmonares.	Impulsos múltiplos, ondas sonoras de frequências são ondas de pressão para medir resistência respiratória e reatância.
Principais parâmetros	Volumes: VEF1, CVF Fluxos: PEF, FEF 25%75%	Zrs, Rrs, Xrs, Fres, Ax
Necessidade de colaboração do paciente	maior	menor
Variabilidade (entre os indivíduos)	3 - 5%	5 - 15%
Sensibilidade à localização das vias aéreas (central)	menor	maior
Sensibilidade à localização das vias aéreas (periférica)	moderada	maior
Visão da mecânica Pulmonar	menor	maior
Metodologia padronizada	maior	moderada
Disponibilidade de valores de referência	maior	menor
Fonte: SALVI et al., 2015 (adaptado)		

3 JUSTIFICATIVA

A procura crescente por avanços em métodos diagnósticos e tratamentos de doenças pulmonares em crianças pré-escolares é extremamente necessária para melhorar a qualidade de vida e engajamento no acompanhamento clínico das crianças.

Apesar da existência de estudos na população sobre detalhes técnicos e busca de novas abordagens com o sistema de oscilometria de impulso encontradas nas publicações há escassez de dados sobre a avaliação pulmonar na população brasileira em crianças de três a seis anos de idade.

A importância do presente estudo foi realizar avaliação dos resultados obtidos utilizando o teste de função pulmonar pela técnica de oscilometria de impulso em crianças brasileiras com e sem sintomas respiratórios nessa faixa etária.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Avaliar os resultados do teste de função pulmonar utilizando o sistema de oscilometria de impulso (IOS) realizado em crianças de três a seis anos de idade com e sem sintomas respiratórios.

4.2 Objetivos específicos

- Determinar a variabilidade do parâmetro da resistência a 5Hz nos atos pré e pós broncodilatador.
- Analisar a resposta ao broncodilatador e comparar entre os grupos de crianças com e sem sintomas respiratórios os seguintes parâmetros obtidos pelo IOS: resistência a 5Hz (R5Hz), diferença da resistência entre 5 e 20 Hz (R5-R20Hz) e reatância a 5Hz (X5Hz).
- Avaliar as médias obtidas dos parâmetros oscilométricos das crianças com e sem queixas respiratórias.

5 HIPÓTESE

O teste de função pulmonar pelo IOS apresenta valores diferentes quando comparadas crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios.

6 MÉTODO

6.1 Delineamento do estudo

Estudo do tipo transversal com grupos comparativos.

6.2 Local de realização do estudo

O estudo foi realizado em uma creche do sistema municipal de educação localizada na cidade do Recife – PE, no período de março a novembro de 2016.

6.3 População do estudo

A partir da técnica amostral por conveniência, foram selecionadas 86 crianças na faixa etária de 03 a 06 anos, de ambos os sexos, que frequentavam a creche municipal Lar Fabiano de Cristo, localizada na cidade do Recife – PE. A amostra foi considerada suficiente para análise, considerando que estudos encontrados com utilizaram para avaliar a função pulmonar pelo IOS entre 50 a 120 pré-escolares com e sem doença pulmonar (JEE H. et al., 2010; SHI Y. et al., 2012; LAUHKONEN E. 2016). Os pais/responsáveis responderam ao questionário ATS DLD 78C validado e adaptado no Brasil (ESTEVES A, 1999) que verifica a ocorrência de doenças respiratórias na infância como asma, bronquiolite, pneumonia e pergunta reação a alimentos, drogas e reação alérgica cutânea, ainda traz questões sobre a presença ou não de sibilância, chiado no peito, hospitalização por doenças respiratórias (Anexo 1), após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Anexo 2).

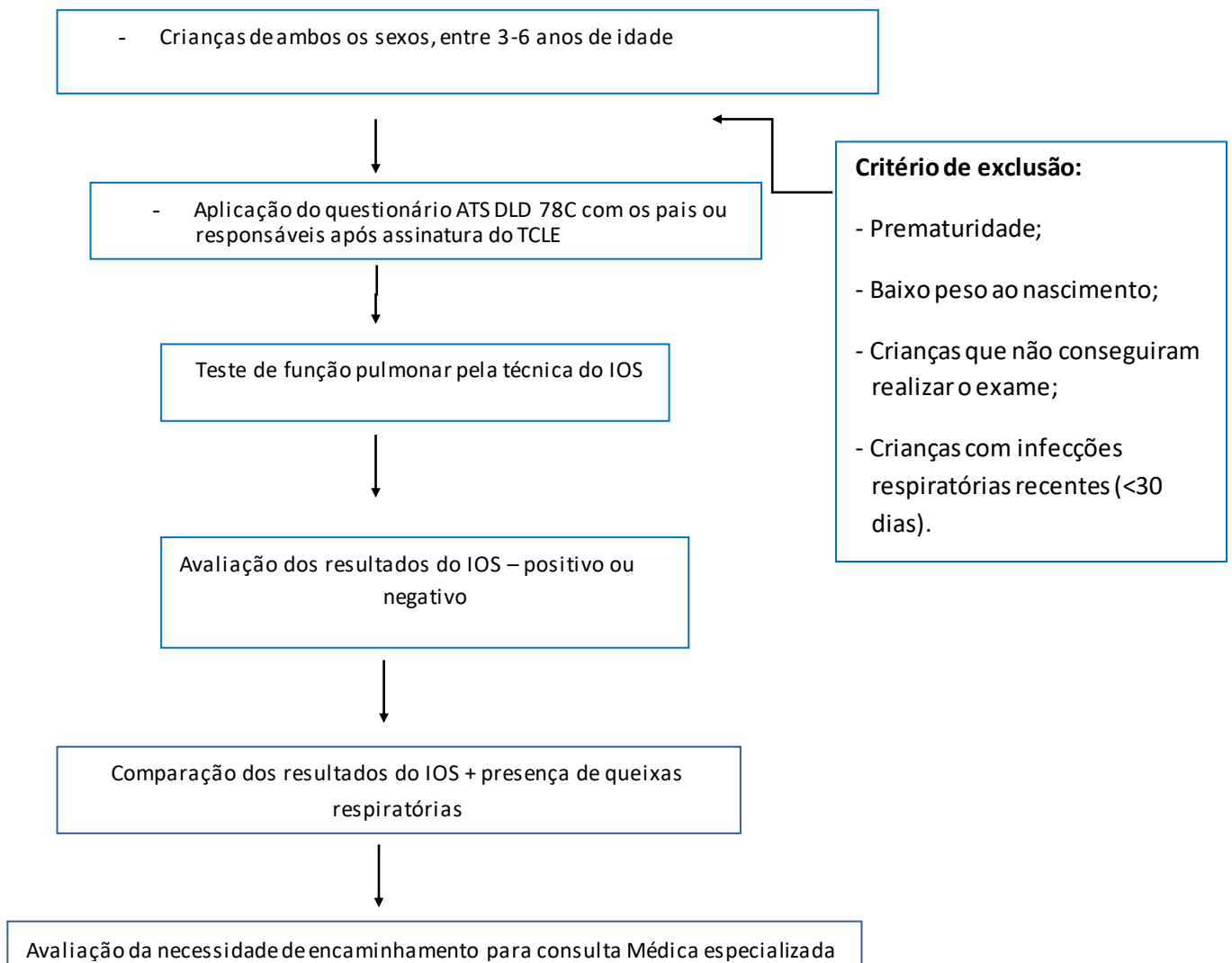
6.4 Critério de inclusão

Foram avaliadas crianças de ambos os sexos de 3 a 6 anos regularmente matriculadas em uma creche do sistema municipal de educação, que não apresentassem infecção respiratória recente, menor que 30 dias. As crianças e seus responsáveis foram abordados no momento da entrada ou saída das crianças na creche.

6.5 Critérios de exclusão:

- Prematuridade (Idade gestacional < 37 semanas);
- Baixo peso de nascimento;
- Crianças que não conseguiram realizar o exame corretamente;

6.6 Fluxograma



6.7 Definição e categorização das variáveis:

6.7.1 Variáveis independentes

Variáveis Independentes	Definição Teórica	Categorização
Idade	Número de anos que uma pessoa conta desde o seu nascimento até o momento da coleta dos dados	Números contínuos e após compondo média e desvio padrão da amostra
Sexo	Auto-explicativo	1. Masculino 2. Feminino
ATS DLD 78 C	Questionário validado e adaptado no Brasil para avaliar ocorrência de doenças respiratórias na infância.	- Grupo de estudo: crianças com queixas respiratórias; - Grupo de comparação: crianças sem queixas respiratórias.
Altura	Dimensão de um corpo considerada desde a base até a extremidade superior	Medida em centímetros e após compondo média e desvio padrão
Peso	Quantidade de matéria de um corpo	Medida em quilogramas e após compondo média e desvio padrão

6.7.2 Variáveis dependentes

Variáveis Dependentes	Definição Teórica	Definição Operacional	Categorização
Resistência total das vias aéreas (centrais e periéricas - R5Hz)	Oposição à passagem do ar provocada pelo atrito deste com as paredes das vias aéreas	Variável contínua. Medida em cmH ₂ O/l/seg ou kPa/l/seg = 10 cm H ₂ O/l/seg	Resposta pós aplicação do broncodilatador $\geq 20\%$, em relação ao momento pré broncodilatador.
Resistência das vias aéreas centrais (R20Hz)	Oposição à passagem do ar provocada pelo atrito deste com as paredes das vias de condução	Variável contínua. Medida em cmH ₂ O/l/seg ou kPa/l/seg (1kPa/l/seg = 10 cm H ₂ O/l/seg)	Resposta pós aplicação do broncodilatador $\geq 20\%$, em relação ao momento pré broncodilatador.

Resistência das vias aéreas periféricas (R5Hz - R20Hz)	Oposição à passagem do ar provocada pelo atrito deste com as paredes das pequenas vias	Variável contínua. Medida em cmH ₂ O/l/seg ou kPa/l/seg (1kPa/l/seg = 10 cm H ₂ O/l/seg)	Resposta pós aplicação do broncodilatador $\geq 20\%$, em relação ao momento pré broncodilatador.
Reatância do sistema respiratório a baixas frequências (X5Hz)	Em baixas frequências a reatância representa a complacência do sistema respiratório	Variável contínua. Medida em cmH ₂ O/l/seg ou kPa/l/seg (1kPa/l/seg = 10 cm H ₂ O/l/seg)	Resposta pós aplicação do broncodilatador $\geq 20\%$, em relação ao momento pré broncodilatador.

6.8 Operacionalização da pesquisa

O instrumento de coleta de dados clínicos sobre sintomatologia respiratórias foi o questionário estruturado para doenças respiratórias ATS-DLD-78-C (Apêndice B), recomendado pela *American Thoracic Society e Division of Lung Diseases* e validado no Brasil (ESTEVES AR, 1999). Foram selecionadas 3 questões específicas para identificar as crianças que apresentaram ou não sintomas respiratórios:

Questão 1: “*A criança costuma tossir algumas vezes por dia, 4 ou mais dias por semana?*” – objetiva identificar crianças com sintomas persistentes.

Questão 2A: “*A criança costuma ter chiado no peito: somente quando está resfriada?*” – avalia a prevalência e agravamento do sintoma respiratório.

Questão 3: “*Alguma vez a criança apresentou episódio de chiado no peito que causou falta de ar ou fôlego curto?*” – Avalia gravidade do sintoma respiratório.

A partir da aplicação deste instrumento os pacientes foram divididos em dois grupos: **grupo I** – crianças com sintomas respiratórios (presença de tosse por 4 ou mais dias e/ou chiado no peito mesmo sem estar resfriado, presença de episódios de chiado ou falta de ar ou fôlego curto) e **grupo II** (ausência de sintomas respiratórios - com resposta negativa às três questões).

O intervalo de tempo para coleta foi de março a novembro de 2016.

A padronização da técnica seguiu as orientações da *American Thoracic Society e Division of Lung Diseases* (ATS). O equipamento utilizado para realização da oscilometria de impulso foi o *Masterscreen IOS*, *VIASYS Healthcare GmbH*, fabricado na Alemanha, aquecido previamente por 15 a 20 minutos automaticamente. Em seguida era realizado

calibração com seringa de 1 L, conforme orientação do manual do fabricante. Também foram fornecidas condições de ambiente (temperatura e umidade relativa do ar), através do termo higrômetro digital, não podendo ser inferior a 17°C e superior a 40° C. Para aferição dos dados antropométricos (peso e altura) foi utilizada a balança Filizola® devidamente calibrada.

As crianças foram orientadas a ficarem sentadas confortavelmente em uma cadeira com encosto, com os dois pés apoiados, com a boca bem fechada, respirando, normalmente por no mínimo 40 segundos através de um bocal descartável e utilizando um clipe nasal, com o propósito de não haver fluxo aéreo nasal (Jaeger®, Alemanha).

Foram realizados 3 registros em 2 momentos diferentes: antes e após a utilização do broncodilatador (Salbutamol 200 mcg) com auxílio de um espaçador e máscara ou bocal, aguardando um período de 15 minutos entre sua aplicação e a segunda avaliação do IOS (HELLINCKX J. et al., 1998; PELLEGRINO et al., 2005).

Os parâmetros produzidos foram: resistência total a 5RHz (R5Hz), resistência central a 20Hz (R20Hz), reatância a 5Hz (X5Hz), medidos em cmH₂O/l/seg. A partir da diferença entre R5 e R20 foi verificada a resistência periférica (R5-R20 Hz). Os resultados foram aceitos como confiáveis após a realização correta da técnica com no mínimo 3 medidas repetidas quando atingido o coeficiente, que verifica qualidade do teste e reflete a reprodutibilidade das medidas de impedância, com valores a 5RHz de 0,8 e de a 20 RHz de 0,9 a 1 cmH₂O (BICKEL et al., 2014; SMITH et al., 2005). O exame era interrompido após 6 repetições, descartado quando a criança não alcançava o coeficiente aceitável ou não estava mais focada em realizar o exame.

O grau de variabilidade foi realizado para a variável R5, usando o coeficiente de variação (CV= 100 X desvio padrão/média), expressa em porcentagem (SALVI, 2010).

A resposta foi considerada positiva ao broncodilatador quando a resistência apresentava uma redução igual ou superior a 20% nos parâmetros R5Hz, R5-R20Hz e reatância X5Hz (MAROTTA A. et al., 2003; PEIRANO, 2010; RANGEL L. et al., 2014). Nosso estudo utilizou como padrão de unidade dos valores numéricos cmH₂O/l/seg. O valor predito foi determinado para cada criança e calculado através do peso e altura (Jaeger®).

6.9 Análise estatística

Os resultados que se referem aos parâmetros do IOS no estudo foram média e desvio padrão. Em seguida, os dados foram compilados em uma planilha eletrônica Microsoft Excel

2010 e exportados para o os Softwares SPSS 13.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*), STATA/SE 12.0, onde foi realizada a análise.

Para avaliação do perfil das crianças da amostra, foram expressos em variações de média $\pm$ desvio padrão, assim como frequências percentuais. Na comparação entre as crianças em relação a idade e faixa etária, em que não há distribuição normal foi aplicado o teste Mann-Whitney. Quanto ao sexo em relação aos grupos utilizou-se o teste Qui-quadrado.

Na análise dos dados do IOS foram calculados a média e desvio padrão, assim como frequências percentuais. Na comparação da média dos parâmetros do IOS entre o grupo I e II, foi aplicado o Mann-Whitney e o teste de Exato de Fisher nos casos de variáveis categóricas.

Para comparar o efeito do broncodilatador nas crianças com e sem sintomas respiratórios na análise das médias realizadas dos 3 momentos do IOS foi aplicado o método para medidas repetidas: utilizando o modelo de regressão linear misto, que leva em consideração a possível correlação entre os valores da variável resposta que constituem medidas repetidas.

Todos os testes foram aplicados com 95% de confiança e p-valor $< 0,05$.

6.10 Aspectos éticos

Após a anuência da chefia da Escola Municipal Lar Fabiano de Cristo e da diretoria do setor de Pneumologia para utilização do oscilômetro para ser levado, o projeto foi submetido ao Comitê de ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) obtendo o parecer de número 070524/2015, conforme Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, que dispõe sobre a pesquisa envolvendo seres humanos. Os pais/responsáveis que concordaram em participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Apêndice A.

A entrevista utilizando o questionário foi realizada de forma reservada com os responsáveis no consultório médico no próprio local de pesquisa. Como risco, todos os responsáveis foram informados que poderia haver um pequeno desconforto ao se realizar o exame, pois seria necessário o uso de um clipe nasal e a criança deveria respirar através de um bocal durante 40 segundos. A criança poderia sentir-se constrangida para executar o exame. Como forma de minimizar tais riscos a pesquisadora demonstrou como o exame era realizado junto com a companhia dos pais ou responsáveis.

Como benefício direto poderia ser detectada alguma alteração na função pulmonar e a criança seria encaminhada para avaliação mais detalhada no Ambulatório de Alergia Infantil da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Como benefício indireto foram obtidas informações científicas valiosas, ainda não disponíveis na literatura, relacionadas à avaliação da função pulmonar utilizado o IOS em crianças com e sem sintomas respiratórios, com as características da nossa população.

As informações desta pesquisa são confidenciais e divulgadas apenas em eventos e publicações científicas. Não há identificação das crianças, a não ser pelos responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação. Os dados coletados nesta pesquisa (entrevistas) ficarão armazenados por no mínimo de cinco anos em arquivo de computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e orientador.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 Resultados

Das 86 crianças selecionadas, 77(89,5%) realizaram o IOS e 9(10,5%) crianças foram excluídas por não conseguirem realizar o exame corretamente. As variáveis analisadas foram R5Hz, R20Hz, X5Hz, R5-R20Hz. O grau de variabilidade nos momentos pré e pós broncodilatador de até 17% foi observado em 69/77 (89,6%) das crianças.

7.1.1 Perfil das crianças de 3 a 6 anos e características clínicas quanto ao sexo e sintomas respiratórios da população estudada.

A população do estudo foi de 41/77(58,4%) crianças com sintomas respiratórios e 36/77 (41,6%) sem sintomas respiratórios. A média de idade e altura foi maior no grupo sem sintomas respiratórios. Em relação ao sexo, a presença de sintomatologia respiratória foi evidenciada em maior número de crianças do sexo feminino.

Tabela 1- Perfil das crianças do estudo com características clínicas relacionadas aos sintomas respiratórios

Variáveis	Sintomas respiratórios		p-valor
	Com sintomas (n=41)	Sem sintomas (n=36)	
Idade (anos) (média ± DP)	4,27 ± 0,98	4,72 ± 1,00	0,042 *
Altura (cm) (média ± DP)	103,70 ± 7,77	106,63 ± 8,21	0,065 *
SEXO			
Feminino	31 (75,6)	14 (38,9)	0,001 **
Masculino	10 (24,4)	22 (61,1)	

(*) Teste de Mann-Whitney(**) Teste Qui-Quadrado. p-valor < 0,05: estatisticamente significativa.

7.1.2 Função pulmonar pelo IOS em crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios

A tabela 2 apresenta a comparação entre os resultados das variáveis obtidas na oscilometria de impulso (R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5Hz) entre os grupos com e sem sintomas respiratórios. Foi observado uma redução $\geq 20\%$ no momento pós broncodilatador nos parâmetros R5Hz e X5Hz em menor número de crianças, em ambos os grupos, em relação ao R5-R20Hz.

Tabela 2 – Sintomatologia respiratória e resposta ao broncodilatador.

Variáveis	Sintomas respiratórios		p-valor
	Com sintomas (n=41)	Sem sintomas (n=36)	
Resultado R5Hz			
Positivo (≥20% pós broncodilatador)	11 (26,8)	10 (27,8)	0,926 *
Negativo	30 (73,2)	26 (72,2)	
Resultado R5-R20Hz			
Positivo (≥20% pós broncodilatador)	21 (51,2)	21 (58,3)	0,532 *
Negativo	20 (48,8)	15 (41,7)	
Resultado X5Hz			
Positivo (≥20% pós broncodilatador)	7 (17,1)	4 (11,1)	0,456 *
Negativo	34 (82,9)	32 (88,9)	

Resultado positivo (Diferença $\geq 20\%$ no momento pós broncodilatador em relação ao momento pré broncodilatador).(*)
 Teste Qui-Quadrado. p-valor < 0,05: estatisticamente significativo.

7.1.3 Comparação dos resultados pelo IOS em crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios

Em relação à questão “*tosse persistente, 4 ou mais dias por semana*”, o grupo sem sintomatologia apresentou maior número de crianças com resposta positiva ao broncodilatador nos parâmetros R5Hz, R5-R20Hz e X5Hz. Quando refere-se à gravidade dos sintomas, questão 3, o grupo I apresentou maiores índices de resposta broncodilatadora. Não houve diferença estatística entre os grupos. Apesar da não significância, a resposta ao broncodilatador foi mais evidenciada no parâmetro R5-R20Hz que nos parâmetros R5Hz e X5Hz nas três questões.

Tabela 3 – Comparação dos parâmetros oscilométricos, relacionados aos sintomas respiratórios, após aplicação do broncodilatador.

Variáveis	Sintomas respiratórios		p-valor
	Com sintomas	Sem sintomas	
	n (%)	n(%)	
Questão 1: tosse persistente, 4 ou mais dias por semana			
Resultado R5Hz*			
Positivo	5 (21,7)	14 (25,9)	0,697***
Negativo	18 (78,3)	40 (74,1)	
Resultado R5-R20Hz*			
Positivo	10 (43,5)	29 (53,7)	0,411***
Negativo	13 (56,5)	25 (46,3)	
Resultado X5Hz*			
Positivo	3 (13,0)	8 (14,8)	1,000**
Negativo	20 (87,0)	46 (85,2)	
Questão 2: presença de chiado no peito, somente quando está resfriada			
Resultado R5Hz*			
Positivo	12 (26,7)	10 (31,3)	0,661***
Negativo	33 (73,3)	22 (68,8)	
Resultado R5-R20Hz*			
Positivo	25 (55,6)	15 (46,9)	0,425***
Negativo	20 (44,4)	17 (53,1)	
Resultado X5Hz*			
Positivo	6 (13,3)	6 (18,8)	0,540**
Negativo	39 (86,7)	26 (81,2)	
Questão 3: episódio de chiado no peito, falta de ar ou fôlego curto			
Resultado R5Hz*			
Positivo	9 (32,1)	11 (22,4)	0,351***
Negativo	19 (67,9)	38 (77,6)	
Resultado R5-R20Hz*			
Positivo	20 (71,4)	27 (55,1)	0,158***
Negativo	8 (28,6)	22 (44,9)	
Resultado X5Hz*			
Positivo	7 (25,0)	5 (10,2)	0,108**
Negativo	21 (75,0)	44 (89,8)	

(*) Resposta ao broncodilatador salbutamol 200mcg. (**) p-valor do teste das variáveis categóricas – Exato de Fisher (***) p-valor do teste de comparação - Qui-Quadrado. Se p-valor < 0,05: estatisticamente significante.

7.1.4 Análise dos resultados dos três atos pré e pós broncodilatador em crianças com e sem sintomas respiratórios

Na tabela 4, a comparação das médias e desvio padrão das variáveis (R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5) nos 3 atos foram obtidos isoladamente pela oscilometria de impulso. Identificada diferença estatística no primeiro ato pré broncodilatador do IOS nos parâmetros R5, R20 quando analisadas todas as crianças. Ao observar isoladamente o grupo I e II não foi encontrada diferença estatística.

Tabela 4 – Análise dos parâmetros do IOS em 3 momentos, entre as crianças com e sem sintomas respiratórios

Variáveis	Avaliações			p-valor *
	1ª Avaliação Média ± Dp	2ª Avaliação Média ± Dp	3ª Avaliação Média ± Dp	
Todas as crianças				
Pré R5	1,03 ± 0,23	1,00 ± 0,22	0,97 ± 0,22 ^A	0,006
Pós R5	0,98 ± 1,08	0,85 ± 0,19	0,85 ± 0,17	0,529
Pré R20	0,68 ± 0,12	0,65 ± 0,12 ^A	0,65 ± 0,13 ^A	0,015
Pós R20	0,61 ± 0,11	0,60 ± 0,12	0,60 ± 0,11	0,144
Pré X5	-0,42 ± 0,12	-0,40 ± 0,11	-0,40 ± 0,10	0,112
Pós X5	-0,37 ± 0,11	-0,35 ± 0,09	-0,35 ± 0,09	0,319
Pré R5-R20	0,35 ± 0,14	0,35 ± 0,13	0,34 ± 0,17	0,845
Pós R5-R20	0,25 ± 0,12	0,25 ± 0,11	0,25 ± 0,12	0,748
Com sintomas respiratórios (grupo I)				
Pré R5	1,12 ± 0,23	1,11 ± 0,23	1,05 ± 0,22	0,056
Pós R5	1,30 ± 1,89	0,91 ± 0,21	0,89 ± 0,18	0,398
Pré R20	0,73 ± 0,12	0,70 ± 0,11	0,70 ± 0,13	0,163
Pós R20	0,64 ± 0,11	0,63 ± 0,13	0,61 ± 0,11	0,351
Pré X5	-0,48 ± 0,14	-0,45 ± 0,13	-0,43 ± 0,09	0,074
Pós X5	-0,39 ± 0,10	-0,37 ± 0,10	-0,38 ± 0,10	0,299
Pré R5-R20	0,41 ± 0,16	0,39 ± 0,14	0,41 ± 0,23	0,813
Pós R5-R20	0,28 ± 0,12	0,28 ± 0,11	0,28 ± 0,12	0,845
Semsintomas respiratórios (grupo II)				
Pré R5	0,98 ± 0,21	0,95 ± 0,19	0,93 ± 0,21	0,077
Pós R5	0,83 ± 0,18	0,81 ± 0,17	0,83 ± 0,17	0,310
Pré R20	0,66 ± 0,12	0,63 ± 0,12	0,63 ± 0,12	0,082
Pós R20	0,60 ± 0,11	0,58 ± 0,11	0,59 ± 0,10	0,252
Pré X5	-0,39 ± 0,10	-0,38 ± 0,09	-0,39 ± 0,10	0,410
Pós X5	-0,36 ± 0,11	-0,34 ± 0,09	-0,35 ± 0,09	0,631
Pré R5-R20	0,32 ± 0,12	0,32 ± 0,12	0,31 ± 0,13	0,324
Pós R5-R20	0,24 ± 0,12	0,24 ± 0,11	0,24 ± 0,12	0,642

(A) Diferença estatisticamente significativa em relação ao 1º momento. (*) p-valor das Medidas de Repetidas. Se p-valor < 0,05: estatisticamente significante.

7.2 DISCUSSÃO

A oscilometria por impulso é um exame que avalia as propriedades mecânicas respiratórias em termos de impedância do sistema respiratório em função da frequência, permitindo o reconhecimento de respostas respiratórias características em diferentes frequências de oscilações em crianças pequenas que cooperam minimamente (VINK, et al, 2003).

No presente estudo, um conjunto de valores foi obtido de cada variável do IOS, assim como, foi avaliada a resposta broncodilatadora nas crianças com e sem queixas respiratórias. A variabilidade entre os atos no parâmetro R5Hz foi observado em 89% da amostra, demonstrando que as medidas repetidas encontradas foram aceitáveis.

No presente estudo, foi possível verificar alterações nos valores das resistências (R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz) e na reatância (X5Hz), após resposta broncodilatadora $\geq 20\%$ em crianças com e sem sintomas respiratórios. Salientamos que não há consenso na literatura sobre a padronização do valor de corte para a resposta ao broncodilatador, sendo considerada resposta positiva ao broncodilatador uma melhora na resistência ou diminuição do valor da reatância com uma variação entre 20 a 40% dos valores basais em crianças pré escolares (MAROTTA A. et al, 2003; SONG T. et al, 2008; KOMAROW H. et al, 2011; RANGEL L. et al, 2014; PEIRANO, 2010). Foi definido em nossa pesquisa, o valor mínimo de resposta broncodilatadora nas crianças, corroborando com autores que adotaram o mesmo ponto de corte para selecionar em seus estudos crianças que responderam à prova broncodilatadora $\geq 20\%$ (MAROTTA A. et al, 2003; PEIRANO, 2010; RANGEL L. et al, 2014).

Ao avaliar os resultados da variável R5-R20Hz das crianças que responderam positivamente após a aplicação do broncodilatador, podemos sugerir a existência de disfunção pulmonar em região periférica dos pulmões. Alguns autores consideram que este parâmetro revela papel importante das vias aéreas distais em pacientes com asma (PEIRANO, 2010; ASSUMPÇÃO, 2014; SALVI, 2015). Nessa linha, um estudo de revisão recente feito por Galant S. et al, mostrou que a avaliação do processo inflamatório e obstrutivo da asma é observado em vias aéreas periféricas (R5-R20Hz) e a utilização do IOS no manejo da asma em crianças pode contribuir na verificação da resposta terapêutica inalatória no tratamento da asma. (GALANT S. et al, 2017). Nossas descobertas evidenciaram o papel da avaliação da função das vias aéreas distais como fator importante para obter um resultado no acompanhamento da asma e que o IOS pode ser capaz de detectar mudanças relevantes para a asma precoce.

Por outro lado, outros autores expõem em seus estudos que o parâmetro R5-R20Hz para ser considerado específico nas limitações da função pulmonar, seriam necessários mais estudos que comparem grupos raciais/étnicos para que possa ser utilizado como parâmetro de obstrução de via aérea periférica (SALVI, 2015; PEIRANO, 2010). Apesar da relevância de R5-R20Hz encontrada no presente estudo, evidenciamos na literatura, que para ser avaliado obstrução de vias aéreas, o parâmetro ainda considerado é a R5Hz, sendo importante também avaliar a reatância X5Hz. Assim, os valores já existentes dos parâmetros R5Hz e X5 parecem apropriados por já existirem na literatura valores de referência em diversas populações (ASSUMPÇÃO, 2014; GALANT S. et al, 2017).

A partir da resistência total R5Hz pode ser observada a classificação quanto ao grau de obstrução, leve, moderado e grave, e em relação à reatância, observado o maior ou menor grau de negatividade tanto em padrões de obstrução quanto em padrões de restrição pulmonar. (PEIRANO, 2010; MERAZ, et al, 2011; BICKEL *et al*, 2014; SALVI *et al*, 2015). No entanto, na população do nosso estudo não foram evidenciadas alterações citadas no exame pré broncodilatador dos referidos parâmetros. Contudo, acreditamos que a resposta broncodilatadora do parâmetro R5-R20Hz evidenciada neste estudo corrobora os estudos citados, visto que anormalidades nas pequenas vias aéreas contribuem para a expressão clínica da asma (KNIHTILA et al, 2015).

A presença de sintomatologia respiratória identificada pelo questionário ATS-DLD-78-C nas crianças do estudo, foi comparada em relação aos parâmetros estudados no IOS. É importante ressaltar que em muitos casos de doença pulmonar na infância, como a asma, os sintomas apresentam-se bastante leves no início da vida. Na infância é indispensável ficar atento às diferentes situações clínicas para que seja associada a adequada interpretação dos parâmetros do IOS (ASSUMPÇÃO, 2014). Sobre este cenário, o questionário que verifica sintomas respiratórios, o ATS-DLD-78-C, não prevê necessariamente que essas crianças não terão futuras manifestações clínicas como tosse persistente, sibilância/chiado no peito e falta de ar ou fôlego curto (ou poderiam estar apresentando algum sintoma no momento), e alguns dos sintomas de asma podem ser subestimados pelos pais ou cuidadores.

Neste estudo, as crianças que apresentaram sintomatologia respiratória foram em número maior que as que não apresentaram, e mostraram maior resposta ao broncodilatador. Quando avaliada a resposta do questionário aplicado previamente com os pais e/ou responsáveis sobre as características da população do estudo, foi possível identificar que 36 crianças sem queixas respiratórias, no entanto apresentaram respostas ao broncodilatador. Nessa linha, Robert et al, avaliaram em seu estudo crianças em idade pré escolar com asma e identificou que a chave do diagnóstico da doença nessa faixa etária seria obter uma história

completa dos pais/responsáveis. Embora seja difícil para os mesmos definirem os sintomas com precisão, o viés do entendimento das perguntas sobre a história da criança pode ajudar a excluir algumas condições no diagnóstico diferencial (ROBERT et al, 2002). Poderá ser mais adequado identificar alterações na função pulmonar através das situações clínicas encontradas sobretudo pelo relato parental, aliado a uma adequada interpretação dos dados e gráficos do IOS, somados a uma orientação aos pais e responsáveis sobre possíveis complicações e alterações que a criança pode apresentar (YOUNG, 2000).

Sobre o processo inflamatório e obstrutivo da asma nas crianças, Sears et al, observaram que a inflamação crônica pode acarretar remodelamento brônquico e redução do crescimento e função pulmonar, levando a um comprometimento pulmonar em pacientes com asma persistente aos seis anos de idade em relação ao desenvolvimento dos primeiros sintomas. Os autores argumentaram ser plausível suspeitar que o crescimento rápido do pulmão no período pré escolar pode ser particularmente susceptível aos efeitos da inflamação mais intensa que acompanha a asma persistente (SEARS et al, 2003). Assim, acreditamos que a identificação dos sintomas respiratórios seria importante ser percebida pelos pais ou responsáveis para que o recordatório fosse o mais confiável possível. Para isso seria necessário esclarecimento das possíveis situações na rotina da criança e agravos que possam acontecer.

Na comparação das médias dos três períodos de análise separadamente, verificamos maior resistência das vias aéreas no momento pré broncodilatador em crianças que previamente referiram presença de sintomas respiratórios. Consideramos que os resultados das variáveis avaliadas podem ser sugestivos para diferenciar respostas ao broncodilatador quando comparados aos valores obtidos em crianças hígdas. Porém, os resultados do IOS nos parâmetros R5Hz, R5-R20Hz e X5 não mostraram diferença estatística entre os grupos.

Com os resultados obtidos na análise das médias, constatamos que os valores foram maiores na primeira avaliação do teste do IOS, confirmando os dados encontrados na avaliação dos atos separadamente citados anteriormente. Apresentaram diferença significativa nas variáveis R5Hz, R20Hz e X5Hz no pré broncodilatador em relação ao primeiro momento do teste. Corroborando os achados do presente estudo, Rangel et al, consideram em sua pesquisa que tarefas estressantes como falar em público, realizar exame escolar, ver cenas desagradáveis, por exemplo, dão origem a uma maior resistência respiratória, principalmente nas vias aéreas centrais (RANGEL, 2015). É possível que o estresse emocional gerado nas crianças produzido no primeiro ato do IOS seja acompanhado por um leve padrão de obstrução das vias aéreas, que foi parcialmente aliviado na segunda e terceira manobra do IOS, reforçando a importância da realização de várias medidas para obter uma média. Foi

possível observar que nos 3 momentos de avaliação do teste pelo IOS, pré e pós broncodilatador de toda população do estudo (Tabela 4), os valores alcançados pelas crianças foram distintos, com relevância significativa nos parâmetros pré aplicação do salbutamol 200mcg em R5Hz e R20Hz. Além disso, é possível avaliar isoladamente o grupo I e grupo II, não apresentando diferença estatística. Entretanto, o grupo I, com sintomatologia respiratória, evidenciou maior resistência em vias aéreas. Nessa linha, Komarow et al, utilizaram o IOS em 117 crianças e adolescentes asmáticos e não asmáticos (idades entre 3 e 18 anos), antes e após a administração do broncodilatador. Em seus resultados, os autores evidenciaram que os asmáticos apresentaram maior variação em R5Hz, X5Hz e R10Hz, em comparação com crianças hígidas, sendo R5Hz a variável de maior representatividade quanto aos efeitos da medicação (KOMAROW et al, 2012).

Outra pesquisa de mesmo enfoque, envolvendo 26 crianças asmáticas, foi conduzida por Meraz et al, na qual foi constatado que os parâmetros do IOS foram maiores nas crianças com asma, em comparação às saudáveis, sendo o teste capaz de discriminar distúrbios obstrutivos e não obstrutivos (MERAZ et al, 2011).

Pesquisas anteriores mostraram que a função de vias aéreas periféricas avaliadas pelo IOS correlaciona-se com o estado saudável e com sintomas de doenças pulmonares. Além disso, o IOS avalia a obstrução das pequenas vias aéreas, refletindo mais precisamente na avaliação da asma em crianças (NIELSEN et al, 2001; SHI et al, 2012). Nossos resultados sugerem que índices obtidos pelo IOS podem ser úteis e ajudar a evidenciar alterações dos valores nos parâmetros pré e pós broncodilatador avaliados pelo sistema de oscilometria de impulso.

Nosso estudo apoia a utilização do IOS na avaliação de crianças com sintomas respiratórios, para que as orientações nas doenças pulmonares, mais especificamente a asma infantil, possam contribuir no diagnóstico preciso, classificação de gravidade, avaliação do comprometimento e resposta à terapia recomendada, identificadas pelo teste de função pulmonar.

Quanto às limitações, o recordatório relacionado ao questionário quando realizado com os responsáveis pode ter suprimido informações às perguntas solicitadas ou por não entendimento do mesmo na identificação nos sintomas respiratórios. Houve dificuldade na realização da técnica em algumas crianças, que apresentaram pouca concentração durante o exame e dificuldade em manter o posicionamento adequado para o sucesso do teste. Acreditamos que não interferiu no desfecho da pesquisa, devido a quantidade mínima de crianças que não realizaram o teste de função pulmonar.

Apesar das vantagens do IOS por necessitar de pouca cooperação do paciente e não ser invasivo, o teste ainda não faz parte da avaliação de função pulmonar de rotina na prática clínica e existem poucos estudos na população brasileira. Embora a obtenção de valores dos parâmetros do IOS seja fácil, a interpretação das curvas de resistência e reatância e derivados requer treinamento e experiência do clínico. Esta pode ser uma das principais razões pelas quais o IOS não progrediu como deveria (VIDAL, 2013).

7.3 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo IOS contribuíram para avaliar as funções das vias aéreas centrais e periféricas, separadamente. A prova de função pulmonar pelo IOS em crianças com e sem sintomas respiratórios em idade pré-escolar identificou alterações dos parâmetros R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5Hz após a aplicação do broncodilatador. O IOS identificou resposta positiva à prova do broncodilatador entre as crianças que não relataram sintomatologia respiratória. Porém, não houve diferença entre os grupos com e sem sintomatologia com relação à resposta ao broncodilatador. Contudo, os valores apresentados quanto à R5Hz, R5-R20Hz e X5Hz foram maiores no grupo com sintomas respiratórios, identificando maior resistência das vias aéreas entre os sintomáticos.

Através do parâmetro da resistência das vias aéreas total, R5Hz, foi demonstrada que a variabilidade obtida entre os valores pré e pós aplicação do broncodilatador se assemelha aos estudos publicados, revelando reprodutividade nas crianças de três a seis anos de idade desse estudo.

REFERÊNCIAS

- AGRAWAL A.; DESIRAJU K. Impulse oscillometry: the state-of-art for lung function testing. *Lung India*. v.33, p. 410-416, 2016.
- ALMEIDA C. et al. Crescimento e função pulmonar. *Rev Ciênc. Méd, Campinas*, v.8, p. 85-92, 1999.
- Al-MUTAIRI. et al. Impulse oscilometry: na alternative modality to the conventional pulmonary function test to categorise obstructive pulmonary disorders. *Journal Clinical and Experimental Medicine, Kuwait*. v.7, p. 56-64, 2007.
- ASSUMPÇÃO M. et al. Sistema de oscilometria de impulso em pediatria: Revisão de literatura. *Journal Medicina, Brasil*, v.47, p. 131-142, 2014.
- BASTOS V. Avaliação do desenvolvimento pulmonar em crianças prematuras do primeiro ano de vida à idade escolar. Dissertação de Mestrado em Saúde da Criança. Universidade da Pontífica Universidade católica do Rio Grande do Sul, 2012.
- BEYDON N. et al. Na official American Thoracic Society/European Respiratory Society Statemente:Pulmonary function testing in preschool children. *Journal: American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 175, p. 1304-1345, 2007.
- BICKEL S. et al. Impulse oscillometry: interpretation and practical applications. *Journal Chest, Atlanta*, v. 146, p. 841-847, 2014.
- BORREGO L. et al. Função respiratória na criança em idade pré-escolar. *Revista Portuguesa de Imunologia*. v.12, p.365-372, 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Doenas respiratórias crônicas, n 25. Brasília: Ministério da Saúde: p. 7-9, 2010.
- BURITY E. et al. Reference values for spirometry in preschool children. *Jornal de Pediatria. Brasil*, v. 89, p. 374-380, 2013.
- COSTA D.; JAMAMI M. Bases fundamentais da espirometria. *Rev. Brasileira de fisioterapia*, v. 5, p. 95-102, 2001.
- DENCKER M. et al. Reference values for respiratory system impedance by using impulse oscillometry in children aged 2-11 years. *Journal Clinical Physiology and functional imaging. Suécia*. v. 26, p. 247-250, 2006.
- EFFGEN, SUSAN K. FISIOTERAPIA PEDIÁTRICA: atendendo às necessidades das crianças. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 473, 2007.
- ESTEVES A. et al. Adaptation and validity of the ATS-DLD-78-C questionnaire for asthma diagnosis in children under 13 years of age. *Braz Ped News*, v.1, p. 3-5, 1999.
- FERNANDES R. et al. Abordagem terapêutica da sibilância em idade pré-escolar. *Acta Pediatric Port*. v.41, p. 266-273, 2010.

FONTES M. et al. Asma em menores de cinco anos: dificuldades no diagnóstico e na prescrição da corticoterapia inalatória. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. v.31, p.244-253, 2005.

FRIEDRICH H. et al. Respiratory function in healthy young children using forced oscillations. *Journal Thorax*. Austrália, v. 62, p. 521-526, 2007.

FRIEDRICH L. Crescimento pulmonar em lactentes pré-termo saudáveis. Tese de Doutorado do Programa de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2007.

GALANT S.; NICKERSON B. Lung function measurement in the assessment of childhood asthma: recent important developments. *Journal Current opinion in allergy and clinical immunology*. California, v. 10, p. 149-54, 2010.

GALANT S. et al. The case for impulse oscillometry in the management of asthma in children and adults. *Allergy Asthma Immunol*. v.118, p.664 – 671, 2017.

GOLDMAN, MD. Clinical application of forced oscillation. *Pulm Pharmacol Ther*. v. 14, p.341-350, 2005.

GRITTI L.; BARRETO S. Uma nova abordagem na determinação da resistência das vias aéreas: técnica do interruptor vs. Pletismografia. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. Brasil, v.37, p. 61-68, 2011.

HALL, JOHN E. Tratado de fisiologia médica. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 37, p.489-497, 2011.

HELLINCKX J. et al. Bronchodilator response in 3-6.5 years old healthy and stable asthmatic children. *J. Eur Resp*. v.12, p.438-443, 1998.

HULLEY S. et al. Delineando a pesquisa clínica. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed. cap. 3, p.30, 2015.

JEE H. et al. Useful parameters of bronchial hyperresponsiveness measured with an impulse oscillation technique in preschool children. *Journal of Asthma*. v.47, p.227-232, 2010.

KIM HY. et al. Resistance and reactance in oscillation lung function reflect basal lung function and bronchial hyperresponsiveness respectively. *Respirology*, v.14, p.1035-1041, 2009.

KOMAROW H. et al. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. *Allergy Asthma Immunol*. v.106, p. 191-199, 2011.

KOMAROW H. et al. A study of the use of impulse oscillometry in the evaluation of children with asthma: analysis of lung parameters, order effect, and utility compared with spirometry. *Pediatric Pulmonology*. v. 7, p.18-28, 2012.

KONSTATINOOU, G.N. et al. The longest wheal diameter is the optimal measurement for the evaluation of skin prick test. *Int Arch Allergy Immunol*. v. 151, p. 343-345, 2010.

- KOOPMAN M. et al. The influence of neonatal lung function on rhinovirus-associated wheeze. *American Journal of respiratory and critical care medicine*. v.183, p.262-267, 2011.
- KLUG B. The impulse oscillation technique applied for measurements of respiratory function in young children. *Pediatric Pulmonol*. v.16, p.240-241, 1997.
- KNIHTILA H. et al. Preschool oscillometry and lung function at adolescence in asthmatic children. *Pediatric Pulmonology*. v.50, p. 1205-1213, 2015.
- KNORR B. et al. Montelukaste, and antagonism of leukotrien receptor for treatment of persistente asthma in children of age 2 to 5. *Pediatric*. v.108, p. 3-5, 2001.
- LAUHKONEN EERO. Post-bronchiolitis lung function. Impulse oscillometry at preschool age after bronchiolitis in infancy. *Dissertação de mestrado de medicina*. Universidade de Tampere, Finlândia, 2016.
- LARSEN GK. et al. Impulse Oscillometry versus spirometry in a long-term study of controller therapy for pediatric asthma. *Journal Allergy Clin Immunol*, v.123, p. 861-867, 2009.
- LEVITZKY, M. *Fisiologia Pulmonar*. 5ª ed. São Paulo: Manole, p.277, 2004.
- Manual IOS – Jaeger Impulse Oscillometry. Measurement Program IOS basic 1e. cap 15, p.1-28. Versão 5.2.
- MAUAD T. et al. Remodelamento brônquico na asma. *J. Pneumologia*. v.26, p.91-98, 2000.
- MAROTTA A. et al. Impulse oscillometry provides an effective measure of lung dysfunction in 4-year-old children at risk for persistent asthma. *Journal Allergy Clin Immunol*, v.112, p.317-322, 2003.
- MELO P.; Werneck M, Giannella-neto A. Avaliação de mecânica ventilatória por oscilações forçadas: fundamentos e aplicações clínicas. *Jornal de Pneumologia*. v. 26, p. 194-206, 2000.
- MERAZ E. et al. Impulse oscillometric features and respiratory system models track small airway function in children. *Practical Applications in biomedical Engineering online*. v.5, p.103-140, 2011.
- MICHAELSON E. et al. Pulmonary mechanics by spectral analysis of forced random noise. *Journal Clin Invest*. v.56, p.1210-1230, 1975.
- MILLIOLI V. Análise do perfil respiratório de crianças com idade entre 0-8 anos, com diagnóstico clínico de pneumopatias inscritas no PSF da Vila Manaus. *Dissertação de Mestrado de fisioterapia*. Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC, Criciúma, 2009.
- NIELSEN KG.; BISGAARD H. Discriminative capacity of bronchodilator response measured with three different lung function techniques in asthmatic and healthy children aged 2 to 5 years. *Am Journal Respir Crit Care Med*, v.164, p.554-9, 2001.
- O'BYRNE P.; ZAMEL N. Airway challenges with inhaled constrictor mediators. In: Spector S. *Provocation testing in clinical practice*, Marcel Dekker. p. 277-292, 1995.

- OOSTVEEN E. et al. The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. *The European respiratory journal: official journal of the European Society for clinical respiratory physiology.* v.22, p. 1026-1041, 2003.
- PALMER L. et al. Airway responsiveness in early infancy predicts asthma, lung function, and respiratory symptoms by school age. *J Respir Crit Care Med.* v.163: 37-42, 2001.
- PEIRANO M. et al. Oscilometría de impulso (IOS) em niños. *Revista de Neumología Pediátrica. Sociedad chilena de neumología pediátrica.* v.2, p. 89-95, 2010.
- PELLEGRINO R. et al. Interpretative strategies for lung function tests. *European Respiratory Journal.* v. 26, p.948-968, 2005.
- PERALES J. et al. Doenças respiratórias na infância: aspectos biomoleculares, clínicos e cirúrgicos. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, cap. 1, 2016.
- PEREIRA C.; MOREIRA M. Pletismografia – resistência das vias aéreas. *Jornal de Pneumologia. Brasil,* v 28, p.139-150, 2002.
- PEREIRA L. Estudo piloto de valores de referência de pletismografia para crianças de 06 a 12 anos de idade. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Medicina de Porto Alegre, PUCRS, Rio Grande do Sul, 2012.
- POWELL R. et al. Asthmatic bronchial epithelial cells have a deficient innate immune response to infection with rhinovirus. *Journal Exp. Med,* v.201, p.937-947, 2005.
- RANGEL L. et al. Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento. *Revista Neumología Cir. Torax.* v.73, p.138-149, 2015.
- RIZZO M.; FOMIN A. Remodelamento das vias aéreas. *Rev. Bras alerg. Immunopatol.* v.28, p.230-234, 2005.
- ROBERT C. Defining asthma in the preschool-aged child. *Pediatrics.* v.109, p.357-361, 2002.
- SALDANHA C. et al. Asma: idade de surgimento pode ser um fator para o aumento da prevalência. *Ciênc Biol Saúde.* v.16, p.251-255, 2014.
- SALVI S. BRASHIER B. Mensuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Journal Breathe, India,* v. 11, p. 57-65, 2015.
- SARAIVA R. Mecânica respiratória e controle da ventilação. *Rev. Brasileira de Anestesiologia.* v. 46, p.164-174, 1996.
- SEARS MR. et al. A longitudinal, population based, cohort study of childhood asthma followed to adulthood. *N. Engl J Med.* v.349, p.1414-1422. 2003.
- SHI Y. et al. Relating small airways to asthma control using impulse oscillometry in children. *J Allergy Clin Immunol.* v.129, p.671-678, 2012.

- SMITH H. et al. Forced oscillation technique and impulse oscillometry. *Eur. Respir. Mon.* v.31, p.72 – 105, 2005.
- SMITH M.; BALL V. *Cardiorrespiratório para fisioterapeutas*. London: Premier, p.363, 2004.
- SOUZA C. et al. Prevalência de asma e fatores associados: estudo de base populacional em São Paulo, SP, 2008-2008. *Rev Saúde Pública.* v.46, p.825-833, 2012.
- SONG TW. et al. Utility of impulse oscillometry in young children with asthma. *Pediatr Allergy Immunol.* v.19, p.763-768, 2008.
- STICK S. The contribution of airway development to pediatric and adult lung disease. *Journal Thorax. Austrália.* v.55, p.587-594, 2000.
- TRINDADE A. et al. A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avaliar com o uso dos parâmetros? *Pulmão.* v.24, p.3-7, 2015.
- VERAS TN.; PINTO LA. Feasibility of spirometry in preschool children. *Jornal brasileiro de pneumologia.* v.37, p.69-74, 2011.
- VIDAL P.; MARTTIELLO R. et al. Espirometria em pré-escolares. *Revista Pulmão. Rio de Janeiro.* v.22, p.20-25, 2013.
- VINK G. et al. Impulse oscillometry: a measure for airway obstruction. *Pediatric Pulmonology.* v.35, p.214-219, 2003.
- WANDALSEN G. et al. Prevalence of symptoms of asthma, rhinitis, and atopic eczema among Brazilian children and adolescents identified by the International Study of Asthma and Allergies in Childhood. *Journal Pediatric. Brasil.* v.82, p.341-346, 2006.
- WEST J. *Fisiologia Respiratória*. Ed Manole, 6 ed., p. 151-164, 2002.
- YOUNG S. et al. The association between early lung function and wheezing during the first 2 years of life. *Eur Respir J.* v.15, p.151- 157, 2000.
- YIXIN S. et al. Relating small airways to asthma control by using impulse oscillometry in children. *Journal Allergy Clin Immunol.* v.129, p.671-678, 2012.
- ZAPLETAL A. CHALUPOVÁ J. Forced expiratory parameters in healthy preschool children 3-6 years of age. *Pediatric Pulmonol.* v.35, p.200-207, 2003.
- ZAPLETAL L. et al. Lung function in children and adolescents, methods, reference values. *Prog Respir Res.* v.22, p.113-218, 1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO MENORES DE 03-06 ANOS – RES. 466/12

Convidamos o (a) seu/sua filho (a) {ou menor de idade} que está sob sua responsabilidade para participar, como voluntário (a), da pesquisa: **OSCILOMETRIA DE IMPULSO: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR EM CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES**. Esta pesquisa é da responsabilidade do (a) pesquisador (a) Jaqueline Figueirôa Santos Barbosa de Araújo, Fone: 996966526, endereço: Avenida Governador Agamenon Magalhães, 4760 - Paissandu, Recife – PE CEP:52010902, Fone: (81) 21263918; e-mail: jaquelinefsba@gmail.com e está sob a orientação de: Prof. Dr. Décio Medeiros Peixoto. Telefone: (81) 98663-6709, e-mail daph@elogica.com.br.

Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar que seu/sua filho(a) faça parte do estudo, rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa nem o (a) Sr.(a) ou o (a) seu/suas filho (a) serão penalizados (as) de forma alguma. O (a) Senhor (a) tem o direito de retirar o consentimento da participação dele (a) a qualquer tempo, sem qualquer penalidade.

Este termo de consentimento pode conter alguns tópicos que você não entenda. Caso haja alguma dúvida, pergunte a pessoa a quem está lhe entrevistando, para que você esteja bem esclarecido(a) sobre tudo que está respondendo.

O objetivo deste estudo é avaliar os resultados da função pulmonar pelo sistema de oscilometria de impulso (IOS) realizada em crianças de 03 a 06 anos com e sem sintomas respiratórios. Essa avaliação será por meio de um exame chamado Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS), de simples realização, onde a criança ficará sentada, com os pés apoiados no chão, respirando normalmente através de um bocal, fazendo uso de um clipe nasal e com as mãos apoiadas nas bochechas. O exame durará cerca de 40 segundos e será repetido 06 vezes. Porém a criança permanecerá sentada e de repouso por 10 minutos antes do início do exame.

Como risco, poderá haver um pequeno desconforto ao se realizar o exame, pois será necessário o uso de um clipe nasal e a criança deverá respirar através de um bocal durante 40 segundos. A criança poderá se sentir constrangida para executar o exame. Como forma de minimizar tais riscos a pesquisadora deixará a criança a vontade, demonstrará como o exame será realizado e o mesmo será feito em ambiente propício com a companhia dos pais ou responsáveis.

Como benefício direto poderá ser detectado alguma alteração na função pulmonar e como consequência a criança será encaminhada para avaliação no Ambulatório de Alergia Infantil da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Como benefício indireto será obter informações científicas valiosa, ainda não disponível, relacionada a avaliação da função pulmonar utilizando o IOS em crianças pré-escolares, com as características da nossa população, sendo posteriormente utilizada como subsídio para o melhorar da assistência atualmente prestada à saúde dos pacientes portadores de doenças respiratórias.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a participação dele (a). Os dados coletados serão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora principal, no endereço acima informado, sigilosamente, pelo período de 5 anos

O (a) senhor (a) não pagará nada para o (a) seu/sua filho(a) participar desta pesquisa. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidos pelos pesquisadores (ressarcimento de despesas).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia S/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DA CRIANÇA (03-06 anos)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável pelo (a) menor _____, autorizo a sua participação no estudo OSCILOMETRIA DE IMPULSO: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR EM CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de seu acompanhamento/ assistência/tratamento) para mim ou para meu/minha filho (a).

Recife, em _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar. 02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Testemunha : _____

Assinatura da Testemunha: _____

Testemunha : _____

Assinatura da Testemunha: _____

APÊNDICE B - QUESTIONÁRIO ATS-DLD-78-C ADAPTADO E VALIDADE PARA DOENÇAS RESPIRATÓRIAS

Nome: _____
 Escola: _____ Data: ____/____/____
 Sexo: Masculino () Feminino () Data de Nascimento: ____/____/____
 Peso de Nascimento: _____ Idade gestacional: _____ semanas
 Foi Prematuro (menor de 37 semanas de gestação)? SIM () NÃO ()
 Alguém na família fuma? Sim, o pai () Sim, a mãe () Sim, outra pessoa () Não, ninguém fuma ()

1. A) A criança costuma tossir algumas vezes por dia, 4 ou mais dias por semana? SIM () NÃO ()
 B) Costuma tossir desse modo na maioria dos dias, por 3 meses seguidos, ou mais durante o ano?
 SIM () NÃO ()

2. A criança costuma ter chiado no peito:

- A) somente quando está resfriada? SIM () NÃO ()
 B) ocasionalmente, mesmo sem está resfriada SIM () NÃO ()
 C) tem chiado na maioria dos dias ou noites? SIM () NÃO ()

3. Alguma vez a criança apresentou episódio de chiado que causou falta de ar ou fôlego curto?

SIM () NÃO ()

Passe para pergunta 4

Caso a resposta seja SIM:

- A) A criança teve duas ou mais dessas crises? SIM () NÃO ()
 B) Alguma vez precisou tomar remédio para aliviar a(s) crise(s)? SIM () NÃO ()

4. A criança teve episódios de chiado após jogos ou exercícios? SIM () NÃO ()

5. A) Durante os últimos três anos a criança apresentou alguma doença torácica que a afastou das suas atividades usuais por Três dias ou mais? SIM () NÃO ()

Passe para pergunta 6

Caso a resposta sim:

B) A criança apresentou aumento de expectoração ou catarro no peito mais do que o usual durante algumas dessas Doenças?

SIM () NÃO () NÃO SABE AO CERTO ()

C) Quantas doenças desse tipo ela apresentou nos últimos 3 anos?

- 1- 2 a 5 doenças por ano.....()
 2- Mais do que 5 doenças por ano.....()
 3- Não sabe referir.....()

6. A criança foi hospitalizada por doença pulmonar grave ou “com catarro no peito” antes dos 2 anos de idade?

- 1- Sim, somente 1 vez.....()
 2- Sim, 2 vezes.....()
 3- Sim, 3 ou mais vezes.....()
 4- Não.....()

7. A criança apresentou algumas das seguintes doenças e caso sim, em que idade?

- A) Bronquite Sim () Não () Idade:
 B) Bronquiolite Sim () Não () Idade:
 C) Bronquite asmática Sim () Não () Idade:
 D) Pneumonia Sim () Não () Idade:

8. A) Foi feito diagnóstico por médico de: asma, bronquite asmática ou bronquite alérgica?

SIM () NÃO ()

Passe para pergunta 9

Caso a resposta seja sim:

- B) Ainda tem asma? SIM () NÃO ()
 C) A criança utiliza medicamentos frequentes para asma? SIM () NÃO ()

9. A) Alguma vez foi dito por médico que a criança apresentou reação alérgica por alimento ou droga (remédio)?

- 1- Sim, alimento somente.....()
 2- Sim, drogas somente.....()
 3- Sim, ambos, alimentos e drogas.....()
 4- Não.....()

B) Alguma vez foi dito por médico que a criança apresentava reação alérgica por poeira? SIM () NÃO ()

C) Alguma vez foi dito pelo médico que a criança apresentava reação alérgica cutânea por detergentes ou outros produtos químicos? SIM ()

NÃO ()

D) Alguma vez foi dito por médico que a criança apresentava reação alérgica à picada de inseto? SIM () NÃO ()

E) Alguma vez a criança recebeu injeções contra alergia? SIM () NÃO ()

Nome da pessoa que respondeu ao questionário

APÊNDICE C – ARTIGO ORIGINAL

OSCILOMETRIA DE IMPULSO: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR EM CRIANÇAS PRÉ-ESCOLARES

IMPULSE OSCILLOMETRY: ASSESSMENT OF PULMONARY FUNCTION IN PRE-SCHOOL CHILDREN

Msc. JAQUELINE FIGUEIRÔA ARAÚJO¹, Dr. DÉCIO MEDEIROS PEIXOTO²

¹Mestranda em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco

²Professor Adjunto do Departamento Materno Infantil – HC/UFPE

RESUMO

O sistema de oscilometria de impulso – *Impulse Oscillometry System* (IOS) é um método não invasivo, que avalia a mecânica respiratória em região central e periférica do pulmão através de ondas sonoras sobrepostas à respiração normal e sem demandar esforço respiratório. É possível avaliar a resposta broncodilatadora, para obter melhor seguimento no diagnóstico precoce das alterações pulmonares na infância e acompanhamento de doenças crônicas, como a asma. O presente estudo teve como objetivo avaliar os resultados da prova de função pulmonar pelo IOS realizada em crianças de 03 a 06 anos de idade com e sem sintomas respiratórios. **Métodos:** Estudo transversal, descritivo, com técnica amostral por conveniência, realizado em crianças na faixa etária de 03 a 06 anos, submetidas ao teste de função pulmonar pelo IOS no período de março a novembro de 2016. Foi utilizado o questionário ATS DLD 78C para identificar dois grupos: crianças com e sem sintomas respiratórios. A análise dos resultados foi obtida através dos valores dos parâmetros de resistência a 5Hz (R5Hz), resistência a 20 Hz (R20Hz), reatância respiratória a 5Hz (X5Hz) e do cálculo de R5-R20Hz antes e após aplicação do broncodilatador dos grupos em três momentos. **Resultados:** Foram selecionadas para o teste 77 pré-escolares, dos quais 41(53,2%) apresentavam queixas respiratórias. O coeficiente de variabilidade (CV%) R5Hz foi de até 17% em 69/77 das crianças. As crianças com e sem sintomatologia respiratória responderam ao broncodilatador em número mais elevado no parâmetro R5-R20Hz. As resistências R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e reatância X5Hz das crianças com queixas respiratória alcançaram valores maiores que nas sem sintomatologia respiratória, porém sem significância. Na comparação intergrupos, todos os parâmetros do IOS apresentaram diferença entre as médias, sem atingir significância. **Conclusão:** A variabilidade da resistência total R5Hz apresentou reprodutibilidade na faixa etária de 03 a 06 anos de idade. Os valores obtidos pela prova de função pulmonar no IOS em crianças com e sem sintomatologia respiratória comportaram-se de modo semelhante quanto à resposta ao broncodilatador nos parâmetros R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5Hz. Porém, os valores relativos à R5Hz, R5-R20Hz e X5Hz foram maiores no grupo com sintomas respiratórios.

Descritores: Teste de função pulmonar. Oscilometria. Criança. Pré-escolar. Resistência de vias aéreas, broncodilatadores.

ABSTRACT

The Impulse Oscillometry System (IOS) is a noninvasive method that evaluates respiratory mechanics in the central and peripheral regions of the lung through sound waves superimposed on normal breathing and without requiring respiratory effort. It is possible with this method to evaluate bronchodilator response to obtain a better follow-up on early diagnosis of pulmonary changes in childhood and follow-up of chronic diseases, such as asthma. The present study had as objective to evaluate the results of the pulmonary function test by IOS performed in children from 03 to 06 years of age with and without respiratory symptoms. **Methods:** This was a descriptive, cross-sectional study using a sampling technique for convenience, performed in children between 03 and 06 years of age, who underwent pulmonary function test by IOS from March to November 2016. The ATS DLD 78C questionnaire was used for to identify two groups: children with and without respiratory symptoms. The analysis of the results was performed using the values of the parameters: resistance at 5Hz (R5Hz), resistance at 20Hz (R20Hz), respiratory reactance at 5Hz (X5Hz) and calculation of R5-R20Hz measured at three moments before and after use bronchodilator. **Results:** Seventy-seven preschoolers were selected for the test, of which 41 (53.2%) had respiratory complaints. The coefficient of variability (CV%) in R5Hz was up to 17% in 69/77 (86.6%) of the children. The parameter that identified response to the bronchodilator in a greater number of participants was the R5-R20Hz, which evaluates the small pulmonary airways. Resistances at 5Hz, 20Hz and the calculation of R5-R20Hz and reactance at 5Hz in children with respiratory complaints reached higher values than those who did not present respiratory symptoms, but without statistical significance. In the intergroup comparison, all IOS parameters presented a difference between means, without reaching statistical significance. **Conclusion:** The values obtained in the pulmonary function test using IOS in children with and without respiratory symptoms behaved similarly to bronchodilator response in the parameters R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz and X5Hz. Children with respiratory symptoms had values of total resistance (R5Hz) and peripheral (R5-R20Hz) and reactance at 5Hz higher compared to children without symptoms.

Keywords: Pulmonary function test. Oscillometry. Child. Preschool. Airway resistance, bronchodilators.

INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias atópicas vêm apresentando aumento em sua prevalência em crianças devido, em grande parte, à maior exposição aos poluentes atmosféricos e à contribuição de fatores infecciosos e socioeconômicos¹. A asma é considerada uma doença respiratória crônica, que acomete vias aéreas inferiores, sendo relatada como a doença respiratória mais prevalente na infância, caracterizada por obstrução das vias aéreas, hiperresponsividade e inflamação. O diagnóstico precoce e o controle das doenças pulmonares, mais precisamente, da asma em crianças é muito importante, pois o tratamento adequado pode afetar o curso da doença². É bastante desafiador avaliar o controle da asma em crianças por muitas razões, incluindo a discrepância na percepção dos sintomas entre as crianças e os pais, e a fraca correlação entre os sintomas e os testes tradicionais para avaliação da função pulmonar^{3,4}. Técnicas são utilizadas para medir com precisão a função pulmonar como a espirometria, a pletismografia, a técnica de oscilação forçada (FOT) e a oscilometria por impulso ou *Impulse Oscillometry System* (IOS)⁵.

A avaliação da função pulmonar é importante para o diagnóstico e monitorização das doenças pulmonares em crianças pequenas⁶. Crianças maiores de 6 anos podem cooperar de forma confiável e reprodutível nos testes e realizar manobra respiratória forçada, como a realizada na espirometria. Em crianças pré-escolares a avaliação pulmonar raramente é realizada na prática clínica, mas estudos de intervenção vem avançando no meio científico, evoluindo e aprimorando técnicas já existentes, porém pouco conhecidas, aumentando a possibilidade para que o estudo da função pulmonar possa ser realizado rotineiramente⁷.

Em contraste à espirometria que requer participação ativa do indivíduo, o sistema de oscilometria de impulso é um teste que minimiza a exigência ativa do paciente e requer colaboração apenas passiva do sujeito⁹. Utiliza o princípio da FOT para avaliar as propriedades mecânicas dos pulmões, medindo a impedância respiratória usando impulsos curtos de ar e pressão através de ondas que quantificam separadamente o grau de obstrução nas vias aéreas central e periférica. O IOS vem sendo utilizado com sucesso, para avaliar a função pulmonar em crianças saudáveis em idade pré-escolar, com queixas respiratórias e asmáticas e demonstra ser capaz de identificar obstrução das vias aéreas e respostas aos broncodilatadores e broncoconstrictores^{10,11,12,13}. No entanto, estudos com a população brasileiras não foram identificados.

O presente estudo foi proposto para avaliar os resultados da prova de função pulmonar pelo IOS realizada em crianças de três a seis anos de idade com e sem sintomas respiratórios.

MÉTODOS

Estudo observacional, do tipo transversal com grupos comparativos, incluindo crianças entre 03 a 06 anos de idade de ambos os sexos, com e sem sintomas respiratórios, vinculadas a uma creche do sistema municipal de educação localizado na cidade do Recife – PE, no período de março a novembro de 2016. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética Institucional sob o parecer de número 070524/2015 e todos os pais/responsáveis que aceitaram a participação da criança na pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foi respondido o questionário estruturado para doenças respiratórias ATS-DLD-78-C, recomendado pela *American Thoracic Society e Division of Lung Diseases*, validado no Brasil¹⁴, que verifica a ocorrência de doenças respiratórias na infância. Os itens do questionário que perguntam sobre sintomas de tosse persistente, chiado no peito, falta de ar ou fôlego curto, foram considerados para identificar as crianças que apresentaram sintomas respiratórios: (1.“A criança costuma tossir algumas vezes ao dia, 4 ou mais dias por semana?”; 2.“A criança costuma ter chiado no peito, somente quando está resfriada?”; 3.“Alguma vez a criança apresentou episódios de chiado que causou falta de ar ou fôlego curto?”). Se resposta positiva nas três questões, criança seria classificada no grupo I. As crianças que responderam negativamente às questões específicas para sintomas respiratórios, foram consideradas como grupo II.

Para a aferição dos dados antropométricos (peso e altura) das crianças foi utilizada balança devidamente calibrada com estadiômetro. Foram excluídas crianças que nasceram prematuras, baixo peso de nascimento, crianças que não conseguiram realizar o exame e crianças com infecções respiratórias recentes (menos de 30 dias).

O equipamento utilizado para realização da oscilometria de impulso foi o (*Masterscreen IOS, VIASYS Healthcare GmbH, Alemanha*), aquecido previamente por 15 minutos. Em seguida foi realizada a calibração com seringa de 1 L, conforme orientação do manual do fabricante¹⁵. Também foram fornecidas condições de ambiente (temperatura e umidade relativa do ar), através do termo higrômetro digital, não podendo ser inferior a 17°C ou superior a 40° C.

As crianças foram orientadas quanto ao posicionamento do exame de forma ilustrativa (com uma foto de uma criança já na posição correta) com o indivíduo sentado confortavelmente em uma cadeira com encosto, com os dois pés apoiados, queixo e bochechas apoiadas com a mão para evitar o “shunt” das vias aéreas superiores, lábios firmemente fechados ao redor do bocal, respirando ininterruptamente durante a aquisição dos

parâmetros, por no mínimo 40 segundos através de um bocal descartável e utilizando um clipe nasal para não haver fluxo aéreo nasal¹⁵.

Foram realizados três registros de 40 segundos cada em dois momentos diferentes: antes e após a utilização do broncodilatador na dose de salbutamol 200mcg, com auxílio de espaçador e máscara, aguardando um período de 15 minutos entre a aplicação e a segunda avaliação do IOS. A padronização da técnica seguiu as orientações da *American Thoracic Society e Division of Lung Diseases* (ATS)¹⁶. Consideramos resposta ao broncodilatador quando a resistência apresentava redução igual ou superior a 20% nos parâmetros R5Hz, R5-R20Hz e ou diminuição da reatância a 5Hz (X5)^{9,21,23}.

Os parâmetros registrados foram: resistência total (R5Hz), resistência central (R20Hz), calculado o (R5-R20 Hz) que representa a resistência periférica, e reatância a 5Hz (X5Hz), medidos em cmH₂O. Os resultados foram aceitos como confiáveis após a realização correta da técnica com medidas repetidas quando atingido o coeficiente aceitável a 5Hz de 0,8 e a 20Hz de 0,9 a 1 cmH₂O^{17,18}. O exame era interrompido após 6 repetições, ou quando a criança não atingia o coeficiente e não estava mais focada em realizar o exame. O grau de variabilidade foi realizado para a variável R5, usando o coeficiente de variação (CV= 100 X desvio padrão/média), expressa em porcentagem¹².

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada análise estatística comparativa entre os grupos I e II, para obtenção dos dados esplanados. Os resultados que se referem aos parâmetros do estudo foram média e desvio padrão, assim como calculada diferença em porcentagem (%). Em seguida, os dados foram compilados em uma planilha eletrônica Microsoft Excel 2010 e exportados para o os Softwares SPSS 13.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*), STATA/SE 12.0, onde foi realizada a análise, em seguida para planilha no Windows.

Para avaliação do perfil das crianças foram expressos em variações de média $\pm$ desvio padrão, assim como frequências percentuais. Na comparação entre as crianças em relação a idade e faixa etária foi aplicado o teste Mann-Whitney. Quanto ao sexo em relação aos grupos utilizou-se o teste Qui-quadrado.

Na análise dos dados do IOS foram calculados a média e desvio padrão, assim como frequências percentuais. Na comparação da média dos parâmetros do IOS entre o grupo I e II, nos casos em que não havia distribuição normal foi aplicado o Mann-Whitney e o teste de Exato de Fisher nos casos de variáveis categóricas.

Para comparar o efeito do broncodilatador nas crianças com e sem sintomas respiratórios na análise das médias realizadas dos 3 momentos do IOS foi aplicado o método

para medidas repetidas: foi utilizado o modelo de regressão linear misto, que leva em consideração a possível correlação entre os valores da variável resposta que constituem medidas repetidas.

Todos os testes foram aplicados com 95% de confiança.

RESULTADOS

Das 86 crianças selecionadas, 77 (89,5%) realizaram o IOS e 9 (10,5%) crianças foram excluídas por não conseguirem realizar o exame corretamente. As variáveis analisadas foram R5Hz, R20Hz, X5Hz, R5-R20Hz. O grau de variabilidade nos momentos pré e pós broncodilatador de até 17% foi observado em 69/77 (89,6%) das crianças.

A população do estudo foi de 41/77 (58,4%) crianças com sintomas respiratórios e 36/77 (41,6%) sem sintomas respiratórios. A média de idade e altura foi maior no grupo sem sintomas respiratórios. Em relação ao sexo, a presença de sintomatologia respiratória foi evidenciada em maior número de crianças no sexo feminino (Tabela 1).

A tabela 2 apresenta a comparação entre os resultados das variáveis obtidas na oscilometria de impulso (R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5Hz) entre os grupos com e sem sintomas respiratórios. Foi observado uma redução $\geq 20\%$ no momento pós broncodilatador nos parâmetros R5Hz e X5Hz em menor número de crianças, em ambos os grupos, em relação ao parâmetro R5-R20Hz.

Em relação à questão “*tosse persistente, 4 ou mais dias por semana*”, o grupo sem sintomatologia apresentou maior número de crianças com resposta positiva ao broncodilatador nos parâmetros R5Hz, R5-R20Hz e X5Hz. Quando refere-se à gravidade dos sintomas, questão 3, o grupo I apresentou maiores índices de resposta broncodilatadora. Não houve diferença estatística entre os grupos. Apesar da não significância, a resposta ao broncodilatador foi mais evidenciada no parâmetro R5-R20Hz que nos parâmetros R5Hz e X5Hz nas três questões (Tabela 3).

Na tabela 4, a comparação das médias e desvio padrão das variáveis (R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5) nos 3 atos foram obtidos isoladamente pela oscilometria de impulso. Identificada diferença estatística no primeiro ato pré broncodilatador do IOS nos parâmetros R5, R20 quando analisadas todas as crianças. Ao observar isoladamente o grupo I e II não foi encontrada diferença estatística.

DISCUSSÃO

A oscilometria por impulso é um exame que avalia as propriedades mecânicas respiratórias em termos de impedância do sistema respiratório em função da frequência,

permitindo o reconhecimento de respostas respiratórias características em diferentes frequências de oscilações em crianças pequenas que cooperam minimamente⁴.

No presente estudo, um conjunto de valores foi obtido de cada variável do IOS, assim como foi avaliada a resposta broncodilatadora nas crianças com e sem queixas respiratórias. A variabilidade entre os atos no parâmetro R5Hz foi observado em 89% da amostra, demonstrando que as medidas repetidas encontradas foram aceitáveis.

No presente estudo, foi possível verificar alterações nos valores das resistências (R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz) e na reatância (X5Hz), após resposta broncodilatadora $\geq 20\%$ em crianças com e sem sintomas respiratórios. Salientamos que não há consenso na literatura sobre a padronização do valor de corte para a resposta ao broncodilatador, sendo considerada resposta positiva ao broncodilatador uma melhora na resistência ou diminuição do valor da reatância com uma variação de 20 a 40% dos valores basais em crianças pré escolares^{21,22,3,9,23}. Foi definido em nossa pesquisa, o valor mínimo de resposta broncodilatadora nas crianças, corroborando com autores que adotaram o mesmo ponto de corte para selecionar em seus estudos crianças que responderam à prova broncodilatadora $\geq 20\%$ ^{21,23,9}.

Ao avaliar os resultados da variável R5-R20Hz das crianças que responderam positivamente após a aplicação do broncodilatador, podemos sugerir a existência de disfunção pulmonar em região periférica dos pulmões. Alguns autores consideram que este parâmetro revela papel importante das vias aéreas distais em pacientes com asma^{23,5,12}. Nessa linha, um estudo de revisão recente feito por Galant S. et al, mostrou que a avaliação do processo inflamatório e obstrutivo da asma é observado em vias aéreas periféricas (R5-R20Hz) e a utilização do IOS no manejo da asma em crianças pode contribuir na verificação da resposta terapêutica inalatória no tratamento da asma¹⁹. Nossas descobertas evidenciaram o papel da avaliação da função das vias aéreas pequenas como fator importante para obter um resultado no acompanhamento da asma e que o IOS pode ser capaz de detectar mudanças relevantes para a asma precoce.

Por outro lado, outros autores expõem em seus estudos que o parâmetro R5-R20Hz para ser considerado específico nas limitações da função pulmonar, são necessários mais estudos que comparem grupos raciais/étnicos para que possa ser utilizado como parâmetro de obstrução de via aérea periférica^{12,23}. Apesar da relevância de R5-R20Hz encontrada no presente estudo, evidenciamos na literatura, que para ser avaliado obstrução de vias aéreas, o parâmetro ainda considerado é a R5Hz, sendo importante também avaliar a reatância X5Hz. Assim, os valores já existentes dos parâmetros R5Hz e X5 parecem apropriados por já existirem na literatura valores de referência em diversas populações^{5,19}.

A partir da resistência total R5Hz pode ser observada a classificação quanto ao grau em obstrução leve, moderada e grave, e em relação à reatância, observado o maior ou menor grau de negatividade tanto em padrões de obstrução quanto e padrões de restrição pulmonar^{23,24,18,12}. No entanto, na população do nosso estudo não foram evidenciadas alterações citadas no exame pré broncodilatador dos referidos parâmetros (dados não visualizados). Contudo, acreditamos que a resposta broncodilatadora do parâmetro R5-R20Hz evidenciada neste estudo corrobora com os estudos citados, visto que anormalidades em pequenas vias aéreas contribuem para a expressão clínica da asma ²⁰.

A presença de sintomatologia respiratória identificada pelo questionário ATS-DLD-78-C nas crianças do estudo foi comparada em relação aos parâmetros estudados no IOS. É importante ressaltar que em muitos casos de doença pulmonar na infância, como a asma, os sintomas apresentam-se bastante leves no início da vida. Na infância é indispensável ficar atento às diferentes situações clínicas para que seja associada a adequada interpretação dos parâmetros do IOS⁵. Sobre este cenário, o questionário que verifica sintomas respiratórios, o ATS-DLD-78-C, não prevê necessariamente que essas crianças não terão futuras manifestações clínicas como tosse persistente, sibilância/chiado no peito e falta de ar ou fôlego curto (ou poderiam estar apresentando algum sintoma no momento), e alguns dos sintomas de asma podem ser subestimados pelos pais ou cuidadores.

Neste estudo, as crianças que apresentaram sintomatologia respiratória foram em número maior que as que não apresentaram, e mostraram maior resposta ao broncodilatador. Quando avaliada a resposta do questionário aplicado previamente com os pais e/ou responsáveis sobre as características da população do estudo, foi possível identificar que 36 crianças não apresentaram queixas respiratórias, no entanto foi possível perceber maiores respostas ao broncodilatador. Nessa linha, Robert et al, avaliaram em seu estudo crianças em idade pré escolar com asma e identificou que a chave do diagnóstico da doença nessa faixa etária é obter uma história completa dos pais/responsáveis. Embora seja difícil para os mesmos definirem os sintomas com precisão, o viés do entendimento das perguntas sobre a história da criança pode ajudar a excluir algumas condições no diagnóstico diferencial²⁵. Poderá ser mais adequado identificar alterações na função pulmonar através das situações clínicas encontradas sobretudo pelo relato parental, aliado a uma adequada interpretação dos dados e gráficos do IOS, somados a uma orientação aos pais e responsáveis sobre possíveis complicações e alterações que a criança pode apresentar²⁶.

Sobre o processo inflamatório e obstrutivo da asma nas crianças, Sears et al, observaram que a inflamação crônica pode acarretar remodelamento brônquico e redução do crescimento e função pulmonar, levando a um comprometimento pulmonar em pacientes com

asma persistente aos seis anos de idade em relação ao desenvolvimento dos primeiros sintomas. Os autores argumentaram ser plausível suspeitar que o crescimento rápido do pulmão no período pré escolar pode ser particularmente susceptível aos efeitos da inflamação mais intensa que acompanha a asma persistente²⁷. Assim, acreditamos que a identificação dos sintomas respiratórios é importante ser percebida pelos pais ou responsáveis para que o recordatório seja o mais confiável possível. Para isso é necessário esclarecimento das possíveis situações na rotina da criança e agravos que possam acontecer.

Na comparação das médias dos três períodos de análise separadamente, verificamos maior resistência das vias aéreas no momento pré broncodilatador em crianças que previamente referiram presença de sintomas respiratórios. Consideramos que os resultados das variáveis avaliadas podem ser sugestivos para diferenciar respostas ao broncodilatador quando comparados aos valores obtidos em crianças hígdas. Porém, os resultados do IOS nos parâmetros R5Hz, R5-R20Hz e X5 não mostraram diferença estatística entre os grupos.

Com os resultados obtidos na análise das médias, constatamos que os valores foram maiores na primeira avaliação do teste do IOS, confirmando os dados encontrados na avaliação dos atos separadamente citados anteriormente. Apresentaram diferença significativa nas variáveis R5Hz, R20Hz e X5Hz no pré broncodilatador em relação ao primeiro momento do teste. Corroborando os achados do presente estudo, Rangel et al, consideram em sua pesquisa que tarefas estressantes como falar em público, realizar exame escolar, ver cenas desagradáveis, por exemplo, dão origem a uma maior resistência respiratória, principalmente nas vias aéreas centrais⁹. É possível que o estresse emocional gerado nas crianças produzido no primeiro ato do IOS seja acompanhado por um leve padrão de obstrução das vias aéreas, que foi parcialmente aliviado na segunda e terceira manobra do IOS, reforçando a importância da realização de várias medidas para obter uma média. Foi possível observar que nos 3 momentos de avaliação do teste pelo IOS, pré e pós broncodilatador de toda população do estudo (Tabela 4), os valores alcançados pelas crianças foram distintos, com relevância significativa nos parâmetros pré aplicação do salbutamol 200mcg em R5Hz e R20Hz. Além disso, é possível avaliar isoladamente o grupo I e grupo II, não apresentando diferença estatística. Entretanto, o grupo I, com sintomatologia respiratória, evidenciou maior resistência em vias aéreas. Nessa linha, Komarow et al, utilizaram o IOS em 117 crianças e adolescentes asmáticos e não asmáticos (idades entre 3 e 18 anos), antes e após a administração do broncodilatador. Em seus resultados, os autores evidenciaram que os asmáticos apresentaram maior variação em R5Hz, X5Hz e R10Hz, em comparação com crianças hígdas, sendo R5Hz a variável de maior representatividade quanto aos efeitos da medicação³¹.

Outra pesquisa de mesmo enfoque, envolvendo 26 crianças asmáticas, foi conduzida por Meraz et al, na qual foi constatado que os parâmetros do IOS foram maiores nas crianças com asma, em comparação às saudáveis, sendo o teste capaz de discriminar distúrbios obstrutivos e não obstrutivos²⁴.

Pesquisas anteriores mostraram que a função de vias aéreas periféricas avaliadas pelo IOS correlaciona-se com o estado saudável e com sintomas de doenças pulmonares. Além disso, o IOS avalia a obstrução das pequenas vias aéreas, refletindo mais precisamente na avaliação da asma em crianças^{28,29}. Nossos resultados sugerem que índices obtidos pelo IOS podem ser úteis e ajudar a evidenciar alterações dos valores nos parâmetros pré e pós broncodilatador avaliados pelo sistema de oscilometria de impulso.

Nosso estudo apoia a utilização do IOS na avaliação de crianças com sintomas respiratórios, para que as orientações nas doenças pulmonares, mais especificamente a asma pediátrica, possam contribuir no diagnóstico preciso, classificação de gravidade, avaliação do comprometimento e resposta à terapia recomendada, identificadas pelo teste de função pulmonar.

Quanto às limitações, o recordatório do questionário quando realizado com os responsáveis pode ter suprimido informações às perguntas solicitadas, por não entendimento do mesmo na identificação nos sintomas respiratórios. Houve dificuldade na realização da técnica em algumas crianças, que apresentaram pouca concentração durante o exame e dificuldade em manter o posicionamento adequado para o sucesso do teste. Acreditamos que não interferiu no desfecho da pesquisa, devido a quantidade mínima de crianças que não realizaram o teste de função pulmonar.

Apesar das vantagens do IOS por necessitar de pouca cooperação do paciente e não ser invasivo, o teste ainda não faz parte da avaliação de função pulmonar de rotina na prática clínica e existem poucos estudos na população brasileira. Embora a obtenção de valores dos parâmetros do IOS seja fácil, a interpretação das curvas de resistência e reatância e derivados requer treinamento e experiência do clínico. Esta pode ser uma das principais razões pelas quais o IOS não progrediu como deveria³⁰.

7.3 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos pelo IOS contribuíram para avaliar as funções das vias aéreas centrais e periféricas, separadamente. A prova de função pulmonar pelo IOS em crianças com e sem sintomas respiratórios em idade pré-escolar identificou alterações dos parâmetros R5Hz, R20Hz, R5-R20Hz e X5Hz após a aplicação do broncodilatador. O IOS identificou resposta positiva à prova do broncodilatador entre as crianças que não relataram sintomatologia respiratória. Porém, não houve diferença entre os grupos com e sem sintomatologia com relação à resposta ao broncodilatador. Contudo, os valores apresentados quanto à R5Hz, R5-R20Hz e X5Hz foram maiores no grupo com sintomas respiratórios, identificando maior resistência das vias aéreas entre os sintomáticos.

Através do parâmetro da resistência das vias aéreas total R5Hz foi demonstrada que a variabilidade obtida entre os valores pré e pós aplicação do broncodilatador se assemelha aos estudos publicados, revelando reprodutibilidade nas crianças de três a seis anos de idade desse estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SOUZA C, CÉSAR C, BARROS M, CARANDINA L, GOLDBAUM M, PEREIRA J. Prevalência de asma e fatores associados: estudo de base populacional em São Paulo, SP, 2008. *Rev Saúde Pública*. 2012; 46: 825-33.
2. WANDALSEN G. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes com asma. *Gaz. Méd. Bahia*, 2008; 78:117-121.
3. KOMAROW H, MYLES A, UZZAMAN A, METCALFE D. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. *Allergy Asthma Immunol*. 2011; 106:191-199.
4. VINK G, HUBERTUS G, LAAG J, CORNELIS K. Impulse oscillometry: a measure for airway obstruction. *Pediatric Pulmonology*. 2003; 35: 214-219.
5. ASSUMPÇÃO M, GONÇALVES R, FERREIRA L, SCHIVINSKI C. Sistema de oscilometria de impulso em pediatria: Revisão de literatura. *Journal Medicina, Brasil*. 2014; 47:131-142.
6. NYSTAD W, SAMUELSEN S, NAFSTAD P, EDVARSEN E, STENSRUD T, JAAKKOLA J. Feasibility of measuring lung function in preschool children. *Thorax*, 2002; 57:1021-1027.
7. DENCKER M. et al. Reference values for respiratory system impedance by using impulse oscillometry in children aged 2-11 years. *Journal Clinical Physiology and functional imaging*. Suécia 2006; 26:247-250.
8. VERAS TN, PINTO LA. Feasibility of spirometry in preschool children. *Jornal brasileiro de pneumologia* 2011; 37:69-74.
9. RANGEL L, GONZÁLEZ G, REYES J, MORENO L, BOUSCOULET L. Oscilometría de impulso. Recomendaciones y procedimiento. *Neumol Cir Torax* 2014; 73:138-149.
10. PARK J. et al. Reference values for respiratory system impedance using impulse oscillometry in healthy preschool children. *Journal Korean Pediatric* 2011; 54:64-68.

11. LAI S et al. Reference value of impulse oscillometry in taiwanese preschool children. *Journal Pediatric and neonatology* 2014; 55:1-6.
12. SALVI S, BRASHIER B. Mensuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Journal Breathe, India* 2015; 11:57-65.
13. BAILLY C, CRENESSE D, ALBERTINI M. Evaluation of impulse oscillometry during bronchial challenge testing in children. *Pediatric Pulmonogy* 2011; 46:1209-1214.
14. ESTEVES A, SOLÉ D, FERRAZ MB. 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.
15. Manual IOS – Jaeger Impulse Oscillometry. Measurement Program IOS basic 1e. cap 15, p. 1-28. Versão 5.2
16. BISGAARD H, KLUG B. Lung function measurement in awake in awake young children. *Journal Eur Respir* 1995; 8:2067-2075.
17. SMITH H, REINHOLD P, GOLDMAN MD. Forced oscillation technique and impulse oscillometry. *Eur. Respir. Mon.* 2005; 31:72 – 105.
18. BICKEL S, POPLER J, LESNICK B, ELD N. Impulse oscillometry: interpretation and practical applications. *Journal Chest, Atlanta.* 2014; 146: 841-847.
19. GALANT S, KOMAROW H, SHIN HUE, SIDDIQUI S, LIPWORTH B. The case for impulse oscillometry in the management of asthma in children and adults. *Allergy Asthma Immunol.* 2017; 118:664 – 671.
20. KNIHTILA H, SYRJANEN A, MAKELA M, BONDESTAM J, PELKONEN A, MALMBERG P. Preschool oscillometry and lung function at adolescence in asthmatic children. 2015; 50:1205-1213.
21. MAROTTA A, KLINNERT M, PRICE M, LARSEN G, LIU A. Impulse oscillometry provides an effective measure of lung dysfunction in 4-year-old children at risk for persistent asthma. *Journal Allergy Clin Immunol*, 2003; 112:317-322.
22. SONG TW, KIM KW, KIM EUN, KIM KYU, SOHN M. Utility of impulse oscillometry in young children with asthma. *Pediatr Allergy Immunol* 2008; 19:763-768.
23. PEIRANO R. Oscilometría de impulso (IOS) em niños. *Revista de Neumologia Pediátrica. Sociedade chilena de neumologia pediátrica.* 2010; 2:89-95.
24. MERAZ EG, NAZERAN H, RAMOS C, RODRIGUEZ L, MADRIGAL L, CASTILLO N. Analysis of impulse oscillometric measures of lung function and respiratory system model parameters in small airway-impaired and healthy children over a 2 year period. *Biomed Eng Online* 2011; 10:21:103-140.
25. ROBERT C. Defining asthma in the preschool-aged child. *Pediatrics.* 2002; 109:357-361.
26. YOUNG S, ARNOTT J, O'KEEFFE PT, LE SOUEF PN, LANDAU LI. The association between early lung function and wheezing during the first 2 years of life. *Eur Respir J.* 2000; 15:151- 7.
27. SEARS MR, GREENE JM, WILLAN AR, WIECEK EM, TAYLOR DR, FLANNERY EM. A longitudinal, population based, cohort study of childhood asthma followed to adulthood. *N. Engl J Med.* 2003; 349:1414-22.
28. NIELSEN KG; BISGAARD H. Discriminative capacity of bronchodilator response measured with three different lung function techniques in asthmatic and healthy children aged 2 to 5 years. *Am Journal Respir Crit Care Med*, 2001; 164:554-9.
29. SHI Y, ALEDIA A, TATAVOOSIAN A, VIJAYALAKSHMI, GALANT S, GEORGE S. Relating small airways to asthma control using impulse oscillometry in children. *J Allergy Clin Immunol.* 2012; 129: 671-678.
30. VIDAL P, MARTTIELLO R, MARTTIELLO R, JONES M. Espirometria em pré-escolares. *Revista Pulmão. Rio de Janeiro.* 2013; 22:20-25.

31. KOMAROW H, SKINNER J, YOUNG M, GASKINS D, NELSON C, GERGEN PJ, METCALFE DD. A study of the use of impulse oscillometry in the evaluation of children with asthma: analysis of lung parameters, order effect, and utility compared with spirometry. *Pediatric Pulmonology*. 2012; 47:18-28.

Tabela 1- Perfil das crianças do estudo com características clínicas relacionadas aos sintomas respiratórios

Variáveis	Sintomas respiratórios		p-valor
	Com sintomas (n=41)	Sem sintomas (n=36)	
Idade (anos) (média ± DP)	4,27 ± 0,98	4,72 ± 1,00	0,042 *
Altura (cm) (média ± DP)	103,70 ± 7,77	106,63 ± 8,21	0,065 *
SEXO			
Feminino	31 (75,6)	14 (38,9)	0,001 **
Masculino	10 (24,4)	22 (61,1)	

(*) Teste de Mann-Whitney (**) Teste Qui-Quadrado. p-valor < 0,05: estatisticamente significativa.

Tabela 2 – Sintomatologia respiratória e resposta ao broncodilatador.

Variáveis	Sintomas respiratórios		p-valor
	Com sintomas (n=41)	Sem sintomas (n=36)	
Resultado R5Hz			
Positivo (≥20% pós broncodilatador)	11 (26,8)	10 (27,8)	0,926 *
Negativo	30 (73,2)	26 (72,2)	
Resultado R5-R20Hz			
Positivo (≥20% pós broncodilatador)	21 (51,2)	21 (58,3)	0,532 *
Negativo	20 (48,8)	15 (41,7)	
Resultado X5Hz			
Positivo (≥20% pós broncodilatador)	7 (17,1)	4 (11,1)	0,456 *
Negativo	34 (82,9)	32 (88,9)	

Resultado positivo (≥20% pós broncodilatador). (*) Teste Qui-Quadrado. p-valor < 0,05: estatisticamente significativa.

Tabela 3 – Comparação dos parâmetros oscilométricos, relacionados aos sintomas respiratórios, após aplicação do broncodilatador.

Variáveis	Sintomas respiratórios		p-valor
	Com sintomas n (%)	Sem sintomas n(%)	
Questão 1: tosse persistente, 4 ou mais dias por semana			
Resultado R5Hz*			
Positivo	5 (21,7)	14 (25,9)	0,697***
Negativo	18 (78,3)	40 (74,1)	
Resultado R5-R20Hz*			
Positivo	10 (43,5)	29 (53,7)	0,411***
Negativo	13 (56,5)	25 (46,3)	
Resultado X5Hz*			
Positivo	3 (13,0)	8 (14,8)	1,000**
Negativo	20 (87,0)	46 (85,2)	
Questão 2: presença de chiado no peito, somente quando está resfriada			
Resultado R5Hz*			
Positivo	12 (26,7)	10 (31,3)	0,661***
Negativo	33 (73,3)	22 (68,8)	
Resultado R5-R20Hz*			
Positivo	25 (55,6)	15 (46,9)	0,425***
Negativo	20 (44,4)	17 (53,1)	
Resultado X5Hz*			
Positivo	6 (13,3)	6 (18,8)	0,540**
Negativo	39 (86,7)	26 (81,2)	
Questão 3: episódio de chiado no peito, falta de ar ou fôlego curto			
Resultado R5Hz*			
Positivo	9 (32,1)	11 (22,4)	0,351***
Negativo	19 (67,9)	38 (77,6)	
Resultado R5-R20Hz*			
Positivo	20 (71,4)	27 (55,1)	0,158***
Negativo	8 (28,6)	22 (44,9)	
Resultado X5Hz*			
Positivo	7 (25,0)	5 (10,2)	0,108**
Negativo	21 (75,0)	44 (89,8)	

(*) Resposta ao broncodilatador salbutamol 200mcg. (**) p-valor do teste das variáveis categóricas – Exato de Fisher (***) p-valor do teste de comparação - Qui-Quadrado. Se p-valor < 0,05: estatisticamente significativa.

Tabela 4 – Análise dos parâmetros do IOS em 3 momentos, entre as crianças com e sem sintomas respiratórios

Variáveis	Avaliações			p-valor *
	1ª Avaliação Média ± Dp	2ª Avaliação Média ± Dp	3ª Avaliação Média ± Dp	
Todas as crianças				
Pré R5	1,03 ± 0,23	1,00 ± 0,22	0,97 ± 0,22 ^A	0,006
Pós R5	0,98 ± 1,08	0,85 ± 0,19	0,85 ± 0,17	0,529
Pré R20	0,68 ± 0,12	0,65 ± 0,12 ^A	0,65 ± 0,13 ^A	0,015
Pós R20	0,61 ± 0,11	0,60 ± 0,12	0,60 ± 0,11	0,144
Pré X5	-0,42 ± 0,12	-0,40 ± 0,11	-0,40 ± 0,10	0,112
Pós X5	-0,37 ± 0,11	-0,35 ± 0,09	-0,35 ± 0,09	0,319
Pré R5-R20	0,35 ± 0,14	0,35 ± 0,13	0,34 ± 0,17	0,845
Pós R5-R20	0,25 ± 0,12	0,25 ± 0,11	0,25 ± 0,12	0,748
Com sintomas respiratórios (grupo I)				
Pré R5	1,12 ± 0,23	1,11 ± 0,23	1,05 ± 0,22	0,056
Pós R5	1,30 ± 1,89	0,91 ± 0,21	0,89 ± 0,18	0,398
Pré R20	0,73 ± 0,12	0,70 ± 0,11	0,70 ± 0,13	0,163
Pós R20	0,64 ± 0,11	0,63 ± 0,13	0,61 ± 0,11	0,351
Pré X5	-0,48 ± 0,14	-0,45 ± 0,13	-0,43 ± 0,09	0,074
Pós X5	-0,39 ± 0,10	-0,37 ± 0,10	-0,38 ± 0,10	0,299
Pré R5-R20	0,41 ± 0,16	0,39 ± 0,14	0,41 ± 0,23	0,813
Pós R5-R20	0,28 ± 0,12	0,28 ± 0,11	0,28 ± 0,12	0,845
Sem sintomas respiratórios (grupo II)				
Pré R5	0,98 ± 0,21	0,95 ± 0,19	0,93 ± 0,21	0,077
Pós R5	0,83 ± 0,18	0,81 ± 0,17	0,83 ± 0,17	0,310
Pré R20	0,66 ± 0,12	0,63 ± 0,12	0,63 ± 0,12	0,082
Pós R20	0,60 ± 0,11	0,58 ± 0,11	0,59 ± 0,10	0,252
Pré X5	-0,39 ± 0,10	-0,38 ± 0,09	-0,39 ± 0,10	0,410
Pós X5	-0,36 ± 0,11	-0,34 ± 0,09	-0,35 ± 0,09	0,631
Pré R5-R20	0,32 ± 0,12	0,32 ± 0,12	0,31 ± 0,13	0,324
Pós R5-R20	0,24 ± 0,12	0,24 ± 0,11	0,24 ± 0,12	0,642

(A) Diferença estatisticamente significativa em relação ao 1º momento. (*) p-valor das Medidas de Repetidas.
 Se p-valor < 0,05: estatisticamente significante.

ANEXO

Anexo A- PEDIATRIC PULMONOLOGY

Manuscritos diretrizes – Instruções aos autores

Recebemos artigos dos seguintes tipos de artigos. Por favor, note as orientações específicas para cada tipo:

Artigos originais de pesquisa

Artigos originais de pesquisa deve seguir a estrutura padrão de resumo, introdução, métodos, resultados, discussão e referências, e podem incluir até seis tabelas e / ou imagens, quando apropriado. Artigos originais de pesquisa deve ser limitado a 3500 palavras (não incluindo o resumo ou referências). O resumo não deve exceder 250 palavras e referências devem ser limitados a 40 (quarenta).

Componentes de artigos / Preparação arquivo

Por favor, anote o seguinte ao preparar sua apresentação:

Documento principal

Todos os tipos de manuscritos deve incluir uma página de título, resumo, texto e referências no documento principal. Padrão, espaço duplo manuscrito, na fonte de 12 pontos é solicitada. Número todas as páginas consecutivamente.

Página de título: O título deve ser breve (não mais de 100 caracteres, incluindo espaços) e úteis para a indexação. nomes de todos os autores com maior grau acadêmico, afiliação de cada um, mas nenhuma posição ou grau, devem ser listados. Para estudos cooperativos, a instituição onde a pesquisa foi feito principalmente deve ser indicada. Em um parágrafo separado, especifique subvenções, outros apoios financeiros concedidos, e as instituições de concessão (número de concessão (s) e nome do contato (s) deve ser indicado na página de título). Se o apoio de fabricantes de produtos utilizados na lista, devem ser dadas garantias sobre a ausência de viés pelo patrocinador e autor principal. Identificar reuniões, se houver, na qual foi apresentado o documento. O nome, endereço completo, número de telefone, número de fax e endereço da pessoa e-mail para o qual a correspondência e reprint pedidos devem ser enviados devem ser incluídos. Palavras-chave também deve ser notado na página de título. Para o uso como uma cabeça de corrida, fornecer um título abreviado (máximo de 50 caracteres) na parte inferior da página de título.

Resumo / Abstract: De acordo com a estrutura do artigo, com ou sem títulos separados, enunciar os objectivos, hipótese de trabalho, desenho do estudo, seleção de pacientes-sujeito, metodologia, resultados (incluindo resultados numéricos) e conclusões. O resumo não deve exceder as contagens de palavras descritas acima. Se

abreviaturas são utilizadas várias vezes, soletrar as palavras seguidas pelas abreviaturas entre parênteses.

Agradecimentos: A assistência técnica, aconselhamento, encaminhamento de pacientes, etc. pode ser brevemente reconhecido no final do texto sob o título "Agradecimentos".

O consentimento informado: Informado declarações de consentimento, se for o caso, devem ser incluídas na seção Métodos.

Referências / citações: Referências podem ser incluídas no final do seu texto, ou enviado como um arquivo separado. Certifique-se de suas referências são até à data, e incluem uma seleção crítica da literatura mundial. As referências devem ser preparadas de acordo com CSE (Conselho de Ciência Editors) style-sequência de citação. Consulte *o estilo científico e Formato: O Manual do CSE para autores, editores e Publishers*, 8ª edição (University of Chicago Press). Iniciar a listagem em uma nova página, em espaço duplo.

Número as referências na sequência em que aparecem pela primeira vez no texto, listando cada apenas uma vez, mesmo que possa ser citados repetidamente.

Ao citar uma referência no texto, o estilo defendida por CSE sugere números aparecem em sobrescrito, e comparecer perante sinais de pontuação (vírgulas ou pontos). No sistema **de sequência citação**, as fontes são numerados por ordem de referência, de modo que a primeira referência citada no papel é ¹, o segundo ², e assim por diante. Se os números não estão em uma sequência contínua, utilize vírgulas (sem espaços) entre os números. Se você tem mais de dois números em uma sequência contínua, usar o primeiro eo último número da sequência ligados por um hífen, por exemplo ^{2,4,6-10}.

Nas referências, listar os dez primeiros autores do artigo citado. Se houver mais de dez autores, liste os 10 primeiros autores seguidos de "et al".

Nomes das revistas devem ser mostradas por seu título abreviado no *Index Medicus*.

Manuscritos em preparação ou enviados para publicação não são referências aceitáveis. Se um manuscrito "no prelo" é usado como uma referência, uma cópia do mesmo deve ser fornecido com o seu envio.

Referências de exemplo:

Artigo de jornal padrão

Landau IL, Morgan W, McCoy KS, Taussig LM. disparidades de género no tom das vias aéreas em crianças. *Pediatr Pulmonol* 1993; 16: 31-35.

Livro com autores

Voet D, Voet JG. 1990. *Bioquímica*. Nova Iorque: John Wiley & Sons. 1223 p.

Livro com editores

Coutinho A, Kazatch Kine MD, editores. fisiologia autoimunidade e doença. Nova York. Wiley-Liss; 1994. 459 p.

Capítulo de um livro

Hausdorf G. efeitos tardios da terapêutica com antraciclinas na infância: avaliação e terapia atual. In: Bricker JT, Verde DM, D'Angio GJ, editores. toxicologia cardíaca após tratamento para o cancro da infância. New York: Wiley-Liss; 1993. p 73-86.

Para uma referência livro incluem apenas os números de página que têm relação direta com o trabalho descrito.

Palavras-chave: Na página título, fornecer um mínimo de 3 a 5 palavras-chave, exclusivo de palavras no título do manuscrito. Um guia para termos de cabeçalhos de assuntos médicos usados por PubMed está disponível em <http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html>

Abreviaturas: Definir abreviaturas quando eles ocorrem no manuscrito e de lá em uso somente a abreviatura. Sempre abreviaturas padronizadas são de uso disponíveis aqueles. Use símbolos padrão com subscritos e sobrescritos no seu devido lugar.

Nomes de medicamentos: Use nomes genéricos. Se for necessária a identificação de um nome de marca, insira-o entre parênteses juntamente com o nome e endereço do fabricante após a primeira menção do nome genérico.

Eponyms: epônimos (doenças ou entidades biológicas nomeados para as pessoas) não deve ser usado quando terminologia descritiva padrão está disponível. Exemplos incluem células clube (anteriormente conhecido como células Clara); e granulomatose com poliangiite (anteriormente conhecida como a granulomatose de Wegener). É permitido usar o epônimo entre parênteses na primeira menção do termo nos casos em que o epônimo ainda está em uso comum.

Formatação específica para artigos originais de pesquisa: artigo Divide-se em: Página de Título, Resumo / Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão e Referências, iniciando cada seção em uma nova página. Todos metodologia e descrição dos sujeitos experimentais deve estar sob Materiais e Métodos; resultados não devem ser incluídos na introdução. Por favor, verifique os seguintes aparece na seção apropriada de seu manuscrito:

- uma declaração de introdução concisa que define os objectivos específicos do estudo e proporcionando uma discussão de como cada objectivo foi cumprido;
- uma descrição sucinta da hipótese de trabalho;
- uma explicação detalhada dos pressupostos e escolhas feitas em matéria de desenho do estudo e metodologia;
- uma descrição das razões para a escolha do tipo e número de sujeitos experimentais (pacientes, animais, controles) e medições individuais; se for o caso, informações sobre como e por que os números podem ser diferentes a partir

de um projeto ideal (por exemplo, o número necessário para atingir 90% de confiança em eliminar o erro tipo II);

- detalhes sobre princípios estatísticos, técnicas e cálculos utilizados e, se aplicável, os métodos para rejeitar a hipótese nula;
- uma comparação concisa dos resultados com os de estudos conflitantes ou confirmação na literatura;
- um breve resumo das limitações dos métodos e resultados científicos; e
- uma breve discussão sobre as implicações dos resultados para o campo e para futuros estudos.

• **tabelas**

As tabelas não devem ser incluídos no documento principal, mas apresentado como um DOC separado ou arquivo RTF. tabelas de números com números arábicos, consecutivamente e em ordem de aparecimento. Digite cada tabela em espaço duplo em uma página separada, legendas digitadas acima do material tabular. Símbolos para unidades devem ser usados apenas em títulos de coluna. Não use linhas horizontais ou verticais internos; colocar linhas horizontais entre legenda da tabela e cabeçalho da coluna, sob os cabeçalhos das colunas, e na parte inferior da mesa (acima das notas de rodapé se houver). Use letras nota de rodapé (a, b, c, etc.), a fim consistente em cada mesa. Todas as tabelas devem ser referidas no texto. Não envie tabelas como fotografias e não fazer lendas separados de tabelas.

• **imagens**

Os arquivos de imagem devem ser apresentados em TIF ou EPS (com visualização) formatos. Não inserir imagens no documento principal. imagens números com números arábicos e referir-se a cada imagem no texto. A forma preferida é 5 x 7 polegadas (12,5 X 17,5 cm). reprodução de impressão requer arquivos de imagens coloridas de estar em um espaço de cores CMYK.

Por favor, note autores são incentivados a fornecer imagens a cores, independentemente de serem ou não passíveis de pagar as taxas de reprodução de cores. imagens coloridas serão publicadas on-line, enquanto as versões em escala de cinza irá aparecer na imprensa sem nenhum custo para o autor. Veja [Autor Encargos](#) abaixo.

reprodução da qualidade Jornal exige escala de cinza e arquivos de cores com resoluções produzindo cerca de 300 ppi. linha arte bitmap deve ser submetido ao resoluções produzindo 600-1200 ppi. Estas resoluções referem-se ao tamanho do ficheiro de saída; Se você antecipar que as imagens serão ampliadas ou reduzidas, as resoluções devem ser ajustados em conformidade.

Lettering em imagens deve ser de um tamanho e peso adequado ao conteúdo ea clareza da impressão deve permitir a legibilidade após a redução para o tamanho final. Rotulagem e setas em imagens deve ser feito profissionalmente. Ortografia, abreviaturas e símbolos devem precisamente correspondem às utilizadas no texto. Indicam a mancha e ampliação de cada fotomicrografia. Fotografias de assuntos reconhecíveis devem ser acompanhadas por

consentimento assinado do objecto de publicação. Imagens publicadas anteriormente devem ser acompanhadas de autorização do autor e editora.

lendas imagem deve ser breve, e incluído como um arquivo DOC separado sob o título: ". Legends imagem" Quando material emprestado é usado, a fonte da imagem deve ser mostrado entre parênteses após a sua lenda, quer por um número de referência ou na íntegra se não listados em Referências.

Informações de Suporte on-line

material não-essencial adicionais, tais como texto, anexos, tabelas, imagens, vídeo e arquivos de trilha sonora pode ser submetido para publicação como informação de apoio a um artigo. O valor científico desse material deve ser evidente. O material deve ser submetido simultaneamente com o manuscrito de modo que ele pode ser submetido a revisão por pares. Ao nomear esses arquivos, observe os nomes de arquivo deve ser precedida pela letra "E" Por exemplo, "E-quadro 1," E-1 imagem "," E-texto ", etc.

Note-se que material de apoio on-line não é editado, nem corrigir seguindo o processo de revisão, para que verifique se o material é precisa e isenta de erros tipográficos. material de suporte deve ser preparado da mesma maneira que o material de impressão.

Apesar de apoiar a informação não aparece na versão impressa, uma notação é feita de que o material de apoio está disponível online.

[Topo da página](#)

Políticas / declarações de divulgação

Reconhecemos a importância de desenvolver os mais altos padrões éticos e estamos comprometidos com a prática publicação ético. Para mais informações sobre as políticas do editor, por favor consulte Diretrizes Wiley-Blackwell sobre a ética e as melhores práticas de Publicação www.wiley.com/bw/publicationethics . De particular importância é a seção sobre Research Má conduta, que inclui a fabricação de dados, falsificação, plágio, e inadequada manipulação de imagem.

Autores que submetem a Pneumologia Pediátrica deve tomar cuidado dos seguintes procedimentos:

Conflito de interesses: Os autores devem indicar no momento da apresentação de qualquer potencial conflito de interesses (sobretudo de natureza fiscal) que podem ter uma influência percebida nos resultados da pesquisa. A existência de tal não exclui automaticamente publicação. A declaração de conflito de interesse deve aparecer na seção de reconhecimento. Para mais informações sobre Conflito de Interesses visite www.icjme.org

Experimentais e Publication Ethics: Estudos envolvendo seres humanos deve estar em conformidade com os princípios orientadores da Associação Médica Mundial [Declaração de Helsinki](#) . seres humanos deve ter dado consentimento informado eo estudo deve ter sido

aprovado pela Comissão de Pesquisa com Seres Humanos da instituição (s) autor (s) e uma declaração nesse sentido deve aparecer na seção Métodos do artigo submetido. Também é importante documentar na seção Métodos que o consentimento foi obtido a partir de crianças mais velhas e adolescentes. Da mesma forma, estudos com animais devem ser aprovados por um animal Research Review Board Institucional e uma declaração para este efeito deve aparecer na seção Métodos. Além disso, detalhes de anestesia e eutanásia devem aparecer na seção Métodos.

Plágio: Deve notar-se que Pneumologia Pediátrica emprega um sistema de detecção de plágio. Ao enviar o seu manuscrito para esta revista que você aceita que seu manuscrito pode ser rastreados por plágio contra as obras publicadas anteriormente. CrossCheck é uma iniciativa multi-editor a tela publicado e apresentado o conteúdo de originalidade. Pneumologia Pediátrica usa software iThenticate para detectar casos de texto sobreposto e semelhante em manuscritos submetidos. Para saber mais sobre CrossCheck visita <http://www.crossref.org/crosscheck.html> .

Anteriores publicação: Manuscritos submetidos à Pneumologia Pediátrica pode não ter sido publicado em qualquer parte ou a forma em outra publicação de qualquer tipo, profissional ou leigo, incluindo electrónicas, sendo a excepção resumos de não mais de 400 palavras. Qualquer material disponível através PubMed ou outras fontes electrónicas é considerada como tendo sido publicado. Quando surge uma questão, o Editor-in-Chief vai determinar o que constitui publicação duplicada. Se a publicação duplicado é confirmada, o Editor-in-Chief lançará uma discussão com a instituição patrocinadora e os autores.

É da responsabilidade de apresentar autores para informar o Editor-in-Chief de dados potencialmente sobrepostos ou relacionados tanto em manuscritos ou documentos apresentados na imprensa, e tais manuscritos deve ser anexado à submissão. Se há uma sobreposição significativa dos dados com artigos publicados anteriormente este deve ser abordada pelo autor na seção "Autores Comentários" durante o processo de submissão. Em particular, dando razões pelas quais a nova submissão devem ser publicados. Os editores reservam-se o direito de determinar se ou não publicação é justificada.

Para mais informações sobre a publicação redundante ou duplicada, visite <http://www.icmje.org>

Processo de revisão

Após a submissão, os autores são encorajados a apresentar nomes de especialistas que considerarem adequadas para rever seu trabalho. Autores também pode indicar pessoas a que não desejam o manuscrito enviado para revisão. Na maioria dos casos, os artigos serão analisados por pelo menos duas autoridades, bem como a equipe editorial para determinar a validade, importância, novidade e impacto potencial no campo de seu conteúdo e conclusões. Os revisores serão selecionados pelo membros do Conselho Editorial Editor-in-Chief, Editores Associados, e / ou. A seleção será feita com base na experiência, imparcialidade e igualdade de distribuição entre os peritos disponíveis, independentemente da origem geográfica do manuscrito ou localizações dos colaboradores. Os autores serão avisados dentro

do menor tempo possível se o seu trabalho for aceito, requer revisões maiores ou menores, ou é rejeitada. serão feitos todos os esforços necessários para garantir um processo de revisão oportuna.

Os autores devem registrar o tempo de submissão a decisão final pode ser encurtado por um regresso atempado de um manuscrito revisto quando a revisão foi solicitada.

O Editor-in-Chief reserva-se o direito de rejeitar qualquer submissão considerado não adequado para a revista após uma análise in-house.

Exame acelerado

Se as circunstâncias o justificarem, um fast-track revisão de um documento pode ser solicitado na carta de apresentação. No Editor-in-Chief critério da, um fast-track revisão será feita para agilizar manuscritos que merecem análise rápida e publicação. revisão por pares acelerada ea publicação é rara e é reservado para a apresentação atempada de dados significativos. Se a revisão de fast-track é solicitado na carta de apresentação, o autor correspondente será informado se reexame acelerado foi concedida ou não.

Pedidos de recurso

Autores que desejam solicitar a reconsideração de um manuscrito rejeitado deve direcionar sua consulta para o editor-chefe, Tom Murphy, murphyeditorppul@hotmail.com ou no escritório editorial PPUL, ppuledoffice@wiley.com . Os pedidos devem incluir a ID manuscrito e uma descrição detalhada de por que os autores acreditam que o papel deve ser reconsiderada.

pedidos de recurso será avaliado pelo Editor-in-Chief para determinar se um recurso será permitida. Estes recursos serão aprovados numa base muito limitada. Se o recurso for permitido, serão fornecidas instruções sobre a forma de reenviar o seu papel. Autores não deve reenviar o seu papel rejeitado sem aprovação prévia dos Editores e do Escritório Editorial. Solicitações que são enviadas em outros lugares não serão consideradas.

Anexo B – COMPROVANTE DE ENVIO A PLATAFORMA BRASIL

Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Serres Humanos		UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-	
--	---	---	---

COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Valores de referência de oscilometria de impulso em crianças de 3 a 6 anos de idade sem patologia alérgica respiratória.

Pesquisador: Jaqueline Figueirôa Santos Barbosa de Araújo

Versão: 1

CAAE: 47477815.3.0000.5208

Instituição Proponente: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DADOS DO COMPROVANTE

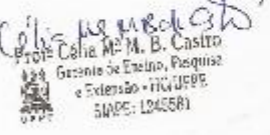
Número do Comprovante: 070524/2015

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

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

Anexo C – COMPROVANTE DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

 MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS	
1. Projeto de Pesquisa: Valores de referência de oximetria de pulso em crianças de 3 a 6 anos de idade sem patologia alérgica respiratória.	
2. Número de Participantes da Pesquisa: 150	
3. Área Temática:	
4. Área de Condução: Grande Área 4: Ciências da Saúde	
PESQUISADOR RESPONSÁVEL	
5. Nome: Jacqueline Figueira Santos Ramosa de Araújo	
6. CPF: 830.133.934-01	7. Endereço (Rua, n.º): DOUTOR ANICETO VAREJAO 239308 PIEDADE Apto 506 JABOATÃO DOS GUARARAPES PERNAMBUCO 54420310
8. Nacionalidade: BRASIL-BR	9. Telefone: (81) 9656-6526
10. Outro Telefone:	11. E-mail: isqueinefsba@gmail.com
12. Cargo:	
Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Assumo a responsabilidade pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que esta folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.	
Data: <u>21, 07, 2015</u>	
 Assinatura	
INSTITUIÇÃO PROPONENTE	
13. Nome: Universidade Federal de Pernambuco - UFPE	14. CNPJ:
15. Unidade/Orgão: CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE ---	
16. Telefone: (81) 2126-8588	17. Outro Telefone:
Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento desse projeto, autorizo sua execução.	
Responsável: 	CPF: <u>147.395.854-72</u>
Cargo/Função: <u>COORDENADOR PIS CS</u>	
Data: <u>21, 07, 2015</u>	 Assinatura
PATROCINADOR PRINCIPAL	
Não se aplica.	


Prof. Celso M. B. Castro
 Gerente de Ensino, Pesquisa e Extensão - INQ/UFPE
 CNPJ: 1245581