Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2020

Comparação das equações de referência do sistema de oscilometria de impulso em adultos e adequação para a população brasileira

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Maytê Assunção Ribeiro

Dissertação de Mestrado

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL

MAYTÊ ASSUNÇÃO RIBEIRO

Comparação das equações de referência do sistema de oscilometria de impulso em adultos e adequação para a população brasileira

Versão corrigida, dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Saúde da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Ada Clarice Gastaldi

Ribeirão Preto

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional e eletrônico, para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação
Serviço de Biblioteca e Comunicação
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Ribeiro, Maytê Assunção

Comparação das equações de referência do sistema de oscilometria de impulso em adultos e adequação para a população brasileira / Maytê Assunção Ribeiro; orientadora Ada Clarice Gastaldi – Ribeirão Preto, 2019.

41 f.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências da Saúde. Área de concentração: Fisioterapia.

1. Sistema respiratório.
2. Oscilometria.
3. Resistência das vias aéreas.
4. Valores de referência.

Nome: Maytê Assunção Ribeiro

Título: Comparação das equações de referência do sistema de
oscilometria de impulso em adultos e adequação para a população brasileira

Dissertação apresentada à Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de
São Paulo para obtenção de título de Mestre em
Ciências da Saúde.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Profa. Dr(a)

Instituição

Julgamento

Profa. Dr(a)

Instituição

Julgamento

Profa. Dr(a)

Instituição

Julgamento

Dedico este trabalho aos meus pais Fernanda e Luiz Otávio ,aos meus querido avós Arlete, Vera Lúcia, Ernesto e Augusto. E ao meu noivo Vinicius os quais sempre estiveram ao meu lado, sempre me apoiaram e nunca me deixaram desistir.

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente a **DEUS**, por estar presente em todos os momentos da minha vida, me dando força para superar todos meus obstáculos nunca me deixando cair.*

*Aos meus pais **Fernanda e Luiz Otávio** por serem meu exemplo de vida. Agradeço vocês por todo amor dedicado, apoio e por compreender meus momentos de ausência. Sem vocês, nada disso seria possível.*

*A minha falecida avó **Arlete Dantas** e meu avô **Ernesto Ribeiro**, que nunca pouparam esforços e sempre investiram em meu futuro me dando a oportunidade de estudar, e aos meus avós maternos **Vera Lúcia e Augusto** por todo encorajamento.*

*Ao meu noivo **Vinicius**, por todo o companheirismo, compreensão, atenção e incentivo dado durante toda esta minha jornada.*

*A minha orientadora Professora Doutora **Ada Clarice Gastaldi** por ter me recebido tão bem em seu grupo de pesquisa, por toda paciência e ensinamentos passados durante minha vivência neste laboratório, sem dúvida cresci, amadureci e me tornei uma profissional melhor nesse tempo.*

*A minha professora de graduação **Joana Tambascio**, por acreditar em mim até mais do que eu mesma, e me incentivar a seguir este caminho.*

*Aos meus colegas e amigos do Laboratório de Avaliação Respiratória, **Alessandra Lago, Beatriz Galli, Daniele Oliveira, Esther Wilches, Larissa Perossi, Livia Arcencio, Jéssica Perossi, Ricardo Moroli, Sulamita Rosa** muito obrigado pela troca de experiências, conhecimentos, amizade, companheirismo e por tornar nossa convivência mais feliz.*

*À todos os **Voluntários** que prontamente disponibilizaram-se a participar desta pesquisa. Sem eles, este trabalho não seria possível.*

*À Professora Doutora **Gleici da Silva Castro Perdoná** pela parceria, paciência e ensinamentos passados durante a execução deste trabalho. Muito obrigada!*

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do aparelho de Oscilometria de Impulso, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

*“A vida são as incessantes oportunidades que surgem pela frente, jamais os
insucessos que ocorreram no passado”.*
Joanna de Ângelis

RESUMO

RIBEIRO, MA. Comparação das equações de referência do sistema de oscilometria de impulso em adultos e adequação para a população brasileira [dissertação]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; 2020.

Introdução: O Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS) permite uma avaliação compartimentada do sistema respiratório e tem sido amplamente utilizado em estudos recentes. Os parâmetros mais conhecidos e avaliados neste sistema são: Resistência (R), e a Reatância (X), que somados fornecem informações sobre a impedância total do sistema respiratório (Zsr). As equações de referência para obtenção de valores previstos na população adulta publicadas até o momento foram obtidas em faixas etárias distintas para grupos da Alemanha, Noruega, Austrália, e Japão, e não há equação disponível para a população adulta brasileira. **Objetivo:** Comparar os valores previstos pelas diferentes equações de referência já existentes na literatura para as variáveis do IOS com os obtidos para uma amostra na população brasileira adulta. **Métodos:** Foram avaliados 108 indivíduos saudáveis, com idade entre 25 a 65 anos, 49 homens e 59 mulheres que foram avaliados pela espirometria e IOS. A análise estatística foi realizada através do software R Core Team, versão 3.4.3. **Resultados:** Foram obtidos dados de 59 mulheres com a média de idade $40,1 \pm 13,0$ e 49 homens com idade de $42,6 \pm 12,5$. Quando comparado os valores obtidos com os previsto pelas três equações foram encontradas diferenças para todas as variáveis avaliadas; R5, R20 e X5, para as equações de Vogel e Smidt, Newbury e Shiota ($p < 0,05$). **Conclusão:** Os valores de R5, R20 e X5 obtidos em uma amostra da população brasileira adulta são diferentes dos valores previstos pelas equações de Vogel & Smidt, Newbury e Shiota.

Palavras-chave: Sistema respiratório. Oscilometria. Resistência das vias aéreas. Valores de referência.

ABSTRACT

RIBEIRO, MA. Comparison of reference equations of the pulse oscillometry system in adults and adequacy for the Brazilian population [dissertation]. Ribeirão Preto: University of São Paulo, Ribeirão Preto Medical School; 2020

Introduction: The Impulse Oscillometry System (IOS) allows more detailed assessment of the respiratory system and has been widely used in recent studies. The most well-known and evaluated parameters in this system are: Resistance (R), and Reactance (X), which together provide information on the total impedance of the respiratory system (Z_{sr}). The reference equations for obtaining values foreseen in the adult population published so far were obtained in different age groups for groups in Germany, Norway, Australia, and Japan, and there is no equation available for the Brazilian adult population. **Objective:** To compare the values predicted by the different reference equations already existing in the literature for IOS variables with those obtained for a sample in the adult Brazilian population. **Methods:** 108 healthy individuals, aged 25 to 65 years, 49 men and 59 women, were evaluated by spirometry and IOS. Statistical analysis was performed using the R Core Team software, version 3.4.3. **Results:** Data were obtained from 59 women with a mean age of 40.1 ± 13.0 and 49 men aged 42.6 ± 12.5 . When comparing the values obtained with those predicted by the three equations, differences were found for all evaluated variables; R5, R20 and X5, for the Vogel and Smidt, Newbury and Shiotani equations ($p < 0.05$). **Conclusion:** The values of R5, R20 and X5 obtained in a sample of the Brazilian adult population are different from the values predicted by the equations by Vogel & Smidt, Newbury and Shiotani.

Keywords: Respiratory System. Oscillometry. Airway resistance. Reference values.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	15
3. METODOLOGIA.....	16
Critérios de inclusão e exclusão.....	16
Protocolo de Estudo	16
Medidas Antropométricas.....	17
Oximetria de Pulso	17
Espirometria	17
Oscilometria de Impulso	17
Equações de referência.....	19
Análise estatística.....	20
4. RESULTADOS	20
5. DISCUSSÃO	28
6. CONCLUSÃO	32
7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
8 APÊNDICE	37

INTRODUÇÃO

Dentre os testes de função pulmonar já conhecidos, a espirometria é um método considerado padrão ouro para teste de função pulmonar. No entanto, sua aplicabilidade clínica demanda uma cooperação alta do indivíduo, além da exigência de uma manobra forçada tornando-a de difícil aplicação em algumas populações específicas (BRASHIER et al., 2015). A partir disso, novos métodos não invasivos para avaliação funcional pulmonar têm sido desenvolvidos e explorados com o intuito de melhorar a compreensão sobre o comportamento do sistema respiratório frente às suas condições fisiológicas e patológicas baseadas na respiração tranquila. Um destes métodos, a Técnica de Oscilação Forçada (FOT), foi descrito por DuBois e colaboradores em 1956, foi proposto como um importante recurso na avaliação respiratória, baseando-se no conceito físico-matemático da teoria das vibrações, onde a vibração é resultante do movimento harmônico de energia cinética em energia potencial e vice-versa (DEN HARTOG, 1972). As ondas mecânicas de pressão de formato senoidal quando sobrepostas ao sistema respiratório em uma faixa de frequência determinada durante a respiração do indivíduo, são capazes de fornecer informações sobre a impedância total do sistema respiratório (Z_{sr}) (DUBOIS et al., 1956; OILAGUIBEL et al., 2005).

A partir do mesmo conceito da FOT, em 1975 foi desenvolvido o sistema de oscilometria de impulso (IOS) que utilizando um aparelho similar, se diferencia pela capacidade de realizar tais medidas em múltiplas faixas de frequência simultaneamente, com seu formato de onda retangular. Este sistema mede informações sobre a Z_{sr} a partir da imposição de ondas de pressão geradas por um autofalante, interno ao aparelho, em diversas frequências, que são sobrepostas à respiração normal do indivíduo (MICHAELSON; GRASSMAN; PETERS, 1975).

Uma grande vantagem deste sistema é propiciar uma avaliação compartimentada do sistema respiratório permitindo assim, uma comparação distinta entre as diferentes regiões pulmonares a partir de uma respiração tranquila (DESIRAJU; AGRAWAL, 2016). A Z_{sr} reflete a soma das forças opostas à distensão pulmonar, a qual possui variabilidade de acordo com as frequências, e é composta por duas constituintes: a Resistência (R_{sr}), considerada a parte real, e a Reatância (X_{sr}), a parte imaginária, composta pela inertância e elastância (BRASHIER; SALVI,

2015). A Rsr pode ser entendida como a pressão necessária para vencer a força de retração elástica do sistema respiratório contra o fluxo de ar, que representa a avaliação da resistência da cavidade oral, faringe, laringe, traqueia, das grandes e pequenas vias aéreas, do pulmão e da caixa torácica (BRASHIER; SALVI, 2015; PELSIN; FREDBERG, 1986).

De acordo com o comportamento das ondas sonoras em diferentes frequências é possível obter medidas de áreas específicas. A Rsr a 5Hz (R5), representa a resistência total das vias aéreas; já a Rsr a 20Hz (R20), representa a resistência das vias aéreas centrais (BRASHIER; SALVI, 2015); e, calculando-se a diferença entre as duas (R5-R20), obtemos como resultado a resistência das vias aéreas periféricas (GOLDMAN; SAADEH; ROSS, 2005; SHI et al., 2012). Outra variável, a Xsr, está relacionada à capacidade do sistema em armazenar energia, manifestando-se especialmente nas pequenas vias aéreas, portanto, disponibilizando informações sobre as vias aéreas mais distais (OOSTEVEEN et al., 2003). A frequência em que há a mudança da capacitância em frequências baixas com a inertância em altas frequências é compreendida como frequência de ressonância (*Fres*), e, por ser dependente do fluxo, em casos de doenças restritivas e obstrutivas, seus valores estão aumentados (OOSTEEVEN et al., 2003; BRASHIER; SALVI, 2015). Por fim, pode-se avaliar também a área de reatância (AX), que está intimamente relacionada à complacência pulmonar, retratando os diferentes graus de obstrução bem como suas mudanças nas vias aéreas periféricas. (BRASHIER; SALVI, 2015).

Quando comparado a espirometria, o IOS tem mostrado ser mais sensível na detecção precoce de algumas doenças, bem como na resposta a algumas mudanças como por exemplo, a ação de medicação broncodilatadora e também no acompanhamento clínico em resposta ao tratamento, onde tais alterações não foram percebidas pela espirometria. (ARUN et al., 2011; EIDANI et al., 2013; YOUSEF et al., 2016; NAJI et al., 2013; SAADEH et al., 2015; GASTALDI et al., 2015; DE SOUZA SIMONI et al., 2019).

Embora os princípios sejam semelhantes, estudos anteriores comparando os valores obtidos pela FOT e pelo IOS apresentaram diferenças significativas, recomendando que utilizar os mesmos valores previstos para ambos não é considerado aplicável (J. RADLIŃSKI et al., 2002; TANIMURA et al., 2014).

Porque a IOS ainda pode ser considerada relativamente nova, seus valores de referência não estão bem estabelecidos na literatura (SCHULZ et al., 2013). Diversos

autores sugerem que variáveis como altura, peso, idade, gênero e etnia, podem influenciar nos resultados e, conseqüentemente, os valores de referência (SCHULZ et al., 2013). Dentre as variáveis que podem interferir nos resultados, a altura considerada como a variável independente mais forte nas medidas de Rsr e Xsr em crianças (ASSUMPÇÃO et al., 2016; GOCHICOA et al., 2015; NOWOWIEJSKA et al., 2012).

Para a população adulta, até onde conhecemos, podem ser encontradas na literatura apenas quatro equações de referência, obtidas com voluntários da Alemanha, Noruega, Austrália e Japão. (VOGEL; SMIDT, 1994; SCHULZ et al., 2013; AARLI et al., 2013; NEWBURY et al., 2008; SHIOTA et al., 2005). Entre estas equações, a mais utilizada para adultos, que está incorporada pelo software da Jeager *MasterScreen IOS CareFusion*, foi a descrita por Vogel e Smidt, em 1994. Sua amostra consistia de sujeitos com idade entre 18 a 69 anos, divididos em subgrupos por décadas. Merece ser destacado que, o número de indivíduos avaliados que compunha os subgrupos era bastante desigual, além de serem incluídos sujeitos fumantes e não fumantes (VOGEL; SMIDT, 1994).

Além desta equação, outros estudos com objetivo de propor valores de referência para a população adulta foram publicados (SHIOTA et al., 2005; NEWBURY et al., 2008; SCHULZ et al., 2013; AARLI et al., 2013). Além das possíveis diferenças entre de raça e biótipo, as diferentes faixas etárias também dificultam as comparações e a generalização das equações.

O estudo de SHIOTA et al., (2005), contemplava sujeitos com idade entre 20 a 83 anos; um estudo piloto realizado para população australiana (NEWBURY et al., 2008), avaliou voluntários caucasianos entre 25 e 75 anos; enquanto o estudo de SCHULZ et al., (2013) incluiu voluntários de 45 a 91 anos. No estudo de Shiota, não houve separação por gênero, enquanto nos outros dois estudos (Newbury e Schulz), a amostra foi dividida em grupos de acordo com sua faixa etária e gênero, excluindo tabagistas.

Em 2013, AARLI e colaboradores (2013), utilizaram seus valores obtidos no IOS, em uma população de idosos com idade entre 70 a 98 e comparou seus achados com algumas equações de predição. Os resultados mostraram que os valores de resistência obtidos no estudo foram superiores ao demais, porém algumas das equações foram desenvolvidas no aparelho de oscilação forçada ao invés do IOS, e a faixa etária dos demais estudos eram diferentes do proposto. Dois outros estudos

compararam seus valores obtidos em uma amostra alemã (45 a 95 anos) e em uma amostra australiana com idades de 25 a 74 anos. Ambos identificaram diferenças entre os valores obtidos com os valores preditos para as demais equações. (SCHULZ et al., 2013; NEWBURY et al., 2008).

Assim como descrito e estudado na população pediátrica, é importante conhecer quais variáveis interferem nos parâmetros da Zsr nos adultos a fim de contemplá-la nas equações de referências (ASSUMPÇÃO et al., 2017).

Apesar de todos os benefícios apontados sobre o IOS como um método de avaliação do sistema respiratório, como a facilidade de realização do exame, a análise das vias aéreas de forma compartimentada, e a detecção precoce de alterações respiratórias (BRASHIER; SALVI, 2015), os valores de referência para a população adulta, não estão bem estabelecidos na literatura, portanto, é necessário avaliar se há concordância entre as equações já existentes para a população adulta e avaliar se os valores previstos pelas diferentes equações são adequados em uma amostra da população adulta brasileira. A hipótese de não concordância sugere a necessidade de elaborar equações de referência para a população brasileira adulta, em faixas etárias distintas, permitindo, dessa forma, uma correta interpretação clínica dos resultados obtidos nos testes.

2. OBJETIVO

Comparar os valores previstos pelas diferentes equações de referência já existentes na literatura para as variáveis do IOS com os obtidos para uma amostra na população brasileira adulta.

3. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo transversal, com uma amostra de conveniência composta por 109 indivíduos de ambos os sexos, com idade entre 25 a 65 anos. Os participantes foram subdivididos em 4 grupos por corte de dez anos; (25-34, 35-44, 45-54 e 55-65). O recrutamento ocorreu de forma verbal na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP) e na comunidade entre abril de 2018 a outubro de 2019. As avaliações foram realizadas no prédio da Fisioterapia situado no 2º andar, no Laboratório de Avaliação Respiratória (L.A.R.) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

Todos os participantes foram devidamente informados sobre os procedimentos da pesquisa, bem como os possíveis riscos e benefícios da mesma e, aqueles que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto (HCRP 1681/2018) presente em ANEXO A.

Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos: indivíduos sem histórico de doença pulmonar, sem queixas respiratórias, não fumantes e com função pulmonar dentro dos padrões de normalidade %VEF¹ e %VCF>80 (PEREIRA, 2002). Foram excluídos aqueles com Índice de Massa Corporal (IMC), <20,7 e >26,4 kg/m² para homens e <19,1 e >25,8 kg/m² para mulheres NHANES II survey – (*National Health and Nutrition Examination Survey*), aqueles que apresentassem doenças respiratórias prévias, refluxo gastroesofágico, doença neuromuscular e quaisquer, déficits cognitivos que inviabilizassem a execução dos testes.

Protocolo de Estudo

Foi aplicada uma ficha de avaliação (APÊNDICE A), contendo informações pessoais, antropométricas e sobre o estado de saúde do indivíduo. Posteriormente, foi mensurada a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) por meio da oximetria de pulso, e também foram coletados os sinais vitais (frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) em repouso. Por fim, foram realizados a oscilometria de impulso e o exame de espirometria.

Medidas Antropométricas

A medida da estatura foi realizada em posição ortostática dada em centímetros (cm) e peso em kilogramas (kg), com uma balança profissional digital do fabricante: Balmak (Brasil), modelo: New Bk-200Fan 2012, até 200kg com estadiômetro.

Oximetria de Pulso

Para a mensuração da saturação periférica de oxigênio (SpO_2), foi utilizado o oxímetro GE Healthcare TuffSat, modelo: Ge-Datex Ohmeda, com sensor original OXY-F1-H do fabricante Ge Medical Systems Information Technologies (Juarez, Chihuahua, 2005). Foram considerados elegíveis para o estudo aqueles indivíduos com SpO_2 acima de 95%, em repouso.

Espirometria

Para medir a capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), e a relação entre ambas VEF_1/CVF utilizamos a espirometria através do aparelho da Jaeger IOS (Wurzburg, Germany) *MasterScreen*, calibrado diariamente para volume com uma seringa de 3 litros. Todas as medidas seguiram as recomendações das Diretrizes para testes de função pulmonar (2002).

A execução da manobra foi realizada com o indivíduo sentado, com a cabeça em posição neutra, pés bem apoiados ao solo, e um clipe nasal evitando o vazamento de ar pelas narinas, através de um filtro bacteriológico foram orientados a respirarem pela boca seguindo o comando verbal do terapeuta. Foram feitas no mínimo de 3 medidas, e considerado o maior valor entre elas. As manobras foram executadas seguindo as recomendações das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar (ATS/ERS 2002).

Oscilometria de Impulso

Para medir a impedância (Z_{sr}) do sistema respiratório, foi utilizado o aparelho marca Jaeger IOS (Jaeger, Wurzburg, Germany), calibrado diariamente para volume com uma seringa de 3 litros, e pressão com uma resistência de referência de 0.2 kPa/l/s.

Foi solicitado que o indivíduo permanecesse sentado, com um clipe nasal, cabeça em posição neutra, pés apoiados ao solo, respirando tranquilamente, sem realizar esforço através do bocal e com os lábios firmemente selados para evitar vazamentos de ar. Para minimizar o efeito do mau posicionamento da língua, foi utilizado um bocal *freeflow*, que contém um depressor para manter a língua no solo da boca, estabilizando-a e diminuindo a resistência oral. Os voluntários apoiaram as mãos firmemente sobre as bochechas para diminuir o efeito da oscilação das mesmas, como demonstrado na imagem abaixo.

Imagem 01. Posicionamento para exame
(Imagem obtida no laboratório de avaliação respiratória)

Imagem 02. Filtro redondo, com bocal FreeFlow acoplado

Pulsos de pressão foram aplicados sobre as vias aéreas cinco vezes por segundo durante, 30 segundos de respiração ao nível do volume corrente. Foi considerada a média de três medidas tecnicamente aceitáveis com o intervalo de 1

minuto entre cada medida. Os parâmetros avaliados foram; Rsr e Xsr calculados em frequências entre 5 e 20 Hz (OOSTEVEN, 2003). Todos os exames foram realizados previamente à execução da espirometria, para afastar a possibilidade de aumento da resposta gerada pelas manobras respiratórias forçadas e para minimizar a influência da fadiga.

Equações de referência

De acordo com as equações de referência dos três estudos mencionados, foi calculado os valores previstos baseados nas variáveis antropométricas de cada voluntário. Para a comparação das equações de referência existentes na literatura, foram utilizadas as seguintes equações:

- VOGEL; SMIDT, 1994:

$$R = R_{io} + dR/d[V]' * [V]' + dR/dV*(V-V_{io})$$

Mulheres: $R_{io} = 3,052 + 0,0157*A - 0,0376*F$

$$dR/d[V]' = 1,139 + 0,0027*A - 0,0306*F$$

$$dR/dV = 0,911 - 0,0401*A + 0,214*F$$

Homens: $R_{io} = 2,503 + 0,0067*A - 0,0235*F$

$$dR/d[V]' = 1,006 + 0,0031*A - 0,0216*F$$

$$dR/dV = -0,417 - 0,0070*A + 0,0121*F$$

$$X = X_{io} + dX/d[V]' * [V]' + dX/dV*(V-V_{io})$$

Mulheres: $X_{io} = 0,087 - 0,0186*A + 0,0692*F$

$$dX/d[V]' = 0,119 - 0,0045*A - 0,021*F$$

$$dX/dV = -1,925 + 0,0465*A - 0,0088*F$$

Homens: $X_{io} = 0,207 - 0,0085*A + 0,0452*F$

$$dX/d[V]' = 0,014 - 0,0039*A - 0,0225*F$$

$$dX/dV = -0,3988 + 0,0213*A - 0,0193*F$$

- SHIOTA et al., 2005:

$$R5 \text{ (KPa/L/s)} = -3.841167 \times \text{LogH} + 8.671580$$

$$R20 \text{ (KPa/L/s)} = -2.546561 \times \text{LogH} + 5.841867$$

$$X5 \text{ (KPa/L/s)} = -0.000097 \times \text{Age} + 1.018597 \times \text{LogH} - 2.343672$$

- NEWBURY et al., 2008:

Mulheres: $R5 = 0.768 + 0.00064*A - 0.00276*H$

$$R20 = 0.4821 + 0.00034*A - 0.00125*H$$

$$X5 = -0.4689 - 0.00092*A + 0.00245*H$$

$$\text{Homens: } R5 = 1.1672 - 0.0017*A + 0.0043*W - 0.007*H$$

$$R20 = 0.9216 - 0.0013*A + 0.0027*W - 0.0049*H$$

$$X5 = -0.3593 + 0.00013*A + 0.0016*H$$

Análise estatística

Foi utilizado o Software R Core Team, versão 3.4.3 (Vienna, Austria, 2017). A normalidade dos dados foi determinada pelo teste One Sample Kolmogorov-Smirnov. Para verificar as diferenças observadas entre os autores consideramos uma abordagem não paramétrica por meio do teste de Wilcoxon. Os resultados foram expressos na forma descritiva em média, e desvio padrão. O nível de significância adotado para os testes foi de 5%.

4. RESULTADOS

Foram incluídos no presente estudo 108 indivíduos. A Tabela 01 apresenta o número de voluntários recrutados, avaliados e excluídos. Um indivíduo foi excluído devido à ocultação da informação sobre tabagismo e, conseqüentemente por apresentar espirometria fora do padrão de normalidade.

Tabela 01. Número de indivíduos recrutados e testes válidos em faixa etária

Grupos (anos)	Recrutados (homens/mulheres)	Testes Válidos (homens/mulheres)	Excluídos (homens/mulheres)
25-34	41 (16/25)	41 (16/25)	0 (0/0)
35-44	22 (10/12)	22 (10/12)	0 (0/0)
45-54	21 (11/10)	21 (11/10)	0 (0/0)
55-65	24 (12/12)	24 (12/12)	01 (1/0)

As características antropométricas e da espirometria estão demonstradas na Tabela 2, tanto da amostra total quanto dos homens e mulheres separadamente. Os homens obtiveram como média de altura 177,1±6,8 cm, idade 42,6±12,5 anos e peso 77,4±8,14kg. As mulheres tiveram como média de altura 164,4±7,7cm, peso

61,5±7,5kg e idade 40,1±13,0 anos. Nenhum dos participantes incluídos apresentou alteração da função pulmonar.

Tabela 02. Dados antropométricos e valores da espirometria da amostra geral e separadas por sexo.

Variáveis	Homens N=49	Mulheres N=59	Geral N= 108
Idade (anos)	42,6±12,5	40,1±13,0	41,2±12,8
Peso (kg)	77,4±8,1	61,5±7,5	68,2±11,4
Altura (cm)	177,1±6,8	164,4±7,7	168,7±9,7
IMC (kg/cm ²)	24,6±1,3	22,6±1,9	23,3±1,8
%VEF ₁	92,9±8,3	98,1±14,5	97,4±12,5
%CVF	95,1±9,8	98,8±13,6	98,7±12,2
%VEF ₁ /CVF	96,5±7,1	97,5±6,7	98,7±6,9

Resultados expressos em média e desvio padrão (DP)

Os valores das medidas de resistência e reatância pelo IOS, estão demonstrados na Tabela 03, tanto os valores obtidos pelos voluntários do presente estudo quanto os valores previstos pelas equações de Vogel & Smidt (1994), Newbury et al. (2008), e Shiota et al. (2005). As Figuras 1, 2 e 3 ilustram graficamente os valores previstos e obtidos para cada parâmetro do IOS

Tabela 03. Valores de resistência e reatância das diferentes equações.

Variáveis	N	Obtido	Vogel & Smidt	Newbury	Shiota
R5 (kPa/L/s-1)	108	0,36 ± 0,09	0,33 ± 0,04	0,29 ± 0,07	0,12 ± 0,09
R20 (kPa/L/s-1)	108	0,33 ± 0,07	0,27 ± 0,03	0,25 ± 0,04	0,16 ± 0,06
X5 (kPa/L/s-1)	108	-0,11 ± 0,04	-0,02 ± 0,03	-0,09 ± 0,02	-0,08 ± 0,02

Resultados expressos em média e desvio padrão (DP)

Figura 1 –Comparação entre os boxplots de R5,R20 e X5 segundo dados obtidos=1, segundo Vogel e Smidt=2, Newbury=3 e Shiota=4.

A comparação entre os valores de R5 obtidos ($0,36 \pm 0,09$ kPa/L/s) e os previstos pelas equações de predição, estão descritos na Tabela 4 e ilustrados na Figura 4. Observou-se diferença significativa para variável R5 entre os valores obtidos com os da equação de Vogel & Smidt (1994), Newbury et. al (2008) e Shiota et. al (2005) ($p < 0,05$).

Tabela 04. Comparação entre os valores de R5 obtidos e os previstos pelas diferentes equações

Equações de predição	R5 Previsto	<i>P-valor</i>
Vogel & Smidt	$0,33 \pm 0,04$	0,000001**
Newbury et al.	$0,29 \pm 0,07$	0,0000**
Shiota et al.	$0,12 \pm 0,09$	<0,0001**

Fixado $\alpha=5\%$, *menor que 5% **menor que 1%

Figura 2 –Diferença entre os valores previstos pelos autores para a variável R5. Ro-RV: Vogel & Smith, Ro-RN: Newbury et al., Ro-RSh: Shiota et al.

Em relação a variável R20, foram verificadas diferenças dos valores obtidos pelos voluntários ($0,33 \pm 0,07$ kPa/L/s) em comparação com as equações previstas por Vogel & Smidt (1994), Newbury et al. (2008), e Shiota et al. (2005), visualizado na Tabela 05 e ilustrado na Figura 05.

Tabela 05. Comparação entre os valores de R20 obtidos e os previstos pelas diferentes equações

Equações de predição	R20 Previsto	<i>P-Valor</i>
Vogel & Smidt	$0,27 \pm 0,03$	$<0,0001^{**}$
Newbury et al.	$0,25 \pm 0,04$	$<0,0001^{**}$
Shiota et al.	$0,16 \pm 0,06$	$<0,0001^{**}$

Fixado $\alpha=5\%$, *menor que 5% **menor que 1%

Figura 3 –Diferença entre os valores previstos pelos autores para a variável R5. Ro-RV: Vogel & Smith, Ro-RN: Newbury et al., Ro-RSh: Shiota et al.

Foram encontradas diferenças para X5Hz entre os valores obtidos pelos participantes ($-0,11 \pm 0,04$ kPa/L/s) em comparação com os valores previstos pelos autores, descritos na Tabela 06 e ilustrados na Figura 6.

Tabela 06. Comparação entre os valores de X5 obtidos e os previstos pelas diferentes equações

Equações de predição	X5 Previsto	<i>P</i> -valor
Vogel & Smidt	$-0,02 \pm 0,03$	$<0,0001^{**}$
Newbury et al.	$-0,09 \pm 0,02$	$<0,0001^{**}$
Shiota et al.	$-0,08 \pm 0,02$	$<0,0001^{**}$

Fixado $\alpha=5\%$, *menor que 5% **menor que 1%

Figura 4 –Diferença entre os valores previstos pelos autores para a variável R5. Ro-RV: Vogel & Smith, Ro-RN: Newbury et al., Ro-RSh: Shiota et al.

As figuras 2, 3 e 4 apresentam uma comparação dos valores expressos em bloxpots de R5/R20/X5 segundo dados obtidos, R5/R20/X5 segundo Vogel e Smidt, R5/R20/X5 segundo Newbury e R5/R20/X5 segundo Shiota, comparando o sexo feminino e masculino em cada método. Para o p-valor apresentado na Tabela 7, nota-se diferença significativa para variável R5 entre os grupos ao nível de 5% de significância para; Vogel & Smidt, Newbury e Shiota. Já o p-valor apresentados nas Tabelas 8 e 9, nota-se diferença significativa entre os grupos ao nível de 5% de significância para Obtido, Vogel & Smidt, Newbury e Shiota. Estes resultados mostram que estes autores apresentam ponderações diferenciadas pelo sexo para R20 e X5.

Figura 5 – Boxplot para R5 (1= obtido, 2=Vogel,3=Newbury, 4=Shiota), M=masculino e F=Feminino.

Tabela 07 . Comparação dos diferentes autores da variável R5 para os sexos feminino e masculino

Variável	P-Valor
R5 obtido vs R5 obtido	0,139
R5 Vogel vs R5 Vogel	<0,0001**
R5 Newbury vs R5 Newbury	<0,0001**
R5 Shiota vs R5 Shiota	<0,0001**

Fixado $\alpha=5\%$, *menor que 5% **menor que 1%

Teste de Wilcoxon exato (pareado) para comparação dos diferentes autores R5

Figura 8 –Boxplots para R20 (1= obtido, 2=Vogel,3=Newbury, 4=Shiota), M=masculino e F=Feminino..

Tabela 08 . Comparação dos diferentes autores da variável R20 para os sexos feminino e masculino

Variável	P-Valor
R20 obtido vs R20 obtido	<0,00448
R20 Vogel vs R20 Vogel	<0,0001**
R20 Newbury vs R20 Newbury	<0,0001**
R20 Shiota vs R20 Shiota	<0,0001**

Fixado $\alpha=5\%$, *menor que 5% **menor que 1%

Teste de Wilcoxon exato (pareado) para comparação dos diferentes autores R20

Figura 9 –Boxplot para X5 (1= obtido, 2=Vogel,3=Newbury, 4=Shiota), M=masculino e F=Feminino.

Tabela 09 . Comparação dos diferentes autores da variável X5 para os sexos feminino e masculino

Variável	P-Valor
X5 obtido vs X5 obtido	<0,0007
X5 Vogel vs X5 Vogel	<0,0001**
X5 Newbury vs X5 Newbury	<0,0001**
X5 Shiota vs X5 Shiota	<0,0001**

Fixado $\alpha=5\%$, *menor que 5% **menor que 1%

Teste de Wilcoxon exato (pareado) para comparação dos diferentes autores X5

5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi comparar os valores previstos pelas diferentes equações de referência já existentes na literatura para as variáveis do IOS com os obtidos para uma amostra na população brasileira adulta, com idade entre 25 e 65 anos. Foi encontrada uma diferença dos valores de R5, R20 e X5 obtidos no presente estudo, com os valores previstos pelas equações de VOGEL E SMIDT (1994), NEWBURY et.al. (2008), e SHIOTA et al. (2005).

Com metodologia similar, o estudo de SCHULZ et al., (2013) teve como objetivo definir a dependência da idade das variáveis do IOS em indivíduos com idade avançada além de estabelecer equações de referência atualizada, e compararam seus valores obtidos com as equações utilizadas no presente estudo (VOGEL E SMIDT, 1994; SHIOTA, 2005; NEWBURY, 2008). Quando comparados seus achados com a equação de NEWBURY et al., (2005), observaram diferenças para ambos os sexos, exceto para R20 em homens e X5 em mulheres, o que diferiu dos achados deste presente estudo, onde foram evidenciadas diferenças para todos os parâmetros (R5, R20 e X5). Já comparando com a equação de VOGEL & SMIDT (1994), SCHULZ et al., (2013) verificou diferenças em ambos sexos para R20 e X5 e valores extremamente maiores de R5 nos homens, discordando com os achados neste onde não foram detectadas diferenças entre os sexos para R5.

KALCHIEH-DENKEL, HINES (2018), em sua revisão publicada na literatura encontraram que mulheres apresentam valores de Rsr superiores aos homens. Observamos nos nossos achados o mesmo comportamento para resistência central das vias aéreas e para reatância respiratória. No entanto, para os valores de R5, as médias foram de $0,40 \pm 0,1$ kPa/L/s para mulheres e $0,36 \pm 0,1$ kPa/L/s para os homens, contudo, tais diferenças não foram estatisticamente significantes. Esse fato pode ser justificado devido aos homens apresentarem medidas de fluxo expiratório maiores, um maior diâmetro do tórax, além de uma maior força muscular respiratória. (NUNN AJ; GREGGL, 1989; ALMEIDA et al., 1999)

Por se tratar de um equipamento novo, seus valores de referência bem como suas equações de predição ainda não estão bem estabelecidos na literatura. A faixa etária foi escolhida por estar presente em todos os estudos que desenvolveram ou compararam com as equações disponíveis na literatura. Vogel & Smidt (1994), selecionou indivíduos alemães com idade entre 18 e 69 anos, já o estudo de Shiota

et al. (2005) avaliou japoneses com faixa etária de 20 a 83 anos. Ambos não se preocuparam em subdividir os participantes por idade, prejudicando a confiabilidade dos valores de referência descritos. Newbury et al. (2008) incluíram sujeitos entre 25 e 74 anos e, ao contrário dos estudos anteriores, subdividiu os voluntários por faixa etária, porém sem especificar maiores detalhes dos resultados obtidos.

Observando essa lacuna, optamos por subdividir os participantes do presente estudo em 4 grupos de acordo com a faixa etária estipulada, para que a amostra pudesse abranger grupos com menor variação em cada faixa de idade, tornando-a mais homogênea e permitindo as comparações entre grupos com idades mais próximas.

Nos trabalhos referentes à população pediátrica, as faixas etárias não estão devidamente estabelecidas. Alguns estudos consideraram como adolescentes aqueles com até 16 anos, enquanto outros incluíram e consideraram adolescentes, os indivíduos até 19 anos (KOMAROW et al.,2012; AMRA et al.,2008; MERAZ et al.,2016).

Um estudo recente realizado com a população pediátrica validou a equação de referência do IOS em crianças mexicanas e analisou a concordância entre os valores previstos para cada parâmetro do IOS com os de outras equações já publicadas para crianças de diferentes nacionalidades. Observou-se um melhor ajuste em relação à resistência em dois estudos publicados para a população mexicana e polonesa (NOWOWIEJSKA et al.,2008; GOCHICOA et al.,2015). A reatância também apresentou resultados semelhantes nestes mesmos estudos e também para um estudo realizado na população norte-americana (GOCHICOA et al., 2017).

Outro ponto discutido em alguns trabalhos é a influência do peso na avaliação da função respiratória, porém nem todas as equações contemplam esta variável. O estudo realizado por KALHOFF 2011, não encontrou diferenças nos parâmetros oscilométricos em crianças pré-escolares com diferentes graus de IMC. O presente estudo teve como valores de IMC $23,58 \pm 1,8$, no entanto foram excluídos aqueles indivíduos que tivessem o IMC fora da classificação de eutróficos, impedindo-nos de explorar tal variável.

Alguns autores discutem que as variáveis antropométricas podem influenciar nos parâmetros de resistência e reatância. Uma revisão sistemática (DE ASSUMPÇÃO, M; 2017) realizada para uma população de crianças e adolescentes,

aponta que a altura é o fator de maior influência e deve ser considerada para a elaboração das equações de referência.

Comparando os valores obtidos com as diferentes equações, nossos dados sugerem que a altura, de fato, influencia nos parâmetros oscilométricos. Na equação proposta por SHIOTA et al., (2005); as diferenças entre os valores obtidos e previstos foram maiores, ressaltando que a média de altura dos voluntários era de $162 \pm 9,4$ cm, enquanto que o presente estudo obteve como média de altura: $170 \pm 9,7$ e os demais estudos a média da estatura era: $175,2 \pm 5$ no estudo de Vogel & Smidt (1994) e $164,5 \pm 6,5$ nas mulheres e $175,8 \pm 8,7$ nos homens no estudo australiano. (VOGEL & SMIDT, 1994; NEWBURY et al., 2008). Porém, até o presente momento, nenhum estudo conseguiu explicar a influência deste fator na resistência das vias aéreas.

A influência da etnia também tem ganhado espaço nas discussões sobre os valores de referência nos diversos métodos de avaliação (QUANJER et al., 2012). Nosso país possui uma miscigenação racial evidente, portanto faz-se necessário uma amostra mais abrangente para que este viés seja controlado. Porém, para que a amostra seja a mais homogênea possível os critérios de inclusão e exclusão devem ser rigorosos. VOGEL & SMIDT (1994), incluíram indivíduos fumantes, e não mencionaram nenhuma característica específica dos voluntários tabagistas, como anos/maço, diagnóstico prévio de doença pulmonar ou grau de doença pulmonar obstrutiva crônica classificada. Outro fator que não foi contemplado na equação de SHIOTA et al (2005); foi a divisão por sexo, visto que alguns trabalhos têm mostrado que as mulheres possuem resistência superior quando comparada a dos homens (NEWBURY et al., 2008; PARK et al., 2011; AMRA et al., 2008; KALCHIEM-D, Or; HINES, 2018).

Alguns trabalhos que incluem o uso do IOS na população geriátrica encontram valores de resistência inferiores quando comparado a adultos jovens (Guo et al., 2005; Schulz et al., 2013). Esses achados podem ser justificados pelo fato de o sistema respiratório sofrer repercussões relacionadas ao processo de envelhecimento devido a uma diminuição do recuo elástico dos pulmões e consequentemente redução da complacência pulmonar. (JANSSEN et al., 1999). Outra hipótese segundo Guo et al., 2005 seria que com o aumento da Capacidade residual funcional (CRF) que ocorre no idoso a Rsr tende a diminuir. SCHULZ et al., (2013) incluíram em seu estudo indivíduos de 45 a 91 anos, e encontraram diferenças entre os grupos para R5-R20, AX, Fres em ambos os sexos e X5 em mulheres, enquanto que no presente estudo

não observamos nenhuma influência da idade nos índices do IOS. Entretanto, nossa amostra foi composta por indivíduos mais jovens, o que não nos permite qualquer inferência relacionada ao envelhecimento.

A literatura aponta que o IOS é um método mais sensível e capaz de detectar alterações que até então não foram encontradas na espirometria. NAIR et al., 2008 verificaram que R5 é mais sensível do que as medidas espirométricas quando comparada a resposta broncodilatadora em indivíduos com asma. O mesmo foi verificado por EIDANI et al., 2013, quando compararam os valores espirométricos e oscilométricos em sujeitos com Doença do Refluxo Gastroesofágico (DRGE).

Segundo a rigorosa e recente revisão de literatura de DENKEL, HINES (2018), os autores destacam a falta de padronização na execução da técnica, e reforçam também, que na população adulta ainda é limitado o número de estudos que contemplem equações de referência, culminando dessa forma, numa carência de valores de predição. Além do mais, a maioria dos estudos selecionados carece em fornecer informações importantes como, a origem étnica dos participantes, relatar os dados sobre tabagismo ou até mesmo incluí-los em sua amostra, condições estas que podem alterar a função pulmonar, como já bem identificado nos estudos com espirometria.

Não está bem difundido na literatura um ponto de corte e limites dos valores de impedância respiratória, a fim de definir que valores devem ser considerados dentro ou fora da normalidade (BRASHIER B, SALVI S., 2015). Assim, é necessário conhecer as principais variáveis que influenciam nesses parâmetros bem como, seus valores previstos para cada população, gerando dessa forma, uma melhor interpretação clínica de seus resultados. (SCHULZ et al., 2013).

6. CONCLUSÃO

Os valores obtidos nos parâmetros R5, R20 e X5, são diferentes das equações disponíveis na literatura que incluem a equação contida no equipamento.

O que neste momento, significa termos um cuidado na interpretação dos nossos resultados obtidos. Reportando também, a necessidade na elaboração de novos estudos que reforcem a elaboração de uma proposta de equação para a população brasileira.

7.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AARLI, Bernt Bøgvald et al. Reference values for within-breath pulmonary impedance parameters in asymptomatic elderly. **The clinical respiratory journal**, v. 7, n. 3, p. 245-252, 2013.
2. ALMEIDA, Celize Cruz Bresciani; ZEFERINO, Angélica Maria Bicudo; DE AZEVEDO BARROS FILHO, Antonio. Crescimento e função pulmonar. **Revista de Ciências Médicas**, v. 8, n. 3, 1999.
3. AMRA, Babak; SOLTANINEJAD, Froogh; GOLSHAN, Mohammad. Respiratory resistance by impulse oscillometry in healthy Iranian children aged 5-19 years. **Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology**, v. 7, n. 1, p. 25-29, 2008.
4. BRASHIER, Bill; SALVI, Sundeep. Measuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. **Breathe**, v. 11, n. 1, p. 57-65, 2015.
5. DE ASSUMPÇÃO, Maíra S. et al. Reference equations for impulse oscillometry system parameters in healthy Brazilian children and adolescents. **Respiratory care**, v. 61, n. 8, p. 1090-1099, 2016.
6. DEN HARTOG, Jacob Pieter. **Vibrações nos sistemas mecânicos**: Mauro Ormeu Cardoso Amorelli. Editora Edgard Blücher Ltda, 1972.
7. DESIRAJU, Koundinya; AGRAWAL, Anurag. Impulse oscillometry: the state-of-art for lung function testing. Lung India: **official organ of Indian Chest Society**, v. 33, n. 4, p. 410, 2016.
8. DE SOUZA SIMONI, L. H., dos Santos, D. O., de Souza, H. C. D., Baddini-Martinez, J. A., Santos, M. K., & Gastaldi, A. C. Acute Effects of Oscillatory PEP and Thoracic Compression on Secretion Removal and Impedance of the Respiratory System in Non-Cystic Fibrosis Bronchiectasis. **Respiratory care**, 64(7), p 818-827, 2019.
9. DUBOIS, Arthur B. et al. Oscillation mechanics of lungs and chest in man. **Journal of applied physiology**, v. 8, n. 6, p. 587-594, 1956.
10. EIDANI, Esmaeil et al. A comparison of impulse oscillometry and spirometry values in patients with gastroesophageal reflux disease. **Middle East journal of digestive diseases**, v. 5, n. 1, p. 22, 2013.
11. EUROPEAN, Respiratory Society et al. ATS/ERS Statement on respiratory muscle testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 166, n. 4, p. 518, 2002.

12. GASTALDI, A. C., Paredi, P., Talwar, A., Meah, S., Barnes, P. J., & Usmani, O. S. (2015). Oscillating positive expiratory pressure on respiratory resistance in chronic obstructive pulmonary disease with a small amount of secretion: a randomized clinical trial. **Medicine**, 94(42), 2015.
13. GOLDMAN, Michael D.; SAADEH, Constantine; ROSS, David. Clinical applications of forced oscillation to assess peripheral airway function. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 148, n. 1-2, p. 179-194, 2005.
14. GOCHICOA-RANGEL, Laura et al. Validating reference equations for impulse oscillometry in healthy mexican children. **Respiratory care**, v. 62, n. 9, p. 1156-1165, 2017.
15. GOCHICOA-RANGEL, Laura et al. Values of impulse oscillometry in healthy Mexican children and adolescents. **Respiratory care**, v. 60, n. 1, p. 119-127, 2015.
16. GUO, Y. F. et al. Normal values for respiratory resistance using forced oscillation in subjects > 65 years old. **European Respiratory Journal**, v. 26, n. 4, p. 602-608, 2005.
17. JANSSEN, Jean-Paul, Jean-Claude Pache, and L. P. Nicod. "Physiological changes in respiratory function associated with ageing." *European Respiratory Journal* 13.1 (1999): 197-205.
18. JOHNSON, C. L., Paulose-Ram, R., Ogden, C. L., Carroll, M. D., Kruszan-Moran, D., Dohrmann, S. M., & Curtin, L. R. (2013). **National health and nutrition examination survey**. Analytic guidelines, p 1999-2010, 2013.
19. KALCHIEM-DEKEL, Or; HINES, Stella E. Forty years of reference values for respiratory system impedance in adults: 1977–2017. **Respiratory medicine**, v. 136, p. 37-47, 2018.
20. KALHOFF H., Breidenbach, R., SMITH, H. J., & Marek, W. Impulse oscillometry in preschool children and association with body mass index. **Respirology**, 16(1), p 174-179, 2011.
21. KOMAROW, Hirsh D. 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. 47, n. 1, p. 18-26, 2012.
22. MERAZ, E. G., Nazeran, H., Edalatpour, E., Rodriguez, C., Montano, K., Aguilar, C., ... & Portillo, A. L. Reference equations for impulse oscillometric and respiratory system model parameters in anglo and hispanic children. **Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica**, 37(1), p 49-61, 2016.

23. MICHAELSON, Edward D.; GRASSMAN, ERIC D.; PETERS, WENDELL R. Pulmonary mechanics by spectral analysis of forced random noise. **The Journal of clinical investigation**, v. 56, n. 5, p. 1210-1230, 1975.
24. NAIR, Arun; WARD, Julia; LIPWORTH, Brian J. Comparison of bronchodilator response in patients with asthma and healthy subjects using spirometry and oscillometry. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, v. 107, n. 4, p. 317-322, 2011.
25. NAJI, N., Keung, E., Kane, J., Watson, R. M., Killian, K. J., & Gauvreau, G. M. . Comparison of changes in lung function measured by plethymography and IOS after bronchoprovocation. **Respiratory medicine**, 107(4), p. 503-510, 2013.
26. NEWBURY, Wendy; CROCKETT, Alan; NEWBURY, Jonathan. A pilot study to evaluate Australian predictive equations for the impulse oscillometry system. **Respirology**, v. 13, n. 7, p. 1070-1075, 2008.
27. NOWOWIEJSKA, Bożena et al. Transient reference values for impulse oscillometry for children aged 3–18 years. **Pediatric pulmonology**, v. 43, n. 12, p. 1193-1197, 2008.
28. NUNN AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. *BMJ*. 1989;298(6680):1068-70.
29. OLAGUIBEL, J. M. et al. Comparative analysis of the bronchodilator response measured by impulse oscillometry (IOS), spirometry and body plethysmography in asthmatic children. **Journal of investigational allergology & clinical immunology**, v. 15, n. 2, p. 102-106, 2005.
30. OOSTVEEN, Ellie et al. The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. **European Respiratory Journal**, v. 22, n. 6, p. 1026-1041, 2003.
31. PARK, Jye Hae et al. Reference values for respiratory system impedance using impulse oscillometry in healthy preschool children. **Korean journal of pediatrics**, v. 54, n. 2, p. 64-68, 2011.
32. PEREIRA, Carlos Alberto de Castro et al. Valores de referência para a espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. **J. pneumol**, p. 10-22, 1992.
33. PEREIRA, C. A. D. C. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 28, n. supl 3, p. S1–S82, 2002.
34. PESLIN, René; FREDBERG, Jeffrey J. Oscillation mechanics of the respiratory system. Handbook of Physiology. The Respiratory System. **Mechanics of Breathing**, v. 3, n. pt. 1, p. 145-178, 1986.

35. QUANJER, Philip H. et al. Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95 year age range: the global lung function 2012 equations. **European Respiratory Journal**, p. erj00803-2012, 2012.
36. SAADEH, C., Saadeh, C., Cross, B., Gaylor, M., & Griffith, M.. Advantage of impulse oscillometry over spirometry to diagnose chronic obstructive pulmonary disease and monitor pulmonary responses to bronchodilators: an observational study. **SAGE open medicine**, v 3, 2050312115578957, 2015.
37. SCHULZ, Holger et al. Reference values of impulse oscillometric lung function indices in adults of advanced age. **PLoS One**, v. 8, n. 5, p. e63366, 2013.
38. SHI, Yixin et al. Relating small airways to asthma control by using impulse oscillometry in children. **Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 129, n. 3, p. 671-678, 2012.
39. SHIOTA, Satomi et al. Predictive equations and the reliability of the impulse oscillatory system in Japanese adult subjects. **Respirology**, v. 10, n. 3, p. 310-315, 2005.
40. TANIMURA, Kazuya et al. Comparison of two devices for respiratory impedance measurement using a forced oscillation technique: basic study using phantom models. **The journal of physiological sciences**, v. 64, n. 5, p. 377-382, 2014.
41. VOGEL J, SMIDT U; Impulse Oscillometry. Analysis of lung mechanics ingeneral practice and clinic, epidemiological and experimental research. **Frankfurt: PMI-Verlagsgruppe** p 149-160, 1994.
42. YOUSSEF, H. A., Shalaby, A., Kaddah, S., Selim, S., & Saad, M. Impulse oscillometry as an alternative modality to the conventional pulmonary function tests in chronic obstructive pulmonary disease. **Egypt J Chest Dis Tuberc**, 66, p 395-399, 2016.

8 APÊNDICE
(APÊNDICE A)
Ficha de Avaliação

Nome: _____

Data de Nascimento: ____/____/____

Idade: _____

Sexo: Feminino () / Masculino ()

Altura: _____ (cm)

Peso: _____ (kg)

IMC: _____ (kg/m²)

Data da Avaliação: ____/____/____

Doenças Respiratórias:

Sim () Não ()

Tipo: _____

Sintomas Respiratórios:

Falta de ar: sim () não ()

Sibilos: sim () não ()

Outras Doenças:

Sim () Não ()

Tipo: _____

Fumante sim () não () **Diabetes** sim () não () **Hipertensão:** sim () não ()

Obs: _____

Medicações em uso:

Sim () Não () Tipo: _____

PA: _____ (mmHg)

(repouso)

FC: _____ (bpm)

(repouso)

SpO2: _____ (%)

(repouso)

(APÊNDICE B)
AVALIAÇÃO ESPIROMETRIA

Variáveis	Previsto	Obtido	% Predito
CVF(L)			
VEF1(L)			
VEF1/CVF %			

AVALIAÇÃO OSCILOMETRIA DE IMPULSO

PARÂMETROS IOS	HOMENS	MULHERES
R5Hz		
R20Hz		
X5Hz		
AX(kPa.L⁻¹)		
Fres (Hz)		

ANEXO A

**FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO - FMRP-USP
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA SAÚDE**

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Consentimento formal de participação no projeto de pesquisa intitulado: “Comparação das equações de referência do sistema de oscilometria de impulso em adultos e adequação para a população brasileira”.

Pesquisadores Responsáveis: Profa. Dra. Ada Clarice Gastaldi
Aluna: Maytê Assunção Ribeiro

Convidamos o senhor(a) _____, idade: _____, portador(a) do RG _____, residente à Rua: _____, nº _____, Bairro: _____, Cidade _____ Estado: _____, para participar voluntariamente da pesquisa conduzida pelo aluno responsável e a respectiva orientadora.

O Comitê de Ética em Pesquisa responsável por este estudo está situado no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e possui a função de defender os interesses dos participantes da pesquisa dentro dos padrões éticos, de acordo com a Legislação Brasileira (Resolução CNS nº 466 de 2012). Se houve necessidade, o telefone para contato é (16) 3602-2228, com horário de funcionamento das 8 às 17 horas.

Objetivo do Estudo:

Estipular e comparar os valores de normalidade de um novo equipamento que avalia o sistema respiratório na população brasileira em diferentes idades.

Justificativa do Estudo:

Este teste avalia todo o sistema respiratório, e pode ajudar a identificar precocemente algumas doenças, além de auxiliar na escolha e dosagem adequada de determinados medicamentos. Portanto, é muito importante identificar os valores normais para esse teste em pessoas saudáveis, facilitando o diagnóstico e tratamento de diversas doenças respiratórias.

Esclarecimento sobre Procedimentos:

Ao concordar participar desta pesquisa o senhor (a) irá comparecer ao prédio da fisioterapia no 2º andar, no laboratório de avaliação respiratória. Inicialmente serão coletado o peso e altura em uma balança presente no próprio laboratório, será aferida a pressão arterial e a

oximetria de pulso (que verifica a quantidade de oxigênio no sangue). Em seguida o senhor (a) responderá um breve questionário sobre o estado geral de saúde. Posteriormente realizaremos testes em um aparelho chamado: oscilometria de impulso, que irá avaliar seus pulmões. O senhor (a) irá sentar com as costas e a cabeça apoiada na cadeira, será colocado um clip no nariz para que a respiração seja realizada apenas pelo bocal, e irá respirar por um bocal descartável, serão realizados três testes.

Durante o decorrer dos testes, será estabelecido um intervalo de descanso de 2 minutos entre um teste e outro. Caso venha sentir tonturas, nos iremos aumentar o tempo de descanso, até que o senhor (a) se recupere para garantir sua total segurança e integridade.

Este estudo irá acontecer em uma única visita ao Laboratório de Avaliação Respiratória no prédio da Fisioterapia e Terapia Ocupacional, e irá durar aproximadamente vinte minutos.

INFORMAÇÕES:

- ❖ No dia do teste será solicitado que não seja consumido café, refrigerante, chocolate, ou qualquer alimento ou bebida que contenha cafeína antes da realização do teste. (A alimentação poderá ser como de costume apenas evitar esses itens acima).
- ❖ A participação nesse estudo é voluntária e poderá ser interrompida a qualquer momento caso seja de seu desejo.
- ❖ Não há nenhum seguro de saúde ou de vida incluso para a participação nele.
- ❖ No caso da comprovação de danos acarretados na participação dessa pesquisa, fica garantida a indenização nestes casos.
- ❖ O acompanhamento desta pesquisa será dada pelos pesquisadores responsáveis da professora Dra. Ada Clarice Gastaldi.
- ❖ Será de direito do senhor (a) caso queira, ter informações sobre qualquer fase do estudo, e resultado dos testes.
- ❖ Os dados obtidos nesta pesquisa são confidenciais. As informações poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos e sua identidade e dados será mantida em sigilo.

Agradecemos sua participação!

Estou ciente e concordo com os termos acima.

Ribeirão Preto, _____ de _____ de _____.

Participante: _____ Assinatura: _____ Data: ____/____/____
____/____/____

Pesquisador: _____ Assinatura: _____ Data: ____/____/____

Contatos:

Profa. Dra. Ada Clarice Gastaldi Gastaldi
Pesquisadora Responsável
Contato: (16) 3315-0473

Maytê Assunção Ribeiro
Aluno Responsável
Contato: (16) 3315-0087