

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

PAULO ROBERTO DA SILVA

**ENGENHARIA CLÍNICA APLICADA À ANÁLISE DA VARIABILIDADE
DE PARÂMETROS DE REFERÊNCIA PARA CLASSIFICAÇÃO DA
FUNÇÃO PULMONAR DE ADULTOS BRASILEIROS**

DISSERTAÇÃO

CURITIBA
2016

PAULO ROBERTO DA SILVA

**ENGENHARIA CLÍNICA APLICADA À ANÁLISE DA VARIABILIDADE
DE PARÂMETROS DE REFERÊNCIA PARA CLASSIFICAÇÃO DA
FUNÇÃO PULMONAR DE ADULTOS BRASILEIROS**

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do título de “Mestre em Ciências” - Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Leandra Ulbricht

CURITIBA
2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S586e
2016 Silva, Paulo Roberto da
Engenharia clínica aplicada à análise da variabilidade de parâmetros de referência para classificação da função pulmonar de adultos brasileiros / Paulo Roberto da Silva.-- 2016.
98 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web.
Texto em português, com resumo em inglês.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. Área de Concentração: Engenharia Biomédica, Curitiba, 2016
Bibliografia: f. 65-77.

1. Espirometria. 2. Testes funcionais do pulmão. 3. Valores de referência (Medicina). 4. Aparelho respiratório - Avaliação. 5. Engenharia biomédica - Dissertações.
I. Ulbricht, Leandra, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

CDD: Ed. 22 -- 610.28

Biblioteca Central do Câmpus Curitiba - UTFPR

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



Campus Curitiba



Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

Titulo da Dissertação Nº 079

***“Engenharia clínica aplicada a análise de
variabilidade de parâmetros de referência para
classificação da função pulmonar de adultos
brasileiros”.***

por

Paulo Roberto da Silva

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Biomédica

LINHA DE PESQUISA: Engenharia Clínica e Gestão.

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de **MESTRE EM ENGENHARIA BIOMÉDICA (M.Sc.)** – Área de Concentração: Engenharia Biomédica, pelo **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB)**, – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Curitiba, às **14h00min** do dia **12 de dezembro de 2016**. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta pelos professores:

Prof^ª. Leandra Ulbricht, Dr^ª.
(Presidente – UTFPR)

Prof^ª. Vanessa Erthal, Dr^ª.
(UNIANDRADE)

Prof^ª. Adriana Wan Stadnick, Dr^ª.
(UTFPR)

Visto da coordenação:

Prof^ª. Leandra Ulbricht.,Dr^ª.
(Coordenadora do PPGEB)

À memória de meu pai, Nereu Ferreira da Silva, homem rústico, duro, mas que me deixou exemplos de honestidade e acima de tudo que devemos buscar nossos sonhos e viver a vida plenamente.

A Leoni Covalski, minha mãe que lutou para me criar e dar boa educação, estão sempre a meu lado compartilhando alegrias e tristezas, firme me apoiando em todas as batalhas, incentivando e acreditando, mesmo quando eu acho não ser capaz.

A Mariana e Miguel, meus filhos amados, motivo de toda luta e desejo de melhorar sempre! Que tenham a opção, e a escolha, das próprias formações.

A Patrícia, minha esposa, companheira e mãe exemplar, que durante toda esta formação esteve sozinha em muitos momentos e com paciência suportou e apoiou minhas escolhas.

AGRADECIMENTOS

A Deus que foi meu suporte nos momentos mais difíceis deste desafio!

A minha orientadora, Dr^a. Leandra Ulbricht, pela oportunidade, pelos conhecimentos transmitidos, pelas horas dedicadas e apoio para conclusão desta etapa, meu muito obrigado! Por meio dela, eu me reporto também a todos os colaboradores da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pelo apoio e atenção durante o período de minha formação.

Admiração e agradecimento muito especial ao professor Msc. Wagner Ripka por ter mostrado o caminho, pela amizade que se constituiu ao longo destes anos, pela orientação, extraoficial, desta pesquisa e pelos momentos de aprendizado e paciência extrema. Agradeço, também, a Secretaria Municipal de Esporte, Lazer e Juventude (SMELJ), através de seu Secretário, o senhor Aluísio Dutra de Oliveira Junior pela oportunidade de trabalhar o tema dessa dissertação no âmbito desta instituição.

A todos os colegas de trabalho gostaria de externar meus agradecimentos pela paciência comigo durante a realização deste estudo e gostaria de reconhecer o apoio destes e dos demais professores e alunos de todas as unidades da SMELJ a esta pesquisa.

Agradeço aos professores das disciplinas do mestrado por sua dedicação e apoio em minha formação, pesquisadores e professores da banca examinadora pela atenção e contribuição dedicadas a este estudo.

Certamente estes parágrafos não contemplaram a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

À minha família, pois sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio. Finalizo agradecendo novamente a minha esposa e filhos pelo carinho, compreensão e amor incondicional que só me movem para frente.

The early diagnosis of some respiratory diseases can be the only effective way to reduce the morbidity and mortality of patients, investments for the use of spirometry within the primary care would be beneficial in terms of overall health (COSTA, 2010).

O diagnóstico precoce de algumas doenças respiratórias pode ser a única forma eficaz de reduzir a morbidade e mortalidade dos pacientes, investimentos para a utilização da espirometria no âmbito dos cuidados de saúde primária, seria benéfico em termos de saúde global (COSTA, 2010).

RESUMO

SILVA, Paulo Roberto da. **Engenharia clínica aplicada à análise da variabilidade de parâmetros de referência para classificação da função pulmonar de adultos brasileiros.** 2016. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

Uma das aplicações básicas da engenharia biomédica se refere aos testes de equipamentos de uso clínico, a avaliação de sua natureza, acessibilidade e/ou suas características. No âmbito da avaliação do sistema respiratório, estão disponíveis diferentes parâmetros de referência (PR) para o teste de espirometria, um dos principais testes de função pulmonar, que permite medir: volumes, capacidades e fluxos pulmonares. Estes PR baseiam-se principalmente em dados étnicos, idade e gênero de indivíduos saudáveis, mas havendo diferenças entre populações avaliadas, como no Brasil com sua grande diversidade de raças e etnias, pode haver erro diagnóstico. Em razão disto, o objetivo deste estudo foi analisar três dos principais PR utilizados nesta população: PR-P (de Pereira e colaboradores de 2007), PR-K (de Knudson e colaboradores de 1983) e PR-Q (de Quanjer e colaboradores de 2012). Procedeu-se um estudo exploratório descritivo com 683 indivíduos (180 homens e 503 mulheres) entre 24 e 59 anos, em boas condições de saúde, praticantes de exercícios físicos regulares com frequência mínima de duas vezes por semana. Foi aplicada anamnese, coletados dados de massa, estatura e realizada a espirometria forçada (espirômetro bidirecional - Care Fusion MicroLoop) e as variáveis respiratórias avaliadas foram VEF1, CVF, FEF75 e PFE. Como principais resultados verificou-se que a idade média foi de 42 anos (masculino: 40,6 anos; feminino: 44,4 anos); IMC médio de 26 Kg/m² (masculino: 26,26 Kg/m²; feminino: 26,44 Kg/m²); e tempo da prática de exercícios físicos médio de 52 meses (masculino: 66,9 meses; feminino: 37,9 meses). Ao se analisar a variação dos parâmetros de referência para classificação da função pulmonar entre os três protocolos testados, encontrou-se diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre CVF, VEF1, FEF75 e PFE para os valores previstos e atingidos em todos os PR, além de sinais restritivos e obstrutivos. Para o PR-P, mesmo com indivíduos com características assintomáticas e praticantes de exercícios físicos, 17,2% dos indivíduos foram classificados com algum grau de restrição e 17,3% com obstrução, distanciando-se do PR-K e PR-Q que, respectivamente apresentaram valores para restritivo de 7,0% e 12,8% e para obstrutivos de 7,1% e 4,8%. Conclui-se que os respectivos PR podem induzir a erros, levando a classificações diferentes, podendo um mesmo indivíduo ser considerado em estado de normalidade, restritivo ou obstrutivo, a depender do protocolo escolhido. O estado nutricional interferiu na função respiratória no gênero masculino ao se identificar associação significativa entre o estado nutricional e o teste de função pulmonar, $\chi^2 = 9,80$ ($p = 0,04$). Desta forma, homens acima do peso tiveram 1,9 vezes mais risco de apresentar o teste de função pulmonar insuficiente, mesmo praticando exercícios físicos regulares. Não houve associação significativa em nenhum dos gêneros entre o teste de função pulmonar e o tempo de prática de exercícios físicos. O teste de correlação de Pearson, confirmou a inexistência de correlação entre as variáveis VEF1, PFE e CVF com o tempo de prática para ambos os gêneros.

Palavras-chave: Espirometria, Função pulmonar, Parâmetro de referência.

ABSTRACT

SILVA, Paulo Roberto da. **Clinical engineering applied to the analysis of the variability of reference parameters for classification of pulmonary function in brazilian adults.** 2016. 70f. Dissertation (Masters in Biomedical Engineering) - Graduate Program in Biomedical Engineering, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2016.

One of the basic applications of biomedical engineering refers to the testing of clinical use equipment, the assessment of its nature, accessibility and / or its features. In the evaluation of the respiratory system, are available different parameters of reference (PR) for the spirometry test, one of the main pulmonary function tests, which can measure: volumes, capacities and pulmonary flows. These PR based mainly on ethnic data, age and gender in healthy subjects, but with differences between populations studied, as in Brazil with its great diversity of races and ethnic groups, there may be misdiagnosis. Because of this, the objective of this study was to analyze in this population, three of the most used PR: PR-P (Pereira et al., 2007), PR-K (Knudson et al., 1983) and PR-Q (Quanjer et al., 2012). The procedure was a descriptive exploratory study with 683 subjects (180 men and 503 women) between 24 and 59 years, in good health, regular physical exercises practitioners with minimum frequency of twice a week. Anamnesis was applied, collected data of mass and height, performed forced spirometry (bidirectional spirometer - Care Fusion Microloop) and the following respiratory variables were measured, FEV1, FVC, PEF and FEF75. With the main results it was found that the average age was 42 years (male: 40.6 years; women: 44.4 years); BMI average of 26 kg / m² (male: 26.26 kg / m²; female: 26.44 kg / m²); and time the average physical exercises practice 52 months (male: 66.9 months; female: 37.9 months). When analyzing the variation of the reference parameters for pulmonary function classification between the three protocols tested, we found a statistically significant difference ($p < 0.05$) between FVC, FEV1, PEF and FEF75 to the levels required and achieved in all PR, as well as restrictive and obstructive signs. For the PR-P, even with individuals with asymptomatic characteristics and practitioners of physical exercises, 17.2% of subjects were classified with some degree of restriction and 17.3% with obstruction, away from the PR-K and PR-Q which respectively had values for restrictive of 7.0% and 12.8% and for obstruction of 7.1% and 4.8%. We conclude that these PR may induce to errors, leading to different rating, where one individual can be considered in normal state, restrictive or obstructive, depending on the chosen protocol. It was identified that nutritional status interfere with respiratory function, demonstrating significant association between nutritional status and pulmonary function test for males, $\chi^2 = 9.80$ ($p = 0.04$). Thus, overweight men had 1.9 times more risk to have the insufficient lung function test, even practicing regular physical exercises. There was no significant association in any of the genres between the pulmonary function test and the time of physical activity. The Pearson correlation test confirmed the lack of correlation between the FEV1, FVC and PEF with practice time for both genders.

Keywords: Espirometry, Lung function, Parameters of reference.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – VIAS AÉREAS	21
Figura 2 – PRINCIPAIS MÚSCULOS ENVOLVIDOS NA RESPIRAÇÃO	23
Figura 3 – AÇÃO “ALÇA DE BALDE” DURANTE A INSPIRAÇÃO	24
Figura 4 – VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES	26
Figura 5 – CURVAS DE FLUXO-VOLUME, NORMAL, OBSTRUTIVO E RESTRITIVO ...	33
Figura 6 – CURVAS DE VOLUME/TEMPO E FLUXO/VOLUME.....	39
Figura 7 – DESENHO DA PESQUISA	43
Figura 8 – POSICIONAMENTO PARA VERIFICAÇÃO DA ESTATURA	45
Figura 9 – ESPIRÔMETRO BIDIRECIONAL (<i>CARE FUSION MICROLOOP</i>)	46
Figura 10 – VALORES PRECENTUAIS DA AMOSTRA PARA DIAGNÓSTICO DA FUNÇÃO PULMONAR DE ACORDO COM CADA PR.....	50
Figura 11 – COMPARAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FUNÇÃO PULMONAR E ESTADO NUTRICIONAL DAS MULHERES.....	51
Figura 12 – COMPARAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DA FUNÇÃO PULMONAR E ESTADO NUTRICIONAL DOS HOMENS	52
Figura 13 – VALORES DESCRITIVOS DO TEMPO DE PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – VALORES DESCRITIVOS DA AMOSTRA PARA AS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS.....	49
Tabela 2 – VALORES DE REFERÊNCIA E VALORES ATINGIDOS PARA AS VARIÁVEIS DE FUNÇÃO PULMONAR NA AMOSTRA MASCULINA	49
Tabela 3 – VALORES DE REFERÊNCIA E VALORES ATINGIDOS PARA AS VARIÁVEIS DE FUNÇÃO PULMONAR NA AMOSTRA FEMININA.....	50
Tabela 4 – CARACTERÍSTICAS DE CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR E ESTADO NUTRICIONAL ENTRE ADULTOS DE AMBOS OS GÊNEROS	53
Tabela 5 – CARACTERÍSTICAS DE CLASSIFICAÇÃO DE FUNÇÃO PULMONAR E TEMPO DE PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS ENTRE ADULTOS DE AMBOS OS GÊNEROS.....	54
Tabela 6 – REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA PARA ANALISAR O IMPACTO DO ESTADO NUTRICIONAL E TEMPO DE PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS SOBRE OS VALORES DA FUNÇÃO PULMONAR.....	55

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
ATS	American Thoracic Society
BMC	Índice de Massa Corporal (em inglês)
CO ²	Gás Dióxido de Carbono
CVF	Capacidade Vital Forçada
CV	Capacidade Vital
DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
DVR	Distúrbio Ventilatório Restritivo
DVO	Distúrbio Ventilatório Obstrutivo
DVC	Distúrbio Ventilatório Misto ou Concomitante
EF	Exercícios Físicos
FEF75	Fluxo Expiratório Forçado Médio obtido a 75% da CVF
FEV1	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo (em inglês)
FR	Frequência Respiratória
FVC	Capacidade Vital Forçada (em inglês)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMC	Índice de Massa Corporal
O ²	Gás Oxigênio
PE	Exercício Físico (em inglês)
PFE	Pico de Fluxo Expiratório
PEF	Pico de Fluxo Expiratório (em inglês)
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PR	Parâmetros de Referência
PR-P	Parâmetro de Referência de Pereira <i>et al.</i> 2007
PR-Q	Parâmetro de Referência de Quanjer <i>et al.</i> 2012
PR-K	Parâmetro de Referência de Knudson <i>et al.</i> 1983
PR-GLI	Parâmetro de Referência da <i>the Global Lung Initiative</i>
SBPT	Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
SUS	Sistema Único de Saúde
UTI	Unidade de Terapia Intensiva
VEF1	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
VRI	Volume de Reserva Inspiratório
VRE	Volume de Reserva Expiratório
VC	Volume Corrente

SUMÁRIO

1 CAPÍTULO - INTRODUÇÃO	14
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
1.3 HIPÓTESE.....	17
1.4 OBJETIVOS.....	18
1.4.1 Objetivo Geral.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos.....	18
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2 CAPÍTULO - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 FUNÇÃO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO.....	20
2.1.1 Principais músculos envolvidos na inspiração	22
2.1.2 Diferença de pressão na inspiração e expiração	24
2.2 VOLUMES E CAPACIDADES PULMONARES	25
2.2.1 Volumes pulmonares absolutos	26
2.2.1.1 Definições dos volumes pulmonares	27
2.2.2 Volumes pulmonares dinâmicos	28
2.3 VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS.....	29
2.4 PRINCIPAIS DISTÚRBIOS VENTILATÓRIOS.....	30
2.4.1 Distúrbios ventilatórios obstrutivos (DVO)	30
2.4.2 Distúrbios ventilatórios restritivos (DVR).....	33
2.4.3 Distúrbios ventilatórios mistos ou combinados (DVC)	34
2.4.3.1 Relação VEF para CVF	34
2.5 IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO DAS DOENÇAS CRÔNICAS RESPIRATÓRIAS	35
2.6 ESPIROMETRIA.....	38
2.7 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA.....	40
3 CAPÍTULO - METODOLOGIA	43
3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA	43
3.2 PARTICIPANTES	44
3.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA.....	44
3.4 AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR	45
3.4.1 Procedimentos para espirometria	45
3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS	47
3.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS.....	48
4 CAPÍTULO - RESULTADOS	49

4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS PR ANALISADOS.....	49
4.2 ATIVIDADE FÍSICA, ESTADO NUTRICIONAL E FUNÇÃO PULMONAR.....	51
5 CAPÍTULO - DISCUSSÃO	56
6 CAPÍTULO - CONCLUSÃO	63
6.1 TRABALHOS FUTUROS.....	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES.....	78
APÊNDICE A - TCLE.....	78
APÊNDICE B - ANAMNESE.....	81
ANEXOS.....	82
ANEXOS A - ARTIGO CBEB 2016.....	82
ANEXOS B - ARTIGO IntJSCS.. ..	86

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A respiração é um processo fisiológico fundamental à vida e as variações na mecânica deste sistema podem indicar disfunções respiratórias e patológicas importantes (PÉREZ-PADILLA *et al.*, 2014; BURNETT *et al.*, 2016).

A limitação do fluxo de ar causada por patologias respiratórias pode afetar a qualidade de vida das pessoas, levar a uma queda no desempenho em atividades físicas esportivas e da vida diária, tornando a identificação antecipada destas enfermidades muito importante para o encaminhamento médico, principalmente no Brasil, onde a prevalência de doenças pulmonares é de um para cada nove indivíduos (PEREIRA *et al.*, 2007; HWANG *et al.*, 2009; TRINDADE *et al.*, 2015; BURNETT *et al.*, 2016).

A espirometria é vista como um das mais importantes maneiras de se testar a função pulmonar, permitindo medir o volume de ar inspirado e expirado, possibilitando a interpretação volumétrica ou fluxométrica de valores pulmonares numéricos e avaliação da existência ou não de patologias respiratórias. A espirometria se utiliza de registros gráficos de entrada e saída de ar dos pulmões, por meio da espirografia, que é a representação gráfica de capacidades, volumes e fluxos pulmonares (KNUDSON *et al.*, 1983; COSTA; JAMAMI, 2001; PEREIRA, 2002; COSTA, 2010; TEIXEIRA *et al.*, 2012; TRINDADE *et al.*, 2015).

Sendo uma das técnicas clínicas usadas amplamente por pneumologistas, a espirometria tem sua importância atrelada a inúmeras variáveis da saúde preventiva e terapêutica (PEREIRA, 2002; MILLER *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2012; KUBOTA *et al.*, 2014; BURNETT *et al.*, 2016), como a realização de diagnósticos em avaliação de sintomas, sinais ou exames laboratoriais alterados; medição do efeito de doenças sobre a função pulmonar; para o rastreamento de indivíduos em risco de ter doença respiratória, em levantamento de risco pré-operatório; para previsão de condição clínica e verificação do estado de saúde antes de iniciar uma atividade física extenuante.

A espirometria mede os volumes, capacidades e fluxos pulmonares, a partir de protocolo padrão de manobras respiratórias, comparando os resultados obtidos a valores

de referência pré-estabelecidos de acordo com idade, gênero e etnia (PEREIRA, 2002; TEIXEIRA *et al.*, 2012; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Questões de idade, gênero e etnia são apresentadas como determinantes em variações no padrão respiratório (FRITZ *et al.*, 2010; JACOBS; DAVI; MEYER, 2011; QUANJER *et al.*, 2012; KIRKBY *et al.*, 2013; FRAGOSO *et al.*, 2014; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014). Ademais, o Brasil é um país que tem grande diversidade de raças e etnias, diferentes ramificações de povos europeus, africanos e asiáticos (IBGE, 2010; PENA, 2016), podendo este diferencial étnico promover grande impacto sobre associações com sintomas respiratórios afetando as taxas de prevalência de doenças respiratórias, isto implica que qualquer classificação pode acarretar restrições (FRITZ *et al.*, 2010; JACOBS; DAVI; MEYER, 2011; QUANJER *et al.*, 2012; KIRKBY *et al.*, 2013; FRAGOSO *et al.*, 2014; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014). Estes fatores de interferência sobre a função pulmonar, fazem com que diversas instituições internacionais produzam e atualizem constantemente inúmeras equações para predição de índices espirométricos que compõem os parâmetros de referência (PR) (FRITZ *et al.*, 2010; JACOBS; DAVI; MEYER, 2011; QUANJER *et al.*, 2012; KIRKBY *et al.*, 2013; FRAGOSO *et al.*, 2014; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Desta forma, são várias as opções de PR para diagnóstico da função pulmonar encontrados na literatura e disponíveis em equipamentos para avaliação espirométrica (PEREIRA *et al.*, 2007; HWANG *et al.*, 2009; TEIXEIRA *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2014; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014; TRINDADE *et al.*, 2015). Apesar disto o PR nacional mais recente deriva de estudos feitos nos anos de 1992 e 2007 (PEREIRA *et al.*, 1992; PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007).

Assim, o presente estudo desenvolveu-se com o intuito de analisar três PR para avaliação da função pulmonar, possíveis de se utilizar em adultos brasileiros: Pereira *et al.* (PR-P) (PEREIRA *et al.*, 2007), Knudson *et al.* (PR-K) (KNUDSON *et al.*, 1983) e Quanjer *et al.* (PR-Q) (QUANJER *et al.*, 2012) sendo este último também identificado como PR da *Global Lung Initiative* (PR-GLI).

1.2 JUSTIFICATIVA

No Brasil estima-se que um em cada nove indivíduos sofre de alguma doença pulmonar (PEREIRA, 2014).

A limitação do fluxo respiratório em algumas patologias pode levar o enfermo a incapacidade (FERREIRA, 2012). A progressão de patologias respiratórias pode em muitos casos ser prevenida por meio de sua detecção precoce (HWANG *et al.*, 2009).

A espirometria é um instrumento importante para o diagnóstico e classificação de doenças respiratórias que possuem uma ampla fase silenciosa em sua evolução, durante a qual o doente não apresenta sintomas ou não oferece a devida atenção à perda precoce da sua capacidade respiratória (COSTA, 2010; FERREIRA, 2012).

Sabendo-se que a maioria das pessoas acometidas por doenças respiratórias são diagnosticadas e tratadas nos ambulatórios de saúde primária, torna-se fundamental a utilização de um espirômetro em consultórios médicos, o que é pouco frequente (RADIM; COTE, 2008).

O diagnóstico precoce de algumas doenças respiratórias pode ser a única forma eficaz de reduzir a morbidade e mortalidade dos pacientes. Investimentos para a utilização da espirometria no âmbito dos cuidados de saúde primária seria benéfico em termos de saúde global (COSTA, 2010).

De acordo com inúmeros autores, diferenças étnicas e raciais são algumas das características que dificultam o diagnóstico preciso de uma patologia respiratória (FRITZ *et al.*, 2010; JACOBS; DAVI; MEYER, 2011; QUANJER *et al.*, 2012; KIRKBY *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2014; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014). O Brasil é o um país de características multiétnicas e raciais onde, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2010 os grupos étnicos que formavam a população brasileira eram: Brancos, pardos (multirraciais), pretos, amarelos (asiáticos), indígenas (ameríndios) entre outros não especificados (IBGE, 2010), indicando a necessidade de atenção especial à elaboração e escolha de PR para avaliação da função pulmonar.

O Censo de 2010 demonstrou ainda que desta composição étnica brasileira, os pardos tiveram um aumento em sua população de 4,6% nos registros do Censo entre os anos de 2000 a 2010. Neste mesmo período, os pretos aumentaram 1,4%, já a população declarada branca teve queda de 6%, passando de 53,7% para 47,7%,

compostos por cerca de 91 milhões de indivíduos principalmente descendentes de europeus alemães, italianos, ucranianos, poloneses, espanhóis e portugueses (SILVA *et al.*, 2001; IBGE, 2010).

Em 2013, conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), indivíduos que se reconheceram como brancos, encontravam-se concentrados em 49,3% da população da região sudeste e em 23,6% da região sul do país. Contudo, neste mesmo ano, 52,9% da população brasileira se declarou como preta ou parda, estando em menores índices na população do sul e sudeste, com 22,9% e 45,0% da população total destas regiões respectivamente (IBGE, 2014).

Deste modo, se os PR para espirometria, não forem elaborados a partir de dados oriundos da população avaliada e frequentemente atualizados, podem comprometer todo um direcionamento clínico de um paciente. Ademais, os PR nacionais mais recentes, foram elaboradas apenas a partir de população branca e tem mais de sete anos, como citado introdutoriamente (PEREIRA; SATO; RODRIGUES, 2007; FRITZ *et al.*, 2010; JACOBS; DAVI; MEYER, 2011; QUANJER *et al.*, 2012; KIRKBY *et al.*, 2013; PEREIRA *et al.*, 2014; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Para KUBOTA *et al.* (2014), tais índices devem ser revistos em períodos de até 10 anos, justificando-se esta necessidade pelo fato de que os efeitos de doenças infecciosas, má nutrição, tabagismo durante a gestação, melhor sobrevivência após o nascimento prematuro, exposição a fatores ambientais, status socioeconômico, promovendo aumento da estatura e demais alterações decorrentes, proporcionam desenvolvimento pulmonar diferente entre indivíduos nascidos nos dias de hoje, daqueles nascidos há 20 ou 40 anos atrás (XU *et al.*, 1995; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014; QUANJER *et al.*, 2015) e novas tecnologias estão em constante desenvolvimento permitindo melhores diagnósticos, mais precisão e acurácia nos resultados (KUBOTA *et al.*; 2014).

1.3 HIPÓTESE

Há disparidade no diagnóstico da condição da função pulmonar de um mesmo indivíduo usando-se os parâmetros de referência (PR) disponíveis para avaliação de adultos brasileiros.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Analisar três dos principais PR em avaliação da função pulmonar possíveis de se utilizar em adultos brasileiros de ambos os gêneros.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analisar a variabilidade dos PR de Pereira *et al.* (2007), Knudson *et al.* (1983) e Quanjer *et al.* (2012) para classificação da função pulmonar de adultos brasileiros;
- Comparar os valores obtidos neste estudo, aos previstos por três dos PR possíveis de se utilizar na clínica médica brasileira;
- Identificar se há disparidade nos diagnósticos da função pulmonar baseados nos PR possíveis de se utilizar em avaliação da população adulta brasileira;
- Verificar a influência do tempo de prática de atividade física regular sobre as variáveis da função pulmonar de CVF, VEF1, PFE;
- Explorar os efeitos do estado nutricional (IMC), idade e tempo de prática de atividade física regular, sobre a função pulmonar.

1.5 ESTRUTURAS DO TRABALHO

CAPÍTULO 1 – Introdutoriamente apresenta-se o assunto que está sendo abordado nesta dissertação, contextualizando o tema, demonstrando as lacunas que estão sendo exploradas, bem como a relevância do estudo. Elucida ainda a hipótese que norteou o estudo, os objetivos (gerais e específicos) e se encerra com a forma como este trabalho foi estruturado.

CAPÍTULO 2 – Neste capítulo, a base teórica apresenta as principais características da anatomia e fisiologia respiratória bem como o marco conceitual utilizado nesta pesquisa acerca da função pulmonar e seus protocolos de avaliação.

CAPÍTULO 3 – A metodologia do trabalho prevê os caminhos percorridos para a realização deste estudo, tipologia da pesquisa, amostra, avaliações, coleta, tratamento de dados e análise estatística.

CAPÍTULO 4 – Resultados desta dissertação onde foi realizada uma análise da variação dos PR para classificação da função pulmonar e observadas as relações entre tempo de prática de atividade física regular, estado nutricional e variáveis respiratórias de adultos brasileiros.

CAPÍTULO 5 – Discussão, onde se tem uma visão panorâmica do estudo, buscando estabelecer relações entre os diversos resultados e suas implicações gerais para o problema em questão.

CAPÍTULO 6 – Conclusão, apresenta as considerações finais acerca desta pesquisa abrindo caminho para que estudos futuros possam ser desenvolvidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 FUNÇÃO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO

A respiração é um processo fundamental à manutenção da vida, para que isto ocorra é necessário haver condições mecânicas, estruturais e fisiológicas do sistema respiratório, responsável por esta dinâmica (WILMORE; COSTILL, 2001; GUYTON, 2008; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011).

O sistema respiratório tem esta missão de continuamente suprir os tecidos do corpo com o gás O_2 e remover o CO_2 , ou seja, por meio da ação dos pulmões, fornecer para o sangue o reestabelecimento de O_2 e retirar da circulação o CO_2 (GUYTON, 2008; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011). O intercâmbio destes gases ocorre a partir da ventilação e da difusão pulmonar (GUYTON, 2008; POWERS; HOWLEY, 2009; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011).

A primeira etapa da respiração envolve a mobilização de gases do exterior do corpo para os pulmões e, em seguida, para o sangue. Sendo assim, formada pelos processos de ventilação pulmonar (o movimento do ar para dentro e para fora dos pulmões) e difusão pulmonar (a troca do oxigênio e do dióxido de carbono entre os pulmões e o sangue) (GUYTON, 2008; POWERS; HOWLEY, 2009; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

O termo difusão descreve a transição dos gases O_2 e CO_2 entre o ar respirado e o sangue oriundo de uma área de pressão parcial mais alta para outra de pressão parcial mais baixa (KENDALL *et al.*, 2007; WEST, 2010). Neste processo a pressão do gás O_2 nos pulmões é superior do que no sangue, fazendo com que se mova dos alvéolos para a corrente sanguínea, da mesma forma a pressão de CO_2 no sangue é mais alta do que sua pressão dentro dos pulmões, fazendo com que este se transfira do sangue para os pulmões e seja expirado para fora (GUYTON, 2008; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

A inspiração força o ar a passar pelo trato aéreo superior constituído pelo nariz, faringe, laringe e traqueia superior chegando ao trato inferior, onde estão a traqueia inferior, diafragma, pulmões e seus brônquios, bronquíolos até os alvéolos (CASTRO, 1972; KENDALL *et al.*, 2007;

RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011) (Figura1).

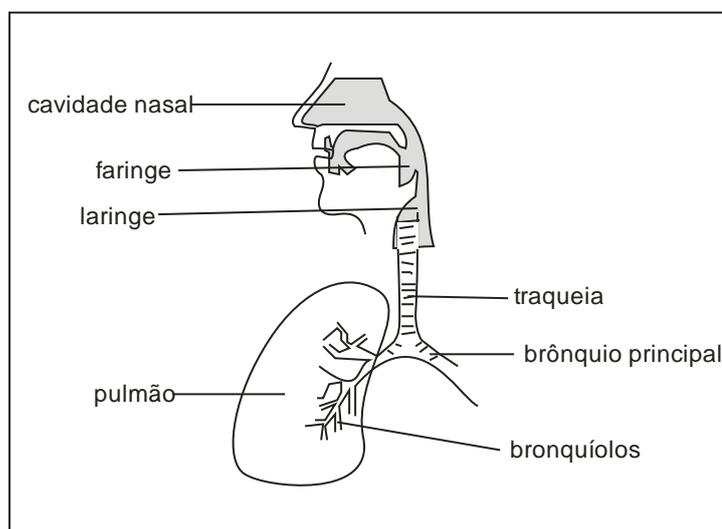


Figura 1: Vias aéreas superiores e inferiores.
Fonte: Adaptado de Guyton (2008).

Uma enorme rede de vasos capilares nos pulmões permeia todas as paredes alveolares e estes possuem uma membrana fina proporcionando uma curta distância a ser percorrida pelos gases de seu interior até o sangue (POWERS; HOWLEY, 2009; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011), levando o O_2 dos alvéolos para a corrente sanguínea e trazendo em caminho inverso o CO_2 esta transferência é facilitada pelo processo de difusão simples e rápida (GUYTON, 2008; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Durante a ventilação, os espaços alveolares sofrem contínuas variações de pressão, tal qual ocorre nos espaços pleurais (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011). As células epiteliais dos alvéolos produzem o surfactante que é uma mistura lipoprotéica de proteínas, fosfolipídios e íons de cálcio, que se fundem com o líquido que circunda os espaços alveolares. Sua ação diminui consideravelmente a tensão sobre a superfície membranosa dos alvéolos pela interrupção da camada aquosa que os circunda. Este processo promove efeito redutor da energia utilizada para insuflação e desinsuflação alveolar (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

As fases respiratórias são garantidas pela musculatura e estrutura esquelética envolvida no processo (KENDALL *et al.*, 2007; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011).

Os pulmões são abrigados pela caixa torácica, constituída em sua face anterior pelo esterno, posteriormente pela coluna vertebral, em suas laterais pelas costelas e na base inferior, lacrada pelo diafragma (KENDALL *et al.*, 2007; GUYTON, 2008; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011).

A caixa torácica é preenchida pelos pulmões os quais são recobertos pela pleura visceral, compondo a cavidade pleural. A pleura visceral e a cavidade pleural possuem membranas de revestimento lubrificadas que possibilitam o deslocamento dos pulmões a cada incursão respiratória (KENDALL *et al.*, 2007; GUYTON, 2008; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011).

2.1.1 Principais músculos envolvidos na inspiração e expiração

O sistema ventilatório, apesar de aparentemente pequeno e compacto, atende as demandas de troca de gases, proporcionando aeração adequada aos fluidos corporais (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Na inspiração o principal músculo atuante é o diafragma, o qual se contrai proporcionando o aumento global do diâmetro torácico (KENDALL *et al.*, 2007; AIRES, 2008; RATNOVSKY; ELAD; HALPERN, 2008; GUYTON, 2008; WEST, 2010; GUYTON; HALL, 2011). Os músculos intercostais internos e externos também participam do processo, mesmo quando em respiração tranquila (DE TROYER; ESTENNE, 1988; KENDALL *et al.*, 2007) (Figura 2).

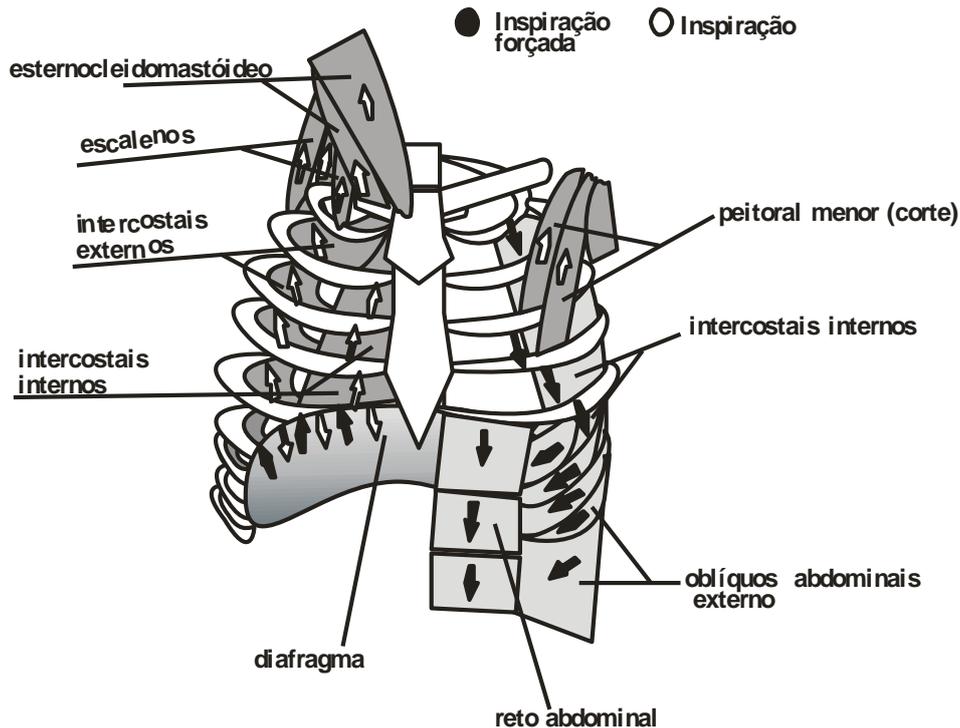


Figura 2: Principais músculos envolvidos na inspiração, com legenda indicando musculatura acessória na inspiração forçada.
Fonte: Adaptado de Wordpress (2014).

Em condições particulares, como no caso de exercícios físicos, os pulmões atuam como reguladores do sistema ácido-básico (WEST, 2010). Nestas situações outros músculos podem ser solicitados, de forma acessória (AIRES, 2008; WEST, 2010). Dentre estes músculos acessórios estão os intercostais internos e externos, escalenos, esternocleidomastóideo, esterno triangular, serrátil anterior, serrátil posterior superior, serrátil posterior inferior, levantadores das costelas, transversos do tórax, subclávio, peitoral maior, peitoral menor, porção superior do trapézio inferior, grande dorsal, eretores da espinha (torácicos), iliocostal do lombo, paraesternais e os abdominais que em movimentação de expansão ventral apoiam a acomodação do diafragma (DE GROOTE *et al.*, 1997; KENDALL *et al.*, 2007; AIRES, 2008; SOBOTA, 2013).

2.1.2 Diferença de pressão na inspiração e expiração

A ação muscular no momento da inspiração faz com que a caixa torácica aumente seu volume, levando os pulmões a também se expandirem, o vácuo no espaço intrapleural e o aumento súbito dos gases em seu interior promovem uma diminuição de sua pressão, assim enquanto ocorre a inspiração, a expansão torácica torna a pressão alveolar 3mmHg menor do que a pressão externa, promovendo o deslocamento de ar para dentro dos alvéolos (GUYTON, 2008; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Na inspiração também, os músculos escalenos e intercostais externos ao se contraírem fazem com que as costelas rotacionem e se levantem, distanciando-se do eixo do corpo. Esta ação corresponde parcialmente à movimentação de alça de balde elevada e abaixada (KAPANDJI, 2008; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011), conforme demonstrado na figura 3.

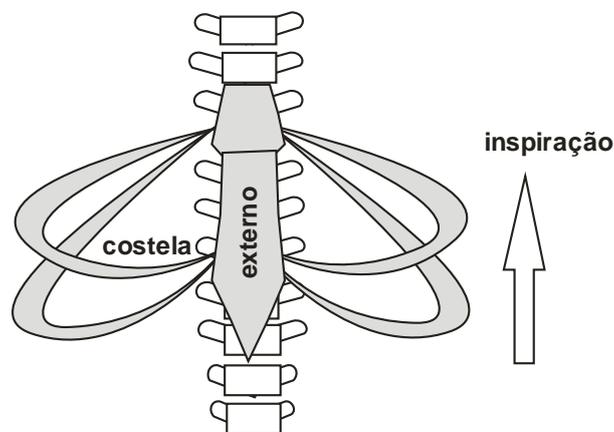


Figura 3: Ação “Alça de balde” dos músculos escalenos e intercostais externos ao se contraírem durante a inspiração.
Fonte: Adaptado de Drake e Wayne (2015).

Durante o exercício, a sincronia do diafragma, do gradil costal e musculatura abdominal favorecem a inspiração e expiração adequadas ao esforço (GUYTON, 2008; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

O processo expiratório é visto como passivo, em exercício leve ou repouso (GUYTON, 2008; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011), onde há o

relaxamento dos músculos envolvidos na inspiração, elevação do diafragma auxiliado pela compressão da musculatura abdominal, gerando aumento da pressão intratorácica em 3mmHg, expulsando o ar dos alvéolos direto para fora, cessando quando a pressão intrapulmonar diminui e se iguala a pressão atmosférica (GUYTON, 2008; GUYTON; HALL, 2011; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011).

Em exercício vigoroso e extenuante, as dimensões torácicas são severamente comprimidas e diminuídas pela ação dos músculos intercostais internos e abdominais sobre as costelas e cavidade abdominal tornando a expiração mais rápida e extensa (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Em exercícios extenuantes, as alterações de volume torácico que são necessárias, em ação rápida, são promovidas principalmente pela movimentação do gradil costal, mais até que a ação diafragmática (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

2.2 VOLUMES PULMONARES

Os volumes pulmonares variam com a idade, sexo, dimensões e composição corporal, mas particularmente com a estatura (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011) e podem ser considerados de duas formas: Como volumes absolutos (estáticos) ou dinâmicos. O primeiro decorrente de manobras respiratórias normais baseadas em compartimentos pulmonares; e o segundo decorrente de manobras respiratórias forçadas e que são medidas normalmente por meio da espirometria (BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

Levando-se em conta que a atividade mecânica dos pulmões depende de suas propriedades elásticas e de seu volume, medir os volumes pulmonares propicia informações importantes para a determinação de uma condição fisiopatológica proveniente de anormalidades dos processos ventilatórios (BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

É recomendado medir-se os volumes pulmonares para, detecção de processos restritivos e mistos, detecção de hiperinsuflação pulmonar e de alçaponamento de ar, incremento na sensibilidade da avaliação de resposta ao

broncodilatador, correção da mensuração da capacidade de difusão pulmonar, avaliação de incapacidade pulmonar e pré-operatório de cirurgia redutora de volume pulmonar (ATS, 1991; QUANJER *et al.*, 1993; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

2.2.1 Volumes pulmonares absolutos

A família destes volumes, também identificados como estáticos, é composta por quatro volumes e quatro capacidades que são: Volume corrente (VC), volume de reserva expiratória (VRE), volume de reserva inspiratória (VRI), volume residual (VR), capacidade vital (CV), capacidade residual funcional (CRF), capacidade inspiratória (CI) e capacidade pulmonar total (CPT), conforme apresentado na figura 4 (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

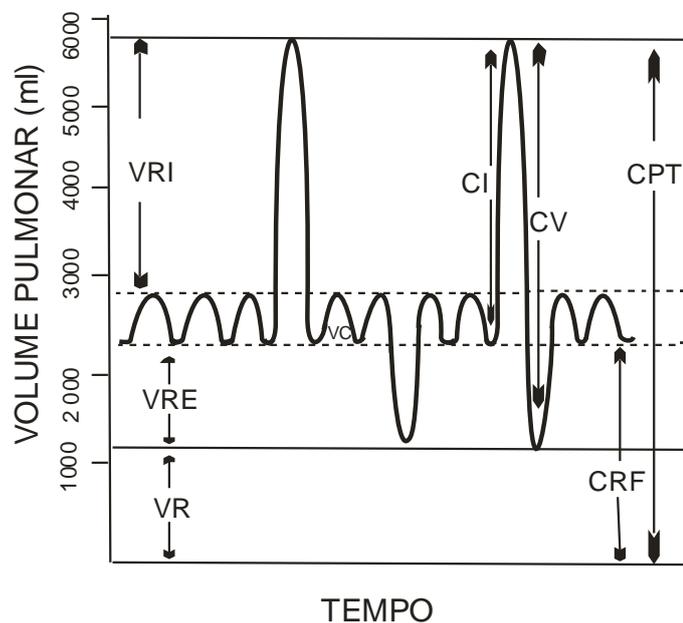


Figura 4: Representação dos volumes e capacidades pulmonares.
Fonte: Adaptado de Vilela (2016).

Na determinação dos volumes pulmonares, a espirometria permite a obtenção direta do VC, VRI e o VRE. Por sua vez a CV é formada pela união do VC, VRI e VRE. A CI agrega VC e o VRI; a CRF é obtida de forma indireta por diluição de

gases, pletismografia ou mensurações radiográficas. O VR é calculado subtraindo-se o VRE da CRF ou subtraindo-se a maior medida da CV da CPT, que é obtida somando-se a CRF à CI (WANGER, 1996; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

2.2.1.1 Definições dos volumes pulmonares

O VC é o volume de ar inspirado e expirado naturalmente a cada ciclo respiratório. Embora seja uma subdivisão da CPT, é um volume dinâmico, variável, correspondendo a aproximadamente 10% da CPT (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

O VRE corresponde a cerca de 15% até 20% da CPT, sendo considerado o volume máximo que pode ser expirado voluntariamente a partir do final de uma expiração espontânea ou seja, uma expiração além do nível de repouso expiratório (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011)..

VRI é o volume de uma inspiração além do nível inspiratório corrente ou seja, o volume máximo que pode ser inspirado voluntariamente ao final de uma inspiração espontânea e corresponde a cerca de 45% a 50% da CPT (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

VR é o volume que permanece no pulmão após uma expiração máxima, correspondendo entre 20% e 35% da CPT. Não se pode medir o VR diretamente pela espirometria, para tal medida se fazem necessárias técnicas de diluição de gases, avaliação radiográfica ou pletismografia. Sendo obtido a partir da determinação da CRF, subtraindo-se o VRE da CRF ou a CV da CPT (com medida primária da CRF), de acordo com o método utilizado para medir os volumes pulmonares (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

A CV corresponde ao maior volume de ar mobilizado e pode ser medido tanto na inspiração quanto na expiração (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002;

PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

CRF é o volume mantido nos pulmões ao término de uma expiração espontânea. Compreende o VR e o VER, correspondendo em torno de 40% a 50% da CPT (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

CI que corresponde a cerca de 50% a 55% da CPT e em torno de 60% a 70% da CV, é o volume máximo de ar inspirado voluntariamente a partir do final de uma expiração espontânea, compreendendo o VC e o VRI (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

A CPT compreende todos os volumes pulmonares, é o volume contido nos pulmões após uma inspiração plena, sendo obtido pela soma da CRF com a CI (COMROE *et al.*, 1962; BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002; WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Valores de seis a sete litros não são incomuns em indivíduos altos e valores extremamente elevados foram encontrados para um jogador de futebol americano, 7,6 L, e um ganhador de medalha de ouro olímpica em esqui *cross country*, 8,1 L. Os grandes volumes pulmonares destes atletas de alto nível, em geral, refletem as influências genéticas e as características do tamanho corporal, pois o treinamento não modifica de maneira apreciável os volumes pulmonares absolutos (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

2.2.2 Volumes pulmonares dinâmicos

Volumes pulmonares dinâmicos são aqueles possíveis de se medir utilizando-se a espirometria forçada, ou seja: VC, VRI, VRE, CI e CV (BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

A adequação da ventilação pulmonar depende muito mais da capacidade de manter alto nível de fluxo aéreo que do movimento do ar em uma única incursão respiratória. A ventilação dinâmica depende de dois fatores: volume de ejeção máximo dos pulmões, a CVF e a velocidade de movimentação de um volume de ar,

definida como frequência respiratória (FR) (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Por sua vez, a velocidade do fluxo aéreo depende da resistência oferecida pelas passagens respiratórias ao fluxo uniforme de ar, e da rigidez imposta pelas propriedades mecânicas do tórax e do tecido pulmonar a uma mudança no formato durante a respiração, o que se denomina complacência pulmonar. Em virtude de uma reserva pulmonar normalmente grande, os pacientes com doença pulmonar só raramente demonstram sintomas de angústia até que uma grande parte de sua capacidade ventilatória tenha sido reduzida (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Os indivíduos com uma obstrução ligeira das vias aéreas participam de maneira regular e bem sucedida das corridas de longa distância competitivas. Durante o exercício, a transgressão tanto do VRI quanto do VRE, particularmente do VRI, produz um aumento considerável no VC (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

2.3 VARIÁVEIS RESPIRATÓRIAS

As variáveis observadas neste estudo foram as de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), o pico de fluxo expiratório (PFE) e fluxo expiratório forçado aos 75% da CVF (FEF 75).

A CVF que em geral chega a atingir valores variando entre quatro e cinco litros em homens jovens e saudáveis e entre três e quatro litros em mulheres jovens, inclui a CV mais o VRI e VRE (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011). A CVF é obtida a partir de uma inspiração profunda e máxima seguida de manobra expiratória forçada atingindo o volume máximo de ar exalado até atingir o volume residual (PEREIRA, 2002; BARRETO, 2002; PAULO *et al.*, 2015).

O VEF1, por sua vez, corresponde ao volume de ar expirado no primeiro segundo da CVF, é um índice muito valioso na avaliação da função pulmonar, tem ótima reprodutibilidade por ser mais esforço-independente por isso, merece observação atenta dos profissionais da saúde para diagnóstico de patologias respiratórias (PEREIRA, 2002; PAULO *et al.*, 2015).

O PFE é um importante indicador de colaboração do avaliado e da qualidade apresentada no início do sopro, representando o máximo de ar que pode ser expelido durante a execução da manobra de CVF, com resultados expressos em litros por segundo (L/s). É um parâmetro expiratório dependente do esforço do avaliado, da força muscular expiratória, do calibre das vias aéreas e da capacidade pulmonar total (PEREIRA, 2002; PAES *et al.*, 2009; SIMSIC *et al.*, 2012; ANTUNES *et al.*, 2012; BASSINI *et al.*, 2014).

O FEF75 é derivado do índice de CVF, medido a 75% desta manobra. É genericamente aceito que obstruções das pequenas vias aéreas levem a redução do fluxo nos menores volumes, deixando os fluxos nos maiores volumes menos afetados, resultando nas características côncavas das curvas de fluxo-volume (QUANJER *et al.*, 2014). Assim, a possibilidade de se detectar patologias nas pequenas vias aéreas em seus estágios iniciais levou a uma atenção específica para a observação desta variável de fluxo expiratório forçado aos 75% da CVF (BERNARDINO *et al.*, 2007; QUANJER *et al.*, 2014; LUKIC; COATES, 2015).

Contudo, o FEF75 não agrega muito valor clínico quando VEF1 e CVF estiverem normais (PELLEGRINO; BRUSASCO; MILLER, 2014), mas quando estes estiverem próximo dos índices mínimos de normalidade, somados às alterações do FEF75 pode ser um indicativo de patologia obstrutiva das pequenas vias aéreas (QUANJER *et al.*, 2014). Encontrar a variável FEF75 baixa quando CVF, VEF1 e VEF1/CVF estão normais, sugere reavaliação da qualidade da manobra de CVF (QUANJER *et al.*, 2014).

2.4 PRINCIPAIS DISTÚRBIOS VENTILATÓRIOS

2.4.1 Distúrbios ventilatórios obstrutivos (DVO)

Obstrução é qualquer processo que interfira no fluxo aéreo para dentro ou para fora dos pulmões. A obstrução pode estar localizada nas grandes ou nas pequenas vias aéreas, ou seja, quando o fluxo expiratório encontra um limite mesmo na respiração espontânea caracteriza-se a doença pulmonar obstrutiva (PEREIRA, 2002; QUEIROZ, 2014).

Disfunção de corda vocal, lesões traqueais, tais como estenose ou malácia, tumores ou aspiração de corpos estranhos são algumas situações que podem se apresentar com obstrução de grandes vias aéreas (PEREIRA, 2002).

A obstrução de pequenas vias aéreas, refere-se à limitação ao fluxo que ocorre nas vias aéreas com menos de 2mm de diâmetro e que depende do tecido pulmonar adjacente. As pequenas vias aéreas tem uma grande área de secção transversal e mudanças patológicas significativas podem ocorrer antes que a limitação ao fluxo promova algum sintoma (PEREIRA, 2002; QUEIROZ, 2014). A obstrução das pequenas vias aéreas é característica de patologias como a asma, enfisema, bronquite crônica, bronquiolite e bronquiectasias em geral. Apesar de o mecanismo responsável ser diferente nestas patologias, o padrão na espirometria é parecido. Algumas doenças como a asma, podem afetar tanto as pequenas como as grandes vias aéreas (PEREIRA, 2002; QUEIROZ, 2014).

Mesmo antes que a diferença de pressão por meio do sistema respiratório passivo alcance o zero atmosférico, a expiração passiva pode ser interrompida pela próxima inspiração em um caso de patologia obstrutiva das vias aéreas. A CRF torna-se, então, dinamicamente aumentada, acima do volume determinado elasticamente. Em casos de redução da retração elástica pulmonar, com aumento da complacência, haverá modificação da curva de relação volume-pressão do sistema respiratório, com o equilíbrio mecânico do sistema sendo alcançado a um volume maior do que o normalmente previsto (PEREIRA, 2002; BARRETO, 2002).

Desta forma, em casos de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), a CRF aumentará significativamente por mecanismos estáticos e dinâmicos como a redução da retração elástica e principalmente por mecanismos dinâmicos de limitação do fluxo aéreo (BARRETO, 2002). São aceitos como valores limites do padrão de normalidade para a CRF, aqueles entre 70-130% do previsto (PENNOCK; COTTREL; ROGERS, 1983; BARRETO, 2002).

O VEF1 e a razão VEF1/CVF% são os índices mais usados e melhor padronizados para caracterizar a presença de disfunções obstrutivas (PEREIRA, 2002).

Em pacientes fumantes, os aumentos na CRF e no VR podem ocorrer antes ou não serem seguidos de aumentos de CPT. Há aumentos usuais que são muito maiores proporcionalmente em VR e CRF, do que o aumento da CPT (aumentos de

VR/CPT e CRF/CPT). A CPT é muito menos sensível do que o VR e VR/CPT para o grau de distúrbio ventilatório obstrutivo.

Estudo envolvendo pacientes com distúrbio ventilatório obstrutivo verificou que, à medida que o grau de obstrução moveu-se de VEF1 90% predito para 50%, o VR médio aumentou de 100% para 140% do predito, enquanto a CPT permaneceu estável (DYKSTRA *et al.*, 1999; BARRETO, 2002).

O VR e a CRF são elevados proporcionalmente ao grau de obstrução. Já a CPT, pode ser afetada variavelmente por diferentes processos obstrutivos, como quando está elevada em enfisema e frequentemente normal em asma, por exemplo, para o mesmo grau de limitação ao fluxo aéreo.

Estudos apresentam intensa associação entre o grau de VR/CPT com o grau de limitação ao fluxo aéreo, sendo virtualmente idênticos na asma e na DPOC (DYKSTRA *et al.*, 1999; BARRETO, 2002).

Pesquisas longitudinais com fumantes evidenciaram aumento da distensibilidade pulmonar com correspondente incremento de todos os volumes pulmonares absolutos. O acompanhamento de fumantes com doença obstrutiva de leve a moderada intensidade por quatro anos, mostrou os seguintes aumentos: 14,7% no VR, 16% na CRF e 5,8% na CPT, com aumentos associados nas relações VR/CPT e CRF/CPT e redução na relação CV/CPT (CORBIN *et al.*, 1979; COLEBATCH; CLIFFORD, 1988; DYKSTRA *et al.*, 1999; BARRETO, 2002).

Reduções significativas no fluxo ou no volume, oriundos de distúrbios ventilatórios, são facilmente compreendidas nas curvas de fluxo-volume (Figura 5). A forma da curva expiratória em indivíduos normais demonstra uma linha reta ou sutilmente côncava para o eixo de volume. Em indivíduos com obstrução leve difusa o fluxo é diminuído principalmente em baixos volumes pulmonares, ocorrendo com a progressão da obstrução uma concavidade maior, visível na curva, conforme demonstra a figura 5.

A inclinação da curva fluxo-volume (pico de fluxo/CVF) é a constante de tempo médio de esvaziamento dos pulmões e se correlaciona com a relação VEF1/CVF (BROWN *et al.*, 1995; PEREIRA, 2002). Os valores para os fluxos finais são sempre mais alterados percentualmente quando há obstrução difusa e o contrário acontecendo na obstrução de vias aéreas centrais (PEREIRA, 2002).

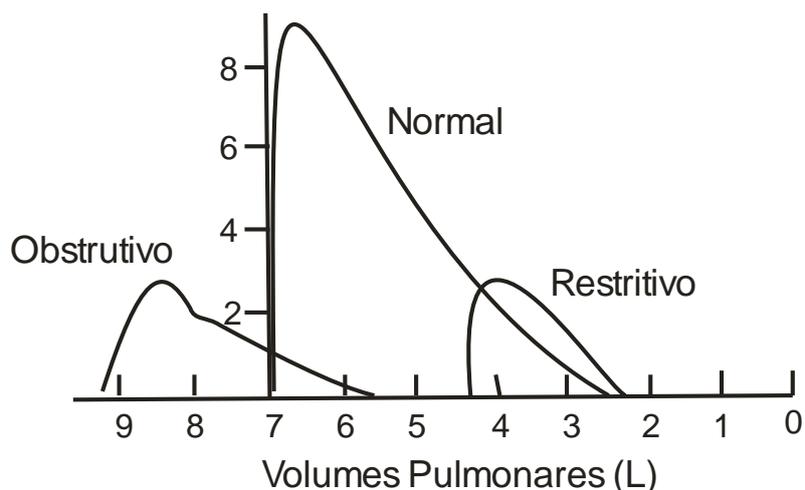


Figura 5: Representação de curvas de fluxo-volume, normal, obstrutivo e restritivo.
Fonte: Adaptado de Lopes, Faria e Bártholo (2013).

2.4.2 Distúrbio ventilatório restritivo (DVR)

Distúrbio ventilatório restritivo (DVR) refere-se à redução dos volumes pulmonares e várias podem ser as causas desta restrição, como: Ressecções, atelectasias, cicatrizes, anormalidades neuromusculares, aumento da rigidez pulmonar ou outras doenças que produzam rigidez do parênquima pulmonar e patologias que afetem a parede do tórax ou a musculatura respiratória (BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002). O DVR também é encontrado em condições não pulmonares, como na obesidade ou gravidez. Contudo muitos obesos, mesmo mórbidos, têm volumes pulmonares dentro do previsto (PEREIRA, 2002).

Qualquer processo que interfira com a ação de fole dos pulmões ou da parede torácica pode ser compreendida como uma enfermidade restritiva que pode ser sugerida pela redução da CV não explicada por doença obstrutiva (PEREIRA, 2002).

Confirmada por redução da CPT, que pode ser a única alteração presente com normalidade de CRF e do VR (MILLER; HYATT, 1973; ROTMAN; LISS; WEG, 1975; PEREIRA, 2002; BARRETO, 2002).

O DVR é caracterizado fisiologicamente por redução na CPT, que é o único volume pulmonar com acurácia de 100% para restrição. Os demais volumes pulmonares não têm significado isoladamente, necessitando de associações para

expressarem anormalidades fisiopatológicas (BARRETO, 2002). Limites do padrão de normalidade para a CPT ficam em torno de 80% a 120% do previsto (PENNOCK; COTTREL; ROGERS, 1983; PEREIRA, 2002; BARRETO, 2002).

2.4.3 Distúrbios mistos ou combinados (DVC)

Sinais patológicos obstrutivos e restritivos associados, pela presença de mecanismos fisiopatológicos opostos no mesmo indivíduo ocorrem com certa frequência, por exemplo, em associações como DPOC e doença intersticial difusa, fibrose pulmonar idiopática e tabagismo, asbestose e tabagismo, sarcoidose e tabagismo, obesidade e tabagismo, entre outras possibilidades (BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

A descoberta de um DVR em indivíduos com quadro de DVO é difícil, se for baseada apenas na mensuração dos volumes absolutos. Se os volumes pulmonares não estiverem reduzidos consideravelmente abaixo do normal em indivíduos com DVO, pode ser impraticável determinar se há um DVR associado apenas pelo estudo funcional (PEREIRA, 2002; BARRETO, 2002).

Deve-se considerar que o menor volume pulmonar por grau de obstrução tem ampla dispersão, impedindo uma separação clara entre os grupos de obstrução e restrição pela determinação simplesmente dos volumes, a não ser que os volumes estejam consideravelmente abaixo do normal em pessoas com limitação ao fluxo aéreo. Assim, a existência de distúrbio misto pode ser confirmada em casos de redução da CPT e redução de VEF1/CV, normalmente com aumento de VR e VR/CPT (BARRETO, 2002; PEREIRA, 2002).

2.4.3.1 Relação VEF para CVF

Alguns indivíduos com doença pulmonar grave conseguem valores de CVF quase normais quando medidos sem qualquer limite temporal para a realização desta manobra (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Por esta razão, os clínicos preferem a mensuração dinâmica da função pulmonar, como o VEF medido em um segundo (VEF1), o qual dividido pela CVF indica a capacidade de fluxo aéreo pulmonar. Esta manobra reflete a potência expiratória pulmonar ou pressão propulsora e a resistência global ao movimento ascendente do ar nos pulmões (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Normalmente os indivíduos sadios expõem 85% da CV em um segundo. A doença pulmonar obstrutiva grave, como enfisema e asma brônquica, com uma redução concomitante do calibre das vias aéreas e perda do recuo (retração) elástico do tecido pulmonar, reduz consideravelmente a relação VEF1/CVF na maioria das vezes, para valores inferiores a 40% da CV. Habitualmente o ponto de demarcação para uma obstrução das vias aéreas durante a espirometria dinâmica representa uma relação VEF1/CVF de 70% ou menos (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

Os clínicos também calculam outros valores a partir das porções da curva gerada na manobra da espirometria forçada (p. ex. 50% correspondente à porção média da curva expiratória ou fluxos instantâneos para 25, 50, 75% da CVF) para determinar a dinâmica do fluxo aéreo nas pequenas vias do trato pulmonar (WEST, 2010; MACARDLE; KATCH; KATCH, 2011; GUYTON; HALL, 2011).

2.5 IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO DAS DOENÇAS CRÔNICAS RESPIRATÓRIAS

Dentre as doenças que mais atingem o sistema respiratório da população brasileira, encontra-se em destaque a DPOC, rinite alérgica, asma, câncer de pulmão e doença da pleura (CRUZ et al., 2016).

A DPOC juntamente com outras doenças crônicas, corresponde mundialmente a 63% dos óbitos (36 milhões de indivíduos todos os anos) e tem atingido a população de faixa etária abaixo de 60 anos, especialmente nos países de baixa e média renda. No Brasil, em 2007, atingiu-se o índice de 72% de taxa de mortes referentes às doenças crônicas sendo superior a taxa mundial, atingindo o nível de mortalidade de aproximadamente 540 óbitos para cada 100 mil habitantes, repetindo

o quadro em 2013 causando 72,6% dos óbitos (SUS, 2014; SOTO *et al.*, 2015;). No Paraná, essa taxa, em 2009, foi de aproximadamente 348,1 óbitos por 100 mil habitantes (SOTO *et al.*, 2015). Em 2011 a taxa de morte hospitalar no Brasil, de indivíduos acometidos por DPOC atingiu 37,7% (TEIXEIRA *et al.*, 2011).

A DPOC no Brasil, de acordo com o II Consenso de DPOC da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia, em 2004 já ocupava a 5ª posição em causa de morte, com 196.698 internamentos sendo o maior número de pacientes com mais de 40 anos, promovendo gastos aproximados de 72 milhões de reais para o sistema de saúde pública do país (SBPT, 2004), já em 2008 estes gastos chegaram a 100 milhões e em 2016 encontram-se registros nas Diretrizes Brasileiras para Manejo da DPOC, como em 3ª posição entre causas de morte no mundo (SBPT, 2012; OCA *et al.*; 2016).

Em 2010 as doenças crônicas levaram o Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro a atingir 68% do total de gastos com internações hospitalares só com as doenças crônicas, chegando ao equivalente a 2,4 bilhões de reais e outros 32%, 1,2 bilhões referentes ao tratamento ambulatorial. Assim, o gasto é maior com os agravos proporcionados aos pacientes com estas patologias do que se gastaria com a prevenção das mesmas (SOTO *et al.*, 2015).

Estudos regionalizados sobre morbidade e despesas geradas, acabam por ser importantes para o fornecimento de indicadores locais, os quais podem ser usados no desenvolvimento de políticas públicas preventivas para os casos de doenças crônicas e da melhoria na gestão do sistema de saúde pública (SOTO *et al.*, 2015).

O Brasil gasta em torno de 4% de seu Produto Interno Bruto (PIB) em saúde pública, a partir do início dos anos 2000, esse número tem aumentado cerca 6% ao ano (GRAGNOLATI; LINDELOW; COUTTOLENC, 2013; DIOGO *et al.*, 2015). Paralelamente, existe uma tendência mundial de envelhecimento da população, no Brasil a proporção de indivíduos com mais de 60 anos aumentou de seis para 10% entre 1980 e 2010, e deve chegar a quase 30% em 2050 (LEITE; REIS, 2011; DIOGO *et al.*, 2015).

Estima-se que 12% da população acima de 40 anos possa desenvolver DPOC e entre 2003 e 2004, só a cidade de São Paulo teria demonstrado prevalência de 6% a 15% de indivíduos com 40 anos ou mais, com DPOC, algo em torno de 6.900.000 de pessoas (SBPT, 2004) e em 2007 a prevalência alcançada no Brasil para esta mesma faixa etária foi de 15% (OCA *et al.*, 2016).

Estudo com indivíduos mais jovens, do sexo masculino com mais de 18 anos e que foram internados por doenças do sistema respiratório (DPOC exarcebada, pneumonias e asma brônquica descompensada) avaliou a condição destes antes e após implantação de UTI em hospital secundário. No período de maio de 2013 a junho de 2014, dos 206 pacientes com doenças respiratórias admitidas na enfermaria após a implantação da UTI, 40 (19,43%) tiveram internação na UTI e destes, nove (22,5%) evoluíram para óbito (DIOGO *et al.*, 2015).

Este fato demonstra o elevado número de casos em que uma patologia respiratória sem o acompanhamento adequado, pode evoluir para internamentos prolongados, necessidade de uso de UTI's com equipamentos de alta tecnologia e altos custos agregados, não só para indivíduos mais idosos, mas também entre a população mais jovem.

Estudos realizados no sul do Brasil onde foi analisado o perfil das internações por doenças crônicas não transmissíveis na atenção primária, de acordo com o gênero, entre 2000 e 2010, concluíram que as internações de homens (61,10%) superaram as de mulheres (38,90%) nas doenças pulmonares (SOTO *et al.*, 2015).

O Consenso de DPOC brasileiro explica que vem ocorrendo aumento do número de mortes por esta doença tanto entre homens quanto entre mulheres nas últimas décadas, ocupando colocações preocupantes entre as principais causas de morte no Brasil (SBPT, 2004; OCA *et al.*; 2016).

A DPOC é uma patologia respiratória prevenível e tratável, caracterizada pela presença de obstrução crônica do fluxo aéreo, a qual não é plenamente reversível. A obstrução do fluxo aéreo geralmente é progressiva e associada a uma resposta inflamatória anormal dos pulmões à inalação de gases tóxicos ou partículas, primariamente causada pelo tabagismo (OCA *et al.*; 2016).

Embora a DPOC comprometa os pulmões, ela também causa consequências sistêmicas importantes. O processo crônico inflamatório pode promover alterações dos brônquios, bronquíolos e parênquima pulmonar, neste último caso causando a enfisema pulmonar. A predominância destas alterações varia de indivíduo para indivíduo, tendo relação com os sintomas apresentados (SBPT, 2004; OCA *et al.*; 2016).

Tão importante quanto os gastos diretos são os gastos indiretos provocados por doenças crônicas a exemplo da DPOC e outras do sistema respiratório,

computados como dias perdidos de trabalho, aposentadorias precoces, morte prematura, sofrimento familiar e social (SBPT, 2004; OCA *et al.*; 2016).

Medidas preventivas são necessárias para que aumentos exponenciais de mortalidade por doenças respiratórias possam ser evitados (CRUZ *et al.*, 2016; OCA *et al.*; 2016).

Estima-se que 64% dos subdiagnósticos e erros diagnósticos da DPOC têm 20% de suas causas relacionadas à utilização diminuta da espirometria (OCA *et al.*; 2016). Dentro deste contexto, a espirometria, quando realizada de forma adequada e com o PR ideal para a população que está sendo avaliada, pode ser um instrumento de grande utilidade para a prevenção, diagnóstico e acompanhamento destes e outros casos clínicos.

2.6 ESPIROMETRIA

Os testes de função pulmonar tornaram-se melhor definidos em seus critérios para determinação de anormalidades, origem fisiopatológica dos distúrbios, gravidade de questões funcionais, risco e tolerância a procedimentos diagnósticos e terapêuticos, resultado de tratamentos e prognóstico (RUBIN *et al.*, 2002; SBPT, 2002; PEREIRA, 2002; MILLER *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2005; MANCUZO *et al.*, 2007; WEST, 2010; FRITZ *et al.*, 2010; JACOBS; DAVI; MEYER, 2011; TEIXEIRA *et al.*, 2012; QUANJER *et al.*, 2012; KIRKBY *et al.*, 2013; FRAGOSO *et al.*, 2014).

A espirometria como teste de função pulmonar, vem a ser uma das técnicas clínicas usadas amplamente na área médica, principalmente por pneumologistas e tem sua importância atrelada a inúmeras variáveis da saúde preventiva e terapêutica (PEREIRA, 2002; MILLER *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2012; KUBOTA *et al.*, 2014), como a realização de diagnósticos em avaliação de sintomas, sinais ou exames laboratoriais alterados, acompanhamento do efeito de doenças sobre a função pulmonar, para o rastreamento de indivíduos em risco de ter doença respiratória, em levantamento de risco pré-operatório, para prognósticos e verificação do estado de saúde antes de iniciar uma atividade física extenuante (PEREIRA, 2002; MILLER *et al.*, 2005; COSTA, 2010; TEIXEIRA *et al.*, 2012; KUBOTA *et al.*, 2014; BURNETT *et al.*, 2016).

Fundamental para a avaliação de pessoas com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), asma e outras doenças respiratórias, de risco operatório e ocupacional (KENDALL *et al.*, 2007; KOCH *et al.*, 2011), seus resultados devem ser demonstrados em gráficos de volume-tempo e fluxo-volume (Figura 6).

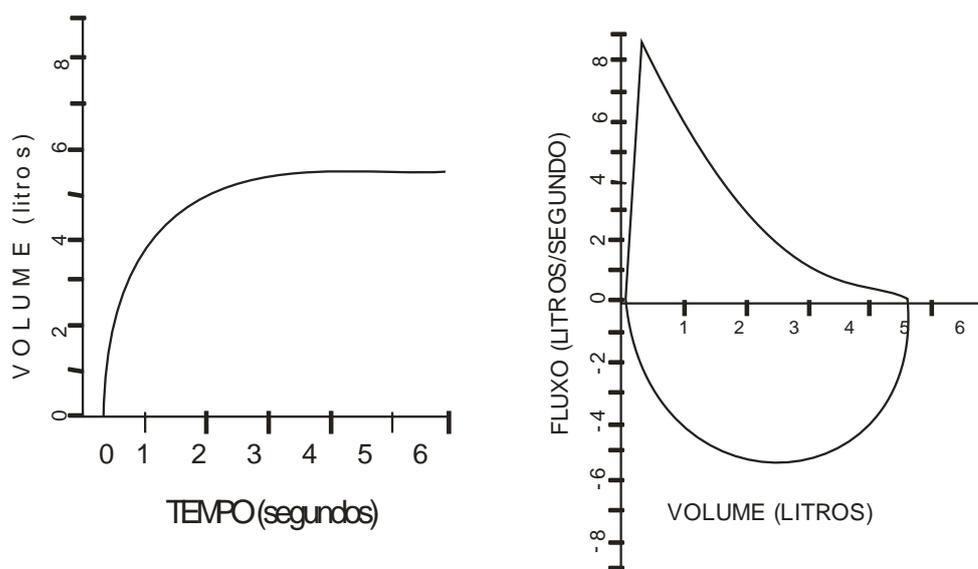


Figura 6 – Curvas de Volume/Tempo e Fluxo/Volume.
Fonte: Adaptado de Lopes, Faria e Bártholo (2013).

Não se deve descartar qualquer espirograma ou resultado espirométrico apenas com base em sua pobre repetibilidade, no momento da interpretação do teste é que a repetibilidade dos resultados devem ser considerados. Cabe ao intérprete dos resultados considerar ou não a utilização das informações provenientes de manobras com pobre repetibilidade ou de critérios não cumpridos durante o exame (MILLER *et al.*, 2005).

Apesar disto, a espirometria isoladamente não pode sugerir diretamente um diagnóstico, sendo um exame de caráter complementar (SBPT, 2002; MILLER *et al.*, 2005; KENDALL *et al.*, 2007; WEST, 2010; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014; SCHMITZ *et al.*, 2015; SCHULTZ *et al.*, 2016). Contudo, este é um teste que deveria estar sempre disponível ao atendimento de pacientes com suspeitas de complicações respiratórias. Por isso, é importante o constante repasse de informações e que sejam ministrados treinamentos aos profissionais interessados (SBPT, 2002; SILVA *et al.*, 2005; WEST, 2010).

O primeiro espirômetro tem seu primeiro registro em 1846, sendo criado pelo inglês John Hutchinson (RUPPEL, 1994; ARELLANO, 2015). Naquele período já se faziam mensurações da capacidade vital e relações de resultados obtidos com situações clínicas, apesar do objetivo inicial de sua criação ter sido relacionado à avaliação de problemas na área de cálculos sobre risco contratual de seguros de vida (RUPPEL, 1994).

Contudo, foi apenas a partir da década de 40, quando Tiffeneau e Pinelli acrescentaram o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), que houve um avanço em estudos importantes sobre fisiopatologia pulmonar, por eles e outros pesquisadores como Baldwin, Cournand, Richards, Gaensler, Comroe, West e outros a partir destes. A curva fluxo-volume veio a fazer parte das variáveis observadas a partir de estudos de Hyatt e sua equipe, no ano de 1958 (RUPPEL, 1994).

A partir de então houve evolução tecnológica dos equipamentos, aprimoramento técnico na aplicação do teste e interpretação de resultados, novos PR, normas e padrões de normalidade sempre nas metas de laboratórios especializados em função pulmonar, impulsionados por novos conhecimentos e técnicas disponíveis (RUPPEL, 1994; KNUDSON *et al.*, 1983; PEREIRA *et al.*, 1992; SILVA *et al.*, 2005; PEREIRA *et al.*, 2007; QUANJER *et al.*, 2012).

2.7 PARÂMETROS DE REFERÊNCIA

O termo “valores de referência” referenciado por conveniência neste estudo como “parâmetros de referência” (PR) foi introduzido para evitar muitas das dificuldades que circundam o termo “valores normais” (PEREIRA *et al.*, 1992; PEREIRA, 2002).

A faixa de referência apenas apresenta informações sobre a distribuição dos resultados da avaliação sobre a população saudável de onde estes foram derivados. Nada apresenta sobre o verdadeiro positivo, taxa de falso negativo ou o valor preditivo de um teste positivo (ATS, 1991; PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014). Portanto, a interpretação da espirometria deve ser feita sempre acompanhada dos dados clínicos ou epidemiológicos (ATS, 1995; PEREIRA, 2002).

Quando um indivíduo com doença pulmonar clinicamente evidente é avaliado, a escolha do PR tem importância relativa visto que, nesta situação, os testes de função

são nada mais que um item de informação em um conjunto de inúmeros dados sobre o paciente e os testes serão anormais com alta frequência (PEREIRA, 2002).

Porém quando se fala em exames de saúde não longitudinais, o teste deve identificar uma condição do indivíduo em um estágio precoce, neste caso significando que quando a intervenção poderá melhorar a saúde do paciente a seleção dos PR é então de importância crítica (PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Estudos analisando várias equações publicadas demonstraram, por exemplo, que a CVF prevista pode variar em até 20% entre elas, o que comprova a grande variabilidade entre os PR (GLINDMEYER, 1981; PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Deve-se levar em consideração o preenchimento de certos critérios pelo estudo que derivou os PR a fim de que se faça a correta escolha de equações para utilização num determinado laboratório (TAUSSIG *et al.*, 1980; ATS, 1995; PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

A seleção do PR deve se basear na população da qual os indivíduos normais foram retirados, na metodologia usada para a espirometria e nos dados estatísticos disponíveis que descrevem os PR. Destas observações, as mais importantes são que a população de referência represente apropriadamente os pacientes a serem testados e que as medidas a serem obtidas por meio da espirometria, sejam feitas com instrumentos e metodologias comparáveis (PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Os valores para a composição dos PR devem ser obtidos a partir de procedimentos padrão, equipamentos atualizados, modernos e avaliação exata das curvas, observando critérios validados, amostra composta por indivíduos saudáveis, não tabagistas, sem histórico de patologias cardiopulmonares anteriores e sem sinais ou sintomas respiratórios, devem ser em número considerável em relação a população a qual se pretende utilizar estes PR. E na análise estatística os modelos de regressão utilizados, ajustes de resíduos e estabelecimento de limites inferiores também devem ser observados (PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

É recomendável escolher PR para homens e mulheres de uma mesma população. Equações de referência devem ser baseadas em não fumantes, visto que ajustes para os efeitos biológicos do fumo são problemáticos para a interpretação clínica de rotina. Muito importante seria dispor de PR recentes, derivados na mesma área

geográfica e na altitude apropriada (PEREIRA, 2002; CARRIÇO; CLEMENTE; RAPOSO, 2014).

Critérios metodológicos requerem que os PR sejam obtidos por técnicos treinados usando equipamentos e técnicas de acordo com critérios adequados. Por fim, a população de referência deve ser apropriada para o uso para o qual a equação de referência deverá ser aplicada (PEREIRA, 2002).

Tratando-se dos PR mais utilizados na clínica médica brasileira e objetos deste estudo, estão: Pereira *et al.*, de 2007 (PR-P), Knudson *et al.*, de 1983 (PR-K) e Quanjer *et al.*, de 2012 (PR-Q).

A base de dados para formação dos valores do PR-P, foram derivados da avaliação de 270 homens com mais de 25 anos e 373 mulheres acima de 20 anos, habitantes de oito cidades brasileiras, usando-se espirômetros de fluxo Multispiro (*Creative Biomedics*) (PEREIRA *et al.*, 2007).

Já o PR-K, desenvolvido em 1983, é oriundo de uma pesquisa com 697 indivíduos adultos saudáveis, não fumantes escolhidos a partir de uma amostra selecionada aleatoriamente de população caucasiana americana (não-mexicanos) incluídos em um estudo longitudinal da saúde respiratória obtendo medições de fluxo e de volume (KNUDSON *et al.*, 1983).

PR-Q, datado de 2012, teve sua amostragem composta por dados obtidos em 72 centros de 33 países, totalizando 97.759 registros de indivíduos saudáveis, não fumantes com idades entre 2,5-95 anos. Assim, foi criada uma referência para indivíduos saudáveis com idades entre 3-95 anos caucasianos (n = 57.395), afro-americanos (n = 3.545), norte asiáticos (n = 4.992) e indivíduos do sudeste asiático (n = 8.255). Assim, o PR-Q se coloca como um protocolo que pode ser aplicado mundialmente para diferentes grupos étnicos. Porém, pesquisadores questionam a utilização dos diferentes estudos que foram utilizados para a criação deste. Principalmente por fatores como seleção da amostra, técnicas de medição, tecnologia utilizada, controle de qualidade e uso de diferentes equipamentos (LADOSKY *et al.*, 2001; MACARDLE; KATCH; KATCK, 2011; QUANJER *et al.*, 2012).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

Foi realizado um estudo exploratório descritivo com 683 pessoas de ambos os gêneros entre 24 a 59 anos, auto identificados como indivíduos de pele branca, participantes de programas de exercícios físicos dentro das modalidades de natação, hidroginástica, lutas, futebol, musculação, corrida de rua, dança e outras modalidades de ginástica de academia, ofertados por entidade do serviço público municipal da cidade de Curitiba.

Neste estudo fez-se a análise da variação de resultados entre três parâmetros de referência (PR) para o diagnóstico da função pulmonar de adultos brasileiros: Pereira *et al* (PR-P), Knudson *et al* (PR-K) e Quanjer *et al* (PR-Q). Foi também observada a relação entre tempo de prática de exercícios físicos, estado nutricional e variáveis da função pulmonar destes indivíduos. O encaminhamento do trabalho se deu conforme demonstrado na figura 7.

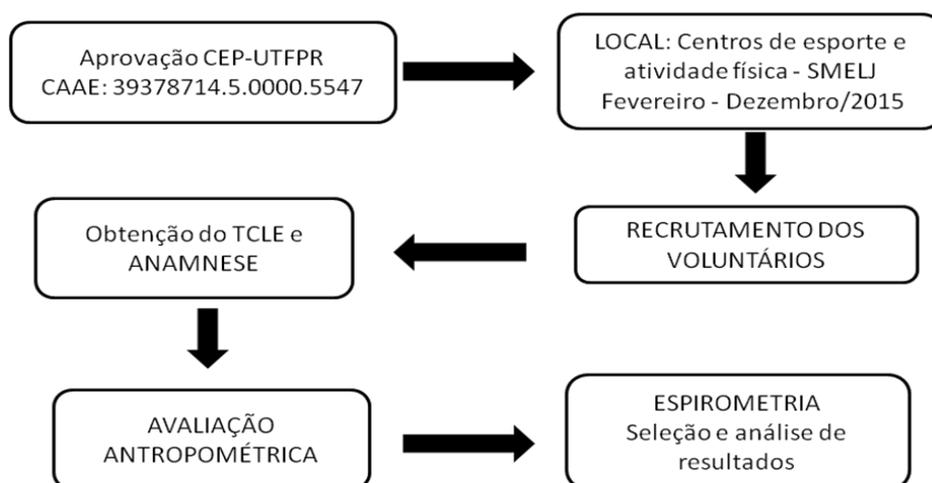


Figura 7 – Desenho da pesquisa.
Fonte: Autor (2016).

3.2 PARTICIPANTES

Foram incluídos nesta pesquisa indivíduos que tivessem completado ao menos o primeiro mês de exercícios físicos regulares, com frequência mínima de 2 vezes por semana, apresentando boas condições de saúde e que não possuísem nenhum dos seguintes critérios de exclusão: Apresentar histórico de doença respiratória, cardiovascular, ou anatômica na região do tórax, doença neuromuscular, descolamento da retina, ser fumante, apresentar queixas de dores em qualquer região do corpo, ter sido submetido à cirurgia no último ano, principalmente se cardíaca ou na região torácica, não conseguir realizar a técnica proposta para os testes, apresentar náusea, vômito ou problemas cognitivos que dificultassem o entendimento de qualquer parte da pesquisa (PEREIRA, 2002; RODRIGUES, *et al.*, 2002; PEREIRA, NEDER, 2002; SPENCER, ALISON, MCKEOUGH, 2007; LOKKE *et al.*, 2013; KUBOTA *et al.*, 2014; DURMIC *et al.*, 2015).

3.3 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA E CLASSIFICAÇÃO DE TEMPO DE PRÁTICA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS

Os voluntários se apresentaram com roupas leves e descalços para coleta de dados antropométricos relacionados à massa e estatura, utilizou-se para este fim uma balança digital modelo Welmy W200A (Welmy, São Paulo, Brasil), com estadiômetro acoplado, capacidade máxima de carga igual a 200 kg, contendo régua antropométrica acoplada, com escala de 1,00 a 2,00m.

Para verificação da estatura, o avaliado deveria estar descalço, posicionar-se de costas para o estadiômetro, calcanhares, cintura pélvica e escapular unido à barra do equipamento, cabeça no plano de *Frankfurt* (Figuras 8).

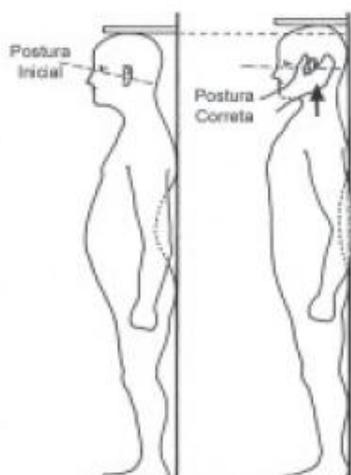


Figura 8: Posicionamento para verificação da estatura.
Fonte: Adaptado de Pereira (2002).

A verificação de massa corporal exigia estar de roupas leves, pés descalços e paralelos sobre a plataforma da balança, estando o avaliado em posição ortostática, de frente para o visor eletrônico.

Para cálculo do IMC, usou-se equação onde a massa corporal representada em quilogramas foi dividida pelo quadrado da estatura em metros (kg/m^2). Para classificação dos indivíduos em estado nutricional normal ($18,5$ e $24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$), em sobrepeso ($25,0$ e $25,9 \text{ kg}/\text{m}^2$) e obeso ($\geq 30,0 \text{ kg}/\text{m}^2$) (LIU *et al.*, 2015).

Quanto ao tempo de prática de exercícios físicos, a seleção da amostra foi realizada com base na distribuição do percentil. Assim, foram constituídos três grupos de análise: Menos de 6 meses de prática, de 6 meses a 12 meses e acima de 12 meses.

3.4 AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR

3.4.1 Procedimentos para espirometria

Os testes foram feitos em ambiente reservado das unidades de esporte e lazer pertencentes a órgão público municipal, com equipamentos instalados e estrutura apropriada para o atendimento.

Para aplicação do teste de espirometria, utilizou-se espirometro bidirecional (*Care Fusion MicroLoop, San Diego, USA*), com transdutor de volume que mede o ar expirado controlando condições de temperatura corporal, pressão atmosférica ambiental com saturação de vapor de água, o que evita imprecisões nas correções de temperatura dispensando a calibragem individual antes de cada teste (CAREFUSION, 2010).

O equipamento possui precisão de 10 ml de volume e de 0,03 L/s \pm 3% para o fluxo, para o teste de capacidade vital forçada (CVF) e suas variáveis, possui também capacidade de armazenamento de dados coletados e de transferência para outro computador, facilitando visualização das informações numéricas e gráficas, bem como cadastro dos avaliados e acesso as informações gerais do equipamento (Figura 9).



**Figura 9: Espirômetro bidirecional (*Care Fusion MicroLoop, San Diego, USA*).
Fonte: Carefusion (2014).**

Para o exame o jejum não foi necessário, porém café e chá não deveriam ser ingeridos nas últimas seis horas que antecederam o procedimento, por terem efeito broncodilatador, substâncias alcoólicas também não foram permitidas nas últimas quatro horas, refeições volumosas foram evitadas uma hora antes, bem como exercícios físicos intensos nos últimos 30 minutos antes da avaliação; os avaliados permaneceram de cinco a dez minutos sentados para repouso antes dos testes (PEREIRA, 2014; DURMIC *et al.*, 2015).

A espirometria forçada teve o mínimo de três tentativas para obtenção de testes aceitáveis, sobre as variáveis CVF, VFE1, PFE e FEF75 e para obtenção destes valores, o avaliado era orientado a permanecer sentado, sem visualizar a tela do computador, com as duas mãos segurando o ventilete onde era acoplado o bocal descartável para o teste; em seguida era colocado o *clip* nasal a fim de se evitar saídas de ar pelas narinas durante o teste.

Ao seu lado o avaliador, em pé com uma das mãos apoiada sobre um de seus ombros (a fim de evitar o movimento a frente do tronco durante a expiração forçada), orienta-o a fazer, pela boca, a inspiração mais profunda que puder e em seguida apoiar os dentes sobre o bocal descartável sem apertá-lo e fechando os espaços com os lábios durante a manobra expiratória, expulsar o ar dos pulmões em ação rápida e continua até o limite máximo, preferencialmente em tempo não inferior a seis segundos. Isto deveria ocorrer com o avaliador incentivando-o a expirar ao máximo durante todo o tempo do teste para obtenção de melhores resultados.

O *software* do espirômetro selecionou automaticamente os melhores resultados para classificação de estado de normalidade de acordo com todos os PR selecionados e disponíveis para diagnóstico no equipamento. Quando, apesar das características hígdas dos voluntários, os resultados demonstravam possível DVR ou DVO, sempre era novamente questionado quanto a histórico de patologias respiratórias eventualmente omitidas ou sobre a hipótese de tabagismo passivo. Caso uma destas questões obtivesse resposta afirmativa, o teste era descartado, caso contrário era mantido e incorporado aos dados válidos para a pesquisa. Os dados foram transferidos para planilhas de *Excel* e posteriormente para o *software* estatístico SPSS para obtenção dos resultados a serem analisados. As técnicas aplicadas à espirometria são certificadas pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT).

3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

A análise estatística deu-se por apresentação descritiva dos valores de posição (mínimo, máximo, média) e de dispersão (desvio padrão). A normalidade dos dados foi feita com uso do teste *Shapiro-Wilk*. A comparação entre os grupos foi feita através da análise de variância (ANOVA) usando a análise *post hoc* de *Tukey*. Utilizou-se o teste

qui-quadrado para associação de grupos e variáveis. O teste de regressão linear múltipla também foi empregado para verificação do impacto do estado nutricional e do tempo de prática de exercícios físicos, sobre a função pulmonar. As variáveis de predição são descritas por: Coeficientes de regressão (B); Erro padrão para cada parâmetro (SE B); Padronizados para cada coeficiente (β) (MAROCO, 2007).

A significância estatística foi de $p < 0,05$, a partir dos pacotes estatísticos *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)*, versão 17.0 (*SPSS Inc. Chicago, IL*).

3.6 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da UTFPR, via Plataforma Brasil, base nacional e unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos para todo o sistema CEP, no ano de 2015, sob número CAAE 39378714.5.0000.5547. Todos os sujeitos submetidos aos testes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

4 RESULTADOS

Foram avaliados, 683 indivíduos com idade entre 24 e 59 anos, estando 180 no grupo masculino (com idade média de 40,6 anos) e 503 avaliadas no grupo feminino (apresentando idade média de 44,4 anos). O IMC médio entre os homens foi de 26,26 kg/m² e entre as mulheres a média foi de 26,44 kg/m² (Tabela 1).

Tabela 1: Valores descritivos da amostra para as variáveis antropométricas.

Variáveis/Gênero	Masculino		Feminino	
	(n = 180)		(n = 503)	
Idade (anos)	40,60	± 9,9	44,40	± 8,9
Massa (kg)	80,33	± 11,5	68,50	± 11,8
Estatura (m)	1,74	± 0,1	1,61	± 0,1
IMC (kg/m ²)	26,26	± 2,9	26,44	± 4,4

4.1 COMPARAÇÃO ENTRE OS PR ANALISADOS

A análise dos resultados espirométricos obtidos pelos três PR demonstrou a existência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para os valores atingidos e previstos pelos PR utilizados. As tabelas 2 e 3 descrevem os valores comparativos para a amostra masculina e feminina, respectivamente.

Tabela 2: Valores previstos e valores atingidos para as variáveis de função pulmonar na amostra masculina.

	Atingido	PR-P	PR-K	PR-Q
VEF1	3,83±0,6 ^{a,c}	4,05±0,4 ^{b,c}	3,90±0,6 ^{a,c}	4,01±0,5
CVF	4,72±0,7 ^{a,c}	4,97±0,5 ^b	4,73±0,7 ^{a,c}	4,96±0,6
PFE	10,09±1,7 ^{a,b}	11,28±0,9 ^b	8,94±0,9 ^a	--
FEF75	1,62±0,7 ^{a,c}	1,74±0,3 ^{b,c}	1,99±0,3 ^{a,c}	1,51±0,4

PR-P, PR-K e PR-Q demonstram os valores previstos; (a) Diferença significativa entre PR-P; (b) Diferença significativa entre PR-K; (c) Diferença significativa entre PR-Q.

Tabela 3: Valores previstos e valores atingidos para as variáveis de função pulmonar na amostra feminina.

	Atingido	PR-P	PR-K	PR-Q
VEF1	2,74±0,4 ^{a,b,c}	2,81±0,3 ^{b,c}	2,69±0,3 ^{a,c}	2,84±0,3
CVF	3,36±0,5 ^{a,b,c}	3,42±0,4 ^{b,c}	3,22±0,4 ^{a,c}	3,48±0,4
PFE	7,02±1,7 ^{a,b}	7,40±0,8 ^{b,c}	6,08±0,5 ^{a,c}	--
FEF75	1,15±0,5 ^{a,b,c}	1,10±0,3 ^{b,c}	1,49±0,3 ^{a,c}	1,06±0,3

PR-P, PR-K e PR-Q demonstram os valores previsto; (a) Diferença significativa entre PR-P; (b) Diferença significativa entre PR-K; (c) Diferença significativa entre PR-Q.

De acordo com a figura 10 a, b e c, percebe-se que o protocolo PR-P foi o que mais apresentou indivíduos com restrição (17,2%) e obstrução (17,3%), distanciando-se do PR-K e PR-Q que apresentaram, respectivamente, valores de 7,0% e 12,8% para restritivo e de 7,1% e 4,8% para obstrutivo.

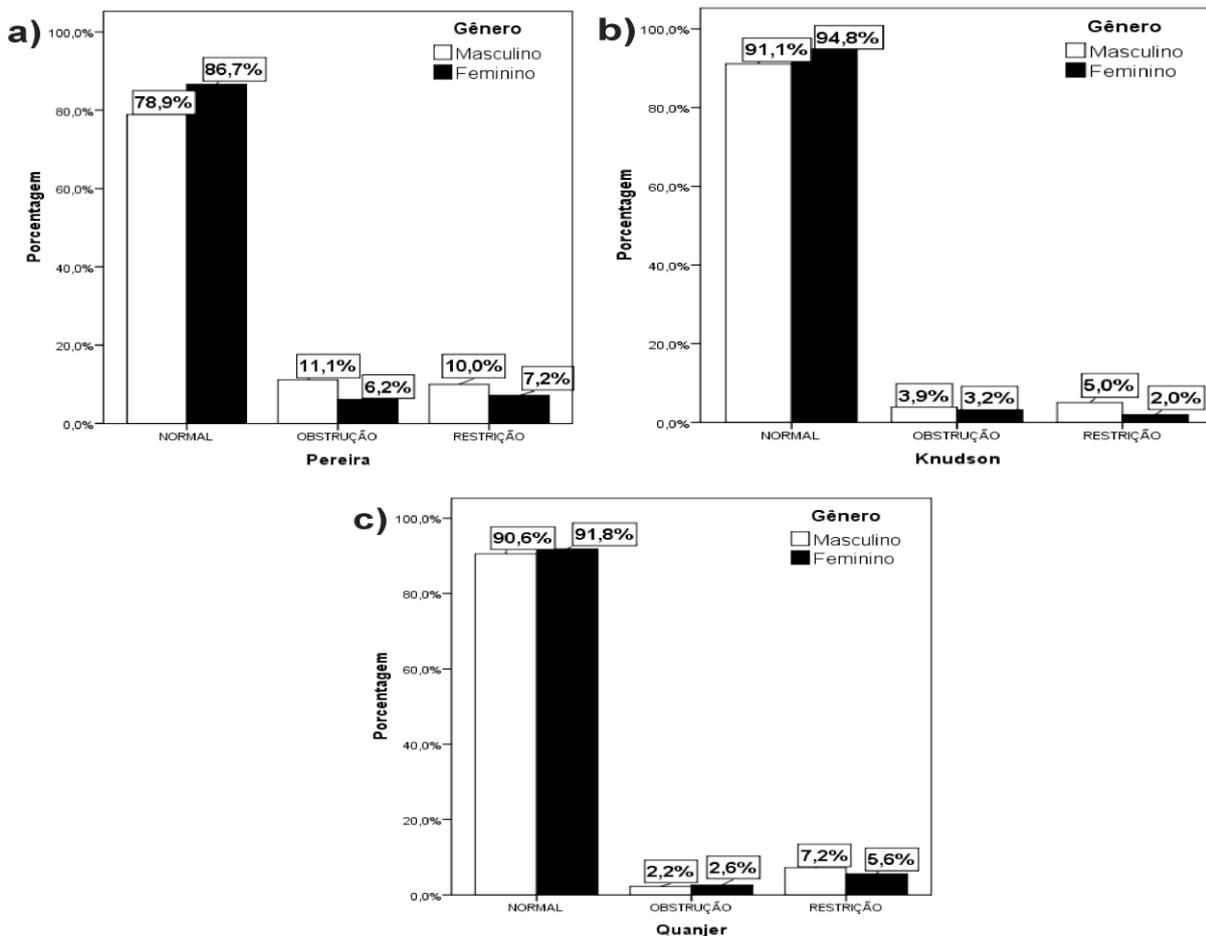


Figura 10: Valores percentuais da amostra para o diagnóstico da função pulmonar (normal, restritivo e obstrutivo) de acordo com cada PR, sendo: a) PR-P, b) PR-K e c) PR-Q.

4.2 EXERCÍCIOS FÍSICOS, ESTADO NUTRICIONAL E FUNÇÃO PULMONAR

Na estratificação dos gêneros e pela classificação do estado nutricional (normal, sobrepeso e obesidade), em ambos os gêneros, o grupo com obesidade mostrou-se com médias inferiores no teste de função pulmonar, em todas as variáveis (figura 11 e 12). Em ambos os gêneros o PFE não apresentou diferenças significativas.

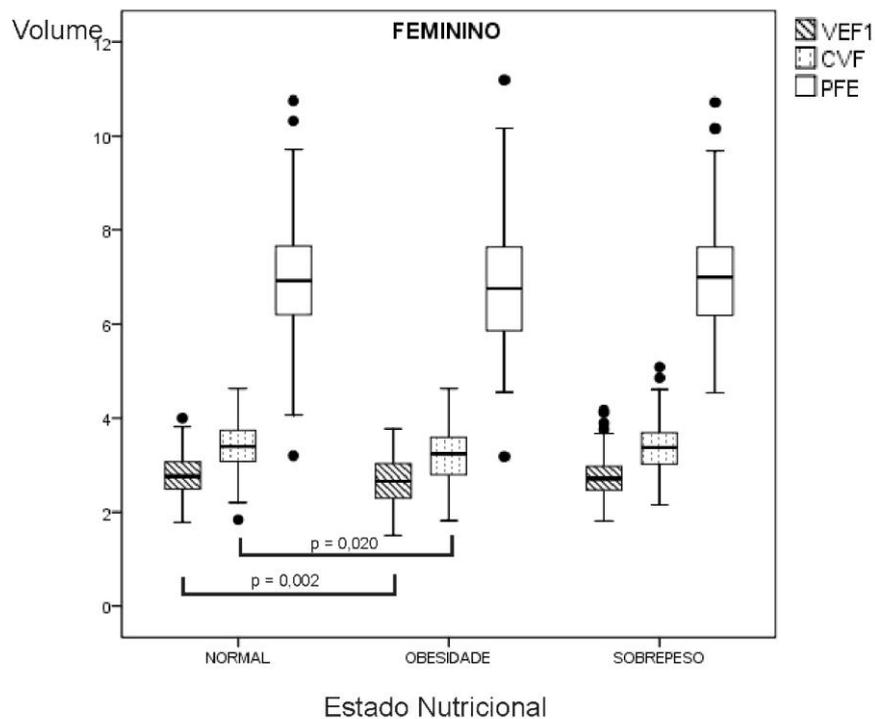


Figura 11. Comparação entre variáveis da função pulmonar e estado nutricional das mulheres.

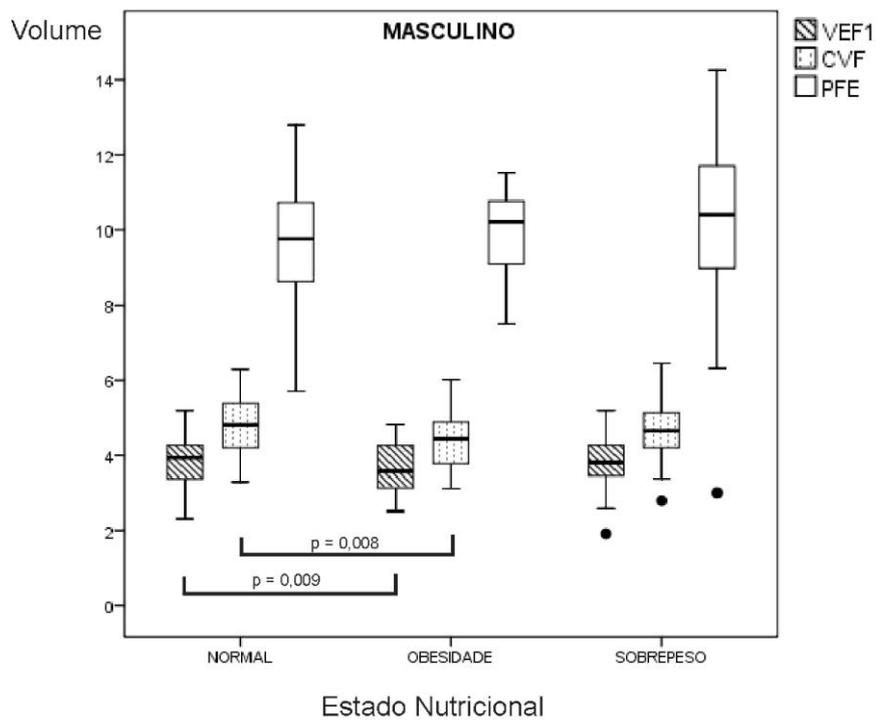


Figura 12. Comparação entre variáveis da função pulmonar e estado nutricional dos homens.

A tabela 4 por sua vez, apresenta a classificação com características da função pulmonar e estado nutricional de adultos de ambos os gêneros. Houve associação significativa entre o estado nutricional e o teste de função pulmonar, $\chi^2 = 9,80$, $p = 0,04$ para os homens. O que parece representar, baseando-se no risco relativo, que homens com estado nutricional acima do recomendado tiveram 1,9 vezes mais risco de ter teste de função pulmonar insuficiente. Assim, os dados mostram associação significativa entre o IMC aumentado e risco de doenças pulmonares restritivas. Não se apresentou a mesma significância entre as mulheres: $\chi^2 = 3,82$, $p = 0,431$.

Tabela 4. Características de classificação da função pulmonar e estado nutricional entre adultos de ambos os gêneros.

		Classificação Função Pulmonar			Total	
		NORMAL	OBSTRUÇÃO	RESTRIÇÃO		
Masculino	NORMAL	Contagem	58	12	4	74
		%	78,4%	16,2%	5,4%	100,0%
	OBESIDADE	Contagem	13	2	5	20
		%	65,0%	10,0%	25,0%	100,0%
	SOBREPESO	Contagem	71	6	9	86
		%	82,6%	7,0%	10,5%	100,0%
Total	Contagem	142	20	18	180	
	%	78,9%	11,1%	10,0%	100,0%	
Feminino	NORMAL	Contagem	186	17	14	217
		%	85,7%	7,8%	6,5%	100,0%
	OBESIDADE	Contagem	81	4	10	95
		%	85,3%	4,2%	10,5%	100,0%
	SOBREPESO	Contagem	169	10	12	191
		%	88,5%	5,2%	6,3%	100,0%
Total	Contagem	436	31	36	503	
	%	86,7%	6,2%	7,2%	100,0%	

Quanto ao tempo de prática de exercícios físicos, a figura 13 ilustra os valores descritivos para homens e mulheres. Onde se verificou para homens valor médio de 66,9 meses para homens e 37,9 meses para mulheres com $p = 0,000$.

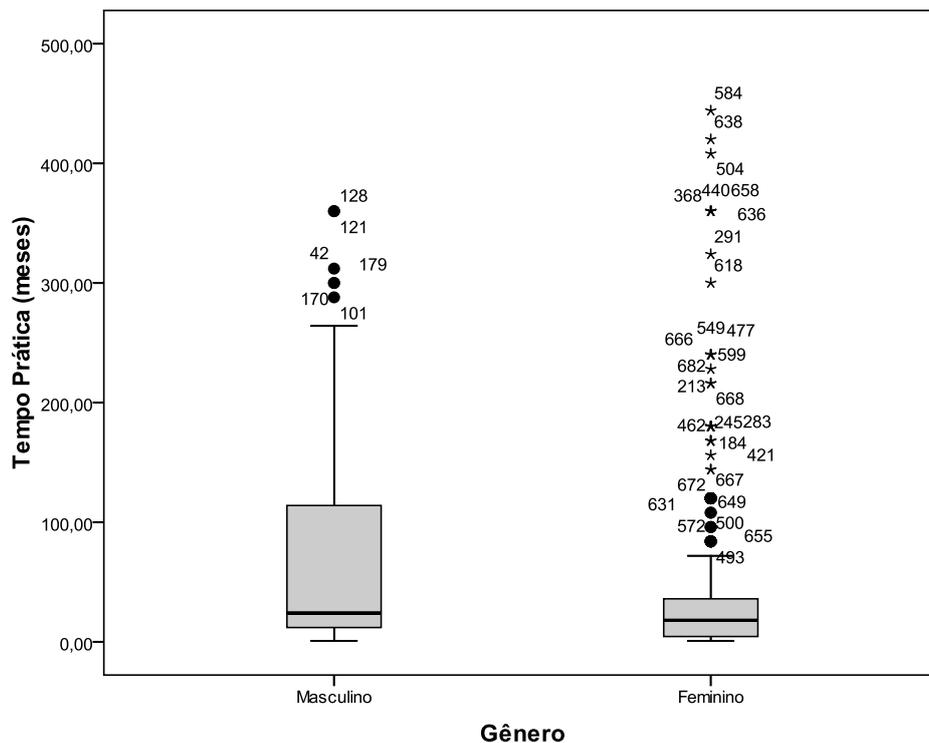


Figura 13: Valores descritivos do tempo de prática de exercícios físicos.

Não houve associação significativa em nenhum dos gêneros para qualquer das variáveis da função pulmonar com o tempo de prática de exercícios físicos, sendo os valores de $X^2 = 1,26$, $p = 0,869$ e $X^2 = 2,94$, $p = 0,568$ para homens e mulheres, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Características de classificação de função pulmonar e tempo de prática de exercícios físicos entre adultos de ambos os gêneros.

		Classificação Função Pulmonar			Total	
			NORMAL	OBSTRUÇÃO	RESTRICÇÃO	
Masculino	Menos de 6 meses	Contagem	20	2	2	24
		%	83,3%	8,3%	8,3%	100,0%
	De 6 meses à 12 meses	Contagem	33	3	4	40
		%	82,5%	7,5%	10,0%	100,0%
	Mais que 12 meses	Contagem	89	15	12	116
		%	76,7%	12,9%	10,3%	100,0%
Total		Contagem	142	20	18	180
		%	78,9%	11,1%	10,0%	100,0%
Feminino	Menos de 6 meses	Contagem	149	11	16	176
		%	84,7%	6,3%	9,1%	100,0%
	De 6 meses à 12 meses	Contagem	58	5	2	65
		%	89,2%	7,7%	3,1%	100,0%
	Mais que 12 meses	Contagem	229	15	18	262
		%	87,4%	5,7%	6,9%	100,0%
Total		Contagem	436	31	36	503
		%	86,7%	6,2%	7,2%	100,0%

Valores significantes foram detectados apenas para IMC e Idade, usando-se teste de regressão linear múltipla para explorar o efeito combinado do estado nutricional, idade e tempo de prática de exercícios físicos sobre a função pulmonar (Tabela 6).

Tabela 6. Regressão linear múltipla para analisar o impacto do estado nutricional e tempo de prática de exercícios físicos sobre os valores da função pulmonar.

		B	SE B	β	t	R ²
Masculino	CVF					0,21
	Constante	6,56	0,49		13,37	
	IMC	-0,03	0,00	-0,43*	-6,43	
	EF	0,00	0,00	0,14	-1,32	
	Idade	-0,03	0,00	0,14*	2,07	
	VEF1					0,28
	Constante	5,41	0,40		13,43	
	IMC	-0,01	0,00	-0,04	-0,65	
	EF	0,00	0,01	0,14	2,25	
	Idade	-0,04	0,00	-0,53*	-8,30	
	PFE					0,05
	Constante	10,26	1,22		8,44	
	IMC	0,06	0,01	-0,26	-3,54	
EF	0,00	0,00	0,01	1,61		
Idade	-0,45	0,01	-0,26	-3,55		
Feminino	CVF					0,15
	Constante	4,63	0,16		29,39	
	IMC	-0,02	0,01	-0,34*	-3,37	
	EF	0,00	0,00	0,04	0,09	
	Idade	-0,02	0,00	-0,35*	-7,86	
	VEF1					0,27
	Constante	3,97	0,13		31,32	
	IMC	-0,01	0,00	-0,09*	-2,44	
	EF	0,00	0,00	-0,05	1,15	
	Idade	-0,02	0,00	-0,46*	-11,39	
	PFE					0,03
	Constante	8,32	0,39		21,24	
	IMC	-0,01	0,01	-0,42	-0,94	
EF	0,00	0,00	0,03	0,54		
Idade	-0,02	0,01	-0,18*	-3,99		

Nota: IMC = Índice de Massa Corporal; EF = Prática de Exercícios Físicos (meses); * p<0.005; B = Coeficiente de regressão; SE B = Erro padrão para cada parâmetro; β = Valores padronizados para cada coeficiente.

5 DISCUSSÃO

Dos resultados obtidos nesta pesquisa, apesar de todos os avaliados serem praticantes de exercícios físicos regulares, não terem apresentado quaisquer sinais, sintomas ou histórico de patologias respiratórias, o diagnóstico da função pulmonar sinalizou casos de DVR e DVO na amostra, em todos os três PR. Também foram apontadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores previstos pelos protocolos diante das variáveis VEF1, CVF, PFE e FEF75.

Introdutoriamente falando de PR-P, os valores que deram origem a este PR foram derivados de equações produzidas a partir da avaliação de 270 homens entre 26 e 86 anos, 373 mulheres de 20 a 85 anos, de raça branca, distribuídos entre oito cidades brasileiras, onde os equipamentos utilizados foram espirômetros de fluxo Multispiro (*Creative Biomedics*). Destes, 53,3% dos homens com estatura entre 165 e 174 cm, 53,7% com sobrepeso e 9,6% obesos, 50% deles com idades entre 35 e 54 anos; entre as mulheres, 50% com estaturas entre 155 e 164 cm, 42,1% com sobrepeso e 9,1% obesas, estando elas distribuídas em cerca de 80% na faixa etária dos 35 aos 74 anos.

No presente estudo, percebeu-se em PR-P uma superestimação dos valores previstos frente aos atingidos em ambos os gêneros e apenas a variável FEF75 no grupo feminino foi inferior ($1,10 \pm 0,3$) ao obtido ($1,15 \pm 0,5$). Importante perceber que houve também, um aumento nos valores previstos de PR-P de 2007 para as variáveis de CVF e VEF1 em ambos os gêneros em relação aos previstos para PR-P de 1992. Esta diferença foi considerada por Pereira *et al.* (2007), como determinada apenas por condições técnicas da avaliação, apesar da amostra neste caso ter sido constituída por indivíduos de maior estatura e idade em ambos os gêneros, em relação aos indivíduos componentes da amostra de PR-P de 1992, salientando-se que a variável estatura tem reconhecida interferência sobre a função pulmonar.

Destaca-se ainda que, apesar das características da população do presente estudo, PR-P foi o parâmetro que mais sinalizou a presença de indivíduos com algum grau de DVR (17,2%) ou DVO (17,3%), onde o gênero masculino foi o que apresentou maiores percentuais: 10% para restrição e 11,1% para obstrução.

Já o PR-K, é oriundo de uma pesquisa com 697 indivíduos adultos saudáveis, não fumantes escolhidos a partir de uma amostra selecionada aleatoriamente de população caucasiana americana (não-mexicanos) da cidade de Tucson no estado do Arizona,

incluídos em um estudo longitudinal da saúde respiratória obtendo medições de fluxo e de volume (KNUDSON *et al.*, 1983).

PR-K, no presente estudo, demonstrou 7,1% dos indivíduos diagnosticados com algum grau de DVO (3,9% em homens e 3,2% em mulheres) e 7% com DVR (5% nos homens e 2% nas mulheres). Entre os homens de todas as faixas etárias avaliadas, os valores de PR-K para VEF1, FEF75 e CVF foram próximos aos obtidos ($p > 0,05$) apresentando diferença significativa apenas para os valores de PFE ($p < 0,05$). Entre as mulheres, apresentou-se diferença significativa dos valores previstos em PR-K para todas as variáveis demonstradas ($p < 0,05$).

Para Miller (1986), Pereira *et al.* (1992) e Pereira (2002), apesar de uma amostra inicial considerável, PR-K dispunha de apenas 86 indivíduos do gênero masculino na faixa etária entre 25 e 85 anos, os quais apresentaram dados espirométricos muito assimétricos desaconselhando o uso deste PR para classificação da função pulmonar de adultos de raça branca brasileiros. Mathur *et al.* (1990), Pereira *et al.* (1992) e Pereira (2002), descreveram que o limite inferior de 95% foi nitidamente diferente em PR-K, em comparação ao 5º percentil dos resíduos e a CVF teve um aumento em PR-K, de 84ml/cm de acordo com a estatura entre os homens, quando a média apresentada em pesquisas da época era 56ml/cm.

Para Pereira *et al.* (1992) e Pereira (2002), o PR-K se aplicado para indivíduos brasileiros de baixa estatura resulta em valores amplamente subestimados e seus valores de FEF25-75 são consideravelmente diferentes dos derivados para a população brasileira e o uso destes resultaria em diagnóstico de DVO em muitos indivíduos que não seriam assim diagnosticados pelo PR nacional.

Contudo, em análise geral dos resultados do presente estudo, PR-P apresentou percentual amplamente superior a PR-K, em diagnóstico sugerindo 10,1% mais casos de DVR e 10,3% de DVO entre os avaliados.

Pesquisadores em uma comparação entre o PR-P (1992) e PR-K, demonstraram que as discordâncias resultam em mudanças frequentes nos diagnósticos espirométricos (PEREIRA *et al.*, 1992; LADOSKY *et al.*, 2001; PEREIRA, 2002).

Ladosky *et al.* (2001) ao avaliarem em seu estudo 1.070 pacientes brasileiros, utilizaram um espirômetro fluxométrico, em cuja avaliação funcional não foi excluída qualquer patologia nem levada em conta a situação tabágica dos mesmos, apontaram que, no PR-K, a CVF foi 4,01% ($p < 0,05$) maior que em PR-P entre as mulheres,

atribuindo valor excessivo de casos de restrições respiratórias entre as mulheres em PR-K.

Ao contrário do comentado nestas pesquisas sobre PR-K, o gênero feminino no presente estudo demonstrou, tanto nos casos sugerindo DVR quanto naqueles prováveis DVO, percentuais inferiores em PR-K quando comparados aos apontados no PR-P (2% e 3,2% para 7,2% e 6,2% respectivamente).

O terceiro parâmetro PR-Q, constituído mais recentemente do que PR-K e PR-P, foi elaborado a partir de amostragem composta por dados obtidos em 72 centros de 33 países, totalizando 97.759 registros de indivíduos saudáveis, não fumantes com idades entre 2,5-95 anos. Assim, foram criados PR para indivíduos saudáveis com idades entre 3-95 anos caucasianos ($n = 57.395$), afro-americanos ($n = 3.545$), norte asiáticos ($n = 4.992$) e indivíduos do sudeste asiático ($n = 8.255$). Desta forma, o PR-Q se coloca como um PR que poderia ser aplicado mundialmente para diferentes grupos étnicos. Porém pesquisadores questionam a utilização dos diferentes estudos que foram utilizados para a criação de PR-Q, principalmente por fatores como seleção da amostra, técnicas de medição, tecnologia utilizada, controle de qualidade e uso de diferentes equipamentos (QUANJER *et al.*; 2012; PEREIRA *et al.*; 2014; FRAGOSO *et al.*; 2014).

Estudo de Pereira *et al.* (2014), com 270 homens (idade entre 25 e 86 anos e estatura entre 152 e 192 cm) e 373 mulheres (idade entre 20 e 85 anos e estatura entre 137 e 182 cm), em boas condições de saúde, questiona o uso de PR-Q para a população brasileira quando ao comparar PR-Q para CVF, VEF1 e VEF1/CVF verifica que os valores obtidos para todas as variáveis pesquisadas foram significativamente maiores, que aqueles previstos por PR-Q, principalmente no grupo masculino ($p < 0,01$). Tais diferenças ficaram mais evidentes em indivíduos com menor estatura e com mais idade. No grupo feminino, apenas o limite inferior da relação VEF1/CVF foi significativamente maior entre as brasileiras. Concluindo que o PR-Q previsto para caucasianos apresenta valores consideravelmente inferiores àqueles utilizados como referência para brasileiros do sexo masculino em PR-P, além de apresentar o limite inferior da relação VEF1/CVF significativamente maior que o previsto pela referência nacional de PR-P para ambos os gêneros.

No atual estudo, onde PR-Q apresentou para ambos os gêneros, índices respiratórios superiores aos obtidos para CVF e VEF1 ($p=0,00$), sugerindo alguma semelhança neste caso com o citado por Pereira *et al.* (2014), com exceção dos homens entre 31 e 40 anos ($p=0,00$) e mulheres acima de 50 anos ($p=0,00$); em FEF75 estes

índices foram inferiores para todas as idades e gêneros ($p>0,05$), com exceção das mulheres acima de 50 anos ($p=0,00$). No que tange o diagnóstico, o PR-Q estimou que 12,8% da amostra apresentaram DVR (7,2% homens e 5,6% mulheres) e 4,8% apresentaram DVO (2,2% homens e 2,6% mulheres).

Na comparação entre os protocolos, apenas na variável CVF (como citado anteriormente), a amostra masculina não apresentou diferença entre PR-P e PR-Q com valores de $4,97\pm 0,5L$ e $4,96\pm 0,6L$ respectivamente, diferente do observado por Pereira *et al.* (2014). Já entre as mulheres houve diferença significativa entre todas as variáveis apresentadas pelos três PR.

Apesar de alguns estudos citarem possíveis limitações de PR-Q em relação a sua utilização junto à população brasileira, igualmente ao ocorrido com PR-K (após a comparação com PR-P), ao se comparar os dados obtidos no presente estudo, PR-Q teve seus resultados mais próximos dos obtidos do que PR-P que é o PR mais utilizado na clínica médica brasileira, constituído a partir de base de dados nacional. Desta forma, PR-P demonstrou-se mais sensível aos valores obtidos neste estudo, revelando percentuais superiores também a PR-Q, sendo os valores a mais na casa de 4,4% casos indicados de DVR e 12,5% de DVO na amostra do presente estudo.

Conforme foram apresentados os estudos analisando vários PR publicados demonstraram, por exemplo, que a CVF prevista pode variar em até 20% entre eles (GLINDMEYER, 1981; PEREIRA, 2002), o que foi igualmente verificado neste estudo que também encontrou variabilidade entre todas as variáveis testadas, entre os três PR analisados, fato este que aponta a necessidade de cautela na escolha do PR a ser utilizado para traçar o perfil da função pulmonar de um indivíduo ou população.

Vale ressaltar que na avaliação do sistema respiratório o período da obtenção dos PR pode impactar no diagnóstico da função pulmonar e existe uma lacuna temporal de até três décadas dos valores de PR-P (de 1992, citado nos estudos comparativos), PR-K (1983), as mais recentes atualizações em PR-P (2007), PR-Q (2012) até os obtidos nesta pesquisa. Ao longo das décadas, como visto introdutoriamente, a maior expectativa de vida, efeitos de doenças infecciosas, má nutrição, tabagismo durante a gestação, maior sobrevivência após o nascimento prematuro, exposição a fatores ambientais, *status* socioeconômico, promovendo aumento da estatura, e outras alterações decorrentes deste contexto, levaram a um diferente desenvolvimento pulmonar ao longo dos anos (XUX *et al.*, 1995; QUANJER *et al.*, 2015), o que pode neste momento justificar tais diferenças entre os resultados citados nos estudos e os obtidos nesta pesquisa.

O impacto de possíveis falhas em diagnósticos da função pulmonar, decorrentes de escolhas de PR mal feitas, por dados desatualizados ou inespecíficos para a população em questão. Isso pode se refletir em maiores custos para o sistema de saúde, como foi apontado no estudo de Soto *et al.*(2015), indicando que em 2010 o Sistema Único de Saúde (SUS) brasileiro atingiu gastos de cerca de 2,4 bilhões de reais com internações hospitalares só com as doenças crônicas, chegando a outros 1,2 bilhões referentes ao tratamento ambulatorial.

O país gasta em torno de 4% de seu Produto Interno Bruto (PIB) em saúde pública, havendo aumentos percentuais na casa de 6% anualmente (GRAGNOLATI; LINDELOW; COUTTOLENC, 2013; DIOGO *et al.*, 2015), apesar disto é alto o número de casos em que uma patologia respiratória sem o acompanhamento adequado, pode evoluir para internamentos prolongados, necessidade de uso de UTI's com equipamentos de alta tecnologia e altos custos agregados, para a população em geral (DIOGO *et al.*, 2015).

Deve-se considerar também além dos gastos diretos, os gastos indiretos provocados por doenças crônicas do sistema respiratório, computados como dias perdidos de trabalho, aposentadorias precoces, morte prematura, sofrimento familiar e social (SBPT, 2004; OCA *et al.*, 2016).

Assim, medidas preventivas são necessárias para que aumentos exponenciais de mortalidade por doenças respiratórias possam ser evitados (CRUZ *et al.*, 2016; OCA *et al.*, 2016), uma vez que subdiagnósticos e erros diagnósticos da DPOC têm 20% de suas causas relacionadas à pequena incidência e utilização da espirometria em atendimentos de saúde primária (OCA *et al.*, 2016).

Além das observações proporcionadas pelos resultados discutidos até este momento, outros ainda propiciaram a observação de uma associação significativa entre o estado nutricional e o teste de função pulmonar principalmente entre os homens ($\chi^2= 9,80$, $p= 0,04$), o que sugere que o gênero masculino estando em estado nutricional acima do recomendado, mesmo praticante de exercícios físicos, tem 1,9 vezes mais risco de apresentar resultados insuficientes em testes de função pulmonar. Fato percebido também quando da elaboração de PR-P onde se encontrou redução dos valores de CVF e VEF1 conforme aumento do peso corporal dos avaliados do gênero masculino (PEREIRA *et al.*, 2007).

A maneira como se encontra distribuída a gordura corporal e o nível de obesidade entre gêneros pode ter relação com as diferenças da função pulmonar existente entre eles. Em indivíduos do gênero feminino a gordura corporal é distribuída mais

periféricamente, enquanto que no gênero masculino esta distribuição é normalmente toraco-abdominal, e a obesidade nesta região, é mais frequentemente correlacionada com redução da CVF e VEF1 (FARIA *et al.*, 2014; THAKKER; VIRENKARIYA, 2014). Os depósitos de gordura entre os músculos e demais estruturas corporais podem afetar mecanicamente a expansão do diafragma, também diminuir a complacência pulmonar e da parede do tórax, levando a queda nos valores dos volumes pulmonares e sobrecarga dos músculos inspiratórios (BARRETO, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2007; MELO *et al.*, 2011; PAULO *et al.*, 2013; GENÇ *et al.*, 2014; THAKKER; VIRENKARIYA, 2014; PAULO *et al.*, 2015).

Em estudo analisando a espirometria, a fim de identificar possíveis alterações dos volumes pulmonares e correlacioná-los com excesso de gordura corporal em indivíduos a espera de cirurgia bariátrica, encontrou-se uma relação entre as pequenas vias aéreas e o tamanho pulmonar consideravelmente reduzida em homens obesos em comparação as mulheres obesas. Pode-se então correlacionar um processo obstrutivo da função pulmonar das pequenas vias aéreas com a deposição de gordura toraco-abdominal entre os homens (AQUINO *et al.*, 2014).

Tanto homens quanto mulheres obesas demonstraram médias inferiores nas variáveis respiratórias verificadas neste estudo, semelhante ao encontrado por outros autores envolvendo grupo de sedentários obesos e não obesos, onde aqueles com gordura localizada mais na região abdominal tiveram resultados mais negativos de VEF1 e CVF tanto para homens quanto para mulheres e esta relação permaneceu significativa mesmo após ajuste para idade, estatura, IMC, classe social, tabagismo, exercícios físicos, prevalência de patologias como bronquite, enfisema e asma (PEREIRA *et al.*, 2007; THAKKER; VIRENKARIYA, 2014).

Outro estudo feito com 179 indivíduos de 18-36 anos: 64 alunos com exercícios físicos (EF) supervisionados, mínimo de quatro sessões/semana; 66 alunos com EF supervisionada, mínimo de duas sessões/semana; 49 alunos sedentários, aparentemente saudáveis, demonstraram que à medida que aumenta o IMC há uma tendência para diminuir os valores da CVF (PAULO *et al.*, 2015).

Quanto a variável de PFE também observada neste estudo, este não apresentou diferença significativa entre os estados nutricionais apresentados como normais, em sobrepeso e obesos tanto para o grupo feminino, quanto para o grupo masculino. Esta não significância dos valores de PFE em relação aos estados nutricionais pode estar relacionada à associação entre o tamanho da via aérea e o tamanho do pulmão, onde

peças com volumes pulmonares equivalentes não obrigatoriamente teriam diâmetros de vias respiratórias semelhantes (SHEEL *et al.*, 2009; DOMINELLI *et al.*, 2015).

A análise de regressão linear múltipla indica significância apenas para IMC e Idade sobre os resultados de VEF1 e CVF para ambos os gêneros. Programas de reabilitação pulmonar baseados em exercícios físicos e educação demonstraram que há uma melhora na capacidade funcional em relação a exercícios físicos e qualidade de vida de indivíduos com patologias respiratórias, como ocorre com portadores de DPOC (SPENCER *et al.*, 2007). Porém, houve registros de que os benefícios parecem se manter apenas por até nove meses seguidos a reabilitação pulmonar e então entram em declínio até os doze meses (SPENCER *et al.*, 2007). Lembrando que entre os fatores de exclusão deste estudo estão: Ter qualquer doença pulmonar conhecida ou ter fumado a qualquer momento ao longo da vida.

Isto aponta para o fato de que o tempo de prática de exercícios físicos regulares não interfere na melhoria das variáveis respiratórias a médio e longo prazo, havendo sim um incremento inicial e importante em relação ao indivíduo sedentário ou com patologia respiratória, como demonstrado em outros estudos (BASSINI *et al.*, 2014; HUMPHREYS *et al.*, 2014; PAULO *et al.*, 2015; DURMIC *et al.*, 2015).

Apesar disto é evidente que se faz necessária à manutenção da prática regular de exercícios físicos mantendo a capacidade de trabalho da musculatura respiratória como um todo, pois este trabalho tem ação preventiva e estende sua funcionalidade com o avanço da idade. A redução da gordura corporal tende a melhorar a funcionalidade muscular e a capacidade de expansibilidade e retração dos pulmões, músculos e caixa torácica, facilitando todo o trabalho do sistema respiratório.

Este estudo foi desenvolvido sobre uma população que pratica exercícios físicos ofertados por organismo público municipal, com o foco sobre a qualidade de vida, significando que não são atletas. Sendo assim, não é submetida a exercícios de alta intensidade, podendo ser este um fator de eventual não interferência do tempo de prática de exercícios físicos sobre a função pulmonar. Contudo, já foi observado em alguns atletas de alto nível que grandes volumes pulmonares encontrados, em geral refletem as influências genéticas e as características do tamanho corporal, considerando que o treinamento não modifica de maneira apreciável os volumes pulmonares estáticos (MACARDLE *et al.*, 2011), corroborando com os achados deste estudo.

6 CONCLUSÃO

Após a espirometria forçada, analisados os valores atingidos pela população avaliada e a classificação adotada pelos PR utilizados, confirma-se uma variabilidade nos resultados da função pulmonar. No grupo masculino, apenas o PR-K (1983) não apresentou diferença significativa para os valores obtidos nas variáveis CVF, VEF1 e FEF75, havendo diferença apenas para PFE ($p < 0,05$). No grupo feminino, apresentou diferença significativa para os valores atingidos em todas as variáveis deste estudo.

Quando comparados os valores obtidos com os apresentados como referência por PR-P (2007) e PR-Q (2012), apresentou-se diferença significativa em todas as variáveis analisadas. Foi possível observar ainda que os PR analisados apresentaram diferenças significativas entre eles, em todos os valores apresentados como referência para as variáveis respiratórias deste estudo, exceto no grupo masculino, para CVF entre PR-P e PR-Q ($p > 0,05$).

Na comparação entre valores obtidos e os PR analisados, o parâmetro de referência de Pereira *et al.* (PR-P, 2007), mais utilizado na clínica brasileira atualmente, parece superestimar seus valores em relação aos valores atingidos durante o teste, revelando maior número de resultados obstrutivos (17,3%) e restritivos (17,2%) do que, o parâmetro de Knudson *et al.* (PR-K, 1983), que apresentou com 7,1% para obstrutivos, 7,0% para restritivos e do que o protocolo de Quanjer *et al.* (PR-Q, 2012) com 4,8% para obstrutivos e 12,8% para restritivos.

Verificou-se que o tempo de prática de exercícios físicos não interferiu sobre as variáveis da função pulmonar analisadas e a análise do estado nutricional demonstrou que obesos tiveram resultados piores sobre as variáveis respiratórias, principalmente entre os homens.

Ao final, as variáveis analisadas neste estudo demonstram a importância da espirometria e de PR adequados para que as avaliações respiratórias possam ser mais precisas propiciando a realização de diagnósticos precoces e avanços para melhoria da saúde e qualidade de vida da população. A não atualização dos PR em períodos que acompanhem as evoluções tecnológicas, alterações ambientais e comportamentais que interferem ao longo do tempo sobre variáveis da função pulmonar podem levar a subdiagnósticos, erros diagnósticos e tratamentos equivocados, implicando seriamente em gastos desnecessários em saúde pública.

6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Esta pesquisa possibilitou responder aos objetivos propostos, contudo sugere-se para próximos estudos, levantamento de dados para atualização dos parâmetros de referência para prova de função pulmonar de adultos brasileiros, em períodos inferiores a 10 anos. Observar interferências ambientais, visto que o Brasil é um país de diferenças climáticas e geográficas ao longo de seu vasto território, variáveis estas que podem interferir nos resultados da função pulmonar. Analisar se há vantagens sobre a função pulmonar, de uma modalidade esportiva para a prática de exercícios físicos em relação à outra e destacar as diferenças por grupos etários. Investigar a forma com que a prática de exercícios físicos é desenvolvida pela população, bem como uma análise longitudinal do impacto do tempo de prática de exercícios físicos sobre a função pulmonar, a médio e longo prazo.

REFERÊNCIAS

AIRES, Margarida M. **Fisiologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: Manole, 2008.

ALEIXO, N.; SANT'ANNA, Neto J. L.; CUNHA, L. Análise comparativa sobre os estudos bioclimáticos no Brasil e em Portugal. Articulações e desafios. **Cadernos de Geografia**. Coimbra, n.32, p.57-70, 2013.

ANTUNES, Bianca O.; GIANINI Heloisa H.; PASSARELLI Rita de C. V.; CLARICE Ada G. Efeitos do posicionamento em decúbito ventral, dorsal e sentado na realização do pico de fluxo expiratório (PFE) em voluntários saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 16, n. 1, p. 1-484, 2012.

AQUINO, Jaqueline P.; ROMANO, Pedro P. F. G.; VIEIRA, Emanuelle C.; ALMEIDA, Daniel D. de; BRITES, Ricardo A. de O.; GONÇALVES, Walter A. et al. Repercussão da obesidade nos volumes espirométricos VEF1, CVF, VEF1/CVF, FEF 25%-75% e FEF 25%-75% /CVF em um hospital escola de Campo Grande-MS. **Ensaio e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. v. 17, n. 3, 2014.

ARELLANO Jesús S. C. **Capacidad ventilatoria forzada en trabajadores de una empresa metalúrgica en la región central del Perú 2012**. 2015. 71f. Tesis (Magíster en Salud Ocupacional y Ambiental) - Facultad de Medicina Humana, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Peru, 2015.

ATS, American Thoracic Society. Lung function testing: selection of reference values and interpretative strategies. **Am Rev Respir Dis**, n.144, p.1202-18, 1991.

ATS, American Thoracic Society. Standardization of spirometry. 1994 Update. **Am J Respir Crit Care Med**, n.152, p.1107-36, 1995.

BARBETTA, Pedro A. **Estatística Aplicada as Ciências Sociais**. 7. ed. Santa Catarina: Editora UFSC, 2011.

BARRETO, Sérgio S. M. Volumes pulmonares. **Jornal de Pneumologia**. v. 28, n. 3, p. 83-94, 2002.

BASSINI, S. F.; de MACEDO, F. A.; SILVA, J. D. J. Análise do pico de fluxo expiratório em adultos praticantes de atividade física e adultos sedentários. **Rev Científica Indexada Linkania Júnior**. v. 4, n. 3, p. 34-51, 2014.

BECKLAKE, M. R.; WHITE, N. Sources of variation in spirometric measurements: Identifying the signal and dealing with noise. **Occupational Med**, n.8, p.241-63. 1993.

BERNARDINO, Di L.; TORRE, Della E.; BERNARDINO, Di F.; TORRE, Della F. FEF75 in asthma management. **Europe PMC**. v. 39, n. 10, p. 333-336, 2007.

BOTELHO, C.; CORREIA, A. L.; SILVA, A. M. C.; SILVA, C. O.S. Fatores ambientais e hospitalizações em crianças menores de cinco anos com infecção respiratória aguda. **Cad Saúde Pública**. n.19, p.1771-80, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Doenças respiratórias crônicas. **Secretaria de Atenção a Saúde, Departamento de Atenção Básica**. Brasília, Ministério da Saúde, n.25, p.1-160, 2010.

BROWN, L. K.; MILLER, A.; PILUPSKI, M.; LAU, T. S. Forced midexpiratory time: reference values and the effect of cigarette smoking. **Lung**, n.173, p.35-46, 1995.

BURNETT, D.; BURNS, S.; MERRITT, S.; WICK, J.; SHARPE, M. Prevalence of Exercise-Induced Bronchoconstriction Measured by Standardized Testing in Healthy College Athletes. **Respiratory Care**. v. C, p. 1-6, 2016.

CONCURSO E FISIOTERAPIA. **Verificação da massa corporal**. Disponível em: <<http://www.concursoefisioterapia.com/2011/09/avaliacao-fisica.html>> Acesso em: 20 dez. 2016.

CAREFUSION. **Manual de operação MicroLoop**. n. 1. Micromedical, 2010. Disponível em: <<http://www.pt-medical.nl/media/handleidingen/microloop-operating-manual-multi-language.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2014.

CAREFUSION. **Espirômetro bidirecional**. Disponível em: <<http://www.carefusion.com/>> Acesso em: 08 set. 2014.

CARRIÇO; Inês; CLEMENTE, Vera; RAPOSO, Liliana. Comparação entre equações de referência: Repercussões na interpretação da espirometria. **Revista de Ciências da Saúde da ESSCVP**. v.6, 2014.

CASTRO, Sebastião V. **Anatomia Fundamental**. São Paulo: Editora McGraw-Hill, 1972.

COSTA, Diana I. de S. **Normas de Orientação Clínica na abordagem da DPOC**. 2010. 42f. Dissertação (Mestrado em Medicina) - Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Cidade do Porto, Portugal, 2010.

COSTA, Dirceu; JAMAMI, Maurício. Bases fundamentais da espirometria. **Rev. Bras. de Fisiot.** v. 5, n. 2, p. 95-102, 2001.

CRUZ, Deise M. da; OHARA, Daniela G.; CASTRO, Shamyra S. de; JAMAMI, Mauricio. Internações hospitalares, óbitos, custos com doenças respiratórias e sua relação com alterações climáticas no município de São Carlos - SP, Brasil. **Medicina (Ribeirão Preto. Online)**. v.49, n.3, p. 248-257, 2016.

CUSTÓDIO, Nathalia, A. M. **Espirometria**. Laboratório de Fisiologia Pulmonar (LAFIP) Faculdade de Ciências Médicas Unicamp. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/11173452/>> Acesso em: 20 dez. 2016.

DE GROOTE, A.; WANTIER, M.; CHERON, G.; ESTENNE, M.; PAIVA, M. Chest wall motion during the tidal breathing. **J. Appl. Physiol.** V. 83, n. 5, p. 1531-7, 1997.

DE TROYER, A.; ESTENNE, M. Functional anatomy of the respiratory muscles. **Clin. Chest Med.** v. 9, n. 2, p. 175, 1988.

DEMEYER, Heleen; BURTIN Chris; REMOORTEL Hans V.; HORNIKX, Miek; LANGER, Daniel; DECRAMER, Marc et al. Standardizing the analysis of physical activity in patients with COPD following a pulmonary rehabilitation program. **Chest Journal.** v.146, n. 2, p. 218-327, 2014.

DOMINELLI, Paolo B.; MOLGAT-SEON, Yannick; BINGHAM, Derek; SWARTZ, Philippa M.; ROAD, Jeremy D.; FOSTER, X G. E. et al. Dysanapsis and the resistive work of breathing during exercise in healthy men and women and women. **Journal Applied Physiology.** v. 119, p. 1105-1113, 2015.

DRAKE, Richard; VOGL, Wayne; MITCHELL, Adam W. M. **Gray's Anatomy for students**. 3 ed. p. 162. Elsevier, 2015.

DURMIC, T.; LAZOVIC, B.; DJELIC, M.; LAZIC, J. S.; ZIKIC, D.; ZUGIC, V. et al. Influências específicas do esporte nos padrões respiratórios em atletas de elite. **J Bras Pneumol.** v. 41, n. 6, p. 516–522, 2015.

DYKSTRA, B. J.; SCALON, P. D.; KESTER, M. M.; BECK, K. C.; ENRIGHT, P. L. Lung volumes in 4,774 patients with obstructive lung disease. **Chest**, n.115, p.68-74, 1999.

FARIA, Alethéa. G.; RIBEIRO, Maria A. G. O.; MARSON, Fernando A. L.; SCHIVINSKI, Camila I. S.; SEVERINO, Silvana D.; RIBEIRO, José D. et al. Effect of exercise test on pulmonary function of obese adolescents. **Jornal de Pediatria (Rio J)**. v. 90, n. 3 p. 242-249, 2014.

FENGER, Runa V.; GONZALEZ-QUINTELA, Arturo; VIDAL, Carmen; HUSEMOEN, Liselotte; SKAABY, Tea; THUESEN, Betina H. et al. The longitudinal relationship of changes of adiposity to changes in pulmonary function and risk of asthma in a general adult population. **BMC Pulmonary Medicine**. v. 14, n.208, p. 1-10, 2014.

FERREIRA, Eloara V. M. Teste cardiopulmonar de exercício na DPOC: indo além do consumo máximo de oxigênio. **J Bras Pneumol**. v. 38, n. 5, p. 539-540, 2012.

FRITZ, Gregory K.; MCQUAID, Elizabeth L.; KOPEL, Sheryl J.; SEIFER, Ronald; KLEIN, Robert. B.; MITCHELL, Daphne K. et al. Ethnic Differences in Perception of Lung Function A Factor in Pediatric Asthma Disparities? **Am. J. Respir. Crit. Care Med**. V. 182, n. 1, p. 12–18, 2010.

GENÇ, Abdurrahman; ÜÇOK, Kağan; ŞENER, Ümit; AKAR, Olcay; KOYUNCU, Tülay; ÇELİK, Sefa et al. Association analyses of oxidative stress, aerobic capacity, daily physical activity and body composition parameters in patients with mild to moderate COPD. **Turkish journal of medical sciences**. n. 44, p. 972-979, 2014.

GIL, Antonio C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GLINDMEYER, H. W. Predictable confusion. **JOM**, n.23, p.845-9, 1981.

GRAGNOLATI, M.; LINDELOW, M.; COUTTOLENC, B. Twenty years of health system reform in Brazil: Direction in development: human development. **Sistema Único de Saúde**. Washington DC: World Bank Publications, 2013. Disponível em: <<http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/01/17899895/twenty-years-health-system-reform-brazil-assessment-sistema-unico-de-saude>>. Acesso em: 29 nov 2016.

GUYTON, Arthur C. **Fisiologia humana**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogam, 2008.

GUYTON, Arthur C.; HALL, John E. **Tratado de fisiologia médica**. 12 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HUMPHREYS, B. R.; MCLEOD, L.; RUSESKI, J. E. Physical activity and health outcomes : Evidence from Canada. **Health Economics**. n. 54, p. 33-54, 2014.

HWANG, Y. L.; KIM, C. H.; KANG, H. R.; SHIN, T.; PARK, S. M.; JANG, S. H. et al. Comparison of the Prevalence of Chronic Obstructive Pulmonary Disease Diagnosed by Lower Limit of Normal and Fixed Ratio Criteria. **J. Korean Med. Sci**. v. 24, n. 4, p. 621-626, 2009.

HYATT, R. E.; SCALON, P. D.; NAKAMURA, M. **Interpretation of pulmonary function tests. A practical guide**. Philadelphia: Lippincott-Raven publishers, 1997.

IBGE. Características étnicas da população brasileira. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 08 set. 2014.

IBGE. Síntese de indicadores sociais: Uma análise das condições de vida da população brasileira 2014. **Estudos e Pesquisas: Informação demográfica e socioeconômica - IBGE**, n. 34, 2014. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv91983.pdf>> Acesso em: 19 dez. 2016.

JACOBS, JR; DAVID, R.; MEYER, Katie A. Invited Commentary: On Population Subgroups, Mathematics, and Interventions. **American Journal of Epidemiology**, v. 173, n. 4 p. 388-390, 2011.

JAGIA ,G. J.; HEGDE, R. Gender differences in pulmonary function. **International Journal of Biomedical Research**. 2014.

KAPANDJI, Albert I. **Fisiologia Articular: Tronco e Coluna Vertebral**. v. 3, 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KENDALL, Florence P.; McCREARY, Elizabeth K.; PROVANCE, Patricia G.; ROMANI, William A. **Músculos: Provas e Funções**. 5. ed. Barueri: Manole, 2007.

KIRKBY, J.; BONNER, R.; LUM, S.; BATES, P.; MORGAN, V.; STRUNK, R.C. et al. Interpretation of Pediatric Lung Function: Impact of Ethnicity. **Pediatric Pulmonology**. v.48, n. 1, p. 20–26, 2013.

KNUDSON, Ronald J.; LEBOWITZ, Michael D.; HOLBERG, Catharine J.; BURROWS, Benjamin. Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging. **American Review of Respiratory Disease**. v. 127, n. 6, p. 725–734, 1983.

KUBOTA, Masaru.; KOBAYASHI, Hirosuke; QUANJER, Philip H.; OMORI, Hisamitsu; TATSUMI, Koichiro; KANAZAWA, Minoru. Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. **The Clinical Pulmonary Functions Committee of the Japanese Respiratory Society – Respiratory Investigation** - Japanese Respiratory Society. v. 52, n. 4, p. 242-250, 2014.

KOCH, B.; SCHÄPER, C.; EWERT, R.; et al. Lung function reference values in different German populations. **Respiratory Medicine**, v. 105, n. 3, p. 352–362, 2011.

LADOSKY, W.; ANDRADE, R. T.; LOUREIRO, N. G.; GANDAR, J. M. B.; BOTELHO, M. M. “Comparação entre valores espirométricos de referência obtidos a partir das equações de Knudson e de Pereira Adultos,” **J. Pneumol.** v. 27, n. 6, p. 315–320, 2001.

LEITE, F.; REIS, A. Envelhecimento populacional e a composição etária de beneficiários de planos de saúde. **Instituto de Estudos de Saúde Suplementar**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em:
<<http://documents.scribd.com.s3.amazonaws.com/docs/46tcb54h343oglih.pdf>> Acesso em: 29 nov 2016.

LIU, Yong; PLEASANTS, Roy A.; CROFT, Janet B.; LUGOGO, Njira; OHAR, Jill; HEIDARI, Khosrow et al. Body mass index . respiratory conditions . asthma . and chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory medicine**. v. 109, n. 7, p. 851-859, 2015.

LOKKE, Anders; MAROTT, Jacob L.; MORTENSEN, Jann; GRONNE, Borge N.; DAHL, M; LANGE, Peter. New Danish reference values for spirometry. **The Clinical Respiratory Journal**, v. 7, n. 2, p. 153–167, 2013.

LOPES, Agnaldo J.; FARIA, Aramelia C.; Bartholo Thiago P. Definições funcionais de asma e doenças pulmonares obstrutivas. **Rev. Hosp. Universitário Pedro Ernesto**, v.12, n. 2, 2013.

LUKIC, Karl Z.; COATES, Allan L. Does the FEF25-75 or the FEF75 have any value in assessing lung disease in children with cystic fibrosis or asthma? **Pediatr. Pulmonol.**, v. 50, n. 9, p. 863–868, 2015.

MACARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

MANCUZO, E. V.; SILVA, W. E. DA; REZENDE, N. A. DE. A espirometria na avaliação pré e pós-transplante de medula óssea. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. 1, p. 36–42, 2007.

MARCONI, Marina de A.; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos da metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Ed. Atlas, 2010.

MATHUR, N.; RATOGI, S. K.; GUPTA, B. N.; HUSAIN, T. A global comparison of predicting equations on spirometry in the male population. **Int J Epidemiol**, n.19, p.331-338, 1990.

MELO, S. M. D.; MELO, V. A. de; FILHO, R. S. de M.; SANTOS, F. A. Efeitos do aumento progressivo do peso corporal na função pulmonar em seis grupos de índice de massa corpórea. **Revista Associação Médica Brasileira**. n. 79, p. 509-515, 2011.

MILLER, A. Reference values for pulmonary function tests. In: Pulmonary function tests in clinical and occupational lung diseases. **Grune & Stratton**, p.197-213, 1986.

MILLER, R. D.; HYATT, R. E. Evaluation of obstructing lesions of the trachea and larynx by flow-volume loops. **Am Rev Respir Dis**, n.108, p.475-481. 1973.

MILLER, M. R.; HANKINSON, J.; BRUSASCO, V.; BURGOS, F.; CASABURI, R.; COATES, A. et al. Standardization of spirometry. Series ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing. Edição: BRUSASCO V. et al. **Eur. Respir. J.**, v. 26, n. 2 p. 319–338, 2005.

MILLER, M. R.; CRAPO, R.; HANKINSON, J. L.; BRUSASCO, V.; BURGOS, F.; CASABURI, R. et al. General considerations for lung function testing. Series ATS/ERS Task Force: Standardisation of lung function testing. Edited by BRUSASCO V., CRAPO R. and VIEGI G. **European Respiratory Journal**. v. 26, n. 2, p. 153-161, 2005.

OCA, María M.de; VARELA, María V. L.; ACUÑA, Agustín; SCHIAVI, Eduardo; REY, María A.; JARDIM José R. et al. **Diretrizes brasileiras para o manejo da DPOC: Adaptação para o Brasil do consenso latino-americano de DPOC**. Disponível em: <<http://pneumoblog.org.br>>. Acesso em: 16 dez 2016.

PAULO, R. M.; PETRICA, J. M. ; MARTINS, J. C.; PICHETTO, F.; FAURE-ROLLAND, A.; MAGNO, F. Estudo da relação entre a atividade física e a função respiratória : Análise da composição corporal e dos valores espirométricos de alunos Portugueses e Italianos. **Motricidade**. v. 11, n. 1, p. 3-13, 2015.

PAULO, R.; PETRICA, J.; MARTINS, J. Atividade física e função respiratória : Análise da composição corporal e dos valores espirométricos. **Acta Médica Portuguesa: Revista Científica da Ordem dos Médicos**. v. 26, n. 3, p. 258-264, 2013.

PAES, C. D.; PESSOA, B. V.; JAMAMI, M. Comparação de valores de PFE em uma amostra da população da cidade de São Carlos, São Paulo, com valores de referência. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**. v. 35, n. 2, p. 151-156, 2009.

PAKHALE, S.; BARON, J.; DENT, R.; VANDEMHEEN, K.; AARON, S. D. Effects of weight loss on airway responsiveness in obese adults with asthma. **Chest**. 2015.

PASSAMANI, Diogo L.; BAHLLIS, Laura F.; WAJNER, André; STAROSTA, Waldemar F. Redução de mortalidade em pacientes internados por doenças respiratórias após a implementação de unidade de cuidados intensivos em hospital secundário do interior do Brasil. **Rev Bras Ter Intensiva**. v.27, n.3, p.235-239, 2015.

PELLEGRINO, R.; BRUSASCO, V.; MILLER, Martins R. Question everything: A large study concludes that FEF₂₅₋₇₅ and FEF₇₅ do not provide a clinical advantage over FEV₁ and FEV₁/FVC. **Eur Resp J**. v. 43, n, 4, p. 947-948, 2014.

PENA, Rodolfo, F. A. **Composição étnica do Brasil: Brasil escola**. Disponível em: <<http://brasilescola.uol.com.br/geografia/composicao-etnica-brasileira.htm>>. Acesso em: 08 set. 2015.

PENNOCK, B. E.; COTTREL, J. J.; ROGERS, R. M. Pulmonary function testing. What is "normal". **Arch Intern Med**, n.143, p.2123-7. 1983.

PEREIRA, Carlos A. de C.; BARRETO, Sueli da P.; SIMÕES, João G.; PEREIRA, Francisco W. L.; GERSTLER José G.; NAKATANI Jorge. Valores de referência para espirometria em uma amostra da população brasileira adulta. **J Pneumol**. v.18, n.1, p. 10-22, 1992.

PEREIRA, Carlos A. de C. Espirometria. **J Pneumol**. v. 28, n. 3, p. S1-S82, 2002.

PEREIRA, Carlos A. de C.; NEDER, J. A. Diretrizes para testes de função pulmonar, **J. Pneumol.**, v. 28, p. S1–238, 2002.

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

PEREIRA, Carlos A. de C.; DUARTE, Andrezza. A. O.; GIMENEZ, Andrea; SOARES, Maria R. Comparação entre os valores de referência para CVF, VEF1 e relação VEF1/CVF em brasileiros caucasianos adultos e aqueles sugeridos pela Global Lung Function Initiative 2012. **J Bras Pneumol.** v. 40, n. 4, p. 397–402, 2014.

PEREIRA, Carlos A. de C. **Doenças pulmonares no Brasil.** Disponível em: <<http://www.drpereira.com.br/>> Acesso em: 05 de set. 2014.

PÉREZ-PADILLA, Rogelio; STELMACH, Rafael; SOTO-QUIROZ, Manuel; CRUZ, Álvaro A. Combate a doenças respiratórias: esforços divididos levam ao enfraquecimento. **J. Bras. Pneumol.** v. 40, n. 3, p. 207-210, 2014.

POWERS, Scott K.; HOWLEY, Edward T. **Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** 6. ed. Barueri: Manole, 2009.

QUANJER, Philip H.; STANOJEVIC, Sanja; COLE, Tim J.; BAUR, Xaver; HALL, Graham L.; CULVER, Bruce H. et al. “Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations”. **European Respiratory Journal.** v. 40, n. 6, p. 1324–1343, 2012.

QUANJER, Philip H.; WEINER, Daniel J.; PRETTO, Jeffrey J.; BRAZZALE, Danny J.; BOROS, Piotr W. Measurement of FEF₂₅₋₇₅ and FEF₇₅ does not contribute to clinical decision making. **European Respiratory Journal.** v. 43, n. 4, p. 1051–158, 2014.

QUANJER, Philip H.; KUBOTA, Masaru; KOBAYASHI, Hirosuke; OMORI, Hisamitsu; TATSUMI, Koichiro; KANAZAWA, Minoru et al. “Secular changes in relative leg length confound height-based spirometric reference values”. **Chest.** v. 147, n. 3, p. 792–797, 2015.

QUANJER, P. H.; TAMMELING, G. J.; COTES, J. E.; PEDERSEN, O. F.; PESLIN, R.; YERNAULT, J. C. Lung volumes and forced ventilatory flows. Report of Working Party. “Standardization of Lung Function Tests”, European Community for Steel and Coal and European Respiratory Society. **Eur Respir J**, n.16, p.5-40, 1993.

QUEIROZ, Maria C. de C. A. M. **Conhecimento dos profissionais e usuários da atenção básica sobre a doença pulmonar obstrutiva crônica.** 2014. 117f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Goiás, Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, Goiás, Goiânia, 2014.

RADIN, Alan; COTE, Claudia. Primary Care of the Patient with Chronic Obstructive Pulmonary Disease - Part 1: Frontline Prevention and Early Diagnosis. **Am. J. Med.** v. 121, n. 7, p.S3-12, 2008.

RATNOSKY, A.; ELAD, D.; HALPERN, P. Mechanics of respiratory muscles. **Resp. Physiol. Neurobiol.** v. 163, n. 1-3, p. 82-89, 2008

RIBEIRO, G. F.; ARAÚJO, L. M. B.; SOUZA-MACHADO, A.; RIBEIRO, P. A. Avaliação da função pulmonar em indivíduos obesos assintomáticos respiratórios: Correlação entre dados antropométricos e espirométricos. **Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia.** v. 30, n. 6, p. 227-231, 2007.

RODRIGUES, Joaquim. C.; CARDIERI, Joselina. M. A.; BUSSAMRA, Maria. H. C. de F.; NAKAIE, Cleyde M. A.; ALMEIDA, Marina. B. de; SILVA FILHO, Luiz. V. F. da et al. Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. **J. Pneumol.** v. 28, n. 3, p. 207-221, 2002.

ROTMAN, H. H.; LISS, H. P.; WEG, J. G. Diagnosis of upper airway obstruction. **Chest,** n.68, p.796-799, 1975.

RUBIN, Adalberto S.; CAVALAZZI, Antonio C.; VIEGAS, Carlos A. A.; PEREIRA, Carlos A. de C.; NAKAIE, Cleyde M. A.; VALLE, Enio L. T. do et al. "Diretrizes para testes de função pulmonar," **J. Pneumol.,** v. 28, p. S1-238, 2002.

RUPPEL, G. L. **Manual of Pulmonary Function Testing.** 7. ed., St. Louis: Mosby, 1994.

SBPT, Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Caracterização da Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC): Definição, Epidemiologia, Diagnóstico e Estadiamento. **Jornal brasileiro de pneumologia,** v30, n5, 2004.

SBPT. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Espirometria. **J Pneumologia.** v. 28, n. 3, p. 22-28, 2002.

SBPT. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Relatório DPOC e Saúde Pública - **Atendendo as necessidades dos pacientes. Encontro Nacional de Infecções Respiratórias e Tuberculose**. Goiânia - GO, 28 a 30 de junho de 2012. Disponível em:

<http://itarget.com.br/newclients/sbpt.org.br/2011/downloads/arquivos/bol_sbpt_outnovdez12.pdf> Acesso em: 08 dez 2016.

SCHULTZ, Kenia; D'AQUINO, Luiz C.; SOARES, Maria R.; GIMENEZ, Andrea; PEREIRA, Carlos A. C.. Volumes pulmonares e resistência das vias aéreas em pacientes com possível padrão restritivo à espirometria. **J Bras Pneumol**. v.42, n. 5, p. 341-347, 2016.

SCHMITZ, Flayani da S.; PASCOTINI, Fernanda dos S.; TREVISAN, Sandra R. C.; ALBUQUERQUE, Isabella M. de; TREVISAN, Maria E. Comparação de dois protocolos de espirometria de incentivo no pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio: estudo piloto. **Saúde**. v. 41, n. 2, p.129-138, 2015.

SGNTECMED. **Clip nasal**. Disponível em: <<http://www.sgntecmed.com.br>> Acesso em: 20 dez. 2016.

SHEEL, A. W.; GUENETTE, J. A.; YUAN, R.; HOLY, L.; MAYO, J. R.; MCWILLIAMS, A. M. et al. Evidence for dysanapsis using computed tomographic imaging of the airways in older ex-smokers. **Journal Applied Physiology**. v. 107; n. 5; p. 1622-1628, 2009.

SILVA, L.; RUBIN, A.; SILVA, L.; FERNANDES, J. Espirometria na prática médica. **Revista AMRIGS**. v. 49, n. 3, p. 183–194, 2005.

SILVA, Denise R. C.; SANTOS, Fabrício R.; ROCHA, Jorge; PENA, Sérgio D. J. The phylogeography of brazilian Y-chromosome lineages. **Am J Hum Genet**. v. 68, n.1, p. 281–286, 2001.

SIMSIC, Aline A.; PASSARELLI, Rita de C. V.; ANTUNES, Bianca O.; HIGUTTI, Heloísa G.; SILVA, Gabriel P. da; FERREIRA, Bruno et al. Comparação entre os valores do pico de fluxo expiratório (PFE) m atletas do basquetebol e indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. v. 16, n. 1, p. 1-484, 2012.

SOBOTTA, Johannes. **Sobotta: Atlas de anatomia humana**. 23 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

SOTO, Pedro H. T.; RAITZ, Gabriela M.; BOLSONI, Ludmila L.; COSTA, Cássia K. F.; YAMAGUCHI, Mirian U.; MASSUDA, Ely M. Morbidades e custos hospitalares do Sistema Único de Saúde para doenças crônicas. **Rev Rene**, v.16, n.4, p.567-75, 2015.

SPENCER, L. M.; ALISON, J. A.; MCKEOUGH, Z. J. Do supervised weekly exercise programs maintain functional exercise capacity and quality of life . twelve months after pulmonary rehabilitation in COPD ? **BMC Pulmonary Medicine**. n. 6, p.1-6, 2007.

SUS. **Vigilância de Doenças Crônicas Não Transmissíveis**. Disponível em: <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/secretarias/svs/doencas-cronicas-nao-transmissiveis>> Acesso em: 12 dez 2016.

TAUSSIG, L. M.; CHERNICK, V.; WOOD, R. et al. Standardization of lung function testing in children. **J Pediatr**, n.97, p.668-76, 1980.

THAKKER, Dipti V.; VIRENKARIYA. The type of obesity and its impact on pulmonary functions. **National Journal of Integrated Research in Medicine**. v. 5, n. 6, p. 11-15, 2014.

TEIXEIRA, Cassiano; CABRAL, Cláudia da R.; HASS, Jaqueline S.; OLIVEIRA, Roselaine P. de; VARGAS, Mara A. de O.; FREITAS, Ana Paula da R. et al. Exacerbação aguda da DPOC: Mortalidade e estado funcional dois anos após a alta da UTI. **J. Bras. Pneumol**. v.37 n.3 São Paulo, 2011.

TEIXEIRA, Renata N.; TEIXEIRA, Luzimar R.; COSTA, Luiz A. R.; MARTINS, Milton A.; MICKLEBOROUGH, Timothy D.; CARVALHO, Celso R. F. “Broncoespasmo induzido por exercício em corredores brasileiros de longa distância de elite, **J. Bras. Pneumol**. v. 38, n. 3, p. 292–298, 2012.

TRINDADE, Alexandre M.; SOUSA, Thiago L. F. de; ALBUQUERQUE André L. P. A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros? **Pulmão RJ**. v. 1, n. 24, p. 3–7, 2015.

UTFPR, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Sistema de Bibliotecas. **Normas para elaboração de trabalhos acadêmicos**. p. 121. UTFPR, 2008.

VAZ FRAGOSO, C. A.; MCAVAY, G.; GILL, T. M.; CONCATO, J.; QUANJER, P. H.; VAN NESS, P. H. Ethnic differences in respiratory impairment. **Thorax**. v. 69, n. 1, p. 55–62, 2014.

VILELA, Ana L. M. **Anatomia e fisiologia humana: Fisiologia da respiração**. Disponível em: <<http://www.afh.bio.br/resp/resp2.asp#capacidade>> Acesso em: 25 nov. 2016.

WANGER, J. **Pulmonary function testing: A practical approach**. 2. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996.

WEBSTER, John. G. **Medical instrumentation: Application and design**. 4. ed. New Delhi, India: Wiley, 2009.

WEST, John B. **Fisiologia respiratória**. 8. ed. São Paulo: Artmed, 2010.

WILMORE, Jack H.; COSTILL, David L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 3. ed. São Paulo: Manole, 2001.

WORDPRESS. **Principais músculos envolvidos na inspiração, com legenda indicando musculatura acessória na inspiração forçada**. Disponível em: <<https://questoesdefisiocomentadas.files.wordpress.com/2014/01/mecanica-respiratoria.jpg>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

XU, Xiping; LAIRD, Nan; DOCKERY, Douglas W.; SCHOUTEN, Jan P.; RIJCKEN, Bert; WEISS, Scott T. Age, period, and cohort effects on pulmonary function in a 24-year longitudinal study. **Am J Epidemiology**, v. 141, n. 6, p. 554-566, 1995.

APENDICES

APENDICE A – TCLE.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) TERMO DE CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM E SOM DE VOZ (TCUISV)

Título do Projeto: Engenharia clínica aplicada à análise da variabilidade de parâmetros de referência para classificação da função pulmonar de adultos brasileiros.

Investigador: Paulo Roberto da Silva - Mestrando no Programa de Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Orientadora: Profa. Dra. Leandra Ulbricht – Docente no Programa de Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR.

Local da Pesquisa: Unidades de esporte e lazer pertencentes a órgão público municipal.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: “Engenharia clínica aplicada à análise da variabilidade de parâmetros de referência para classificação da função pulmonar de adultos brasileiros”. A espirometria é um teste que mede quantidade de ar que entra e sai dos pulmões. É um exame simples na aparência, mas têm um papel essencial no manejo de pacientes com doenças pulmonares, como DPOC e Asma, também àqueles sob-risco para desenvolvimento de disfunção respiratória.

Diversos requisitos precisam ser preenchidos para um teste adequado. O voluntário deve estar com roupas leves e dispor de 15 minutos para tomada de medidas como massa corporal e estatura, preenchimento de questionário com informações sobre estado de saúde e teste de espirometria que consiste em sentar-se diante do equipamento próprio para este fim, que é ligado a um computador para medir o volume e o fluxo de ar que passa pela porta de entrada do sistema; o dispositivo tem um bocal de papelão ou plástico ligado a um filtro descartável que retém partículas e bactérias.

O paciente coloca o tubo dentro da boca, e após algumas respirações normais, inala o mais profundamente possível, e solta o ar o mais rápido que pode, por vários segundos, até que o computador assinala que não há mais ar para sair. No mínimo três manobras adequadas devem ser feitas e o melhor resultado é usado para avaliação. Os resultados finais serão analisados estatisticamente a fim de que sejam analisados os parâmetros de referência para diagnóstico de patologias respiratórias através da espirometria. A sua contribuição social como voluntário neste processo é inestimável!

2. Objetivos da pesquisa

O objetivo geral será de analisar três dos principais parâmetros de referência em avaliação da função pulmonar possíveis de se utilizar em adultos brasileiros de ambos os gêneros. E como objetivos secundários analisar a variabilidade de resultados existentes entre estes parâmetros; comparar os valores obtidos neste estudo, aos previstos por estes parâmetros; identificar se há disparidade nos diagnósticos da função pulmonar baseados nestas referências; verificar a influência do tempo de prática de atividade física regular sobre as variáveis da função pulmonar e explorar os efeitos do estado nutricional (IMC), idade e tempo de prática de atividade física regular, sobre a função pulmonar.

3. Participação na pesquisa

A participação é voluntária, A avaliação e a aplicação do protocolo de espirometria, medidas de massa e estatura pode levar até 15 minutos e o avaliado deve usar roupas leves para tomada destas medidas. Todo o material utilizado na aplicação do protocolo de espirometria será de responsabilidade do pesquisador, sendo que este será individualizado e descartável.

4. Confidencialidade

As informações relacionadas ao estudo serão conhecidas somente pela equipe de pesquisa descrita ao final deste termo. Sua identidade será preservada e mantida em confidencialidade.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5.1 Desconfortos e ou Riscos:

Não foram encontrados relatos de complicações em testes de espirometria, quando realizados com pessoas saudáveis. Caso ocorra qualquer desconforto como tosse ou dispneia, o teste será interrompido e o avaliado será colocado em repouso por até 15 minutos, sendo observado e questionado sobre a continuidade do desconforto. Caso permaneçam os sintomas o avaliado será encaminhado a atendimento médico por conta do pesquisador principal.

Eventuais situações de possíveis constrangimentos, no momento do preenchimento do questionário de anamnese, serão contornadas através da disponibilidade de espaço reservado para este fim apenas com participação do avaliado e avaliador.

5.2 Benefícios:

Esta pesquisa busca contribuir com a atualização de dados referentes à avaliação da função pulmonar, melhorando diagnósticos e conseqüentemente promovendo diminuição de gastos com saúde pública.

Para o participante, o estudo apresenta como benefício, exame de função pulmonar, elucidação de dúvidas sobre sistema respiratório e a certeza de estar contribuindo com a educação e avanços científicos os quais possibilitam a melhoria da qualidade de vida de sua comunidade.

A comunidade científica obterá atualização de tabela de referência para espirometria possibilitando acurácia em diagnósticos na medicina preventiva, os quais são utilizados para identificar obstruções das vias aéreas, avaliar sua gravidade e prognóstico, delinear fatores de risco pré e pós-operatórios, detectar doença pulmonar precoce, monitorar o crescimento pulmonar normal e declínio da função pulmonar.

6. Critérios de inclusão e exclusão

Serão considerados incluídos na pesquisa, adultos com idade entre 18 e 59 anos, em boas condições de saúde e que tenham assinado este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Serão excluídos do estudo: Aqueles apresentarem histórico de doença respiratória, ser fumante, apresentar queixas de dores em qualquer região do corpo, ter sido submetido à cirurgia no último ano, manifestar desejo em abandonar o estudo, não conseguir realizar a técnica proposta para os testes, demonstrar obstrução ou restrição no teste de espirometria, indivíduos que apresentem problemas cognitivos que dificultem o entendimento de qualquer parte da pesquisa.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo

A sua participação neste estudo é voluntária. Caso você não queira mais fazer parte da pesquisa, você poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam o termo de consentimento livre e esclarecido assinado. A sua recusa ou desistência não implicará em multas ou quaisquer outros problemas.

8. Ressarcimento ou indenização

A sua recusa, ou abandono da pesquisa, não implicará em multas ou quaisquer problemas. As despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, material, etc.) não são de sua responsabilidade e pela sua participação no estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro. Quando os resultados forem publicados, o seu nome não aparecerá em hipótese alguma. Em caso de imprevistos decorrentes dos procedimentos da pesquisa, haverá uma indenização na forma de tratamento do mesmo, sendo que esta despesa ocorrerá totalmente por conta do pesquisador.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo, permitindo que os pesquisadores relacionados neste documento obtenham fotografia, filmagem ou gravação de voz de minha pessoa para fins de pesquisa científica/ educacional.

Concordo que o material e as informações obtidas relacionadas a minha pessoa possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos. Porém, não devo ser identificado por nome ou qualquer outra forma.

As fotografias, vídeos e gravações ficarão sob a propriedade do grupo de pesquisadores pertinentes ao estudo e sob sua guarda.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/_____

Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____ Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura: _____ Data: ___/___/_____

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão fazê-lo diretamente com o pesquisador, professor Paulo Roberto da Silva.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)
REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943. e-mail: coep@utfpr.edu.br

APENDICE B – Ficha de Anamnese

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ		PPGEBIO	
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA		PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA	
PESQUISA		PESQUISA	
ENGENHARIA CLÍNICA APLICADA A ANÁLISE DA VARIABILIDADE DE PARÂMETROS DE REFERÊNCIA PARA CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR DE ADULTOS BRASILEIROS			
AValiação - 2015 / ANAMNESE			
NOME DO AVALIADO:	DATA DE NASC.	IDADE	GÊNERO
PROFISSÃO:	E-MAIL:	TELEFONE:	ETNIA
PESSOA PARA CONTATO:	TELEFONE:	ENDEREÇO	BAIRRO
ANAMNESE CLÍNICA (SINAIS E SINTOMAS)		SIM	NÃO
Dor (angina), desconforto no tórax, pescoço, maxilar, braços ?			
Dores crônicas?			
Falta de ar em repouso ou com esforço leve?			
Asma ou outra patologia respiratória?			
Cirurgia na coluna, tórax ou coração (último ano)?			
Problema de descolamento de retina?			
Fumante?			
Consumo de alimentos cafeinados nas últimas 4 horas?			
Alimentação abundante na última hora?			
Exercício vigoroso nos últimos 30 min.?			
Observações:			
<p>Declaro, de livre e espontânea vontade, para os devidos fins que as informações acima são verdadeiras. Declaro também estar em boas condições físicas e de saúde para participar deste estudo conduzido pelos pesquisadores do curso de mestrado em Engenharia Biomédica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, isentando-os de qualquer responsabilidade se, porventura, venha a ser acometido(a) de qualquer doença ou agravamento decorrente desta participação. Ratifico a minha concordância com as normas e procedimentos da entidade e libero o uso de fotos, filmes ou outras gravações em que apareça a minha imagem para finalidades legítimas e também os resultados das avaliações, testes e exames, para serem utilizados como dados desta pesquisa científica.</p>			
CURTIBA, ____/____/____			Assinatura: _____

ANEXOS

ANEXO A – Artigo publicado no CBEB 2016.

XXV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB 2016

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE REFERÊNCIA PARA CLASSIFICAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR DE ADULTOS BRASILEIROS

P. R. da Silva*, W. L. Ripka** e L. Ulbricht*

* Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica - UTFPR, Curitiba, Brasil

** Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial - UTFPR, Curitiba, Brasil

e-mail: profepaulosilva@gmail.com

Resumo: Este estudo analisou três parâmetros de referência (PR) para o diagnóstico da função pulmonar de adultos brasileiros: Pereira et al (PR-P), Knudson et al (PR-K) e Quanjer et al (PR-Q). Foi realizado um estudo exploratório descritivo com 683 indivíduos (180 homens e 503 mulheres) entre 24 e 59 anos, que foram submetidos ao teste de espirometria forçada. Foram avaliados fluxos e volumes pulmonares, sendo eles: capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), fluxo expiratório forçado médio obtido na faixa de 75% da manobra de CVF (FEF75) e pico de fluxo expiratório (PFE). Encontrou-se diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) entre CVF, VEF1, FEF75 e PFE para os valores previstos e atingidos em todos os PR, além de sinais restritivos e obstrutivos. Para o PR-P, mesmo com indivíduos com características assintomáticas e praticantes de exercícios físicos, 17,2% dos indivíduos foram diagnosticados com algum grau de restrição e 17,3% com obstrução, distanciando-se do PR-K e PR-Q que, respectivamente apresentaram valores para restritivo de 7,0% e 12,8% e para obstrutivos de 7,1% e 4,8%. Conclui-se que os respectivos PR não são consistentes, levando a diagnósticos diferentes, podendo um mesmo indivíduo ser considerado em estado de normalidade, restritivo ou obstrutivo, a depender do protocolo escolhido.

Palavras-chave: Espirometria, parâmetro de referência, teste de função pulmonar, adultos.

Abstract: This study examined three parameters of reference (PR) for the diagnosis of pulmonary function of Brazilian adults: Pereira et al (PR-P), Knudson et al (PR-K) and Quanjer et al (PR-Q). A descriptive exploratory study with 683 subjects (180 men and 503 women) between 24 and 59 years, who underwent forced spirometry test was performed. Flows and lung volumes were evaluated, as follows: forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in one second (FEV1), average expiratory flow forced obtained in the range of 75% of the FVC maneuver (FEF75) and peak expiratory flow (PFE). There was a statistically significant difference ($p < 0,05$) between FVC, FEV1, and PEF FEF75 to the levels required and achieved in all PR, as well as restrictive and obstructive signs. For the PR-P, even with an asymptomatic sample and practicing physical exercises, 17.2% of subjects were

diagnosed with some degree of restriction and 17.3% with obstruction, away from the PR-K and PR-Q that presented values for restrictive of 7.0% and 12.8% and for obstruction of 7.1% and 4.8%, respectively. We conclude that the three PR analyzed are not consistent, leading to different diagnoses: the same individual could be diagnosed as normal, restrictive or obstructive, depending on the chosen protocol.

Keywords: Spirometry, parameters of reference, pulmonary function, adults.

Introdução

Uma das aplicações básicas da engenharia biomédica se refere aos testes de equipamentos de uso clínico, a avaliação de sua natureza, acessibilidade e/ou suas características, auxiliando desta forma os profissionais da saúde no diagnóstico e investigação de patologias [1].

No âmbito da avaliação do sistema respiratório, estão disponíveis diferentes protocolos para o teste de espirometria. Este é um dos principais testes de função pulmonar, sendo considerado um teste funcional que permite medir: volumes, capacidades e fluxos pulmonares, avaliando assim, a presença de patologias respiratórias [2]–[5].

No Brasil a prevalência de doença pulmonar é de um para cada nove indivíduos [6] e a limitação do fluxo respiratório causada pelas patologias respiratórias pode levar a uma queda no desempenho em atividades de vida diária, deste modo, a detecção precoce destes quadros torna-se uma importante estratégia para o encaminhamento médico [3], [8], [9].

Contudo, para análise dos resultados espirométricos, encontram-se na literatura diversos protocolos que apresentam uma variabilidade de parâmetros de referência (PR) para classificação do diagnóstico pulmonar. O Brasil é um país que tem grande diversidade de etnias, com diferentes ramificações de povos europeus, africanos e asiáticos, o que pode acarretar desvios diagnósticos na aplicação de parâmetros de referência que não considerem esta realidade [3], [8], [9]. Destaca-se que uma avaliação inconsistente da função pulmonar pode ocasionar um subdiagnóstico de paciente com problemas respiratórios ou gastos desnecessários com tratamentos em pacientes saudáveis.

Desta forma o objetivo deste estudo foi analisar três PR em avaliação da função pulmonar de adultos brasileiros: Pereira et al (PR-P) [3] o mais utilizado no Brasil, Knudson et al (PR-K) [2] e Quanjer et al (PR-Q) [4] sendo este último indicado para utilização global, também identificado como PR da *Global Lung Initiative*.

Materiais e métodos

Foi realizado um estudo exploratório descritivo com 683 indivíduos adultos de ambos os gêneros, participantes de programas de atividades físicas ofertadas por entidade do serviço público municipal.

Foram excluídos da pesquisa os indivíduos que não assinaram o termo de consentimento; apresentaram histórico de doença respiratória, cardiovascular, ou anatômica na região do tórax; sofriam de doença neuromuscular; eram fumantes; apresentaram queixas de dores em qualquer região do corpo; foram submetidos à cirurgia no último ano (cardíaca ou na região torácica); não conseguiram realizar a técnica proposta para os testes; apresentassem náusea, ou vômito durante a realização dos testes, ou tiveram problemas cognitivos que dificultassem o entendimento de qualquer parte da pesquisa [10]-[12].

Para coleta de dados antropométricos relacionados à massa e estatura foi utilizada uma balança com estadiômetro acoplado (Welmy-W200A). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela divisão da massa corporal (kg) pelo quadrado da estatura (m).

Para aplicação do teste de espirometria, utilizou-se espirometro bidirecional (*Care Fusion - MicroLoop*), com transdutor de volume que mede o ar expirado controlando condições de temperatura corporal, pressão atmosférica ambiental, com saturação de vapor de água (fatores estes que evitam imprecisões nas correções de temperatura e dispensam a aferição antes de cada teste) [11]. O equipamento possui precisão de 10 ml de volume e de 0,03 L/s \pm 3% para o fluxo.

As variáveis respiratórias observadas neste estudo foram as de capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), pico de fluxo expiratório (PFE) e fluxo expiratório forçado médio obtido na faixa de 75% da manobra de CVF (FEF75).

Para a espirometria, café e chá não deveriam ser ingeridos nas seis horas prévias ao procedimento, por terem efeito broncodilatador. Substâncias alcoólicas também não foram permitidas nas últimas quatro horas e refeições volumosas deveriam ser evitadas uma hora antes. Os avaliados permaneceram de cinco a dez minutos sentados para repouso antes dos testes e para receber orientações sobre o procedimento correto para execução das manobras respiratórias [10]-[12].

A espirometria forçada teve o mínimo de três e o máximo de doze tentativas possíveis de execução. O software do espirometro seleciona automaticamente os melhores resultados para classificação. Os PR para cada protocolo de diagnóstico também são

apresentados de maneira automatizada pelo software do equipamento.

A análise estatística deu-se pelos valores descritivos de média e desvio padrão. A comparação entre os protocolos foi feita a partir do teste da análise multivariada de um fator (ANOVA-OneWay) quando detectada distribuição normal e pelo teste de Friedman quanto não-normais. Sendo a normalidade verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para todas as análises foi adotado como significância estatística $p < 0,05$ sendo utilizado o pacote estatístico *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 17.0 (SPSS Inc. Chicago, IL). Este estudo foi aprovado por comitê de ética sob número CAAE 39378714.5.0000.5547, através da submissão do projeto via *website* da Plataforma Brasil.

Resultados

Foram avaliados 683 indivíduos com idade entre 24 e 59 anos, estando 180 no grupo masculino (com idade média de 40,6 anos) e 503 avaliadas no grupo feminino (apresentando idade média de 44,4 anos). O IMC médio entre os homens foi de 26,26 kg/m² e entre as mulheres a média foi de 26,44 kg/m² (Tabela 1).

Tabela 1: Valores descritivos da amostra para as variáveis antropométricas.

Variáveis/Gênero	Masculino (n = 180)	Feminino (n = 503)
Idade (anos)	40,60 \pm 9,9	44,40 \pm 8,9
Massa (kg)	80,33 \pm 11,5	68,50 \pm 11,8
Estatura (m)	1,74 \pm 0,1	1,61 \pm 0,1
IMC (kg/m ²)	26,26 \pm 2,9	26,44 \pm 4,4

Tabela 2: Valores de referência e valores atingidos para as variáveis de função pulmonar na amostra masculina.

	Atingido	PR-P	PR-K	PR-Q
VEF1	3,83 \pm 0,6 ^{a,c}	4,05 \pm 0,4 ^{b,c}	3,90 \pm 0,6 ^{a,c}	4,01 \pm 0,5
CVF	4,72 \pm 0,7 ^{a,c}	4,97 \pm 0,5 ^b	4,73 \pm 0,7 ^{a,c}	4,96 \pm 0,6
PFE	10,09 \pm 1,7 ^{a,b}	11,28 \pm 0,9 ^b	8,94 \pm 0,9 ^a	--
FEF75	1,62 \pm 0,7 ^{a,c}	1,74 \pm 0,3 ^{b,c}	1,99 \pm 0,3 ^{a,c}	1,51 \pm 0,4

a) Diferença significativa entre PR-P; (b) Diferença significativa entre PR-K; (c) Diferença significativa entre PR-Q.

Tabela 3: Valores de referência e valores atingidos para as variáveis de função pulmonar na amostra feminina.

	Atingido	PR-P	PR-K	PR-Q
VEF	2,74 \pm 0,4 ^{a,b,c}	2,81 \pm 0,3 ^{b,c}	2,69 \pm 0,3 ^{a,c}	2,84 \pm 0,3
CVF	3,36 \pm 0,5 ^{a,b,c}	3,42 \pm 0,4 ^{b,c}	3,22 \pm 0,4 ^{a,c}	3,48 \pm 0,4
PFE	7,02 \pm 1,7 ^{a,b}	7,40 \pm 0,8 ^{b,c}	6,08 \pm 0,5 ^{a,c}	--
FEF75	1,15 \pm 0,5 ^{a,b,c}	1,10 \pm 0,3 ^{b,c}	1,49 \pm 0,3 ^{a,c}	1,06 \pm 0,3

a) Diferença significativa entre PR-P; (b) Diferença significativa entre PR-K; (c) Diferença significativa entre PR-Q.

A análise dos resultados espirométricos obtidos pelos três PR demonstrou a existência de diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) para os valores atingidos e entre os parâmetros previstos pelos diferentes protocolos. As tabelas 2 e 3 descrevem os valores comparativos para a amostra masculina e feminina, respectivamente.

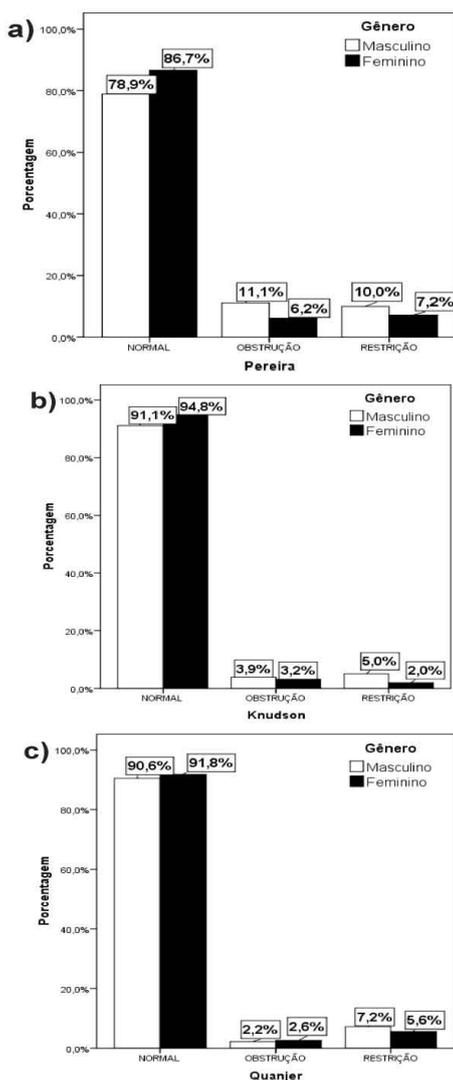


Figura 1: Valores percentual da amostra para o diagnóstico da função pulmonar (normal, restritivo e obstrutivo) de acordo com cada PR, sendo: a) PR-P, b) PR-K e c) PR-Q.

De acordo com a Figura 1 a, b e c, percebe-se que o protocolo PR-P foi o que mais apresentou indivíduos com restrição (17,2%) e obstrução (17,3%),

distanciando-se do PR-K e PR-Q que apresentaram, respectivamente, valores de 7,0% e 12,8% para restritivo e de 7,1% e 4,8% para obstrutivo.

Discussão

Neste estudo, apesar de todos os avaliados serem praticantes de atividades físicas regulares e não terem apresentado quaisquer sinais ou sintomas de patologias respiratórias, o diagnóstico da função pulmonar sinalizou casos restritivos e obstrutivos na amostra, em todos os três PR. Também foram apontadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores previstos pelos protocolos diante das variáveis VEF1, CVF, PFE e FEF75.

Sobre os parâmetros de referência abordados neste estudo os valores PR-P de 2007 foram derivados da avaliação de 270 homens com mais de 25 anos e 373 mulheres acima de 20 anos, habitantes de oito cidades brasileiras. Usou-se espirômetros de fluxo Multispiro (*Creative Biomedics*). Neste modelo percebeu-se uma superestimação dos valores previstos frente aos atingidos, em ambos os gêneros. Destaca-se também que este é o PR que mais acusou a presença de pacientes com algum grau de restrição (17,2%) ou obstrução (17,3%) no sistema respiratório, onde a amostra masculina foi a que apresentou maiores percentuais: 10% para restrição e 11,1% para obstrução.

Já o PR-K, desenvolvido em 1983, é oriundo de uma pesquisa com 697 indivíduos adultos saudáveis, não fumantes escolhidos a partir de uma amostra selecionada aleatoriamente de população caucasiana americana (não-mexicanos) incluídos em um estudo longitudinal da saúde respiratória obtendo medições de fluxo e de volume [2], onde 7,1% dos indivíduos foi diagnosticado com algum grau de obstrução (3,9% em homens e 3,2% em mulheres) e 7% com restrição da função pulmonar (5% nos homens e 2% nas mulheres). Entre os homens de todas as faixas etárias avaliadas, os valores de PR-K para VEF1 e CVF foram próximos aos atingidos ($p > 0,05$) apresentando diferença significativa apenas para os valores de PFE ($p < 0,05$). Para mulheres com mais de 31 anos, houve diferença significativa dos valores previstos para CVF ($p = 0,00$) e para as com mais de 50 anos em VEF1 ($p = 0,02$).

Um estudo com 1.070 pacientes brasileiros, comparou PR-P com valores obtidos em 1992 e PR-K utilizando um espirômetro fluxométrico, em cuja avaliação funcional não foi excluída qualquer patologia nem levada em conta a situação tabágica dos mesmos. O estudo apontou que, no PR-K, contrariando o apresentado neste estudo, a CVF foi 4,01% ($p < 0,05$) maior que em PR-P entre as mulheres, atribuindo valor excessivo de casos de restrições respiratórias entre as mulheres em PR-K [13]. Vale a pena ressaltar que na avaliação do sistema respiratório o período da obtenção das curvas de referência pode impactar no diagnóstico da função pulmonar.

Para o PR-Q, datado de 2012, a amostragem foi composta por dados obtidos em 72 centros de 33 países,

totalizando 97.759 registros de indivíduos saudáveis, não fumantes com idades entre 2,5-95 anos. Assim, foi criada uma referência para indivíduos saudáveis com idades entre 3-95 anos caucasianos (n = 57.395), afro-americanos (n = 3.545), norte asiáticos (n = 4.992) e indivíduos do sudeste asiático (n = 8.255). Assim, o PR-Q se coloca como um protocolo que pode ser aplicado mundialmente para diferentes grupos étnicos. Porém pesquisadores questionam a utilização dos diferentes estudos que foram utilizados para a criação deste. Principalmente por fatores como seleção da amostra, técnicas de medição, tecnologia utilizada, controle de qualidade e uso de diferentes equipamentos [4, 7, 13].

Neste estudo, o PR-Q apresentou para ambos os gêneros, índices respiratórios superiores aos atingidos para CVF (p=0,00), da mesma forma ocorrendo para VEF1, com exceção dos homens entre 31 e 40 anos (p=0,00) e mulheres acima de 50 anos (p=0,00); em FEF75 os valores foram inferiores para todas as idades e gêneros (p>0,05), com exceção das mulheres acima de 50 anos (p=0,00). No que tange o diagnóstico, o PR-Q estimou que 12,8% da amostra apresentam restrição (7,2% homens e 5,6% mulheres) e 4,8% apresentam obstrução (2,2% homens e 2,6% mulheres).

Na comparação entre os protocolos, apenas na variável CVF a amostra masculina não apresentou diferença entre os PR-P e PR-Q com valores de 4,97±0,5 e 4,96±0,6, respectivamente. Fato que aponta a necessidade de cautela na escolha do protocolo a ser utilizado para traçar o perfil da função pulmonar de um indivíduo ou população.

Conclusão

Percebe-se que os dados dos diferentes estudos que promoveram os respectivos PR não são consistentes, levando a diagnósticos diferentes. Ou seja, um mesmo indivíduo pode ser considerado em estado de normalidade, passando a restritivo ou a obstrutivo, dependendo da escolha do protocolo utilizado para o diagnóstico da função pulmonar. Na comparação entre os valores previstos e atingidos, apenas o PR-K (variáveis CVF, VEF1 e FEF75 no gênero masculino) não apresentou diferença significativa. Na comparação entre os PR-P e PR-Q, apenas o valor da variável CVF não apresentou diferença significativa.

Referências

- [1] J. G. Webster, *Medical instrumentation: Application and design*. Wiley-India: New Delhi, 2009.
- [2] R. Knudson, M. Lebowitz, C. Holberg, and B. Burrows, "Changes in the normal maximal expiratory flow-volume curve with growth and aging," *Am Rev Respir Dis*, vol. 127, pp. 725–734, 1983.
- [3] C. A. de C. Pereira, T. Sato, and S. C. Rodrigues, "Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca," *J. Bras. Pneumol.*, vol. 33, no. 4, pp. 397–406, 2007.
- [4] P. H. Quanjer, S. Stanojevic, T. J. Cole, X. Baur, G. L. Hall, B. H. Culver, P. L. Enright, J. L. Hankinson, M. S. M. Ip, J. Zheng, and J. Stocks, "Multi-ethnic reference values for spirometry for the 3-95-yr age range: the global lung function 2012 equations," *Eur. Respir. J.*, vol. 40, no. 6, pp. 1324–1343, 2012.
- [5] R. N. Teixeira, L. R. Teixeira, L. Augusto, R. Costa, M. A. Martins, T. D. Mickleborough, and C. R. F. Carvalho, "Broncoespasmo induzido por exercício em corredores brasileiros de longa distância de elite," *J. Bras. Pneumol.*, vol. 38, no. 3, pp. 292–298, 2012.
- [6] C. A. D. C. PEREIRA, "Doenças pulmonares no Brasil," 2014. [Online]. Available: <http://www.drpereira.com.br>. [Accessed: 05-Sep-2014].
- [7] W. D. Macardle, F. I. Katch, and V. L. Katch, *Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano*, 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.
- [8] C. A. de C. Pereira, A. A. O. Duarte, A. Gimenez, and M. R. Soares, "Comparação entre os valores de referência para CVF, VEF1 e relação VEF1/CVF em brasileiros caucasianos adultos e aqueles sugeridos pela Global Lung Function Initiative 2012," *J Bras Pneumol.*, vol. 40, no. 4, pp. 397–402, 2014.
- [9] A. M. Trindade, T. L. F. de Sousa, and A. L. P. Albuquerque, "A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros?," *pulmão RJ*, vol. 1, no. 24, pp. 3–7, 2015.
- [10] C. A. C. Pereira and J. A. Neder, "Diretrizes para testes de função pulmonar," *J. Pneumol.*, vol. 28, pp. S1–238, 2002.
- [11] M. Kubota, H. Kobayashi, P. H. Quanjer, H. Omori, K. Tatsumi, and M. Kanazawa, "Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values," *Respir. Investig.*, vol. 52, no. 4, pp. 242–250, 2014.
- [12] T. Durmic, B. Lazovic, M. Djelic, J. S. Lazic, D. Zikic, V. Zugic, M. Dekleva, and S. Mazic, "Influências específicas do esporte nos padrões respiratórios em atletas de elite," *J Bras Pneumol.*, vol. 41, no. 6, pp. 516–522, 2015.
- [13] W. Ladosky, R. T. Andrade, N. G. Loureiro, J. M. B. Gandar, and M. M. Botelho, "Comparação entre valores espirométricos de referência obtidos a partir das equações de Knudson e de Pereira Adultos," *J. Pneumol.*, vol. 27, no. 6, pp. 315–320, 2001.
- [14] C. A. Vaz Fragoso, G. McAvay, T. M. Gill, J. Concato, P. H. Quanjer, and P. H. Van Ness, "Ethnic differences in respiratory impairment," *Thorax*, vol. 69, no. 1, pp. 55–62, 2014.

ANEXO B – Artigo publicado no *International Journal of Science, Culture and Sports* (IntJSCS) 2016.

International Journal of Science Culture and Sport

December 2016 : 4(4)

ISSN : 2148-1148

Doi : 10.14486/IntJSCS592



Field : Physical Activity, Sports Health

Type : Research Article

Received: 22.09.2016 – *Accepted*: 30.11.2016

Lung Function in Adults: Relationship between Time Practice of Physical Activity and Nutritional Status

Paulo Roberto da SILVA¹, Wagner Luis RIPKA², Leandra ULBRICHT¹

¹Federal University of Technology - Paraná, Graduate Program in Biomedical Engineering, Curitiba, BRAZIL

²Federal University of Technology - Paraná, Graduate Program in Electrical Engineering and Computer Science, Curitiba, BRAZIL

Email: profepaulosilva@gmail.com, ripka.w@gmail.com, prof.leandra@gmail.com

Abstract

Background: Much is said about the importance of physical activity to improve lung function in people with some kind of respiratory disease, however, there are few studies comparing long-term impact of physical activity on lung function among regular physical activity practitioners without complaints or history of lung disease. The objective of this study was to observe the relationship between time of physical activity, nutritional status and lung function variables in Brazilian adults. Methods: a descriptive exploratory study was conducted with 799 individuals (268 men and 531 women) aged between 18 and 59 years old who participate in physical activity programs offered by a municipal sports and recreation department. The volunteers were subjected to forced spirometry test to collect data concerning: values of Forced Vital Capacity (FVC), Forced Expiratory Volume on the first second (FEV1) and Peak Expiratory Flow (PEF). Additionally, body mass and height were identified using digital scale with coupled stadiometer to calculate the body mass index (BMI= kg/m²). This index was used to grade individuals into three categories: normal nutritional status, overweight or obese. A questionnaire on regular physical activity practice time was also applied. Data were processed adopting a 5% significance level. Results: There was significant association between nutritional status and pulmonary function test ($\chi^2= 16.39$; $p= 0.003$) for men. An association between increased BMI and the risk of restrictive lung disease was confirmed. In women the figures were $\chi^2= 3.41$ ($p= 0.492$). Additionally, there was no significant association between pulmonary function test and time of physical activity in either gender. Conclusion: In this study, the nutritional status confirms its interference on respiratory function, even among regular practitioners of physical activity, and spirometric results suggest that long-term physical activity does not promote significant changes on lung function.

Keywords: Pulmonary function, spirometry, physical activity, FVC, FEV1, PEF

Introduction

In Brazil, prevalence of pulmonary disease is one for every nine individuals and airflow limitation caused by respiratory diseases can lead to a drop in performance during physical activities and in daily life activities, making an early detection of these conditions an important strategy for medical treatment, thus preventing the progression thereof (Burnett, Burns, Merritt, Wick, & Sharpe, 2016; Ferreira, 2012; Hwang et al., 2009; McArdle, Katch, & Katch, 2001)

A technique available to health professionals for that monitoring is spirometry, which has its importance tied to several variables of preventive and therapy respiratory health (Burnett, et al., 2016; Kubota et al., 2014; Miller et al., 2005; Teixeira et al., 2012). In fact, spirometry is considered one of the main pulmonary function tests, and it is a test of easy application and high reproducibility. For that reason, it is considered a functional test that allows from standard protocol to measure pulmonary volumes, capacities and flows, thus evaluating the existence or not of respiratory pathologies of restraining, obstructive or mixed order (Costa, 2011; Jagia & Hegde, 2014; Pereira et al., 2002; Teixeira, et al., 2012; Trindade, de Sousa, & Albuquerque, 2015)

Clinical evaluation studies on lung function have shown that people with a regular physical activity level get better results in pulmonary function tests when compared to sedentary people (Durmic et al., 2015; Humphreys, McLeod, & Ruseski, 2014; Paulo et al., 2015). Moreover, regarding nutritional status, individuals with extreme nutritional imbalance - with body mass index (BMI) indicating low weight and obesity, tend to be more prone to develop respiratory diseases when compared to those with normal BMI (Genc et al., 2014; Humphreys, et al., 2014; Liu, Roberts, Moyer-Mileur, & Samson-Fang, 2005; Paulo, et al., 2015; Thakker, 2014). Studies show that when affected by a respiratory disease the individuals need to include exercise in their routines and keep their BMI within the normal range due to its positive impact on maintenance, treatment and prevention of comorbidities (Demeyer et al., 2014; Fenger et al., 2014; Pakhale, Baron, Dent, Vandemheen, & Aaron, 2015). However, it is perceived a scarcity of studies comparing long-term impact of physical activity on lung function among practitioners of regular physical activity with no complaints or history of lung disease.

Thus, the aim of this study was to analyze the relationship between time of physical activity, nutritional status and lung function variables in Brazilian adults.

Methods

Research individuals

It was performed a descriptive exploratory study with 799 individuals of both genders aged between 18 and 59 years old. The sample was composed by practitioners in physical activity programs offered by public institutions of the city of Curitiba. Participants should have completed at least the first month of physical activities in order to be selected. Besides, the study included individuals who did not have any of the following exclusion criteria: history of respiratory, cardiovascular, or anatomical disease in the chest region; neuromuscular disease; retinal detachment; being a smoker; complaints of pain in any body part ; having undergone surgery in the last year, especially if cardiac surgery or in the thoracic region; failed to perform the proposed testing technique; individuals who have nausea, vomiting or cognitive problems that hinder understanding of any of the research details (Durmic, et al., 2015;



Kubota, et al., 2014; Løkke et al., 2013; Rodrigues et al., 2002; Spencer, Alison, & McKeough, 2007).

Anthropometric assessment and physical activity classification

Volunteers presented themselves in light clothes and barefoot to collect anthropometric data related to weight and height, for this purpose a digital scale was used (Welmy, São Paulo, Brazil), with coupled stadiometer of maximum capacity equal to 200kg, containing coupled anthropometric ruler with scale from 1.00 to 2.00m. To calculate BMI, the equation where body mass represented in kilograms is divided by the square of height in meters (kg/m^2) has been used. For classification of individuals in the normal nutritional status (18.5 and 24.9 kg/m^2), overweight (25.0 and 25.9 kg/m^2) and obese ($\geq 30.0 \text{ kg}/\text{m}^2$) [18]. Regarding practice time, sample distribution was performed based on the percentile distribution. Thus three groups of analysis were constituted: less than 6 months of practice, from 6 months to 12 months and above 12 months.

Lung Function Assessment

In order to apply the spirometry test, we used a bidirectional spirometer (Care Fusion MicroLoop, San Diego, USA), with a volume transducer which measures expired air controlling body temperature conditions and the ambient air pressure with water vapor saturation, which avoids inaccuracies in temperature corrections dispensing individual calibration before each test. The product has a precision of 10 ml volume and $0.03 \text{ L/s} \pm 3\%$ flow for the Forced Vital Capacity test (FVC) and its variables.

The variables observed in this study were forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in first second (FEV1) and peak expiratory flow (PEF).

FVC is performed through a deep and maximum breath followed by a forced expiratory maneuver reaching the maximum volume of air exhaled until the residual volume is reached (Barreto, 2002; Paulo, et al., 2015). FEV1, in turn, corresponds to the exhaled air volume in the first second of FVC, IT is a very valuable index in lung function evaluation, it has a good reproducibility and is more effort-independent, and it clinically deserves close observation by health professionals for diagnosis of respiratory disorders (Pereira, et al., 2002).

PEF is an important contribution indicator from the assessed individual and quality indicator presented at the beginning of blowing, it represents the maximum air volume that can be expelled during the FVC maneuver with results shown in liters per second (L/s), and it is a expiratory parameter dependent on effort by the assessed individual, on expiratory muscle strength, on airway caliber and total lung capacity (Orestesantunes, Gianini, Passarelli, & Gastaldi, 2012; Pereira, et al., 2002; Simsic et al., 2012). For the spirometry, no fasting was necessary, but coffee and tea should not be taken within the last six hours before the procedure due to their bronchodilator effect, alcoholic substances were not allowed in the last four hours, bulky meals were avoided one hour before and individual remained seated for five to ten minutes for rest before testing (Durmic, et al., 2015; McArdle, et al., 2001).

Forced spirometry had a minimum of three and a maximum of twelve possible execution attempts to be automatically select through the spirometer software, the top three results for normal status classification. The techniques used are certified by the Brazilian Society of Pulmonology and Phthisiology (SBPT) and as classification criterion it was proposed that as by Pereira (Pereira, et al., 2002).

Statistical Procedures

Statistical analysis was made by descriptive presentation of position values (minimum, maximum, average) and dispersion (standard deviation). Data normality was made using Shapiro-Wilk test. Group comparison was performed by analysis of variance (ANOVA) using Tukey *post hoc* analysis. We used the chi-square test for groups and variables association. The multiple linear regression test was also employed for verification of the impact of nutritional status and time of practice of physical activity on pulmonary function. The predicting variables are described by: regression coefficients (B); standard error for each parameter (SE B); standardized values for each coefficient (β) (Maroco, 2007). For the analysis, we have adopted statistical significance of $p < 0.05$, from the statistical package from Statistical Package for Social Sciences, version 17.0 (SPSS Inc. Chicago, IL).

Ethical Procedures

This study was approved by Plataforma Brasil's ethics committee, the national and unified basis of research records involving human subjects under number 39378714.5.0000.5547. All individuals subjected to the tests signed the free and informed consent statement.

Results

We evaluated 799 individuals of both genders, aged between 18 and 59 years, with 268 in the male group, average age of 34 years and 531 individuals in the female group, with an average age of 43 years. Average BMI among men was 25.54 kg/m², among women the average was 26.34 kg/m². The assessed physical activity time showed an average of 53 months of regular practice for men and 37 months of practice among women (Table 1).

Table 1. Descriptive sample values for anthropometric variables and physical activity time.

	Gender	n	Minimum	Maximum	Mean	Standard
Age (years)	M	268	18	59	33.82	12.69
	F	531	18	68	43.42	10.22
Body Mass (kg)	M	268	53.00	133.00	78.70	11.30
	F	531	45.70	118.00	68.33	11.40
Height (m)	M	268	1.56	1.93	1.75	0.07
	F	531	1.47	1.77	1.61	0.06
BMI (kg/m ²)	M	268	19.50	36.20	25.54	3.18
	F	531	18.30	43.30	26.34	4.26
Physical Activities Practice (month)	M	268	1.00	360.00	53.12	72.32
	F	531	1.00	444.00	37.32	61.63

During spirometry, FEV1, FVC and PEF variables were analyzed. The male group had higher averages in all variables (Table 2).

Table 2. Descriptive sample values for the lung function variables.

	Gender	n	Minimum	Maximum	Mean	Standard Deviation
FEV1 (l)	M	268	1.91	6.19	4.03	0.71
	F	531	1.61	4.49	2.76	0.52
FVC (l)	M	268	2.79	6.61	4.86	0.76
	F	531	1.61	5.08	3.37	0.52
PEF (l/s)	M	268	3.00	14.77	10.16	1.67
	F	531	2.85	11.19	6.98	1.21

In the stratification of genders and through the classification of nutritional status (normal, overweight and obesity), in both genders the obese group showed lower averages in the pulmonary function test in all variables (figure 1 and 2). In both genders PEF showed no significant differences.

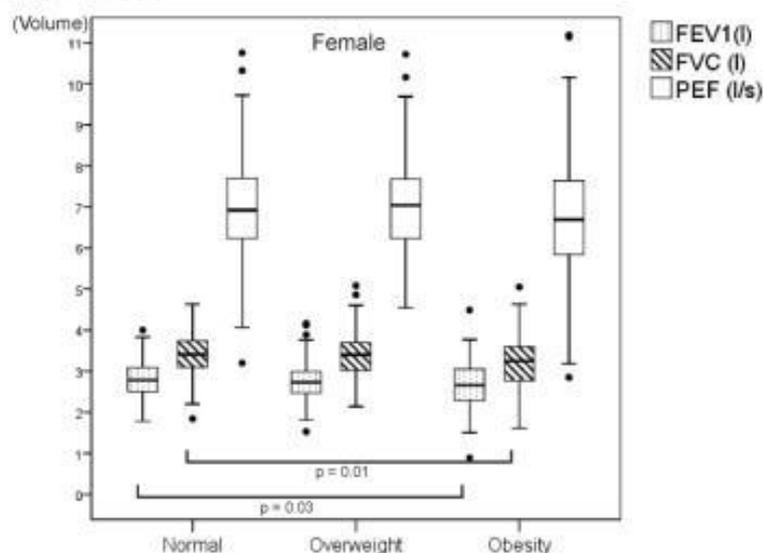


Figure 1. Comparison between lung function variables and nutritional status for females.

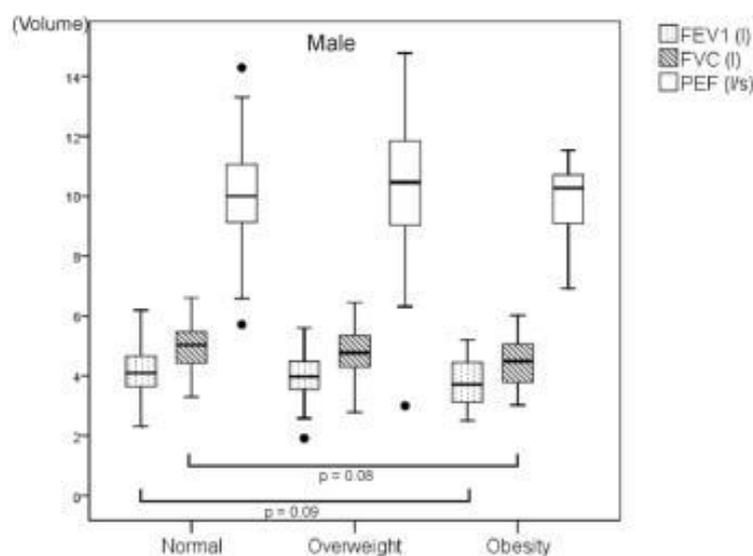


Figure 2. Comparison between lung function variables and nutritional status for males.

Table 3, in turn, presents classification characteristics of lung function and nutritional status of adults from both genders. There was a significant association between nutritional status and pulmonary function test, $\chi^2 = 16.39$, $p = 0.003$ for men. What seems to represent, based on the relative risk than men with nutritional status above recommended were 1.9 more likely to have insufficient lung function test. Thus, data shows an association between an increased BMI and the risk of restrictive pulmonary disease. The figures presented no significance in women: $\chi^2 = 3.41$, $p = 0.492$.

Table 3. Lung function classification characteristics and nutritional status among adults of both genders.

		Pulmonary Function			Total	
		Normal	Restrictive	Obstructive		
Nutritional Status	Normal	M	106 (76.%)	5 (3.6%)	27 (19.6%)	138(100%)
		F	196 (84.9%)	16 (6.9%)	19 (8.2%)	231(100%)
	Overweight	M	83 (77.6%)	11(10.3%)	13 (12.1%)	107(100%)
		F	174 (87.5%)	13 (6.5%)	12 (6.0%)	199(100%)
	Obesity	M	15 (65.2%)	6 (26.1%)	2 (8.7%)	23(100%)
		F	85 (85.0%)	10 (10.0%)	5 (5.0%)	100(100%)
Total	M	204 (76.1%)	22 (8.2%)	42 (15.7%)	268(100%)	
	F	455 (85.8%)	39 (7.4%)	36 (6.8%)	530(100%)	

The cross-comparison between the practice time and the classification of pulmonary function showed no significant association with respect to analysis of the practice of physical activity in any of the values were of $X^2= 2.00$, $p= 0.735$ and $X^2= 4.61$, $p= 0.329$ for men and women respectively (Table 4).

Table 4. Lung function classification, characteristics and physical activities time among adults of both genders.

		Pulmonary Function			Total	
		Normal	Restrictive	Obstructive		
Practice Time	Less than 6 month	M	54 (81.8%)	5 (7.6%)	7 (10.6%)	66 (100%)
		F	161 (83.0%)	19 (9.8%)	14 (7.2%)	194 (100%)
	From 6 to12 months	M	33 (75.0%)	3 (6.8%)	8 (18.2%)	44 (100%)
		F	58 (87.9%)	2 (3.0%)	6 (9.1%)	66 (100%)
	More than 12 months	M	117 (74.2%)	14 (8.8%)	27 (17.0%)	158 (100%)
		F	237 (87.5%)	18 (6.6%)	16 (5.9%)	271 (100%)
Total	M	204 (76.0%)	22 (8.3%)	42 (15.7%)	268 (100%)	
	F	456 (85.9%)	39 (7.3%)	36 (6.8%)	531 (100%)	

Significant values were detected only for the BMI and age using the multiple linear regression test to explore the combined effects of nutritional status, age and time of practice of physical activity in pulmonary function (Table 5).

Table 5. Multiple linear regression to analyze the impact of nutritional status and practice time in the lung function variables.

		B	SE B	B	R ²
Male	FVC				0.18
	Constant	5.73	0.37		
	BMI	-0.01	0.01	-0.14*	
	PAP	0.00	0.00	0.00	
	FEV1				0.30
	Constant	5.05	0.30		
	BMI	-0.03	0.01	-0.10*	
	PAP	0.00	0.00	-0.04	
	PEF				0.05
	Constant	9.55	0.82		
	BMI	0.06	0.03	0.11	
	PAP	0.00	0.00	0.10	
Female	FVC				0.15
	Constant	4.57	0.14		
	BMI	-0.02	0.01	-0.15*	
	PAP	0.00	0.00	-0.04	
	FEV1				0.27
	Constant	4.03	0.12		
	BMI	-0.01	0.00	-0.11*	
	PAP	0.00	0.00	-0.05	
	PEF				0.02
	Constant	8.35	0.52		
	BMI	-0.01	0.01	-0.02	
	PAP	0.00	0.00	-0.02	

Note: BMI = Body Mass Index; PAP = Physical Activities Practice (month); * $p < 0.005$; B = regression coefficients; SE B = standard error for each parameter; β = standardized values for each coefficient.



Discussion

The results of this study showed a significant association between nutritional status and pulmonary function test mainly among men ($\chi^2= 16.39$, $p= 0.003$), suggesting that male individuals who are in nutritional status above recommended even if they practice physical activities they are 1.9 more likely to have poor results in pulmonary function tests.

These gender differences in pulmonary function may be related to body fat distribution and the obesity level. In female individuals body fat is more peripherally distributed, while in male individuals this distribution is usually thoraco-abdominal and obesity in that region is most often correlated with reduced FVC and FEV1 (Faria et al., 2014; Thakker, 2014). Fat deposits between muscles and other body structures may mechanically affect diaphragm expansion, and may also decrease lung and chest wall compliance, culminating with a decrease in lung volume and overload on inspiratory muscles (Genc, et al., 2014; Melo, de Melo, de Menezes Filho, & Santos, 2011; Paulo, et al., 2015; Ribeiro, Araújo, Souza-Machado, & Ribeiro, 2007; Thakker, 2014).

In a study analyzing spirometry in order to identify possible changes of their volumes and correlate them with obesity in patients eligible for bariatric surgery, we found a relationship between the small airways with significantly reduced lung size in obese men compared the obese women. One can then correlate an obstructive process of small airways lung function with the deposition of thoraco-abdominal fat among men (Aquino et al., 2015).

Both obese men and women showed lower averages in the respiratory variables observed in this study, similar to that found by other authors involving a group of obese and not obese sedentary, where those with more fat located in the abdominal region had more negative FEV1 and FVC both in men as in women and that relationship remained significant even after adjustments for age, height, BMI, social class, smoking, physical activity, prevalence of diseases such as bronchitis, emphysema and asthma (Thakker, 2014).

Another study of 179 individuals aged 18-36 years; 64 students with supervised physical activity minimum of four sessions/week; 66 students with supervised minimum of two sessions/week; 49 apparently healthy sedentary students, showed that the more BMI increased there is a tendency to FVC decrease (Paulo, et al., 2015).

As for the PEF variable which was also observed in this study it showed no significant difference between the nutritional statuses presented as normal, overweight and obese both for the female and for the male groups. This non significance of PEF in relation to nutritional status may be related to the association between airway size and lung size, where people with similar lung volumes do not necessarily have similar airway diameters (Dominelli et al., 2015; Sheel et al., 2009).

The analysis of the multiple linear regression indicated significance only for BMI and age on the results of FEV1 and FVC in both genders. Notice that exclusion criteria were: be a practitioner of physical activity for less than one month, have any known respiratory disease or have smoked at any time of life.

Pulmonary rehabilitation programs based on exercise and education have shown there is an improvement in functional capacity regarding physical exercises and life quality of individuals with lung disease. Similarly to what occurs with COPD. However, there were reports that benefits seem to last for up to nine months after pulmonary rehabilitation and then go into decline until twelve months (Spencer, et al., 2007).



That points to the fact that regular physical activity practicing time does not interfere in improving respiratory variables in the medium and long term. there really is an initial and important increase compared to sedentary individuals or to an individual with a respiratory disease. as shown in other studies (Durmic, et al., 2015; Humphreys, et al., 2014; Paulo, et al., 2015). This study researched a population that develops free physical activities offered by the city with a focus on quality of life, meaning that they are not athletes. Thus, high intensity exercises are not applied. This factor may have contributed to the non-interference of the practice time on pulmonary function.

This was observed in some high-level athletes where the generally found large lung volumes reflect genetic influences and body size characteristics. considering that exercise training does not appreciably change static lung volumes (McArdle, et al., 2001).

The way exercises are performed by the population, as well as a longitudinal analysis of the impact of physical activity time in lung function in the medium and long terms are suggested topics for future studies.

Conclusion

Average times of practice of physical activity of 53.12 ± 72.32 months for men and 37.32 ± 61.63 months for women were found in sample. However, it was verified that this is a variable that did not influence the values of pulmonary function, both, alone or combined with BMI.

Ultimately it is emphasized that in this study the nutritional status confirms its interference on respiratory function even among regular practitioners of physical activity. An association between increased BMI and the risk of restrictive lung disease was confirmed for males.

Abbreviations

FVC: Forced Vital Capacity; **FEV1:** Forced Expiratory Volume on the first second; **PEF:** Peak Expiratory Flow; **BMI:** Body Mass Index; **PA:** physical activity; **PAP:** Physical Activities Practice **SBPT:** Brazilian Society of Pulmonology and Phthisiology; **ANOVA:** analysis of variance

Corresponding Author

Wagner Luis RIPKA: Federal University of Technology - Paraná, Graduate Program in Electrical Engineering and Computer Science, Curitiba, BRAZIL, Email: ripka.w@gmail.com

Conflict of Interest

The authors have not declared any conflicts of interest.



REFERENCES

- Aquino JP, Romano PPPFG, Vieira EC, de Almeida DD, de Oliveira BRA, Gonçalves WA, ... Pereira ACA (2015). Repercussão da obesidade nos volumes espirométricos VEF1, CVF, VEF1/CVF, FEF25%-75% e FEF25%-75%/CVF em um hospital escola de Campo Grande-MS. *Ensaio e Ciência: C. Biológicas, Agrárias e da Saúde*, 17(3).
- Barreto SSM (2002). Volumes pulmonares. *J. Pneumol.*, 28(3), 83-94.
- Burnett DM, Burns S, Merritt S, Wick J, Sharpe M (2016). Prevalence of exercise-induced bronchoconstriction measured by standardized testing in healthy college athletes. *Respiratory care*, 61(5), 571-576.
- Costa DIS (2011). Normas de Orientação Clínica na Abordagem da DPOC.
- Demeyer H, Burtin C, Van Remoortel H, Hornikx M, Langer D, Decramer M, ... Troosters T (2014). Standardizing the analysis of physical activity in patients with COPD following a pulmonary rehabilitation program. *Chest Journal*, 146(2), 318-327.
- Dominelli PB, Molgat-Seon Y, Bingham D, Swartz PM, Foster GE, Sheel AW (2015). Dysanapsis and the resistive work of breathing during exercise in healthy men and women. *Journal of Applied Physiology*, 119(10), 1105-1113.
- Durmic T, Lazovic B, Djelic M, Lazic JS, Zikic D, Zugic V, ... Mazic S (2015). Influências específicas do esporte nos padrões respiratórios em atletas de elite. *J Bras Pneumol*, 41(6), 516-522.
- Faria AG, Ribeiro MAGO, Marson FAL, Schivinski CIS, Severino SD, Ribeiro JD, Barros F, Antônio A (2014). Effect of exercise test on pulmonary function of obese adolescents. *Jornal de Pediatria*, 90(2), 242-249.
- Fenger RV, Gonzalez-Quintela A, Vidal C, Husemoen LL, Skaaby T, Thuesen BH, Linneberg A (2014). The longitudinal relationship of changes of adiposity to changes in pulmonary function and risk of asthma in a general adult population. *BMC pulmonary medicine*, 14(1), 1.
- Ferreira EVM (2012). Teste cardiopulmonar de exercício na DPOC: indo além do consumo máximo de oxigênio. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 38(5), 539-540.
- Genç A, Üçok K, Şener Ü, Koyuncu T, Akar O, Celik S, Ünlü M (2014). Association analyses of oxidative stress, aerobic capacity, daily physical activity, and body composition parameters in patients with mild to moderate COPD. *Turkish journal of medical sciences*, 44(6), 972-979.
- Humphreys BR, McLeod L, Ruseski JE (2014). Physical activity and health outcomes: evidence from Canada. *Health Economics*, 23(1), 33-54.
- Hwang YI, Kim CH, Kang HR, Shin T, Park SM, Jang SH, ... Lee MG (2009). Comparison of the prevalence of chronic obstructive pulmonary disease diagnosed by lower limit of normal and fixed ratio criteria. *Journal of Korean medical science*, 24(4), 621-626.
- Jagia GJ, Hegde RR (2014). Gender differences in pulmonary function. *International Journal of Biomedical Research*, 5(6), 379-382.
- Kubota M, Kobayashi H, Quanjer PH, Omori H, Tatsumi K, Kanazawa M (2014). Reference values for spirometry, including vital capacity, in Japanese adults calculated with the LMS method and compared with previous values. *Respiratory investigation*, 52(4), 242-250.



- Liu LF, Roberts R, Moyer-Mileur L, Samson-Fang L (2005). Determination of body composition in children with cerebral palsy: bioelectrical impedance analysis and anthropometry vs dual-energy x-ray absorptiometry. *Journal of the American Dietetic Association*, 105(5), 794-797.
- Løkke A, Marott JL, Mortensen J, Nordestgaard BG, Dahl M, Lange P (2013). New Danish reference values for spirometry. *The clinical respiratory journal*, 7(2), 153-167.
- Maroco J (2007). *Statistical Analysis with SPSS application*. Lisboa: Edições Silabo.
- Mcardle W, Katch F, Katch V (2001). *Fisiologia do Exercício: Energia, Nutrição e Desempenho Humano* (4 ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Melo SMD'Á, de Melo VA, de Menezes FRS, Santos FA (2011). Efeitos do aumento progressivo do peso corporal na função pulmonar em seis grupos de índice de massa corpórea. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 57(5), 509-515.
- Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Gustafsson P (2005). General considerations for lung function testing. *Eur. Respir. J.*, 26(1), 153.
- Orestesantunes B, Gianini HH, Passarelli RCV, Gastaldi AC (2012). Efeitos Do Posicionamento Em Decúbito Ventral, Dorsal E Sentado Na Realização Do Pico De Fluxo Expiratório (PFE) Em Voluntários Saudáveis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16(Suppl.), 66-66.
- Pakhale S, Baron J, Dent R, Vandemheen K, Aaron SD (2015). Effects of weight loss on airway responsiveness in obese adults with asthma: does weight loss lead to reversibility of asthma? *Chest Journal*, 147(6), 1582-1590.
- Paulo RM, Petrica JM, Martins JC, Pichetto F, Faure-Rolland FA, Magno F (2015). Relationship between Physical Activity and respiratory function: analysis of corporal composition and spirometric values of Portuguese and Italian students. *Motricidade*, 11(1), 3.
- Pereira CAC, Jansen JM, Barreto SSM, Marinho J, Sulmonett N, Dias RM (2002). Espirometria. *J. Pneumol.*, 28(Supl 3), 1-82.
- Ribeiro GF, Araújo LMB, Souza-Machado A, Ribeiro PA (2007). Avaliação da função pulmonar em indivíduos obesos assintomáticos respiratórios: correlação entre dados antropométricos e espirométricos. *Revista Brasileira de Alergia e Imunopatologia*, 30(6), 227-231.
- Rodrigues JC, Cardieri JMAF, Bussamra MHC, de Nakaie CMA, da Silva FLVF, Adde FV (2002). Provas de função pulmonar em crianças e adolescentes. *J Pneumol*, 28(Supl 3), 207.
- Sheel AW, Guenette JA, Yuan R, Holy L, Mayo JR, McWilliams AM, ... Coxson HO (2009). Evidence for dysanapsis using computed tomographic imaging of the airways in older ex-smokers. *Journal of Applied Physiology*, 107(5), 1622-1628.
- Simsic AA, Passarelli RCV, Antunes BO, Gianini HH, Silva GP da, Verri ED, Gastaldi AC (2012). Comparação entre os valores do pico de fluxo expiratório (pfe) em atletas do basquetebol e indivíduos saudáveis. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 16(Suppl.), 26-26.
- Spencer LM, Alison JA, McKeough ZJ (2007). Do supervised weekly exercise programs maintain functional exercise capacity and quality of life, twelve months after pulmonary rehabilitation in COPD? *BMC pulmonary medicine*, 7(1), 1.



Teixeira RN, Teixeira LR, Costa LAR, Martins MA, Mickleborough TD, Carvalho CRF (2012). Exercise-induced bronchoconstriction in elite long-distance runners in Brazil. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 38(3), 292-298.

Thakker D (2014). The Type of Obesity and Its Impact on Pulmonary Functions.

Trindade AM, de Sousa TLF, Albuquerque ALP (2015). A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros? *Pulmão RJ*, 24(1), 3-7.