



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

DANIELA IKE

**EQUAÇÕES DE VALORES PREVISTOS DE PICO DE FLUXO
EXPIRATÓRIO EM DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE UMA AMOSTRA
DA POPULAÇÃO BRASILEIRA**

Estudo I

Comparação de aparelhos portáteis de pico de fluxo expiratório: valores obtidos e de referência

Estudo II

Equações de referência de pico de fluxo expiratório para adultos e idosos de uma amostra da população brasileira

São Carlos - SP

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

DANIELA IKE

**EQUAÇÕES DE VALORES PREVISTOS DE PICO DE FLUXO
EXPIRATÓRIO EM DIFERENTES EQUIPAMENTOS DE UMA AMOSTRA
DA POPULAÇÃO BRASILEIRA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Fisioterapia, área de concentração: Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Jamami

São Carlos - SP

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

I26ev Ike, Daniela.
Equações de valores previstos de pico de fluxo expiratório em diferentes equipamentos de uma amostra da população brasileira / Daniela Ike. -- São Carlos : UFSCar, 2015.
75 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Fisioterapia respiratória. 2. Pico do fluxo expiratório. 3. Valores de referência. 4. Testes funcionais dos pulmões. I. Título.

CDD: 615.836 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Tese de Doutorado da candidata Daniela Ike, realizada em 27/02/2015:



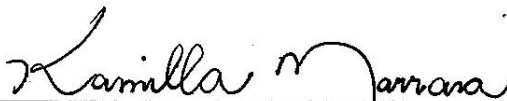
Prof. Dr. Maurício Jamami
UFSCar



Profa. Dra. Anielle Cristhine de Medeiros Takahashi
UFSCar



Profa. Dra. Renata Pedrolengo Basso
UFSCar



Profa. Dra. Kamilla Tays Marrara
UNICEP



Profa. Dra. Eloisa Maria Gatti Regueiro
UNIFABIBE

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese:

Ao meu mestre da vida, Dr. Daisaku Ikeda, pelos incentivos para me tornar protagonista da minha história, superando cada obstáculo e rompendo meus limites para a conquista de mais essa vitória.

Aos meus queridos e amados pais, Júlio e Lúcia, a qual tenho imensa gratidão, pelo carinho, preocupação e apoio constantes.

Aos meus irmãos Leonardo, Diogo e Júnior pelo carinho e compreensão.

Às minhas avós Yoshiye e Kazuko, e ao meu avô Mitsuru (in memoriam) pelo amor incondicional e dedicação ao me criarem.

Aos meus tios, Geni, Sylvio e Sônia que estão sempre ao meu lado, sempre que preciso para me apoiar e incentivar.

“Fazer tudo o que posso é normal. Fazer além das minhas possibilidades é um desafio. Onde terminam as minhas capacidades começa a minha fé. E com uma forte fé, enxerga-se o invisível, acredita no incrível e recebe o impossível”

Jossei Toda

AGRADECIMENTOS

À todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente no trajeto dessa jornada...

Aos meus familiares, meus pais Júlio e Lucia; às minhas avós Yoshiye e Kazuko; aos meus tios Sylvio, Geni e Sônia; aos meus irmãos Leonardo, Diogo e Júnior; às minhas primas Lyca e Lyssa; ao Milton e Gisele, pelo apoio constante, e principalmente pela compreensão nos momentos de ausência devido à distância.

Ao meu mestre da vida, Daisaku Ikeda, pelos constantes direcionamentos, que me fizeram sempre buscar o melhor, persistir e vencer.

Ao meu querido companheiro André Luiz pela parceria e compreensão.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mauricio Jamami, pela oportunidade, confiança e paciência, que desde o mestrado vem contribuindo não só para o meu crescimento profissional como também para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao Prof. Dr. Dirceu Costa, pela amizade, aprendizado e confiança que me inspiraram a seguir na carreira acadêmica.

À Profa. Dra. Valéria Amorim Pires Di Lorenzo, pela amizade e aprendizado.

À Profa. Dra. Bruna Varanda Pessoa Santos pela amizade, confiança e ajuda na realização da primeira parte do estudo.

Ao Prof. Dr. Gilberto de Araújo Pereira pela importante contribuição para o desenvolvimento da segunda parte deste estudo.

Ao Prof. Dr. Gualberto Ruas pela amizade, parceria profissional e aprendizado.

Aos alunos Claudia e Jorge por acreditarem no trabalho e pela dedicação na realização da pesquisa e coleta dos dados.

Aos voluntários desta pesquisa que doaram seu tempo e paciência para a concretização desse trabalho.

Às professoras da banca examinadora, Profa. Dra. Kamilla Thaís Marrara, Profa. Dra. Eloisa Gatti Regueiro, Profa. Dra. Renata Gonçalves Mendes, Profa. Dra. Renata Pedrolongo Basso Vanelli, Profa. Dra. Anielle C. de Medeiros Takahashi, Profa. Dra. Graziela Saraiva Reis e Profa. Dra. Marilita Falangola Accioly, por aceitarem o convite para participar da banca de defesa de tese de doutorado e pelas valiosas contribuições.

Aos amigos da Unidade Especial de Fisioterapia Respiratória: Jacqueline, Daniela, Ivanize, Júlia, Samantha, Ivana, Diego, Aláís pela convivência e aprendizado.

Aos amigos e colaboradores que ajudaram na captação de voluntários para a pesquisa, Lucileny, Kelly Rosana, Nicson, Isis, Rosa Porfírio, Layla, Maurílio e funcionários da prefeitura de Uberaba, Antonio e colaboradores da empresa Agronelli.

Ao programa de Pós- graduação em Fisioterapia da UFSCar, agradeço a todos os funcionários pela atenção, paciência e ajuda.

À todos vocês, minha mais profunda gratidão!!!

RESUMO

O pico de fluxo expiratório (PFE) é um método simples e objetivo que avalia primariamente o calibre das vias aéreas proximais. A facilidade no manuseio e o baixo custo dos medidores portáteis de PFE tornaram seu uso frequente, entretanto, poucos estudos analisaram a concordância dos valores obtidos em diferentes equipamentos, bem como compararam seus valores de referência, o que justifica a realização do **Estudo I**, que teve como objetivo comparar os valores obtidos e analisar a concordância de três medidores portáteis de PFE e verificar se os valores de referência que acompanham esses aparelhos são adequados para a população estudada. Foram avaliados 168 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 80 anos, que realizaram medidas de PFE nos medidores *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *Air Zone*[®]; os valores obtidos foram então comparados aos previstos propostos por Leiner et al. (1963) e Nunn e Gregg (1989). A análise estatística foi realizada pelos testes Kolmogorov-Smirnov, ANOVA, teste de Wilcoxon, correlação de Spearman e análise de concordância de Bland-Altman, com nível de significância de 5%. Constatou-se diferença significativa nos valores de PFE obtidos entre os medidores *Mini-Wright*[®] e *Assess*[®] em ambos os gêneros, entre o *Air Zone*[®] e o *Assess*[®] apenas nos homens e entre o *Mini-Wright*[®] e o *Air Zone*[®] somente nas mulheres; e os valores previstos de PFE nos três aparelhos foram considerados significativamente maiores que os obtidos em ambos os gêneros. Correlações moderadas significativas foram encontradas entre os valores obtidos e previstos em homens e mulheres, porém não se verificou concordância entre os valores de PFE obtidos nos medidores, devido à grande variação dos limites de concordância e grande variação interindividual. Concluiu-se que os valores obtidos nos três medidores não são intercambiáveis e que os valores previstos superestimaram os obtidos, indicando sua inconsistência para a amostra estudada, o que impulsionou a realização do **Estudo II**, que objetivou estabelecer valores de referência de PFE para adultos e idosos da região Sudeste do Brasil baseados nos valores obtidos de três medidores portáteis: *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *Air Zone*[®]. Foram avaliados 373 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 80 anos, que realizaram medidas de PFE nos medidores *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *Air Zone*[®]. A análise estatística foi realizada através da análise de regressão linear múltipla pelo método de seleção *stepwise* para determinar as variáveis explicativas, e foram testados três modelos diferentes: utilizando a unidade da variável, logarítmico e ajuste pela idade; em seguida, o teste t pareado foi aplicado para comparar os valores obtidos com os previstos pelo novo modelo e assim verificar a validação do modelo proposto, com nível de significância de 5%. Dos modelos testados, o ajuste pela idade mostrou a melhor concordância e as equações variaram de acordo com o medidor, sendo que os coeficientes idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC) explicaram mais de 90% da variação do PFE. Na comparação dos valores obtidos com os previstos pelo novo modelo, não foi encontrada diferença significativa, comprovando a validação das equações propostas nos medidores. Portanto, equações de PFE foram estabelecidas para adultos e idosos da região Sudeste do Brasil, separadas por gênero e para cada medidor avaliado: *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *Air Zone*[®], considerando a inadequação do uso comum de uma equação para os três medidores utilizados. Essas equações possibilitam a interpretação correta dos valores de PFE na prática clínica.

Palavras-chave: Pico do fluxo expiratório; valores de referência; testes de função respiratória; fisioterapia.

ABSTRACT

The peak expiratory flow (PEF) is a simple and objective method that evaluates primarily the proximal airways caliber. The ease of handling and low cost of portable PEF meters have become its frequent use, however few studies have analyzed the agreement of the obtained values in different equipment, as well as compared its reference values, which justifies the **Study I**, which had as its objective to compare the obtained values, analyze the agreement of three portable PEF meters and check if the reference values that accompany these devices are appropriate for the population studied. 168 healthy individuals were evaluated, of both genders, in the age group of 20 to 80 years, who underwent PEF measurements in *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] and *Air Zone*[®] meters; then, the obtained values were compared to predict proposed by Leiner et al. (1963) and Nunn and Gregg (1989). The statistical analysis was performed using the Kolmogorov-Smirnov test, ANOVA, Wilcoxon test, Spearman's correlation test and Bland-Altman's agreement test, with a significance level of 5%. Significant differences were found in the PEF obtained values between *Mini-Wright*[®] and *Assess*[®] meters in both genders, between the *Air Zone*[®] and *Assess*[®] meters only in men, and between *Mini-Wright*[®] and *Air Zone*[®] meters only in women; and the PEF predict values in the three devices were considered significantly higher than those obtained in both genders. Moderate significant correlations were found between the obtained and predict values in men and women, but there was no agreement between the PEF obtained values in the meters, due to the great variation in the limits of agreement and large interindividual variation. It was concluded that the obtained values in the three meters are not interchangeable and the predicted values overestimated the obtained, indicating its inconsistency for the sample studied, that stimulated the realization of **Study II**, which aimed to establish PEF reference values for adults and elderly from Southeast region of Brazil based on the obtained values of three portable meters: *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] and *Air Zone*[®]. 373 healthy individuals were evaluated, of both genders, aged 20 to 80 years, who underwent PEF measurements in *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] and *Air Zone*[®] meters. The statistical analysis was performed by multiple linear regression analysis by stepwise selection method to determine the explicative variables and were tested three different models: using variable unit, logarithmic and adjust by age; and then the paired t-test was applied to compare the obtained values with predict by new model and to check the validation of the proposed model, with a significance level of 5%. Of the models tested, adjust by age showed the best agreement and the equations varied according to the meter and the coefficients age, corporal mass, height and body mass index (BMI) explained more than 90% variation in PEF. In the comparison of obtained values with those proposed by new model, no significant difference was found, confirming the validation of equations proposed in the meters. Therefore, equations of PEF were established for adults and elderly from Southeast region of Brazil, separated by gender and for each meter evaluated: *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] and *Air Zone*[®] considering the inadequacy of the common use of an equation for the three meters used. These equations enable the correct interpretation of PEF values in clinical practice.

Keywords: Peak expiratory flow rate; reference values; respiratory function tests; physical therapy.

LISTA DE FIGURAS

CONTEXTUALIZAÇÃO

Figura 1: Modelos de medidores portáteis de PFE: (A) *Mini-Wright*[®], (B) *Assess*[®] e (C) *Air Zone*[®] 20

ESTUDO I

Figura 1: Fluxograma de participação no estudo..... 33

Figura 2: Grau de concordância entre os valores de PFE obtidos por meio dos três aparelhos *Air Zone*[®], *Assess*[®] e *Mini-Wright*[®] nas mulheres (n=90) (2A) e nos homens (n=78) (2B), de acordo com a análise de Bland-Altman 36

ESTUDO II

Figura 1: Modelos de medidores portáteis de PFE: (A) *Mini-Wright*[®], (B) *Assess*[®] e (C) *Air Zone*[®] 47

Figura 2: Fluxograma de participação no estudo..... 49

Figura 3: Comparação entre valores observados e previstos pelo novo modelo de equação nos medidores *Mini-Wright*[®] (A), *Assess*[®] (B), *Air Zone*[®] (C) 53

LISTA DE TABELAS

ESTUDO I

Tabela 1: Características demográficas e antropométricas da amostra 34

Tabela 2: Valores de PFE obtidos e previstos nos aparelhos *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *AirZone*[®] pelos indivíduos avaliados 34

Tabela 3: Correlações de Spearman entre os valores obtidos e previstos nos aparelhos *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *AirZone*[®] 35

ESTUDO II

Tabela 1: Características demográficas e antropométricas da amostra de acordo com o gênero e faixa etária 50

Tabela 2: Equações de PFE baseadas em 3 modelos diferentes (na unidade da variável, logarítmico, ajuste pela idade) 51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AZ	<i>Air Zone</i>
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
ERS	<i>European Respiratory Society</i>
EUA	Estados Unidos da América
GINA	<i>Global Initiative for Asthma</i>
GOLD	<i>Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	intervalo de confiança
IMC	índice de massa corporal
L/min	litros por minuto
Log(Y)	modelo logarítmico
MG	Minas Gerais
MW	<i>Mini-Wright</i>
n	número de indivíduos
NHANES	<i>National Health and Nutrition Examination Survey</i>
p	significância estatística
PFE	pico de fluxo expiratório
r	coeficiente de correlação
R²	coeficiente de determinação
RS	Rio Grande do Sul
SBPT	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
SP	São Paulo

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Y modelo não-logarítmico

Y/idade ajuste pela idade

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
2. ESTUDO I: Comparação de aparelhos portáteis de pico de fluxo expiratório: valores obtidos e de referência	28
RESUMO	29
2.1. INTRODUÇÃO	30
2.2. MÉTODO	31
2.3. RESULTADOS	33
2.4. DISCUSSÃO	37
2.5. CONCLUSÃO	39
2.6. REFERÊNCIAS	39
3. ESTUDO II: Equações de referência de pico de fluxo expiratório para adultos e idosos de uma amostra da população brasileira	43
RESUMO	44
3.1. INTRODUÇÃO	45
3.2. MÉTODO	46
3.3. RESULTADOS	48
3.4. DISCUSSÃO	53
3.5. CONCLUSÃO	57
3.6. REFERÊNCIAS	58
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS	61
5. APÊNDICE	63
APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	64
6. ANEXOS	68
ANEXO A: Comprovante de submissão do Estudo I	69

ANEXO B: Comprovante de submissão do Estudo II	71
ANEXO C: Parecer do Comitê de Ética	73

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A função pulmonar pode ser medida de várias formas, utilizando desde testes simples, como a espirometria e o pico de fluxo expiratório (PFE) até testes mais complexos, como diluição de gases inertes e pletismografia corporal (BOAVENTURA et al., 2007).

A mensuração do PFE foi introduzida pela primeira vez há aproximadamente 50 anos (WRIGHT e MC KERROW, 1959) como um método simples, quantitativo e objetivo que reflete primariamente o calibre de vias aéreas proximais (KENNEDY; CHANG; SMALL, 1998).

Segundo a *European Respiratory Society* (ERS), o PFE pode ser definido como o fluxo máximo alcançado durante a expiração que é realizada com força máxima, partindo-se do nível de maior insuflação pulmonar, expresso em litros por minuto (QUANJER et al., 1997; PEDERSEN, 1997). É requerido um esforço máximo porque a medida é dependente da força muscular respiratória, sendo determinado pelo volume e elasticidade dos pulmões, dimensão e complacência das vias aéreas centrais intratorácicas e pela força e velocidade de contração dos músculos expiratórios (LEBOWITZ et al., 1997). Entretanto, não é necessário um esforço prolongado, já que o PFE ocorre dentro dos primeiros 100 a 150 milissegundos da expiração (aproximadamente 20% da capacidade vital forçada), que corresponde principalmente ao fluxo de ar brônquico (MANJUNATH; KOTINATOT; MANJUNATHABABU, 2013; MEDABALA et al., 2013).

As medidas de PFE podem ser obtidas através de um espirômetro, em litros por segundo, ou utilizando-se um sistema manual portátil, em litros por minuto. Embora a espirometria seja recomendada como ferramenta diagnóstica nas diretrizes da Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE, 2015), equipamentos onerosos e pessoal qualificado dificultam seu acesso irrestrito à população, especialmente na atenção básica à saúde (TIAN et al., 2012) ou em serviços de emergência (PIOVESAN et al., 2006). Deste modo, cada vez mais o uso de medidores de PFE portáteis tem aumentado, por se tratar de instrumentos de baixo custo, que não requer qualificação técnica ou experiência para seu manuseio, possibilitando uma medida da função pulmonar não somente em laboratórios especializados, mas também no âmbito hospitalar, ambulatorial e até mesmo domiciliar (RUCHKYS et al., 2000).

Embora seja uma medida objetiva da intensidade da obstrução brônquica no atendimento de emergência do asmático, o PFE não deve substituir a avaliação clínica. Pelo fato de ser fortemente influenciado pelo esforço expiratório, um valor reduzido de PFE pode ser decorrente de esforço

inadequado, desordens neuromusculares, ou dor abdominal ou torácica (CRUZ, 2006). Mas vale destacar que a aplicabilidade clínica do PFE é ampla, estando claramente evidenciada na asma, uma vez que a monitorização a curto prazo do PFE pode ser usada para avaliar a resposta ao tratamento, identificar fatores desencadeantes (inclusive no trabalho) que pioram os sintomas ou estabelecer um plano de ação inicial (GLOBAL INITIATIVE FOR ASTHMA, 2014).

De acordo com Tierney et al. (2004), a medida domiciliar seriada do PFE não é necessária na rotina do atendimento ao asmático, mas pode ser útil em casos mais graves e por períodos de tempo definidos, servindo de guia para o controle da doença, principalmente durante as exacerbações agudas, quando a espirometria não está indicada (KODGULE et al., 2014). Embora sejam observadas dificuldades e limitações do seu uso em atendimento de emergência em crianças (GORELIK et al., 2004), a disseminação deste instrumento simples e de baixo custo parece ser uma estratégia importante para capacitar unidades de atenção básica do Sistema Único de Saúde para o pronto-atendimento de exacerbações de asma, permitindo aos seus profissionais a triagem mais precisa dos pacientes que irão necessitar de hospitalização e favorecendo a resolutividade (CRUZ, 2006).

Outra aplicabilidade clínica do PFE seria na avaliação e acompanhamento de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Mesmo sabendo que o diagnóstico precoce realizado pela espirometria tem impacto na progressão da doença, nos serviços que não dispõem desse teste, a avaliação do PFE pode reduzir o número de indivíduos que necessitam de testes espirométricos confirmatórios para a obstrução, além de possuir maior sensibilidade e especificidade do que um questionário (TIAN et al., 2012). Outros estudos mostram que a medida de PFE pode ser um bom indicador de risco de mortalidade e qualidade de vida entre pacientes com DPOC hospitalizados (DE LA IGLESIA et al., 2005), além de ser útil na sala de emergência durante a avaliação da exacerbação (EMERMAN; CYDULKA, 1996) e mostrar boa confiabilidade na avaliação domiciliar desses pacientes (MURATA et al., 1998).

Mesmo em indivíduos idosos que não apresentam doenças pulmonares, o PFE oferece muitas vantagens que o tornam uma importante ferramenta de avaliação de risco (VAZ FRAGOSO et al., 2007), uma vez que o PFE está associado com o estado de saúde (SCHAUB et al., 2000; LAN et al., 2002), podendo prever declínio cognitivo, institucionalização e mortalidade (MC CALLUM; SIMONS; SIMONS, 2005; COOK et al., 1991).

Atualmente existe ampla variedade de medidores portáteis de PFE, com diversos modelos e escalas (Figura 1) e, apesar de serem aparelhos de concepção e estrutura simples, possuem

peculiaridades importantes no seu manejo (RUCHKYS et al., 2000); contudo, temos poucos estudos analisando a concordância de cada um desses equipamentos. A preocupação com sua acurácia, por exemplo, não é recente e, como com qualquer outro instrumento de medida empregado no exame clínico, é de grande interesse dos profissionais de saúde de maneira geral, obter o melhor conhecimento sobre a precisão dos registros fornecidos por esses dispositivos (RUCHKYS et al., 2000).

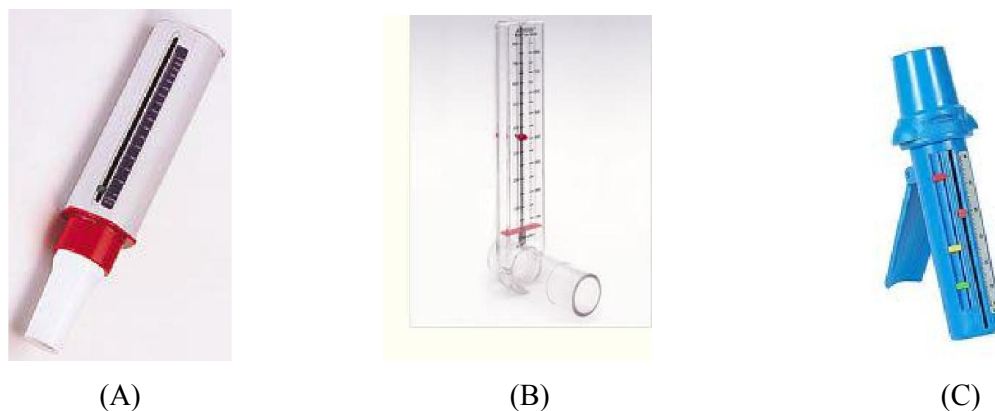


Figura 1. Modelos de medidores portáteis de PFE: (A) *Mini-Wright*[®], (B) *Assess*[®] e (C) *Air Zone*[®]

A maior parte dos estudos da literatura avaliou os aparelhos *Mini-Wright*[®] (Figura 1A) e *Assess*[®] (Figura 1B), comparando seus valores obtidos aos previstos pela espirometria, e demonstraram resultados contraditórios (IMBRUCE, 1991; JACKSON, 1995; KOYAMA et al., 1998). Alguns autores constataram que as medidas obtidas pelo aparelho portátil *Mini-Wright*[®] são mais fidedignas que as obtidas por outros tipos de aparelhos (SHAPIRO et al., 1991; PEDERSEN et al., 1996; MILLER e PEDERSEN, 1997; FOLGERING et al. 1998). Entretanto, os estudos de Jones e Mullee (1990), e Pesola et al. (2009) constataram que os valores obtidos por meio do *Mini-Wright*[®] apresentaram-se superiores aos preditos pela espirometria em indivíduos saudáveis. No estudo de Takara et al. (2010) analisou-se também a concordância entre medidas de PFE realizadas pela espirometria com as obtidas por cinco medidores de PFE diferentes (*Galemed*[®], *Air Zone*[®], *Assess*[®], *Personal Best*[®] e *Vitalograph*[®]) e concluíram que o *Air Zone*[®] (Figura 1C) forneceu valores significativamente superiores aos valores espirométricos enquanto o *Galemed*[®] subestimou os valores da espirometria, pressupondo que esses dois medidores são menos acurados quando

comparados aos valores espirométricos. Esses achados sugerem que os valores previstos de PFE não devem ser derivados da espirometria, pois os dois métodos não são comparáveis.

Ao avaliar três modelos de medidor de PFE (*Vitalograph*[®], *Mini Wright*[®] e *PF-Control*[®]) em escolares de 4 a 15 anos de idade na Espanha, Sastre et al. (2000) observaram diferenças significativas em razão do modelo de medidor utilizado. E Bongers e O'Driscoll (2006) avaliaram o efeito combinado do medidor utilizado com a instrução a um grupo de pacientes adultos com ampla variedade de doenças respiratórias e confirmaram resultados de estudos prévios que a instrução dada, o aparelho escolhido e a escala utilizada no medidor podem afetar a medida do PFE (REBUCK et al., 1996; WENSLEY; PICKERING; SILVERMAN, 2000; MILLER, 2004). A instrução tem efeito pequeno no valor do PFE, mas diferentes espirômetros ou medidores de PFE podem registrar valores com taxa de erro acima de 19% em testes de calibração realizados em laboratórios, mesmo quando se utiliza a mesma metodologia, e a maioria dessas diferenças podem ser explicadas pelo uso de diferentes escalas para medir o PFE (BONGERS; O'DRISCOLL, 2006).

Quanto à avaliação da acurácia, Shapiro et al. (1991) analisaram através de um pneumotacômetro calibrado, os medidores *Assess*[®] e *Mini-Wright*[®] novos e após 200 medidas e verificaram que os medidores *Assess*[®] foram mais acurados que o *Mini-Wright*[®] em fluxos <300 L/min, enquanto que em fluxos >400 L/min, o *Mini-Wright*[®] foi mais acurado; após 200 medidas, o *Assess*[®] não mostrou alteração significativa na acurácia enquanto o *Mini-Wright*[®] teve sua acurácia diminuída. Ruchkys et al. (2000), por sua vez, comparando a acurácia dos medidores da marca *Mini-Wright*[®] com escalas nova (limites de fluxo variando entre 60 e 880 L/min, dispostos de forma não-equidistante) e antiga (limites de fluxo variando entre 60 e 800 L/min, dispostos de forma equidistante) utilizando uma seringa de calibração eletrônica, demonstraram que os medidores com escala nova apresentaram-se mais acurados do que aqueles com escala antiga, tanto na primeira aferição, quando ainda novos, quanto na reafecção, após utilizados por até 600 vezes, podendo ser utilizados com segurança na prática clínica.

Segundo as Diretrizes para testes de função pulmonar (2002) apresentada pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT), as diversas marcas de aparelhos de PFE geralmente diferem nos resultados observados para o mesmo indivíduo, e os medidores frequentemente exibem ailinearidade. Dessa forma, as decisões no tratamento de pacientes não devem ser baseadas nas medidas realizadas em diferentes aparelhos (BONGERS; O'DRISCOLL, 2006) e, em se tratando de importante ferramenta na prática clínica, o interesse em conhecer e padronizar os valores de PFE para a população de diversos países tornou-se alvo cada vez mais

interessante para os pesquisadores (COUTINHO, 2006) no sentido de se ter uma interpretação mais confiável de seus valores.

No Brasil, alguns estudos surgiram para propor valores de referência de PFE em diferentes faixas etárias incluindo regiões com características diversificadas (MENEZES et al., 1995; FRITSCHER; MARTINS; KAHAN, 1996; BOAVENTURA et al., 2007), mas devido à ausência de uma tabela de referência representativa da população estudada, geralmente os profissionais da saúde recorrem à equações preditivas de outros países. Nesse contexto, surgiu a necessidade de se comparar os valores obtidos de três principais medidores portáteis de PFE utilizados na prática clínica da fisioterapia respiratória, avaliando se os valores de referência que acompanham esses aparelhos, Leiner et al. (1963) e Nunn e Gregg (1989), poderiam ser aplicáveis em uma amostra de adultos da região Sudeste do Brasil, realizando-se assim o estudo I intitulado: “Comparação de aparelhos portáteis de pico de fluxo expiratório: valores obtidos e de referência”, o qual foi submetido ao periódico *Brazilian Journal of Physical Therapy*, cujo comprovante encontra-se no **Anexo A**.

Tendo em vista que a função pulmonar é influenciada por fatores étnicos, diferenças antropométricas, idade, gênero, hábitos culturais, nível sócio-econômico, condições climáticas, atividade física e estado nutricional (SEO et al., 2011; KODGULE et al., 2014), é de fundamental importância que cada região ou país tenha sua própria equação de referência.

O estudo de Menezes et al. (1995) é o único que propõe valores de referência para adultos acima de 40 anos na população brasileira, residentes na cidade de Pelotas (Rio Grande do Sul) utilizando o medidor *Mini-Wright*[®]. Outros estudos surgiram posteriormente envolvendo crianças e adolescentes de diversas cidades brasileiras, como o de Fritscher; Martins; Kahan (1996) que estabeleceram valores de referência de PFE em crianças e adolescentes saudáveis na cidade de Porto Alegre (Rio Grande do Sul). E Boaventura et al. (2007) que determinaram equações de valores previstos de PFE para escolares na faixa etária de 12 a 18 anos nas cidades de Araguari e Uberlândia (Minas Gerais).

Embora haja maior preocupação em avaliar o PFE principalmente de crianças e adolescentes asmáticos (MANJUNATH; KOTINATOT; MANJUNATHABABU, 2013; SEO et al., 2011), para melhor monitorização e controle da doença, estudos prévios (ROSSI et al., 1996; BARREIRO; PERILLO, 2004) afirmam que com o avanço da idade, o tórax é comprimido e a calcificação da cartilagem costal reduz a complacência da caixa torácica e a eficiência diafragmática (BONOMO et al., 2008), além de outras alterações degenerativas decorrentes do

envelhecimento, tais como a perda de força muscular respiratória, a rigidez dos movimentos articulares, bem como o estresse oxidativo decorrente do aumento da produção de elastases que degradam o recolhimento elástico do pulmão (VERBEKEN et al., 1992), e são provavelmente os fatores mais importantes no declínio da função pulmonar, da capacidade pulmonar total e do PFE (ROSSI et al., 1996; BARREIRO; PERILLO, 2004; MEDABALA et al., 2013). Entretanto, como não há valores de referência para essa população, torna-se necessária uma melhor investigação da deterioração da função pulmonar em indivíduos idosos.

A maior parte das equações de referência de PFE encontradas na literatura é derivada de valores obtidos de apenas um modelo de medidor e utiliza como coeficientes determinantes comuns o gênero, a idade e a estatura. Entretanto, como a função pulmonar tem uma variação abrangente mesmo em indivíduos saudáveis, provavelmente os determinantes comumente usados não descrevem suficientemente a função pulmonar ou as populações de referência usadas diferem consideravelmente (SCHNABEL et al., 2010).

Essa ampla variedade de fatores gera algumas dificuldades em se estabelecer equações adequadas e confiáveis para as medidas de função pulmonar, e pode ter relação com a baixa concordância apresentada por grande parte das equações de PFE, como o estudo de Vaz Fragoso et al. (2007) que constataram que a proporção de variância no PFE de idosos baseada em variáveis como estatura e idade estava abaixo de 21% para mulheres e 35% para homens; Menezes et al. (1995) e Nunn e Gregg (1989) também mostraram baixo coeficiente de determinação para homens (19,9% e 30%, respectivamente) e para mulheres (20 e 28%, respectivamente).

Sendo assim, considerando a escassez de equações de referência para adultos e idosos na população brasileira, e ressaltando a importância de se testar diferentes modelos e inserir mais preditores que possam explicar melhor a variação do PFE, realizou-se o estudo II intitulado: “Equações de referência de pico de fluxo expiratório para adultos e idosos de uma amostra da população brasileira”, o qual foi submetido ao periódico *Brazilian Journal of Physical Therapy*, e o comprovante encontra-se no **Anexo B**.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARREIRO, T.J.; PERILLO, I. An Approach to Interpreting Spirometry. **American Family Physician**, v. 69, p.1107-14, 2004.

BOAVENTURA, C.M. et al. Valores de referência de medidas de pico de fluxo expiratório máximo em escolares. **Arq Med ABC**, v.32, supl.2, S30-4, 2007.

BONGERS, T.; O'DRISCOLL, B.R. Effects of equipment and technique on peak flow measurements. **BMC Pulm Med**, v.6, p.1-6, 2006.

BONOMO, L. et al. Aging and the respiratory system. **Radiol Clin North Am.**, v. 46, p.685-702, 2008.

COOK, N.R. et al. Peak expiratory flow rate in an elderly population. **Am J Epidemiol.**, v.130, p.66-78, 1989.

COOK, N.R. et al. Peak expiratory flow rate and 5-year mortality in an elderly population. **Am J of Epidemiol.**, v.133, p.784-794, 1991.

COUTINHO, K.A.Y. Determinação do pico de fluxo expiratório em escolares saudáveis na faixa etária de 4 a 8 anos da cidade de Campo Grande-MS. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Centro Universitário do Triângulo (UNITRI), Uberlândia, MG, 2006.

CRUZ, A.A. Pico de fluxo expiratório. É melhor medir! (editorial). **J Bras Pneumol.**, v.32, n.1, p. IV-VI, 2006.

DE LA IGLESIA, F. et al. Peak expiratory low rate as predictor of inpatient death in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **South Med J.**, v.98, p.266-72, 2005.

EMERMAN, C.L.; CYDULKA, R.K. Use of peak expiratory low rate in emergency department evaluation of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. **Ann Emerg Med**, v.27, p.159-63, 1996.

FOLGERING, H. et al. Eleven peak flow meters: A clinical evaluation. **Eur Respir J.**, v.11, n.1, p.188-93, 1998.

FRITSCHER, C.C.; MARTINS, F.P.; KAHAN, F. Determinação do pico de fluxo expiratório em escolares saudáveis na faixa etária. Pico de fluxo expiratório em escolas de Porto Alegre, RS. **Revista de Medicina**, v.6, n.4, p.19-23, 1996.

GLOBAL INITIATIVE FOR ASTHMA. Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2014. Available from: www.ginasthma.org

GLOBAL INITIATIVE FOR CHRONIC OBSTRUCTIVE LUNG DISEASE (GOLD). Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic pulmonary disease, 2015. <http://www.goldcopd.org/Guidelines/guidelines-resources.html>.

GORELICK, M.H. et al. Difficulty in obtaining peak expiratory flow measurements in children with acute asthma. **Pediatr Emerg Care**, v.20, n.1, p.22-6, 2004.

IMBRUCE, R.P. Standardized testing of four commercially available peak flow meters. **Immunol & Allergy Practice**, v.13, p.49-54, 1991.

JACKSON, A.C. Accuracy, reproducibility and variability of portable peak flow meters. **Chest**, v.107, p.648-51, 1995.

JONES, K.P.; MULEE, M.A. Measuring peak expiratory flow in general practice: comparison of mini Wright peak flow meter and turbine spirometer. **BMJ**, v.300, p.1629-31, 1990.

KENNEDY, D.T.; CHANG, Z.; SMALL, R.E. Selection of peak flow meters in ambulatory asthma patients: a review of literature. **Chest**, v. 114, p.587-92, 1998.

KODGULE, R.R. et al. Reference values for peak expiratory flow in Indian adult population using a European Union scale peak flow meter. **J Postgrad Med.**, v.60, n.2, p.123-9, 2014.

KOYAMA, H. et al. Comparison of four types of portable peak flow meters (MiniWright, Assess, Pulmograph and Wright Pocket meters). **Respir Med.**, v.92, p.505-11, 1998.

LAN, T.Y et al. Performance tests and disability: Developing an objective index of mobility-related limitation in older populations. **J Gerontol Med Sci.**, v.57, M294–M301, 2002.

LEBOWITZ, M.D. et al. Peak expiratory flow from maximum expiratory flow volume curves in a community population: cross-sectional and longitudinal analyses. **Eur Respir J.**, v. 24, 29S-38S, 1997.

LEINER, G.C. et al. Expiratory peak flow rate. Standard values for normal subjects. Use a clinical test of ventilatory function. **Am Rev Respir Dis.**, v.88, p.644-51, 1963.

MANJUNATH, C.B.; KOTINATOT, S.C.; MANJUNATHABABU. Peak expiratory flow rate in healthy rural school going children (5-16 years) of Bellur region for construction of normogram. **Journal of Clin and Diagn Res.**, v.7, n.12, 2844-6, 2013.

MC CALLUM, J.; SIMONS, L.A.; SIMONS, J. Patterns and predictors of nursing home placement over 14 years: Dubbo study of elderly Australians. **Australian J Ageing**, v.24, p.169–73, 2005.

MEDABALA, T. et al. Effect of cigarette and cigar smoking on peak expiratory flow rate. **J Clin and Diagn Res.**, v.7, n.9, p.1886-9, 2013.

MENEZES, A.M. et al. Valores de referência para o pico de fluxo expiratório em adultos acima de 40 anos, Pelotas, RS. **J Pneumol.**, v.21, n.2, p.119-22, 1995.

MILLER, M. Peak expiratory flow meter scale changes: implications for patients and health professionals. **Airways J.**, v.2, p.80-2, 2004.

MILLER, M.R.; PEDERSEN, O.F. The Peak Flow Working Group: The characteristics and calibration of devices for recording peak expiratory flow. **Eur Respir J.**, v.1, n.24, 17S-22S, 1997.

MURATA, G.H. et al. Precision and accuracy of self-measured peak expiratory low rates in chronic obstructive pulmonary disease. **South Med J.**, v.91, p.919–24, 1998.

NUNN, A.J.; GREGG, I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. **BMJ.**, v.298, p.1068-70, 1989.

PEDERSEN, O.F. The peak flow working group: Physiological determinants of Peak expiratory flow. **Eur. Respir J.**, v. 10 (suppl), 11S-16S, 1997.

PEDERSEN, O.F. et al. Peak expiratory flow and the resistance of the Mini-Wright peak flow meter. **Eur Respir J.**, v.9, n.4, p.828-33, 1996.

PESOLA, G.R. et al. Peak expiratory flow in normals: comparison of the mini Wright versus spirometric predicted peak flows. **J Asthma**, v. 46, n. 8, p. 845-8, 2009.

PIOVESAN, D.M. et al. Avaliação prognóstica precoce da asma aguda na sala de emergência. **J Bras Pneumol.**, v. 32, n. 1, p.1-9, 2006.

QUANJER, P.H. et al. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. **Eur Respir J.**, v. 10, n. 24, p. 2-8 (Supl), 1997.

REBUCK, D.A. et al. The accuracy of a handheld portable spirometer. **Chest**, v.109, p.152-7, 1996.

RUCHKYS, V. C. et al. Acurácia de medidores de pico de fluxo expiratório (*peak flow*) da marca Mini-Wright. **Jornal de Pediatria**, v. 76, n. 6, p. 447-52, 2000.

ROSSI, A. et al. Aging and the respiratory system. **Aging (Milano)**, v.8, p.143-61, 1996.

SASTRE, V.H. et al. Pico de flujo espiratorio en escolares de 4 a 15 años de edad. Comparación de tres modelos de medidor. **Anales Españoles de Pediatría**; v. 52, n. 4, p. 327-33, 2000.

SEO, W.H. et al. The standard range of peak expiratory flow rates of Korean children. **Asian Pac J Allerg Immunol.**, v.29, p.143-9, 2011.

SHAPIRO, S.M. et al. An evaluation of the accuracy of Assess and Mini-Wright peak flow meters. **Chest**, v. 99, p. 358-62, 1991.

SCHAUB, R.T. et al. Ventilatory capacity and risk for dementia. **J Gerontol Med Sci.**, v.55(11), M677–83, 2000.

SCHNABEL, E. et al. Regional differences in prediction models of lung function in Germany. **Respir Research**, v.11, n.40, p.2-11, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Pneumol.**, v.28(Supl. 3), p.1-238, 2002.

TAKARA, G.N. et al. Comparison of five portable peak flow meters. **Clinics**, v.65, n.5, p.469-74, 2010.

TIAN, J. et al. Peak expiratory flow as a screening tool to detect airflow obstruction in a primary health care setting. **Int J Tuberc Lung Dis.**, v. 16, n.5, p. 674-80, 2012.

TIERNEY, W.M et al. Assessing symptoms and peak expiratory flow rate as predictors of asthma exacerbations. **J Gen Intern Med.**, v.19, n.3, p.237-42, 2004.

VAZ FRAGOSO, C.A. et al. Reporting peak expiratory flow in older persons. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 62, n. 10, p. 1147-51, 2007.

VERBEKEN, E.K. et al. The senile lung. Comparison with normal and emphysematous lungs. 1. Structural aspects. **Chest**, v.101, p.793-9, 1992.

WENSLEY, D.; PICKERING, D.; SILVERMAN, M. Can peak expiratory flow be measured accurately during a forced vital capacity manoeuvre? **Eur Respir J.**, v.16, p.673-6, 2000.

WRIGHT, B.M.; MCKERROW, C.B. Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity with a description of a new portable instrument measuring it. **BMJ**, v. 2, p.1041-7, 1959.

2. ESTUDO I

(Versão em português)

Título: Comparação de aparelhos portáteis de pico de fluxo expiratório: valores obtidos e de referência

Periódico: Brazilian Journal of Physical Therapy (Submetido)

RESUMO

Introdução:

A medida do pico de fluxo expiratório (PFE) avalia a velocidade de saída do ar de dentro dos pulmões e a facilidade no manuseio e o baixo custo dos equipamentos portáteis têm levado seu uso frequente, porém há poucos estudos comparando os diferentes medidores, bem como seus valores previstos.

Objetivos:

Comparar os valores obtidos e analisar a concordância entre três medidores de PFE além de verificar se os valores de referência que acompanham esses aparelhos são adequados para a população estudada.

Método:

Foram avaliados 168 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 80 anos, que realizaram medidas de PFE no *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *Air Zone*[®]; os valores obtidos foram então comparados aos previstos pelas equações propostas por Leiner et al. (1963) e Nunn e Gregg (1989). A análise estatística foi realizada pelos testes Kolmogorov-Smirnov, ANOVA, teste de Wilcoxon, correlação de Spearman e análise de concordância de Bland-Altman, com nível de significância de 5%.

Resultados:

Constatou-se diferença significativa nos valores de PFE obtidos entre os medidores *Mini-Wright*[®] e *Assess*[®] em ambos os gêneros, entre o *Air Zone*[®] e o *Assess*[®] apenas nos homens e entre o *Mini-Wright*[®] e o *Air Zone*[®] somente nas mulheres; e os valores previstos de PFE nos três aparelhos foram considerados significativamente maiores que os obtidos em ambos os gêneros. Correlações moderadas significativas foram encontradas entre os valores obtidos e previstos em ambos os gêneros, porém não se verificou concordância entre os valores de PFE obtidos nos medidores, devido à grande variação dos limites de concordância e grande variação interindividual.

Conclusões:

Os valores obtidos de PFE nos medidores *Mini-Wright*[®] e *Assess*[®], *Air Zone*[®] e *Assess*[®] não são intercambiáveis e os valores previstos superestimaram os obtidos, indicando sua inconsistência para a amostra estudada.

Palavras-chave: Pico do fluxo expiratório; valores de referência; testes de função respiratória; fisioterapia.

2.1. INTRODUÇÃO

A medida do pico de fluxo expiratório (PFE) foi introduzida pela primeira vez há aproximadamente 50 anos^{1,2} como um método simples e conveniente para auxiliar no diagnóstico e tratamento de pacientes com obstrução ao fluxo aéreo³. O PFE avalia a velocidade de saída do ar de dentro dos pulmões, detecta o estreitamento das vias aéreas e pode ser útil para monitorar a asma, classificar sua gravidade e na avaliação da resposta ao tratamento^{4,5}. Seu valor reflete primariamente o calibre das grandes vias aéreas e é dependente do esforço do paciente e da força muscular respiratória⁵.

Comparado à espirometria, o PFE requer apenas a realização de inspiração máxima seguida de expiração máxima e forçada, e não exige muito treinamento e experiência para ser manuseado⁶. Entretanto, não pode ser usado no diagnóstico da obstrução ao fluxo aéreo devido às suas limitações em distinguir distúrbios ventilatórios obstrutivos de restritivos, assim como seu alto grau de variabilidade dependendo do medidor utilizado^{7,8}. Em contrapartida, o PFE pode detectar indivíduos com alterações na função pulmonar que necessitam realizar testes mais específicos para confirmação de diagnóstico, tornando o PFE prático e simplificando a triagem de pacientes com distúrbios ventilatórios obstrutivos⁶.

Atualmente, os medidores portáteis de PFE têm sido amplamente utilizados devido à facilidade no manuseio, contudo há uma ampla variedade de equipamentos disponíveis e poucos estudos comparando a concordância entre os valores obtidos por esses equipamentos⁹. Grande parte dos estudos da literatura comparou os valores obtidos de diferentes medidores de PFE portáteis com valores obtidos pela espirometria e observaram diferenças significativas^{10,11,12} e, de acordo com Pesola et al.¹³, os valores previstos não devem ser derivados da espirometria, pois os dois métodos não são comparáveis.

Para adequada interpretação dos resultados, é preciso utilizar valores de referência que sejam representativos da população estudada, uma vez que tais valores diferem de uma população para outra ou mesmo entre diferentes regiões de um país, considerando diferenças antropométricas, hábitos culturais, nível sócio-econômico, condições climáticas e estado nutricional⁴.

Geralmente, cada equipamento portátil vem acompanhado de uma equação de referência específica, que muitas vezes não corresponde à população estudada. No caso dos medidores usados nesse estudo, as equações de valores previstos que acompanham cada equipamento foram estabelecidas das populações norte-americana e europeia^{14,15}. Estudos comparando os valores

obtidos de diferentes populações^{4,6,16} aos previstos pela equação de Nunn e Gregg¹⁵ constataram diferença significativa, sendo os valores obtidos inferiores aos previstos por esses autores.

Tendo em vista que a medida do PFE é útil na prática clínica da fisioterapia respiratória, a escolha dos equipamentos, bem como de valores de referência adequados são indispensáveis para a correta interpretação dos resultados. No entanto, poucos estudos na literatura compararam os diferentes equipamentos e avaliaram a aplicabilidade das equações de Leiner et al.¹⁴ e Nunn e Gregg¹⁵ na população brasileira.

Portanto, os objetivos desse estudo foram comparar os valores obtidos e analisar a concordância entre três diferentes medidores de PFE, além de verificar se os valores de referência que acompanham esses aparelhos são adequados para a população estudada. A hipótese é que existe diferença entre os valores obtidos nos três medidores de PFE e também na comparação dos valores obtidos em nossa amostra com os previstos pelas equações propostas, uma vez que foram derivadas de populações com características diferentes.

2.2. MÉTODO

Amostra

Foram avaliados 258 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 80 anos, provenientes da região sudeste do Brasil, incluindo três cidades: São Paulo (SP), Piracicaba (SP) e Uberaba (MG).

Crítérios de Inclusão

Os critérios de inclusão no estudo foram: não tabagistas ou ex-tabagistas (tempo médio de cessação do tabagismo de 10 anos); sedentários ou insuficientemente ativos (não realizavam qualquer modalidade de exercício pelo menos três vezes por semana, durante 20 minutos, segundo recomendações da *American College of Sports Medicine*¹⁷); índice de massa corporal (IMC) $<30\text{Kg/m}^2$; ausência de enfermidades neurológicas, respiratórias e/ou disfunções da articulação têmporo-mandibular que afetassem os valores de PFE; ausência de inflamação das vias aéreas superiores nos últimos 14 dias; aqueles que realizassem adequadamente as manobras para a obtenção dos valores de PFE.

Aspectos Éticos

Os voluntários foram convidados a participar do estudo através de divulgação em cartazes, rádio e internet e os pesquisadores fizeram a avaliação “in loco” em eventos e feiras de saúde. Todos os voluntários foram orientados e esclarecidos quanto ao procedimento do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (**APÊNDICE A**), de acordo com as determinações da Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (parecer 158.625/12) (**ANEXO C**).

Procedimento Experimental

Inicialmente foi realizada uma avaliação para coletar dados pessoais, dados antropométricos (massa corporal, estatura, IMC), hábitos de vida, antecedentes patológicos pessoais e familiares.

Posteriormente, os voluntários foram familiarizados com o manuseio dos medidores e foram realizadas, de forma aleatória (através de sorteio de envelopes pelo examinador), as medidas de PFE em três aparelhos diferentes (*Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *AirZone*[®]), novos e devidamente calibrados de fábrica, respeitando-se o limite de 200 sopros em cada aparelho¹⁸. Com o voluntário em pé¹⁹ e com a cabeça posicionada na linha média, sem o uso do clipe nasal²⁰, foi solicitada uma expiração máxima rápida e forçada partindo do volume pulmonar máximo (Capacidade Pulmonar Total), orientando-o a não flexionar o pescoço nem obstruir o bocal com a língua durante a expiração forçada²¹.

Durante a manobra, os voluntários receberam comando verbal padronizado e repouso de 30 segundos entre cada medida foi dado para prevenir a fadiga muscular respiratória²¹. Foram consideradas três manobras reprodutíveis, porém, se os dois maiores valores das três medidas apresentassem diferença maior que 40 L/min, mais duas medidas adicionais eram realizadas, sendo cinco manobras o máximo estabelecido. O maior valor obtido foi registrado para a análise dos dados²¹.

Os valores obtidos em cada um dos aparelhos foram comparados aos previstos de acordo com a tabela de referência que acompanha cada equipamento: *Mini-Wright*^{®14}, *AirZone*^{®14} e *Assess*^{®15}.

Análise estatística

Primeiramente, foi aplicado o teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov. Em seguida, o teste ANOVA para medidas repetidas com post-hoc de Tukey-Kramer foi utilizado para comparação dos valores obtidos nos diferentes equipamentos; e, para comparação dos valores obtidos com os previstos foram aplicados o teste de Wilcoxon bem como a correlação de Spearman. Os programas utilizados foram o SPSS, versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), e o *Graph Pad Instat*[®], versão 3.5 (Graph Pad Software Inc.).

O gráfico de Bland-Altman foi utilizado para determinar a concordância entre os diferentes equipamentos de PFE²². O programa utilizado foi o MedCalc, versão 9.4.1.0 (MedCalc, Mariakerke, Bélgica). Considerou-se um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

2.3. RESULTADOS

Foram avaliados 258 indivíduos, sendo que 90 foram excluídos por não se enquadrarem nos critérios de inclusão do estudo devido a fatores como IMC $> 30 \text{ Kg/m}^2$ ($n = 41$), tabagismo ($n = 16$), prática regular de atividade física ($n = 13$), presença de doenças respiratórias ($n = 11$), dificuldade de compreensão ($n = 9$). O fluxograma dos participantes do estudo é mostrado na figura 1.

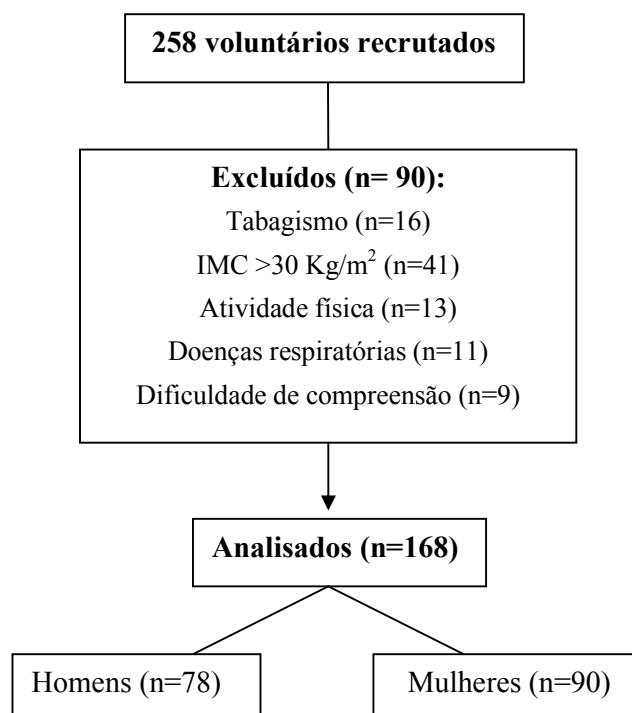


Figura 1. Fluxograma de participação no estudo

As características demográficas e antropométricas dos indivíduos avaliados estão separadas de acordo com o gênero e dispostas na Tabela 1.

Tabela 1. Características demográficas e antropométricas da amostra

Variáveis	Mulheres (n= 90)	Homens (n= 78)
Idade (anos)	44,8(19,0)	42,1(18,9)
Massa corporal (kg)	62(9,8)	74,8(12,1)
Estatura (m)	1,6(0,1)	1,7(0,1)
IMC (Kg/m ²)	24,2(3,6)	24,8(3)

Os valores correspondem à Média (Desvio-padrão). **IMC:** Índice de massa corporal; **n:** número de indivíduos

Na análise entre os valores obtidos nos aparelhos de PFE, foi constatada diferença significativa entre os valores de PFE obtidos pelas marcas *Mini-Wright*[®] e *Assess*[®] em ambos os gêneros, entre os obtidos pelas marcas *AirZone*[®] e *Assess*[®] apenas nos homens e entre os obtidos pelas marcas *Mini-Wright*[®] e *AirZone*[®] somente nas mulheres (Tabela 2). Verificou-se ainda que os valores de PFE previstos nos três aparelhos foram considerados significativamente maiores que os valores de PFE obtidos em ambos os gêneros (Tabela 2).

Tabela 2. Valores de PFE obtidos e previstos nos aparelhos *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *AirZone*[®] pelos indivíduos avaliados

Variáveis	<i>Mini-Wright</i> [®] (L/min)		<i>AirZone</i> [®] (L/min)		<i>Assess</i> [®] (L/min)	
	Obtido	Previsto	Obtido	Previsto	Obtido	Previsto
Mulheres (n= 90)	371,4(75,3)	424,2(38,3) **	382,6(69,4)ϕ	424,3(38,3) **	381(70,4)*	455,4(33,2) **
Homens (n= 78)	535,2(91,2)	576(65,6) **	543,6(89,1)	576,2(65,6) **	566,2(99,5)*¥	595,1(38,8) **

Dados expressos em Média (Desvio padrão). Legenda: n= número de indivíduos. Teste de Wilcoxon= ** PFE obtido ≠ PFE previsto. ANOVA medidas repetidas com *post hoc* correção de Bonferroni: * = *Mini-Wright*[®] obtido ≠ *Assess*[®] obtido; ¥ = *AirZone*[®] obtido ≠ *Assess*[®] obtido; ϕ = *Mini-Wright*[®] obtido ≠ *AirZone*[®] obtido.

Correlações moderadas significativas foram encontradas entre os valores de PFE obtidos e previstos em ambos os gêneros (Tabela 3). Ainda, constatamos correlações fortes significativas entre os valores de PFE obtidos no aparelho da marca *Mini-Wright*[®] com o *Assess*[®] (r=0,913) e com o *AirZone*[®] (r=0,916) e entre os obtidos pelas marcas *Assess*[®] e *AirZone*[®] (r= 0,934); e entre os obtidos pelas marcas *Mini-Wright*[®] com o *Assess*[®] (r=0,838) e com o *Air Zone* (r=0,908) e entre os obtidos pelas marcas *Assess*[®] e *AirZone*[®] (r=0,813), nas mulheres e homens, respectivamente.

Tabela 03. Correlações de Spearman entre os valores obtidos e previstos nos aparelhos *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *AirZone*[®]

Valores Obtidos	Valores Previstos			
	Mulheres		Homens	
	r	p	r	p
<i>Mini-Wright</i> [®]	0,467	<0,01	0,432	<0,01
<i>Assess</i> [®]	0,407	<0,01	0,467	<0,01
<i>AirZone</i> [®]	0,457	<0,01	0,519	<0,01

Como se observa na Figura 2, não foi possível constatar concordância entre os valores de PFE obtidos nos aparelhos nas três análises realizadas, visto que, a média da diferença entre as médias com (1,96) desvio padrão entre *Mini-Wright*[®], *AirZone*[®] e *Assess*[®] foram de 1,6 (25,4L/min); 11,2 (30,2L/min) e 9,6 (60,4L/min) para mulheres, e -22,6 (58,5L/min); 8,5 (38,7L/min) e 31,0 (54,8L/min) para homens, respectivamente, verificando-se grande variação dos limites de concordância e grande variação interindividual, onde os valores de PFE se dispersaram entre \pm dois desvios padrão, sendo que o resultado ideal esperado seria os valores próximos da linha média (média da diferença entre as médias dos medidores de PFE).

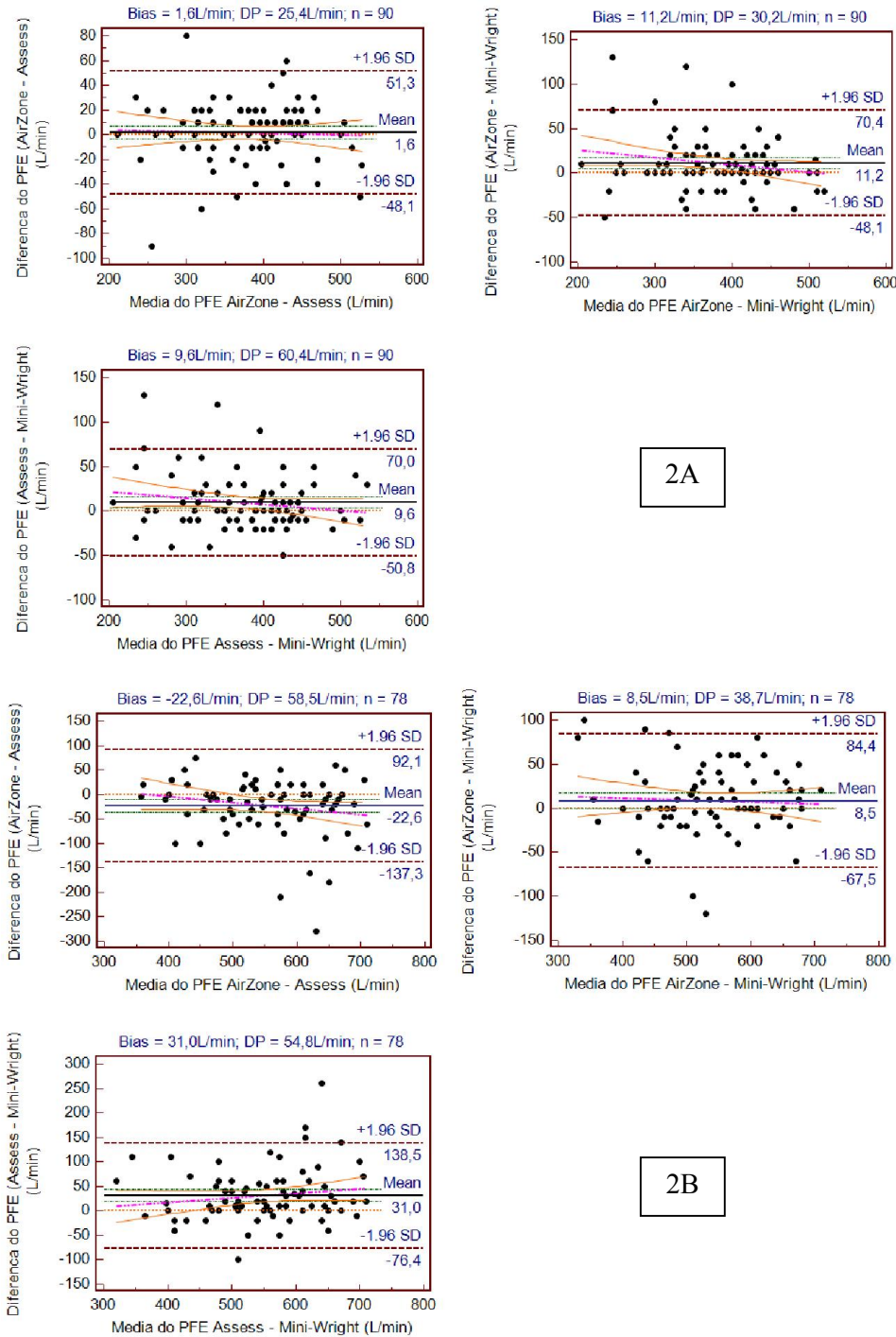


Figura 2. Grau de concordância entre os valores de PFE obtidos por meio dos três aparelhos *Air Zone*[®], *Assess*[®] e *Mini Wright*[®] nas mulheres (n=90) (2A) e nos homens (n=78) (2B), de acordo com a análise de Bland-Altman.

Legenda: PFE: Pico de fluxo expiratório; Bias: média da diferença entre médias; DP: desvio-padrão; n= número de sujeitos; (+1.96SD)= intervalo de confiança (IC) de 95%; Linha Laranja: Desenho da Linha de regressão da diferença do PFE versus as médias; Linha Azul: Linha desenhada para o intervalo de confiança de 95% dos limites de concordância; Linha Marrom Pontilhada: Linha desenhada para o intervalo de confiança de 95% das diferenças das médias.

2.4. DISCUSSÃO

Segundo as Diretrizes para testes de função pulmonar²⁰, as diversas marcas de aparelhos de PFE geralmente diferem nos resultados observados para o mesmo indivíduo, e os medidores frequentemente exibem alinearidade²³. Nesse estudo comparou-se os valores obtidos entre três diferentes aparelhos de PFE e foi observada diferença significativa entre os medidores *Mini-Wright*[®] e *Assess*[®] em ambos os gêneros, entre os medidores *AirZone*[®] e *Assess*[®] apenas nos homens, e entre os medidores *Mini-Wright*[®] e *AirZone*[®] somente nas mulheres. Essas diferenças podem ser atribuídas pelo fato do medidor *Mini-Wright*[®] ter apresentado os menores valores obtidos de PFE nos homens e nas mulheres, e devido aos homens terem alcançado valores elevados de PFE, especialmente no medidor *Assess*[®] pois, embora fossem insuficientemente ativos, alguns chegaram a ultrapassar a escala do *AirZone*[®] de 720 L/min, sendo um fator limitante no uso desse medidor, que não segue a escala da maioria dos medidores para adultos (100 a 850 L/min).

Os estudos existentes na literatura compararam os diferentes medidores de PFE aos valores previstos pela espirometria e observaram resultados contraditórios^{12,24,25}. Alguns autores constataram que as medidas obtidas pelo aparelho portátil *Mini-Wright*[®] são mais fidedignas que as obtidas por outros tipos de aparelhos^{18,26-29}. Entretanto, nos estudos de Jones e Mullee¹¹ e Pesola et al.¹³ foi observado que os valores obtidos por meio do *Mini-Wright*[®] apresentaram-se mais altos que os preditos pela espirometria em indivíduos saudáveis, sugerindo que os valores previstos não devem ser derivados da espirometria, pois os dois métodos não são comparáveis.

Já o estudo de Takara et al.¹⁰ ao comparar os valores obtidos com os aparelhos *Galemed*[®], *Air Zone*[®], *Personal Best*[®] e *Vitalograph*[®] concluiu que tanto o *Galemed*[®] como o *Air Zone*[®] forneceram resultados significativamente diferentes, e possuem grande variação em seus limites de concordância. E Koyama et al.¹² também compararam quatro tipos de medidores de PFE (*Mini-Wright*[®], *Assess*[®], *Pulmograph*[®] e medidores *Wright* de bolso) em pacientes com doenças respiratórias e voluntários saudáveis e observaram que o *Assess*[®] apresentou uma diferença absoluta maior do que o PFE espirométrico se comparado aos demais aparelhos e que o limite de concordância entre cada medidor de PFE é tão amplo que não se recomenda o uso de leituras de cada medidor de forma intercambiável.

Em nossos resultados, embora tenham sido verificadas correlações fortes e significativas entre os valores de PFE obtidos no *Mini-Wright*[®] com o *Assess*[®] e com o *AirZone*[®] e entre os obtidos pelo *Assess*[®] e *AirZone*[®] em ambos os gêneros, não foi possível observar concordância entre os mesmos, de acordo com a visualização da disposição gráfica de Bland-Altman (Figura 2),

devido a grande variação dos limites de concordância e grande variação interindividual, o que sugere que um paciente seja avaliado sempre pelo mesmo modelo de aparelho e que deve haver diferença nas equações preditivas de acordo com o medidor.

Além disso, ao comparar os valores obtidos aos previstos propostos em cada medidor, constatamos superestimação dos valores de Leiner et al.¹⁴ (*Mini-Wright*[®] e *Air Zone*[®]) e Nunn e Gregg¹⁵ (*Assess*[®]) em ambos os gêneros, o que reforça os achados de Menezes et al.¹⁸ que avaliaram adultos acima de 40 anos, residentes na cidade de Pelotas (RS) e também constataram dificuldade em comparar seus valores de PFE com estudo feito por Nunn e Gregg¹⁵, pois seus dados apresentavam-se inferiores aos parâmetros preconizados pelos autores ingleses. O mesmo resultado foi constatado no estudo de Kodgule et al.⁴ que compararam os valores obtidos da população indiana às equações de Nunn e Gregg¹⁵ para europeus e NHANES III³⁰ para americanos caucasianos constatando que seus valores apresentaram-se 30 e 20% inferiores, respectivamente; e no estudo de Paes et al.³¹ que compararam os valores de referência segundo diferentes autores com os valores obtidos de uma amostra da população de São Carlos e verificaram que os valores previstos em 1963¹⁴, 1989¹⁵ e 2001³², na faixa etária de 20-30 anos para o sexo masculino superestimaram os valores obtidos.

Esses achados mostram que as equações preditivas devem ser representativas da população que se pretende avaliar e, uma vez que as variáveis que mais comumente determinam a derivação das equações de PFE são o gênero, a idade e a estatura e considerando que as equações que acompanham os medidores avaliados nesse estudo foram preditas das populações européia¹⁴ e norte-americana¹⁵, pode-se dizer que, especialmente as diferenças antropométricas entre essas populações e a nossa amostra podem ter influenciado nos valores de PFE.

Considerando ainda que avaliou-se uma amostra saudável e, mesmo assim, a maior parte dos voluntários ficou, em média, abaixo de 85% do previsto, é de se esperar que indivíduos com alteração da função pulmonar tenham um desempenho abaixo desse percentual, o que indica a inconsistência dessas equações para a amostra estudada, pois podem superestimar a gravidade do quadro clínico do paciente, levando a uma intervenção desnecessária.

Na população brasileira, a única equação proposta para adultos é a de Menezes et al.¹⁶, que avaliou indivíduos acima de 40 anos de idade na região Sul do Brasil; outros estudos surgiram posteriormente em várias cidades brasileiras, porém as equações preditivas incluíram somente crianças e adolescentes^{33,34}.

Segundo Kodgule et al.⁴, mesmo entre diferentes regiões de um país também são encontradas diferenças nos valores de PFE e constataram que indianos da região Sul apresentavam valores inferiores de PFE se comparados aos da região Norte, provavelmente devido à características genéticas, climáticas e nutricionais diferentes entre essas populações, sugerindo o uso de equações regionais na prática clínica.

Esses resultados mostram a importância da escolha adequada dos valores de referência de acordo com a população estudada e ressaltam a necessidade de futuros estudos multicêntricos, envolvendo diversas regiões do Brasil, com a finalidade de se elaborar valores de referência de PFE representativas da população brasileira. Além disso, o aparelho escolhido para as medições deve ser padronizado e sua escala deve ser adequada para a amostra avaliada.

A avaliação de indivíduos de uma única região do Brasil (Sudeste) e a impossibilidade da realização de testes espirométricos para avaliação da função pulmonar da amostra estudada são limitações do presente estudo.

2.5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, conclui-se que os medidores *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *AirZone*[®] não são intercambiáveis em ambos os gêneros, e os valores previstos superestimaram os valores obtidos indicando sua inconsistência para a amostra estudada.

2.6. REFERÊNCIAS

1. Higgins ITT. Respiratory symptoms, bronchitis and ventilatory capacity in a random sample of agricultural population. *BMJ* 1957; 2:1198–203.
2. Wright BM, McKerrow CB. Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity with a description of a new portable instrument measuring it. *BMJ* 1959; 2:1041–7.
3. Miller MR, Dickinson SA, Hitchings DJ. The accuracy of portable peak flow meters. *Thorax* 1992; 47:904-9.
4. Kodgule RR, Singh V, Dhar R, Saicharan BG, Madas SJ, Gogtay JA, et al. Reference values for peak expiratory flow in Indian adult population using a European Union scale peak flow meter. *J Postgrad Med.* 2014; 60(2):123-9.
5. Manjunath CB, Kotinatot SC, Manjunathababu. Peak expiratory flow rate in healthy rural school going children (5-16 years) of Bellur region for construction of normogram. *J Clin and Diagn Res* 2013; 7(12):2844-6.

6. Tian J, Zhou Y, Cui J, Wang D, Wang X, Hu G, et al. Peak expiratory flow as a screening tool to detect airflow obstruction in a primary health care setting. *Int J Tuberc Lung Dis.* 2012; 16(5):674-80.
7. Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK. The relationship between FEV₁ and peak expiratory flow in patients with airways obstruction is poor. *Chest* 2006; 130:1454–61.
8. Hegewald MJ, Lefor MJ, Jensen RL, Crapo RO, Kritchevsky SB, Haggerty CL, et al. Peak expiratory flow is not a quality indicator for spirometry: peak expiratory flow variability and FEV₁ are poorly correlated in an elderly population. *Chest* 2007; 131:1494–9.
9. Dahlqvist M, Eisen EA, Wegman DH, Kriebel D. Reproducibility of peak expiratory flow measurements. *Occup Med.* 1993; 8(2):295-302.
10. Takara GN, Ruas G, Pessoa BV, Jamami LK, Di Lorenzo VAP, Jamami M. Comparison of five portable peak flow meters. *Clinics* 2010; 65(5):469-74.
11. Jones KP, Mulee MA. Measuring peak expiratory flow in general practice: comparison of mini Wright peak flow meter and turbine spirometer. *BMJ.* 1990; 300:1629-31.
12. Koyama H, Nishimura K, Ikeda A, Tsukino M, Izumi T. Comparison of four types of portable peak flow meters (MiniWright, Assess, Pulmograph and Wright Pocket meters). *Respir Med* 1998; 92:505-11.
13. Pesola GR, O'Donnell P, Pesola GR, Chinchilli VM, Saari AF. Peak expiratory flow in normals: comparison of the mini Wright versus spirometric predicted peak flows. *J Asthma* 2009; 46(8):845-8.
14. Leiner GC, Abramowitz S, Small MJ, Stenby VB, Lewis WA. Expiratory peak flow rate. Standard values for normal subjects. Use a clinical test of ventilatory function. *Am Rev Respir Dis.* 1963; 88:644-51.
15. Nunn AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. *BMJ.* 1989; 298:1068-70.
16. Menezes AM, Victoria CG, Horta BL, Rigatto M. Valores de referência para o pico de fluxo expiratório em adultos acima de 40 anos, Pelotas, RS. *J Pneumol.* 1995; 21(2):119-22.
17. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sport Exerc.* 2011; 43(7):1334-59.
18. Shapiro SM, Hendler JM, Ogirala RG, Aldrich TK, Shapiro MB. An evaluation of the accuracy of Assess and Mini-Wright peak flow meters. *Chest* 1991; 99:358-62.

19. McCoy EK, Thomas JL, Sowell RS, George C, Finch CK, Tolley EA, et al. An evaluation of peak expiratory flow monitoring: a comparison of sitting versus standing measurements. *J Am Board Fam Med.* 2010; 23(2):166-70.
20. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol.* 2002; 28(Supl. 3):1-238.
21. Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR, Pedersen OF. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. *Eur Respir J.* 1997; 10(24):2-8 (Supl).
22. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986; 1:307-10.
23. Ayres JG, Turpin PJ. Measurement, recording and analysis of peak flow records. In: *Peak flow measurement.* Chapman & Hall Medical, 1997; 13-32.
24. Jackson AC. Accuracy, reproducibility and variability of portable peak flow meters. *Chest* 1995; 107:648-51.
25. Imbruce RP. Standardized testing of four commercially available peak flow meters. *Immunol & Allergy Practice.* 1991; 13:49-54.
26. Pedersen OF, Rasmussen TR, Omland O, Sigsgaard T, Quanjer PH, Miller MR. Peak expiratory flow and the resistance of the Mini-Wright peak flow meter. *Eur Respir J.* 1996; 9(4):828-33.
27. Miller MR, Pedersen OF. The Peak Flow Working Group: The characteristics and calibration of devices for recording peak expiratory flow. *Eur Respir J.* 1997; 10(24):17S-22S.
28. Folgering H, Brink W, Heeswijk O, Heerwarden C. Eleven peak flow meters: A clinical evaluation. *Eur Respir J.* 1998; 11(1):188-93.
29. Ruchkys VC, Dias RM, Sakurai E, Camargos PAM. Acurácia de medidores de pico de fluxo expiratório (peak flow) da marca Mini-Wright. *Jornal de Pediatria* 2000; 76(6):447-52.
30. Hankinson JL, Odencrantz JR, Fedan KB. Spirometric reference values from a sample of the general US population. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 159:179-87.
31. Paes CS, Pessoa BV, Jamami M, Di Lorenzo VAP, Marrara KT. Comparação de valores de PFE em uma amostra da população da cidade de São Carlos, São Paulo, com valores de referência. *J Bras Pneumol.* 2009; 35(2):1-6.
32. Abascal CME, Grau AR, La Rosa DA. Valores normales de flujo expiratório forzado em la población de Ranchuelo. *Rev Cuba Med.* 2001; 40(4):243-5.

33. Boaventura CM, Amuy FF, Franco JH, Sgarbi ME, Matos LB, Matos LB. Valores de referência de medidas de pico de fluxo expiratório máximo em escolares. Arq Med ABC. 2007; 32 (Supl. 2):S30-4.
34. Fritscher CC, Martins FP, Kahan F. Pico de fluxo expiratório em escolas de Porto Alegre, RS. Revista de Medicina, Porto Alegre: PUCRS 1996; 6(4):19-23.

3. ESTUDO II

(Versão em português)

Título: Equações de referência de pico de fluxo expiratório para adultos e idosos de uma amostra da população brasileira

Periódico: Brazilian Journal of Physical Therapy (Submetido)

RESUMO

Contextualização:

Para adequada interpretação dos valores de pico de fluxo expiratório (PFE) há necessidade de equações preditivas representativas da população estudada; e, na população brasileira há poucos estudos envolvendo adultos e idosos.

Objetivo:

Estabelecer valores de referência de PFE para adultos e idosos da região Sudeste do Brasil baseado nos valores obtidos de três medidores diferentes: *Mini-Wright*[®], *AirZone*[®] e *Assess*[®].

Método:

Foram avaliados 373 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 80 anos, que realizaram medidas de PFE nos medidores *Mini-Wright*[®], *Assess*[®] e *Air Zone*[®]. A análise estatística foi realizada pela análise de regressão linear múltipla, utilizando o método de seleção *stepwise* para definir as variáveis explicativas e testaram-se três modelos diferentes: na unidade da variável, logarítmico e ajuste pela idade; o teste t pareado foi aplicado para verificar a validação do modelo proposto, com nível de significância de 5%.

Resultados:

Dos modelos testados, o ajuste pela idade mostrou a melhor concordância e as equações variaram de acordo com o medidor, sendo que os coeficientes idade, massa corporal, estatura e índice de massa corporal (IMC) explicaram mais de 90% da variação do PFE. Na comparação dos valores obtidos com os previstos pelo novo modelo, não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$), comprovando a validação da equação proposta para cada medidor.

Conclusão:

Equações de PFE foram propostas para adultos e idosos da região Sudeste do Brasil, separadas por gênero e para cada medidor avaliado: *Mini-Wright*[®], *AirZone*[®] e *Assess*[®] considerando a inadequação do uso comum de uma equação para os três medidores utilizados. Essas equações possibilitam a interpretação correta dos valores de PFE na prática clínica.

3.1. INTRODUÇÃO

A função pulmonar pode ser medida de várias formas, utilizando desde testes simples, como a espirometria e o pico de fluxo expiratório (PFE) até testes mais complexos, como diluição de gases inertes e pletismografia corporal¹.

Embora a espirometria seja recomendada como ferramenta diagnóstica nas diretrizes da Iniciativa Global para a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica², equipamentos onerosos e pessoal qualificado dificultam seu acesso irrestrito à população³, e o uso de um instrumento simples como o PFE parece ser uma estratégia importante, principalmente em unidades de atenção básica, permitindo aos profissionais a triagem mais precisa de pacientes com alterações na função pulmonar^{3,4}, além de ser útil na monitorização a curto prazo da asma para avaliar a resposta ao tratamento, identificar fatores desencadeantes ou estabelecer um plano de ação inicial⁵.

A medida do PFE foi introduzida pela primeira vez há aproximadamente 50 anos⁶ como método simples, quantitativo, reprodutível e objetivo para avaliar a função de vias aéreas de maior calibre⁷ e, desde então, vem sendo cada vez mais utilizado por ser um instrumento portátil e de baixo custo, que não requer qualificação técnica ou experiência. O PFE foi definido pela *European Respiratory Society* (ERS) como o fluxo máximo alcançado durante uma expiração realizada com força máxima, partindo do nível de maior insuflação pulmonar, expresso em litros por minuto^{8,9}.

Mesmo sendo uma medida simples, sofre influência da instrução fornecida, do equipamento e escala utilizados e, dessa forma, não se recomenda que decisões no tratamento do paciente sejam tomadas baseando-se em valores de PFE de diferentes aparelhos¹⁰. Estudos prévios encontraram que diferentes espirômetros e medidores de PFE podem registrar valores diferentes de PFE com taxas de erro acima de 19% em testes de calibração realizados em laboratórios¹⁰.

Além da escolha do equipamento adequado, para correta interpretação dos resultados, é preciso utilizar valores de referência que sejam representativos da população estudada, uma vez que a função pulmonar sofre influência de fatores étnicos, diferenças antropométricas, idade, gênero, hábitos culturais, nível sócio-econômico, condições climáticas, atividade física e estado nutricional^{11,12}.

Tendo em vista que na população brasileira temos disponíveis poucas equações previstas para PFE, e a maioria delas inclui crianças e adolescentes de diferentes cidades e regiões^{1,13}, a interpretação correta dos valores de PFE fica limitada, pois os profissionais de saúde recorrem à valores de referência de outros países, que geralmente não são adequados e podem levar a uma intervenção desnecessária, como comprovado no estudo de Paes et al.¹⁴ que comparou os valores

de referência segundo diferentes autores em 1963¹⁵, 1989¹⁶ e 2001¹⁷ (para populações dos EUA, Inglaterra e Cuba, respectivamente) com os valores obtidos de uma amostra da população de São Carlos (SP), Brasil, e observaram que os valores previstos em 1963¹⁵ são aceitáveis para a população estudada, no entanto, a maioria dos valores previstos em 1989¹⁶ e 2001¹⁷ superestimaram os valores obtidos, indicando sua inadequação.

Portanto, faz-se necessário que cada país ou mesmo cada região tenha seus próprios valores de normalidade de PFE e, especificamente, na população brasileira, onde temos escassez de valores de referência para adultos e idosos. Assim, o objetivo deste estudo foi estabelecer valores de referência de PFE para adultos e idosos na faixa etária de 20 a 80 anos da região Sudeste do Brasil baseado na avaliação de três medidores diferentes: *Mini-Wright*[®], *AirZone*[®] e *Assess*[®].

3.2. MÉTODO

Características da amostra

Foram avaliados 614 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, na faixa etária de 20 a 80 anos, da região sudeste do Brasil, incluindo três cidades: São Paulo (SP), Piracicaba (SP) e Uberaba (MG). Os critérios de inclusão no estudo foram: não tabagistas ou ex-tabagistas; sedentários ou insuficientemente ativos (não realizavam qualquer modalidade de exercício pelo menos três vezes por semana, durante 20 minutos, segundo recomendações da *American College of Sports Medicine*¹⁸); índice de massa corporal (IMC) < 30 Kg/m²; ausência de enfermidades neurológicas, respiratórias e/ou disfunções da articulação têmporo-mandibular que afetassem os valores de PFE; ausência de inflamação das vias aéreas superiores nos últimos 14 dias; aqueles que realizassem adequadamente as manobras para a obtenção dos valores de PFE.

Aspectos éticos

Os voluntários foram convidados a participar do estudo através de divulgação em cartazes, rádio e internet e os pesquisadores fizeram a avaliação “in loco” em eventos e feiras de saúde. Todos os voluntários foram orientados e esclarecidos quanto ao procedimento do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, de acordo com as determinações da Resolução 466/12, do Conselho Nacional de Saúde, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição (parecer 158.625/12).

Procedimento experimental

Inicialmente foi realizada uma avaliação com dados pessoais, dados antropométricos (massa corporal, estatura, IMC), hábitos de vida, antecedentes patológicos pessoais e familiares.

Posteriormente, os voluntários foram familiarizados com o manuseio dos medidores e foram realizadas, de forma aleatória (através de sorteio de envelopes pelo examinador), as medidas de PFE em três aparelhos diferentes: *Assess*[®], *Mini-Wright*[®] e *AirZone*[®] (Figura 1), novos e devidamente calibrados de fábrica, respeitando-se o limite de 200 sopros em cada aparelho¹⁹. Com o voluntário em pé²⁰, cabeça posicionada na linha média e sem o uso do clipe nasal²¹, foi solicitada uma expiração máxima rápida e forçada partindo do volume pulmonar máximo (Capacidade Pulmonar Total), orientando-o a não flexionar o pescoço nem obstruir o bocal com a língua durante a expiração forçada⁸.



(A)



(B)



(C)

Figura 1. Modelos de medidores portáteis de PFE: (A) *Mini-Wright*[®], (B) *Assess*[®] e (C) *Air Zone*[®]

Durante a manobra, os voluntários receberam comando verbal padronizado e repouso de 30 segundos entre cada medida foi dado para prevenir a fadiga muscular respiratória⁸. Foram consideradas três manobras reprodutíveis, porém, se os dois maiores valores das três medidas apresentassem diferença maior que 40 L/min, mais duas medidas adicionais eram realizadas, sendo cinco manobras o máximo estabelecido. O maior valor obtido foi registrado para a análise dos dados⁸.

Análise Estatística

Para o cálculo da amostra, a fórmula utilizada foi $N > 50 + 8m$, onde m é o número de variáveis independentes²². Considerando-se equações separadas por gênero, e que a idade, massa corporal, estatura, IMC e gênero seriam as variáveis independentes, teríamos $50 + 40$ indivíduos para cada gênero, totalizando 180 indivíduos para serem incluídos na amostra.

Realizou-se uma análise de regressão linear múltipla, utilizando o método de seleção *stepwise* para verificar a importância das variáveis, incluindo ou excluindo-as da equação²³. Foram testados 3 modelos de regressão (na unidade da variável, logarítmico e ajuste pela idade) para definir o melhor ajuste das variáveis independentes na predição do PFE, analisando quais apresentaram maior porcentagem de coeficiente de determinação (R^2).

Para validação dos modelos propostos, a nova equação foi então testada comparando-se com os valores obtidos da amostra estudada, usando o teste-t pareado. A equação foi considerada válida se a diferença entre o valor previsto de PFE derivado do novo modelo e a medida de PFE obtida da amostra não fosse estatisticamente significativa ($p > 0,05$).

Os dados foram analisados com o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences, versão 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA), considerando nível de significância de $p < 0,05$.

3.3. RESULTADOS

Do total de 614 indivíduos, 241 (39,2%) foram excluídos devido a fatores como tabagismo ($n=47$), $IMC > 30 \text{Kg/m}^2$ ($n=124$), prática de atividade física ($n=24$), presença de doenças respiratórias ($n=25$), dificuldade de compreensão ($n=21$). Portanto, a amostra final ficou constituída de 373 indivíduos saudáveis, de ambos os gêneros, sendo 181 mulheres e 192 homens, conforme demonstrado na figura 2, o fluxograma de participação no estudo.

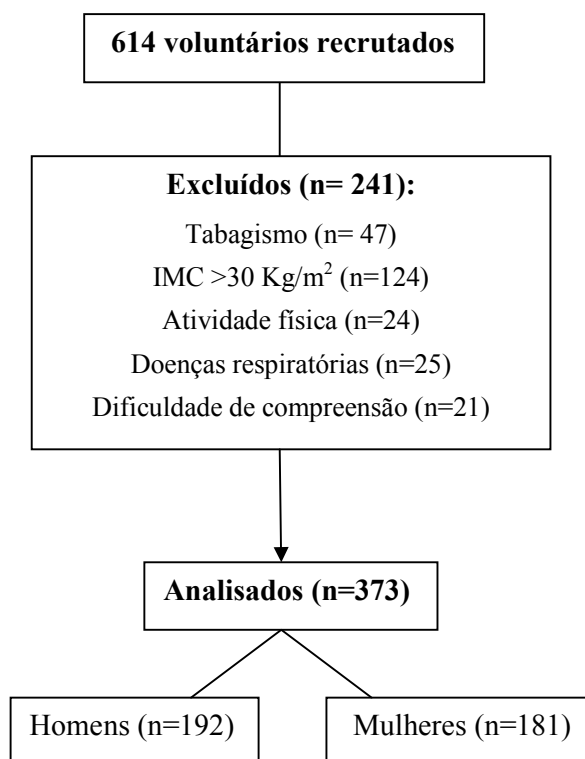


Figura 2. Fluxograma de participação no estudo

As características demográficas e antropométricas da amostra estão apresentadas na Tabela 1, separadas de acordo com a faixa etária e o gênero. Observa-se que a maior parte da amostra é constituída de indivíduos da faixa etária de 20 a 30 anos, em ambos os gêneros. Com relação aos voluntários ex-tabagistas, participaram do estudo 38 homens com tempo médio de cessação de tabagismo de 18,4 anos (13,6) e 23 mulheres com tempo médio de cessação de 13,7 anos (11,6). Além disso, 46 homens e 44 mulheres relataram ter exposição ambiental de fumaça de cigarro no ambiente domiciliar (fumantes passivos).

Tabela 1. Características demográficas e antropométricas da amostra de acordo com o gênero e faixa etária

Grupo	n	Idade (anos)	Massa Corporal (Kg)	Estatura (m)	IMC (Kg/m²)
Mulheres					
20-30	65	23,2 (3,5)	57,2 (8,6)	1,6 (0,1)	21,9 (2,9)
31-40	17	35,5 (3,4)	64,0 (10,6)	1,6 (0,1)	24,0 (3,6)
41-50	13	45,2 (2,7)	62,2 (8,4)	1,6 (0,1)	24,6 (3,5)
51-60	22	55,2 (2,6)	64,3 (8,7)	1,6 (0,1)	25,6 (2,7)
61-70	43	65,4 (2,9)	62,2 (12,3)	1,6 (0,1)	25,0 (2,7)
71-80	21	75,5 (2,9)	63,2 (8,6)	1,6 (0,1)	25,2 (2,4)
TOTAL	181	45,9 (20,2)	60,9 (10,1)	1,6 (0,1)	23,9 (3,3)
Homens					
20-30	63	22,7 (3,4)	76,1 (12,1)	1,8 (0,1)	24,4 (3,0)
31-40	27	34,4 (2,7)	79,1 (12,1)	1,8 (0,1)	25,4 (3,1)
41-50	37	45,8 (3,0)	80,2 (8,7)	1,7 (0,1)	26,7 (1,9)
51-60	25	54,6 (2,5)	75,8 (11,5)	1,7 (0,1)	25,5 (3,0)
61-70	25	65,8 (2,8)	74,4 (10,1)	1,7 (0,1)	26,2 (2,4)
71-80	15	74,3 (3,1)	73,1 (11,0)	1,7 (0,1)	25,5 (2,8)
TOTAL	192	42,6 (17,8)	76,8 (11,2)	1,7 (0,1)	25,4 (2,9)

Dados apresentados em Média (Desvio padrão). **n**: número de indivíduos; **IMC**: índice de massa corporal.

Considerando a idade, a massa corporal, a estatura e o IMC como variáveis independentes, as equações foram derivadas separando-as pelo gênero ou de forma geral (o gênero entrou no modelo como variável explicativa), e observa-se que nas equações para os homens praticamente todas as variáveis foram significativas para o modelo, enquanto que nas mulheres, somente idade e estatura entraram no modelo logarítmico e na unidade da variável bem como no modelo ajuste pela idade do medidor *AirZone*[®]. O modelo ajuste pela idade explicou mais de 90% da variação total de PFE, em ambos os gêneros (Tabela 2).

Baseando-se nos modelos de regressão mais utilizados pela literatura^{12,15-17} para predição dos valores de PFE: na unidade da variável, modelo logarítmico e ajuste pela idade, as equações derivadas variaram de acordo com o medidor, sendo que o modelo logarítmico apresentou a menor concordância nos três medidores e, assim como o modelo na unidade da variável, quando ocorreu a diferenciação por gênero, observamos queda no valor do coeficiente de determinação (R^2). Em contrapartida, o ajuste pela idade foi o modelo que apresentou a melhor concordância, principalmente na equação derivada separando-se o gênero (Tabela 2).

Tabela 2. Equações de PFE baseadas em 3 modelos diferentes (na unidade da variável, logarítmico, ajuste pela idade)

Modelos	Métodos	Geral		Homens		Mulheres	
		Equação	R ² (%)	Equação	R ² (%)	Equação	R ² (%)
Y	MW	$PFE = 39,70 + 140,9 * \text{gênero} - 2,02 * \text{idade} + 0,92 * \text{massa corporal} + 140,15 * \text{estatura}$	65,90	$PFE = 328,36 - 2,11 * \text{idade} + 1,52 * \text{massa corporal} + 129,90 * \text{estatura} - 1,23 * \text{IMC}$	23,50	$PFE = 221,10 - 1,81 * \text{idade} + 143,92 * \text{estatura}$	32,00
	ASSESS	$PFE = 188,52 + 170,18 * \text{gênero} - 1,95 * \text{idade} + 1,81 * \text{massa corporal}$	69,40	$PFE = 40,75 - 1,97 * \text{idade} - 0,60 * \text{massa corporal} + 259,82 * \text{estatura} + 8,77 * \text{IMC}$	19,10	$PFE = 188,15 - 1,61 * \text{idade} + 165,61 * \text{estatura}$	31,80
	AZ	$PFE = 124,37 + 142,49 * \text{gênero} - 1,73 * \text{idade} + 234,7 * \text{estatura} + 2,88 * \text{IMC}$	68,90	$PFE = 48,90 - 1,90 * \text{idade} - 0,43 * \text{massa corporal} + 297,45 * \text{estatura} + 4,91 * \text{IMC}$	22,9	$PFE = 148,05 - 1,42 * \text{idade} + 187,55 * \text{estatura}$	28,50
log(Y)	MW	$\text{Log}(PFE) = 1,92 - 0,17 * \text{log}(\text{idade}) + 2,61 * \text{log}(\text{estatura}) + 0,30 * \text{log}(\text{IMC})$	46,70	$\text{Log}(PFE) = 2,47 - 0,15 * \text{log}(\text{idade}) + 1,09 * \text{log}(\text{massa corporal}) - 1,19 * \text{log}(\text{estatura}) - 0,91 * \text{log}(\text{IMC})$	21,10	$\text{Log}(PFE) = 2,73 - 0,21 * \text{log}(\text{idade}) + 0,78 * \text{log}(\text{estatura})$	28,30
	ASSESS	$\text{Log}(PFE) = 1,73 - 0,14 * \text{log}(\text{idade}) + 2,72 * \text{log}(\text{estatura}) + 0,40 * \text{log}(\text{IMC})$	49,00	$\text{Log}(PFE) = 2,36 - 0,12 * \text{log}(\text{idade}) + 0,09 * \text{log}(\text{massa corporal}) + 0,60 * \text{log}(\text{estatura}) + 0,19 * \text{log}(\text{IMC})$	16,00	$\text{Log}(PFE) = 2,69 - 0,17 * \text{log}(\text{idade}) + 0,82 * \text{log}(\text{estatura})$	29,80
	AZ	$\text{Log}(PFE) = 1,88 - 0,13 * \text{log}(\text{idade}) + 2,59 * \text{log}(\text{estatura}) + 2,30 * \text{log}(\text{IMC})$	49,70	$\text{Log}(PFE) = 2,48 - 0,12 * \text{log}(\text{idade}) + 0,69 * \text{log}(\text{massa corporal}) - 0,42 * \text{log}(\text{estatura}) - 0,52 * \text{log}(\text{IMC})$	20,00	$\text{Log}(PFE) = 2,64 - 0,15 * \text{log}(\text{idade}) + 0,88 * \text{log}(\text{estatura})$	26,60
Y/idade	MW	$PFE/\text{idade} = -1,34 + 215,33 * \text{estatura}/\text{idade} + 5,28 * \text{massa corporal}/\text{idade} - 8,18 * \text{IMC}/\text{idade}$	89,30	$PFE/\text{idade} = -1,29 - 0,61 * \text{massa corporal}/\text{idade} + 288,83 * \text{estatura}/\text{idade} + 5,98 * \text{IMC}/\text{idade}$	91,50	$PFE/\text{idade} = -1,80 - 2,20 * \text{massa corporal}/\text{idade} + 247,12 * \text{estatura}/\text{idade} + 7,98 * \text{IMC}/\text{idade}$	93,20
	ASSESS	$PFE/\text{idade} = -0,87 + 192,90 * \text{estatura}/\text{idade} + 5,87 * \text{massa corporal}/\text{idade} - 8,13 * \text{IMC}/\text{idade}$	88,60	$PFE/\text{idade} = -0,58 - 1,32 * \text{peso}/\text{idade} + 255,16 * \text{estatura}/\text{idade} + 10,75 * \text{IMC}/\text{idade}$	91,50	$PFE/\text{idade} = -1,65 - 1,86 * \text{peso}/\text{idade} + 244,36 * \text{estatura}/\text{idade} + 7,46 * \text{IMC}/\text{idade}$	93,50
	AZ	$PFE/\text{idade} = -0,97 + 215,49 * \text{estatura}/\text{idade} + 5,61 * \text{massa corporal}/\text{idade} - 9,09 * \text{IMC}/\text{idade}$	90,10	$PFE/\text{idade} = -0,94 - 0,58 * \text{massa corporal}/\text{idade} + 273,21 * \text{estatura}/\text{idade} + 7,13 * \text{IMC}/\text{idade}$	92,40	$PFE/\text{idade} = -1,18 + 274,03 * \text{estatura}/\text{idade}$	93,60

Y: Modelo não-logarítmico; log(Y): Modelo logarítmico; Y/idade: ajuste pela idade; PFE: pico de fluxo expiratório; MW: Mini-Wright®; AZ: AirZone®; IMC: índice de massa corporal; R²: coeficiente de determinação

Para simplificar a equação do ajuste pela idade, multiplicamos ambos os lados pela idade e o coeficiente de determinação manteve o mesmo valor. Dessa forma, as equações finais para PFE estão apresentadas a seguir, sendo uma para cada medidor e separadas de acordo com o gênero:

Equações de referência de PFE para homens (em L/min):

- *Mini-Wright*[®]: $PFE = -1,29 * idade - 0,61 * massa \text{ corporal (Kg)} + 288,83 * estatura \text{ (m)} + 5,98 * IMC \text{ (Kg/m}^2\text{)}$ ($R^2 = 91,50$)

- *Assess*[®]: $PFE = -0,58 * idade - 1,32 * massa \text{ corporal (Kg)} + 255,16 * estatura \text{ (m)} + 10,75 * IMC \text{ (Kg/m}^2\text{)}$ ($R^2 = 91,50$)

- *AirZone*[®]: $PFE = -0,94 * idade - 0,58 * massa \text{ corporal (Kg)} + 273,21 * estatura \text{ (m)} + 7,13 * IMC \text{ (Kg/m}^2\text{)}$ ($R^2 = 92,40$)

Equações de referência de PFE para mulheres (em L/min):

- *Mini-Wright*[®]: $PFE = -1,80 * idade - 2,20 * massa \text{ corporal (Kg)} + 247,12 * estatura \text{ (m)} + 7,98 * IMC \text{ (Kg/m}^2\text{)}$ ($R^2 = 93,20$)

- *Assess*[®]: $PFE = -1,65 * idade - 1,86 * massa \text{ corporal (Kg)} + 244,36 * estatura \text{ (m)} + 7,46 * IMC \text{ (Kg/m}^2\text{)}$ ($R^2 = 93,50$)

- *AirZone*[®]: $PFE = -1,18 * idade + 274,03 * estatura \text{ (m)}$ ($R^2 = 93,60$)

O valor de PFE previsto pelo novo modelo foi calculado e comparado com os valores obtidos da amostra em cada um dos medidores. Como não foi observada diferença estatisticamente significativa entre eles ($p > 0,05$), comprova assim a validação das equações apresentadas (Figura 3).

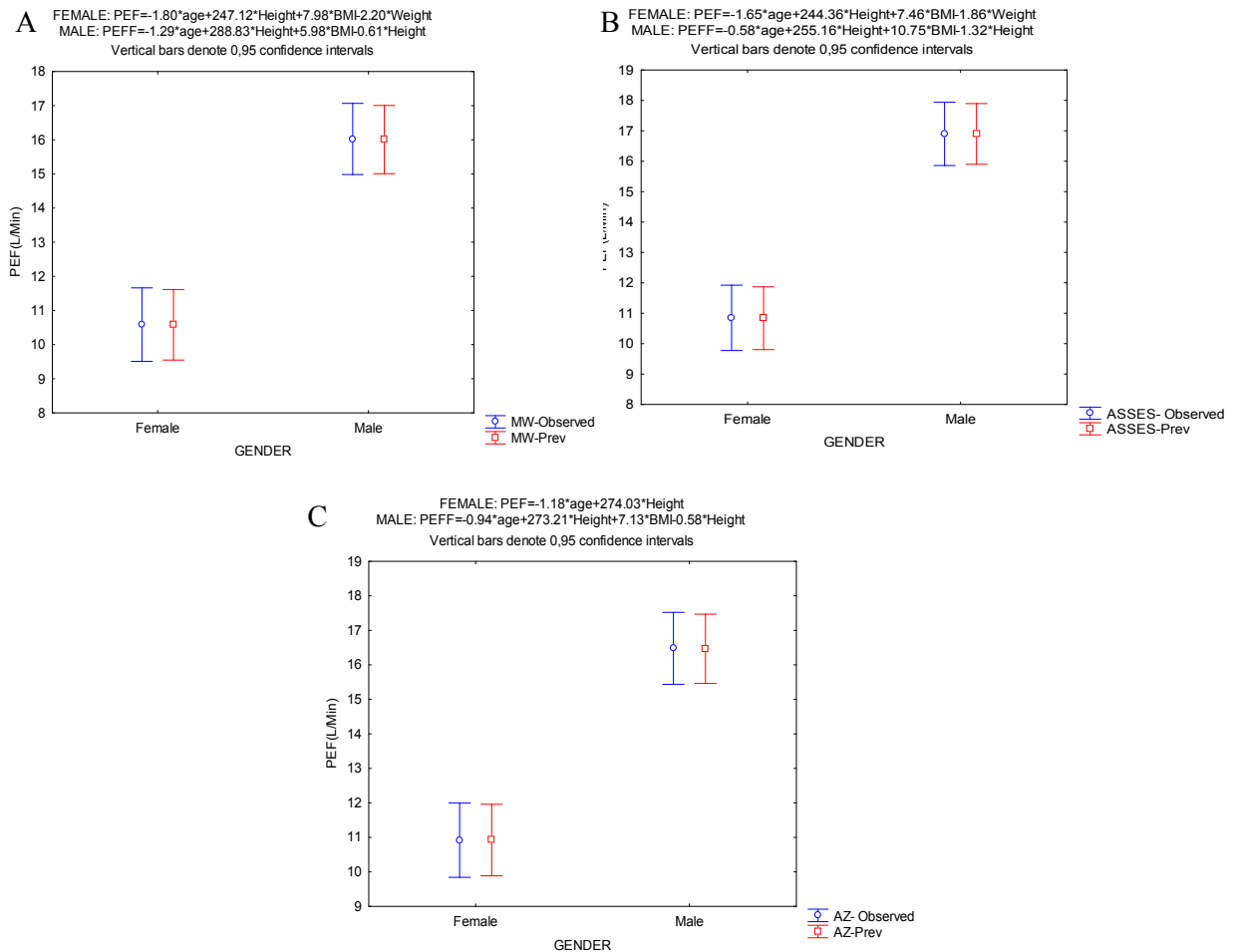


Figura 3. Comparação entre valores observados e previstos pelo novo modelo de equação nos medidores *Mini-Wright*[®] (A), *Assess*[®] (B) e *Air Zone*[®] (C)

3.4. DISCUSSÃO

Esse estudo propôs estabelecer valores de referência para adultos e idosos da região Sudeste do Brasil e, ao utilizar três medidores diferentes de PFE, observamos que as equações variaram de acordo com o medidor, segundo os modelos de regressão testados. Considerando que o PFE constitui instrumento importante na avaliação respiratória de pessoas com suspeita de distúrbios ventilatórios obstrutivos ou para acompanhamento da resposta ao tratamento, e que há uma ampla variedade de modelos de PFE, esses resultados apontam a necessidade de se estudar melhor a concordância entre eles, atentando para o fato de que a equação preditiva pode variar de acordo com o medidor utilizado, uma vez que as diferentes marcas de aparelhos de PFE geralmente diferem nos resultados observados para o mesmo indivíduo²¹.

Possivelmente esse seja o primeiro estudo a sugerir equações de referência de PFE baseado nos valores obtidos de três diferentes medidores, considerando que os estudos que estabeleceram valores previstos para adultos utilizaram apenas um medidor de PFE, e a maioria usou o aparelho da marca *Mini-Wright*^{®12,17,24}. De acordo com Bongers e O'Driscoll¹⁰ diferentes aparelhos de função pulmonar fornecem valores diversos de PFE mesmo quando a metodologia utilizada é a mesma, e essa diferença pode ser atribuída pelo uso de diferentes escalas para medir o PFE (escala antiga *Wright* criada em 1959 com limites de fluxo variando entre 60 e 800 l/minuto, dispostos de forma equidistante, com a nova escala da União Européia com limites de fluxo variando entre 60 e 800 l/minuto, dispostos de forma não-equidistante)^{25,26}.

Para se estabelecer valores previstos confiáveis de PFE são realizadas medidas de uma amostra de referência de indivíduos saudáveis, originadas de uma população representativa e livre de condições que interfiram com os resultados e, comumente são estratificados de acordo com o gênero, idade e estatura²⁷.

Na população brasileira, o estudo de Menezes et al.²⁴ é o único que propõe valores de referência para adultos acima de 40 anos residentes na cidade de Pelotas (Rio Grande do Sul), porém, comparado ao nosso estudo, algumas diferenças metodológicas podem ser destacadas, como a amostra constituída em sua maioria por mulheres (340 contra 70 homens); a faixa etária limitada a 40 a 80 anos, excluindo indivíduos jovens, sendo que a maior parte se enquadra na faixa etária de 50 a 59 anos (n=135); amostra de apenas uma cidade do Brasil, localizada na região Sul, composta em sua maioria, de indivíduos de descendência européia; e o ano em que essa equação foi proposta (1995), uma vez que os valores podem mudar com o tempo, devido a “efeitos de coorte” que podem ser explicados por mudanças nas condições ambientais, nutricionais e de prática de atividade física decorrente do progresso tecnológico, bem como mudanças técnicas nos medidores²⁸.

Outros estudos surgiram posteriormente envolvendo crianças e adolescentes de diversas cidades brasileiras^{1,13}, como o de Boaventura et al.¹ que determinaram equações de valores previstos de PFE para escolares na faixa etária de 12 a 18 anos nas cidades de Araguari e Uberlândia (Minas Gerais). Embora haja maior preocupação em avaliar o PFE principalmente de crianças e adolescentes asmáticos^{11,29}, para melhor monitorização e controle da doença, estudos prévios^{30,31} afirmam que com o avanço da idade, o tórax é comprimido e a calcificação da cartilagem costal reduz a complacência da caixa torácica e a eficiência diafragmática³², além de outras alterações degenerativas decorrentes do envelhecimento, tais como a perda de força muscular respiratória e a rigidez dos movimentos articulares, que são provavelmente os fatores mais importantes que reduzem a função pulmonar, a capacidade pulmonar total e o PFE^{30,31,33},

tornando evidente que a deterioração da função pulmonar em indivíduos idosos também deva ser melhor investigada.

Dessa forma, as equações de valores previstos na população brasileira são insuficientes para serem representativas de uma população que apresenta grande miscigenação étnica e possui características distintas entre as diferentes regiões do país, pois para que se tenha equações confiáveis, é de crucial importância que essas sejam ajustadas às características de cada população. Segundo o censo realizado em 2010 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no que se refere à distribuição da população por gênero, segundo os grupos etários, a região Sudeste do país se destaca pela população jovem, com a maior concentração de pessoas nas faixas etárias de 20 a 24 anos e de 25 a 29 anos em ambos os gêneros, que tende ao afinamento da pirâmide com o avanço da idade, sendo o contingente feminino maior na grande parte das faixas etárias, principalmente a partir de 25 anos de idade, embora os indicativos apontem para um equilíbrio entre os gêneros³⁴. Esses dados apresentam estreita relação com as características amostrais desse estudo que, embora não tenha distribuição equitativa das faixas etárias, concentra mais pessoas na faixa etária de 20 a 30 anos e menos no grupo etário de 70 a 80 anos, sendo que a quantidade de mulheres supera a de homens.

Quanto às diferenças regionais em cada país, Kodgule et al.¹² reiteraram essa diferença ao verificar que os indianos no Sul têm valores inferiores de PFE se comparados aos do Norte, concluindo que as características regionais decorrentes de diferenças genéticas, climáticas e nutricionais entre essas populações interferem nos valores de PFE, comprovando a necessidade de usar equações regionais na prática clínica. Da mesma forma, Schnabel et al.²⁷ analisaram se os parâmetros da função pulmonar (capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no primeiro segundo e pico de fluxo expiratório determinados pela espirometria) diferem entre subpopulações dentro da Alemanha (áreas Norte, Central e Sul) relacionando com outros potenciais preditores da função pulmonar, e constataram que o gênero, idade, altura, número de maços de cigarro fumados por ano e nível educacional foram fatores significantes comuns entre as três regiões avaliadas, mas a hipertensão foi associada com baixo PFE no Norte, a medicação na região Central, e asma e peso no Sul.

Nesse estudo, ao comparar a média dos valores obtidos no medidor *Mini-Wright*[®], avaliando indivíduos de três cidades da região Sudeste do Brasil com o estudo de Menezes et al.²⁴ de indivíduos da região Sul, observamos maior variação nas mulheres (549,1 L/min e 553,8 L/min nos homens; 368,1 e 393,3 L/min nas mulheres, respectivamente), sendo os valores de Menezes et al.²⁴ superiores aos nossos, embora deva se considerar as diferenças metodológicas já citadas anteriormente.

Mesmo entre indivíduos saudáveis, a função pulmonar tem larga variação, sugerindo que os determinantes mais frequentemente usados não descrevem suficientemente a função pulmonar ou as populações de referência utilizadas diferem consideravelmente²⁷. Sabe-se que além do gênero, idade e estatura, há diversas outras fontes de variação apontadas pela *American Thoracic Society* (ATS)³⁵: exceto os fatores técnicos relacionados a aparelhos e procedimentos, fatores biológicos e ambientais estão entre possíveis fontes, que inclui fatores raciais e étnicos, genéticos e antropométricos; exposições ambientais e ocupacionais; nutrição; infecções na infância; distúrbios cardiovasculares, metabólicos e hormonais; e outros fatores que ainda não estão bem definidos.

Schnabel et al.²⁷ acrescentaram outros possíveis preditores que interferem na função pulmonar, como o número de maços de cigarro fumados por ano, exposição ambiental de fumaça de cigarro, nível educacional, asma, massa corporal, obesidade, diabetes, hipertensão e medicação. Seo et al.¹¹ também verificaram que variáveis biométricas, tais como área de superfície corporal têm efeito no PFE.

Embora nesse estudo tenham sido selecionadas as principais variáveis, que são comumente colhidas na avaliação do paciente (gênero, idade, massa corporal, estatura, IMC) todos esses coeficientes foram significativos no modelo de ajuste pela idade e explicaram uma variação elevada, acima de 90% para cada medidor de PFE, possivelmente pelo modelo de regressão escolhido e de acordo com as características da amostra, fato que coincide com as equações propostas por Kodgule et al.¹² na população indiana. Bhardwaj et al.³⁶ ao estudarem o efeito da idade e do IMC no PFE da população indiana, concluíram que a idade afeta significativamente o PFE, ratificando nossos achados (como preditor independente explica 72,3% da variação), pois com o avanço da idade ocorrem alterações degenerativas no sistema músculo-esquelético levando à redução da força muscular respiratória, porém, o mesmo não ocorre com o IMC que explica apenas 1,4% da variação do PFE, que sofre pequeno declínio do PFE com o aumento do IMC em idosos. Por sua vez, Kaur et al.³⁷ analisaram variações de PFE em 300 mulheres indianas saudáveis na faixa etária de 20-50 anos da região de Malwa, que moravam em condições sócio-culturais e praticavam atividades físicas semelhantes, e mostraram que o PFE aumentou com o aumento da idade, estatura, massa e área de superfície corporal, e diminuiu com o aumento do IMC.

A maior parte dos estudos que utilizaram apenas o gênero, idade e estatura nas equações preditivas de PFE explicam pequena parte de sua variação. O estudo de Menezes et al.²⁴ mostrou percentual de variação de 19,9% nos homens e 20% nas mulheres. Nunn e Gregg¹⁶ também

encontraram baixo coeficiente de determinação para homens (30%) e mulheres (28%). Cook et al.³⁸ estudando uma amostra de idosos americanos mostraram percentual de 33% em ambos os sexos, sendo massa corporal, idade e estatura as variáveis da equação; e Vaz Fragoso et al.³⁹ constataram que a proporção de variância no PFE de idosos baseada em variáveis como estatura e idade estava abaixo de 21% para mulheres e 35% para homens. Todos esses autores, exceto Nunn e Gregg¹⁶ que utilizaram o modelo logarítmico, propuseram equações preditivas baseando-se no modelo de regressão linear simples, e mostraram baixa concordância, diferente dos achados desse estudo que apresentou nível de concordância elevado com o modelo ajuste pela idade, o qual se mostrou mais confiável para ser utilizado como referência de indivíduos da região Sudeste do Brasil.

Para comprovar a validade das novas equações derivadas, foi realizada a comparação entre os valores obtidos em nossa amostra e os previstos pelos novos modelos, não se observando diferença estatisticamente significativa nos modelos propostos em cada medidor, assim como fizeram Kodgule et al.¹² em seu estudo retirando 20% de sua amostra total e também comprovando a validação da equação proposta.

A amostra proveniente de três cidades da região Sudeste do Brasil; inclusão de ex-tabagistas; e a não realização de espirometria na avaliação para comprovar normalidade na função pulmonar dos voluntários podem ser citadas como limitações do estudo.

3.5. CONCLUSÃO

Equações de PFE foram propostas para adultos e idosos da região Sudeste do Brasil, separadas por gênero e para cada medidor avaliado: *Mini-Wright*[®], *AirZone*[®] e *Assess*[®] considerando a inadequação do uso comum de uma equação para os três medidores utilizados. Sendo este um ponto de partida para futuras pesquisas envolvendo as diferentes regiões do Brasil, com faixa etária mais ampla para se utilizar valores de referência de PFE representativos da população brasileira e ou do medidor utilizado e facilitar a interpretação correta dos valores de PFE na prática clínica.

3.6. REFERÊNCIAS

1. Boaventura CM, Amuy FF, Franco JH, Sgarbi ME, Matos LB, Matos LB. Valores de referência de medidas de pico de fluxo expiratório máximo em escolares. Arq Med ABC. 2007; 32 (Supl. 2):S30-4.
2. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global strategy for the diagnosis, management and prevention of chronic pulmonary disease, 2011. <http://www.goldcopd.org/Guidelines/guidelines-resources.html>
3. Tian J, Zhou Y, Cui J, Wang D, Wang X, Hu G, et al. Peak expiratory flow as a screening tool to detect airflow obstruction in a primary health care setting. Int J Tuberc Lung Dis. 2012; 16(5):674-80.
4. Cruz, Alvaro Augusto. Pico de fluxo expiratório. É melhor medir! (editorial). J. bras. pneumol. 2006; 32(1); IV-VI
5. Global Initiative for Asthma. Global Strategy for Asthma Management and Prevention 2014. Available from: www.ginasthma.org
6. Wright BM, McKerrow CB. Maximum forced expiratory flow rate as a measure of ventilatory capacity with a description of a new portable instrument measuring it. BMJ 1959; 2:1041-7.
7. Kennedy DT, Chang Z, Small RE. Selection of peak flowmeters in ambulatory asthma patients: a review of literature. Chest 1998; 114:587-92.
8. Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR, Pedersen OF. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. Eur Respir J. 1997; 10(24):2-8 (Supl).
9. Pedersen O. The peak flow working group: Physiological determinants of Peak expiratory flow. Eur. Respir J 1997; 10(suppl), 11s-16s).
10. Bongers T, O'Driscoll B R. Effects of equipment and technique on peak flow measurements. BMC Pulm Med 2006; 6:14.
11. Seo WH, Ahn SH, Park SH, Kim J, Ahn KM, Ko BJ et al. The standard range of peak expiratory flow rates of Korean children. Asian Pac J Allerg Immunol 2011; 29:143-9.
12. Kodgule RR, Singh V, Dhar R, Saicharan BG, Madas SJ, Gogtay JA, et al. Reference values for peak expiratory flow in Indian adult population using a European Union scale peak flow meter. J Postgrad Med. 2014; 60(2):123-9.
13. Fritscher CC, Martins FP, Kahan F. Determinação do pico de fluxo expiratório em escolares saudáveis na faixa etária. Pico de fluxo expiratório em escolas de Porto Alegre, RS. Revista de Medicina, Porto Alegre: PUCRS 1996; 6(4):19-23.

14. Paes CS, Pessoa BV, Jamami M, Di Lorenzo VAP, Marrara KT. Comparação de valores de PFE em uma amostra da população da cidade de São Carlos, São Paulo, com valores de referência. *J Bras Pneumol*. 2009; 35(2):1-6.
15. Leiner GC, Abramowitz S, Small MJ, Stenby VB, Lewis WA. Expiratory peak flow rate. Standard values for normal subjects. Use a clinical test of ventilatory function. *Am Rev Respir Dis*. 1963; 88:644-51.
16. Nunn AJ, Gregg I. New regression equations for predicting peak expiratory flow in adults. *BMJ*. 1989; 298:1068-70.
17. Abascal CME, Grau AR, La Rosa DA. Valores normales de flujo expiratório forzado em la población de Ranchuelo. *Rev Cuba Med*. 2001;40(4):243-52
18. Garber CE, Blissmer B, Deschenes MR, Franklin BA, Lamonte MJ, Lee IM, et al. American College of Sports Medicine. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sport Exerc*. 2011;43(7):1334-59.
19. Shapiro SM, Hendler JM, Ogirala RG, Aldrich TK, Shapiro MB. An evaluation of the accuracy of Assess and Mini-Wright peak flow meters. *Chest* 1991; 99:358-62.
20. McCoy EK, Thomas JL, Sowell RS, George C, Finch CK, Tolley EA, et al. An evaluation of peak expiratory flow monitoring: a comparison of sitting versus standing measurements. *J Am Board Fam Med*. 2010; 23(2):166-70.
21. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para testes de função pulmonar. *J Pneumol*. 2002; 28(Supl. 3):1-238.
22. Tabachnick BG, Fidell LS. Multiple regression. In: Tabachnick BG, Fidell LS, editors. *Using multivariate statistics*. Boston: Allyn and Bacon; 2001. p.71
23. Weisberg S. *Applied Linear Regression*, 3a ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, 2005.
24. Menezes AM, Victoria CG, Horta BL, Rigatto M. Valores de referência para o pico de fluxo expiratório em adultos acima de 40 anos, Pelotas, RS. *J Pneumol*. 1995; 21(2):119-22.
25. Miller M. Peak expiratory flow meter scale changes: implications for patients and health professionals. *Airways J*. 2004, 2:80-2.
26. Ruchkys VC, Dias RM, Sakurai E, Camargos PAM. Acurácia de medidores de pico de fluxo expiratório (*peak flow*) da marca Mini-Wright. *Jornal de Pediatria* 2000; 76(6):447-52.
27. Schnabel E, Chen CM, Koch B, Karrasch S, Jorres RA, Schafer T, et al. Regional differences in prediction models of lung function in Germany. *Respir Research* 2010; 11(40):2-11.

28. Carvalho SRS. O impacto dos valores previstos nos testes de função pulmonar. *Pulmão* 2015; 24(1):33-8.
29. Manjunath CB, Kotinatot SC, Manjunathababu. Peak expiratory flow rate in healthy rural school going children (5-16 years) of Bellur region for construction of normogram. *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 2013; 7(12):2844-6.
30. Rossi A, Ganassini A, Tantucci C, Grassi V. Aging and the respiratory system. *Aging (Milano)* 1996; 8:143-61.
31. Barreiro TJ, Perillo I. An Approach to Interpreting Spirometry. *American Family Physician* 2004; 69:1107-14.
32. Bonomo L, Larici AR, Maggi F, Schiavon F, Berletti R. Aging and the respiratory system. *Radiol Clin North Am.*2008; 46:685-702.
33. Medabala T, Rao BN, Glad Mohesh MI, Praveen Kumar, M. Effect of cigarette and cigar smoking on peak expiratory flow rate. *J Clin and Diag Res.* 2013; 7(9):1886-9.
34. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: www.censo2010.ibge.gov.br
35. American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. *Am Rev Respir Dis*1991; 144(5):1202-18.
36. Bhardwaj P, Poonam K, Jha K, Bano M. Effects of age and body mass index on peak expiratory flow rate In Indian population. *Indian J Physiol Pharmacol.* 2014; 58(2):166-9.
37. Kaur H, Singh J, Makkar M, Singh K, Garg R. Variations in the peak expiratory flow rate with various factors in a population of healthy women of the Malwa region of Punjab, India. *J of Clin and Diagn Res* 2013; 7(6):1000-3.
38. Cook NR, Evans DA, Scherr PA, Speizer FE, Vedal S, Branch L, et al. Peak expiratory flow rate in an elderly population. *Am J Epidemiol* 1989; 130:66-78.
39. Vaz Fragoso CA, Gahbauer EA, Ness PHV, Gill TM. Reporting peak expiratory flow in older persons. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007; 62(10):1147-51.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E DESDOBRAMENTOS FUTUROS

O PFE constitui ferramenta importante na prática clínica da fisioterapia, sendo de grande utilidade na avaliação da fisioterapia respiratória e também no acompanhamento da resposta ao tratamento de pacientes com doenças respiratórias, especialmente em distúrbios ventilatórios obstrutivos.

Com os resultados apresentados nos estudos desta tese demonstrou-se que os três medidores mais comumente utilizados na prática clínica da fisioterapia respiratória podem ter valores obtidos diferentes, principalmente entre os medidores *Mini-Wright*[®] e *Assess*[®] em ambos os gêneros, entre o *Air Zone*[®] e o *Assess*[®] nos homens, e entre o *Mini-Wright*[®] e o *Air Zone*[®] nas mulheres, sugerindo que sua leitura não deve ser intercambiável, o aparelho escolhido deve ser padronizado e com escala adequada para a amostra avaliada.

Quanto à interpretação dos valores obtidos de PFE, demonstramos também que as equações de referência que acompanham os medidores não predizem adequadamente os valores de PFE da amostra estudada, pois foram realizadas com populações de outros países e, portanto, com características distintas, que superestimaram os valores obtidos.

Dessa forma, equações de PFE baseadas no modelo de ajuste pela idade e acrescentando outros preditores que não somente a idade e estatura foram propostas para adultos e idosos, separadas pelo gênero e para cada medidor avaliado: *Mini-Wright*[®], *AirZone*[®] e *Assess*[®], explicando uma variação do PFE acima de 90% nas três equações, pressupondo que são confiáveis para serem utilizadas em indivíduos na região Sudeste do Brasil, onde há maior concentração de indivíduos jovens e menor de idosos, como na amostra apresentada nesse estudo, considerando a inadequação do uso comum de uma equação para os três medidores utilizados.

Como desdobramento futuro sugere-se realizar estudos multicêntricos para avaliar a necessidade de se ter equações de PFE regionais, com faixa etária mais ampla e utilizando outros medidores portáteis.

APÊNDICE A: Termo de consentimento livre e esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
 (Consentimento Pós-informação para Pesquisa em Seres Humanos)

Consentimento formal de participação no estudo intitulado “EQUAÇÕES DE VALORES PREVISTOS DE PICO DE FLUXO EXPIRATÓRIO NA POPULAÇÃO BRASILEIRA”

Responsáveis:

Orientador: Prof. Dr. Maurício Jamami

Pesquisadora: Daniela Ike

Colaboradoras: Helena Amaral Gonçalves e Claudia Eliane Cordeiro Bueno

Eu _____, RG _____, Estado Civil, _____, idade _____ anos, residente na _____, n° _____, Bairro _____, Cidade _____, Telefone _____, concordo voluntariamente em participar do projeto de pesquisa “EQUAÇÕES DE VALORES PREVISTOS DE PICO DE FLUXO EXPIRATÓRIO NA POPULAÇÃO BRASILEIRA”, que tem por finalidade comparar equações de valores de referência em diferentes equipamentos de pico de fluxo expiratório e propor novos valores previstos para a população brasileira.

Responderei a ficha de avaliação corretamente e posso recusar-me a responder qualquer pergunta que me for feita além dos interesses do estudo.

Além disso, serei submetido (a) a uma avaliação que constará de uma anamnese, coleta de dados antropométricos (peso, altura e cálculo do índice de massa corporal- $\text{peso}/\text{altura}^2$); aplicação do questionário internacional de atividade física (IPAq-versão curta); e testes de pico de fluxo expiratório em três aparelhos diferentes, sendo no mínimo três medidas em cada um. Também sei que durante os testes poderei ser fotografado, sendo que minhas imagens serão utilizadas apenas para fins científicos.

O benefício que obterei com tal estudo inclui de uma maneira geral a avaliação da capacidade respiratória. No caso da avaliação detectar qualquer tipo de anormalidade durante os testes, serei encaminhado a serviços especializados de tratamento conforme a minha necessidade. Quanto aos riscos, fui informado(a) que o procedimento proposto não evidencia prejuízos que possam ser deletérios à minha integridade física, porém durante os testes podem ocorrer

vertigens, sudorese, alterações de pressão arterial devido ao esforço realizado, e se necessário serei encaminhado ao Serviço Médico de Urgência da Santa Casa.

Eu entendo que não existe nenhum tipo de seguro de saúde ou de vida, bem como qualquer outra compensação financeira que possa vir a me beneficiar em função da minha participação neste estudo.

Fui informado (a) que não terei despesas pessoais relativas à avaliação realizada.

Estou ciente ainda, de que poderei acessar as informações obtidas durante as avaliações, a qual serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha autorização. As informações assim coletadas serão utilizadas exclusivamente para essa pesquisa, desde que minha privacidade seja sempre resguardada. Caso forem realizados outros estudos, os resultados só poderão ser utilizados mediante nova consulta ao Comitê de Ética e Pesquisa da Instituição com autorização do voluntário. Os resultados dessa pesquisa serão divulgados em Congressos e publicações da área da fisioterapia, os quais os voluntários poderão ter acesso mediante contato com os pesquisadores.

Li e entendi as informações precedentes, bem como, eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, sendo que as dúvidas futuras que possam vir a ocorrer, poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta dos dados.

Estou ciente também que poderei desistir de participar do projeto a qualquer momento, mediante aviso prévio ao pesquisador e sem qualquer tipo de ônus a minha pessoa.

Eu li e entendi as informações precedentes e, além disso, todas as dúvidas que me ocorreram já foram sanadas completamente.

Eu estou de acordo com a minha participação no estudo livre e espontânea vontade e entendo a relevância dele. Julgo que é meu direito manter uma cópia deste consentimento.

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

- ❖ Maurício Jamami (Fone: (16) 3371-3444; e-mail: jamami@power.ufscar.br)
- ❖ Daniela Ike (Fone: (11) 98962-7561; e-mail: daniela.ike@gmail.com)

São Carlos,.....de.....de

Assinatura do Voluntário

Pesquisadores Responsáveis:

Prof. Dr. Maurício Jamami

Daniela Ike

**ANEXO A: Comprovante de submissão do Estudo I para o periódico Brazilian Journal of
Physical Therapy**

11-Feb-2015

Dear Mr. Ike:

Your manuscript entitled "Comparação de aparelhos portáteis de pico de fluxo expiratório: valores obtidos e de referência" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Your manuscript ID is RBFIS-2015-0054.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Sincerely,

Brazilian Journal of Physical Therapy Editorial Office

ANEXO B: Comprovante de submissão do Estudo II para o periódico *Brazilian Journal of Physical Therapy*

18-Feb-2015

Dear Mr. Ike:

Your manuscript entitled "Equações de referência de pico de fluxo expiratório para adultos e idosos de uma amostra da população brasileira" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Your manuscript ID is RBFIS-2015-0065.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <https://mc04.manuscriptcentral.com/rbfis-scielo>.

Thank you for submitting your manuscript to the Brazilian Journal of Physical Therapy.

Sincerely,

Brazilian Journal of Physical Therapy Editorial Office

**ANEXO C: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade
Federal de São Carlos (158.625/12)**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Equações de valores previstos de pico de fluxo expiratório na população brasileira

Pesquisador: Daniela Ike

Versão: 3

CAAE: 01887012.0.0000.5504

Instituição Proponente: Universidade Federal de São Carlos/UFSCar

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 158.625

Data da Relatoria: 13/11/2012

Apresentação do Projeto:

O projeto é apresentado de forma clara expondo o estado da arte.

Objetivo da Pesquisa:

Adequado mediante as adequações feitas

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

adequados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa trata de um tema interessante que visa determinar uma nova padronização para equipamentos que visam a medida do pico de fluxo expiratório (PFE).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

adequados

Recomendações:

nada a declarar

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

nada a declarar

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO CARLOS, 29 de Novembro de 2012

Maria Isabel Ruiz Beretta
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Telefone: (16)3351-9683

CEP: 13.565-905

Município: SAO CARLOS

E-mail: cephumanos@ufscar.br