UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE, SOCIEDADE E ENDEMIAS NA AMAZÔNIA

Camila Miriam Suemi Sato Barros do Amaral

CAPACIDADE DE 4 EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA PREVER A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA DE IDOSOS NEUROPATAS: ESTUDO ANALÍTICO.

Manaus – AM
2020

CAMILA MIRIAM SUEMI SATO BARROS DO AMARAL

CAPACIDADE DE 4 EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA PREVER A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA DE IDOSOS NEUROPATAS: ESTUDO ANALÍTICO.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia. Linha de Pesquisa: Dinâmica dos Agravos e das Doenças Prevalentes na Amazônia.

Orientadora: Profª. Dra. Roberta Lins Gonçalves.

Manaus – AM

2020

CAMILA MIRIAM SUEMI SATO BARROS DO AMARAL

CAPACIDADE DE 4 EQUAÇÕES DE REFERÊNCIA PARA PREVER A FORÇA MUSCULAR RESPIRATÓRIA DE IDOSOS NEUROPATAS: ESTUDO ANALÍTICO.

Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Saúde, Sociedade e Endemias na Amazônia. Linha de Pesquisa: Dinâmica dos Agravos e das Doenças Prevalentes na Amazônia.

Aprovado em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª Dra. Roberta Lins Gonçalves
Universidade Federal do Amazonas – Presidente

Prof. Dr. Robson Luis Oliveira de Amorim
Universidade de São Paulo

Prof. Dr. Renato Campos Freire Júnior
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Edson de Oliveira Andrade
Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, a Ele toda honra e toda glória, sei que por momento algum me abandonou. Agradeço imensamente a meus pais por toda base educacional e amor incondicional a mim dispensados, a meus irmãos, que sempre foram minhas fontes de inspiração.

De forma muito especial, agradeço meu esposo Rafael do Amaral, por sempre ser meu maior incentivador na realização de meus sonhos, por todo apoio nesta “insana” experiência. Agradeço também minha filha Gabriela Sato, que no auge de seus 2 e 3 anos, com muita maturidade me compreendeu nas ausências e sempre me recebeu com sorriso largo nos dias mais difíceis. A vocês dois, meu muito obrigado por não terem me deixado desistir.

Agradeço ao meu grupo de estudo no mestrado, Bianca, Cintia e Jaisson pelo apoio e incentivo diário. Ao nosso grupo de pesquisa, em especial ao Cássio, Nádia, Tatiana e Naylla por todo conhecimento compartilhado.

E, por último, porém não menos importante, agradeço imensamente minha orientadora, Dra Roberta Lins, por acreditar no meu potencial, pela paciência, pela sabedoria e calmaria em meio a tempestade. Muito obrigada.

“A persistência é o caminho do êxito”

(Charles Chaplin)

RESUMO

Introdução: Existem muitas equações para estimar a força muscular respiratória (FMR) com diferentes valores preditivos. Assim, a equação escolhida pode influenciar, de forma decisiva, no diagnóstico da situação dos músculos respiratórios e interferir na tomada de decisão clínica. A equação de referência escolhida torna-se tão relevante quanto a técnica correta e o resultado aferido. **Objetivo:** Comparar o valor preditivo de 4 equações de referência com os valores da FMR: pressão inspiratória máxima (PImáx) e a pressão expiratória máxima (PEmáx), mensurados em idosos neuropatas e indicar a(s) equação(ões) que melhor se ajusta(m). **Método:** Estudo observacional analítico. As capacidades de 4 equações preditivas foram comparadas com a FMR mensuradas em 220 idosos, sendo 108 neuropatas funcionais e 112 controles hígidos. Para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste Shapiro-wilk, foram realizadas análises descritivas. Para avaliar os fatores que influenciavam o estado de saúde dos participantes (hígido ou neuropata) foi realizada análise das comparações via testes Qui-Quadrado e teste de Mann-Whitney. Para a correlação das variáveis peso e IMC entre os idosos com fraqueza muscular respiratória, foi utilizada a correlação de Pearson. A comparação entre os valores preditos por cada equação e os valores mensurados foi feita por intermédio do ajuste de um modelo de Regressão Logística. Para verificar o ajuste a capacidade preditiva do modelo foram calculadas: área sob a curva ROC (AUC), Sensibilidade, Especificidade, Valor Preditivo Positivo (VPP), Valor Preditivo Negativo (VPN) e Acurácia (ACC), e as medidas de qualidade de ajuste das equações: R^2, *mean absolute deviation* (MAD), *mean absolute percentage error* (MAPE) e o *root mean square error* (RMSE), estabelecemos um ranking de classificação segundo a capacidade preditiva. O software utilizado foi o R (versão 3.5.1). **Resultados:** Nenhuma das equações foi capaz de prever a PImax da amostra estudada. Nos idosos neuropatas, a equação de Neder apresentou melhor potencial em predizer a PImáx (maior AUC) e melhor capacidade preditiva no rancking geral. Para a PEmáx a equação de Sanchez E1 foi a que mais se ajustou com melhor capacidade preditiva quando analisada VPP, VPN, ACC e AUC. **Conclusão:** Para os valores de referência da FMR em idosos neuropatas a equação de Neder foi a mais ajustada aos valores mensurados da PImáx e a equação de Sanchez E1 foi a mais ajustada aos valores mensurados da PEmáx.

Descritores: Força Muscular, Músculos respiratórios/fisiologia, Valores de referência.

ABSTRACT

Introduction: There are many equations to estimate respiratory muscle strength (RMS) with different predictive values. Thus, the chosen equation can decisively influence the diagnosis of the situation of the respiratory muscles and interfere with clinical decision-making. The chosen reference equation becomes as relevant as the correct technique and the measured result. Objective: To compare the predictive value of 4 reference equations with the FMR values: maximum inspiratory pressure (MIP) and maximum expiratory pressure (MEP), measured in elderly neuropaths and indicate the equations that best fits. Method: Analytical observational study. The capacities of 4 predictive equations were compared with the RMS measured in 220 elderly people, with 108 functional neuropaths and 112 healthy controls. To verify the normality of the data, the Shapiro-wilk test was used, descriptive analyzes were performed. To assess the factors that influenced the participants' health status (healthy or neuropathic), comparisons were analyzed using the Chi-square and Mann-Whitney tests. Pearson's correlation was used to correlate the variables weight and BMI among the elderly with respiratory muscle weakness. The comparison between the values of predicted by each equation and the measured values was made by adjusting a Logistic Regression model. To check the fit, the predictive capacity of the model was calculated: area under the ROC curve (AUC), Sensitivity, Specificity, Positive Predictive Value (VPP), Negative Predictive Value (VPN) and Accuracy (ACC), and the quality measures of adjustment of the equations: R^2, mean absolute deviation (MAD), mean absolute percentage error (MAPE) and root mean square error (RMSE), we established a ranking ranking according to the predictive capacity. The software used was R (version 3.5.1). Results: None of the equations was able to predict the PImax of the studied sample. In elderly neuropathies, the Neder equation had a better potential in predicting MIP (higher AUC) and better predictive capacity in general rancking. For MEP, the Sanchez E1 equation was the one that best fitted with the best predictive capacity when analyzing VPP, VPN, ACC and AUC. Conclusion: For the reference values of the RMS in elderly neuropaths, the Neder equation was the most adjusted to the measured values of MIP and the Sanchez E1 equation was the most adjusted to the measured values of MEP.

Keywords: Muscle Strength, Respiratory Muscles / physiology, Reference values.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1: Manovacuômetro Analógico 28
Figura 2: Curva ROC PImáx e PEmáx. 42
Figura 3: Curva ROC para Plmáx e PEmáx - AVCi 45
Figura 4: Curva ROC para Plmáx e PEmáx – Doença de Parkinson 45

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1: Comparação dos estudos de equações preditivas para a população brasileira. 21
Tabela 2: Ponto de corte considerados como menor limite normal propostos na literatura científica para a fraqueza muscular respiratória. 24
Tabela 3 - Escala de Hoehn &Yahr Modificada.....27
Tabela 4: Caracterização das equações preditivas utilizadas no Brasil. 29
Tabela 5: Caracterização dos idosos neuropatas estratificados pela doença. 32
Tabela 6: Análise descritiva das variáveis categóricas. 33
Tabela 7: Análise descritiva das variáveis numéricas de interesse. 34
Tabela8: Comparação das variáveis categóricas. 34
Tabela9: Comparação das variáveis numéricas explicativas gerais. 35
Tabela10: Comparação das variáveis para os idosos pós AVCi. 36
Tabela 11: Comparação das variáveis para os idosos com Doença de Parkinson.....36
Tabela 12: Análise descritiva dos valores de FMR aferidos nos idosos e preditos pelas equações.....37
Tabela 13: Comparação entre os valores da FMR aferidos e os preditos pelas equações.....38
Tabela 14: Medidas de qualidade de ajuste dos modelos.....38
Tabela 15: Medidas de qualidade de ajuste dos modelos – AVCi 39
Tabela 16: Medidas de qualidade de ajuste dos modelos – Doença de Parkinson.....40
Tabela 17: Descrição do diagnóstico de fraqueza. 40
Tabela 18: Medidas preditivas dos modelos.....41
Tabela 19: Medidas preditivas dos modelos - AVCi.....43
Tabela 20: Medidas preditivas dos modelos – Doença de Parkinson.....44
Tabela 21: Associação entre o diagnóstico de fraqueza e a as variáveis IMC e Peso.....46

LISTA DE SIGLAS E ABREVEATURAS

AUU: Acurácia.

AUC: Área sob a curva ROC.

ATS: *American thoracic society.*

CEP: Comitê de ética em pesquisa.

CNPq: Conselho nacional de pesquisa.

CV: Capacidade Vital.

DP: Desvio Padrão.

EP: Erro Padrão.

ERS: *European Respiratory Society.*

FMR: Força muscular respiratória.

HY- *Honey and Yard Degree of Disability Scale.*

IMC: Índice de massa corpórea.

MAD: *Mean absolute deviation.*

MAPE: *Mean absolute percentage error.*

PEmáx: Pressão expiratória máxima.

PImáx: Pressão inspiratória máxima.

PRMs: Pressões respiratórias máximas.

RMSE: *Root mean square error.*

SBPT: Sociedade brasileira de pneumologia e tisiologia.

VPP: Valor preditivo positivo.

VPN: Valor preditivo negativo.

VR: Volume Residual.

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Percentual
®	Registrado
<	Menor que
≥	Maior ou igual
≤	Menor ou igual
Kg	Quilograma
cm^2	Metro quadrado
M	Metro
±	Mais ou menos
=	Igual
CmH_2O	Centímetro de água

GLOSSÁRIO

P-valor: É uma estatística utilizada para sintetizar o resultado de um teste de hipóteses. Formalmente, o p-valor é definido como a probabilidade de se obter uma estatística de teste igual ou mais extrema que aquela observada em uma amostra, assumindo como verdadeira a hipótese nula. Como geralmente define-se o nível de significancia em 5%, uma p-valor menor que 0,05, gera evidências para rejeição da hipótese nula do teste.

D.P. – Desvio Padrão. É uma das principais medidas de dispersão dos dados. Pode ser definida como a raiz quadrada da variância. Sua medida representa o quanto os dados se afastam da média.

E.P. - Erro Padrão: O erro padrão é uma medida da precisão da média amostral. O erro padrão é obtido dividindo o desvio padrão pela raiz quadrada do tamanho da amostra.

1ª Q – 1ª Quartil: O primeiro quartil é uma medida de posição que representa que pelo menos 25% das respostas são menores que ele.

2ª Q – 2ª Quartil: O segundo quartil, também conhecido como mediana é uma medida de posição que representa que pelo menos 50% das respostas são menores que ele.

3ª Q – 3ª Quartil: O terceiro quartil é uma medida de posição que representa que pelo menos 75% das respostas são menores que ele.

Intervalo de 95% de confiança (I.C. – 95%): É um intervalo estimado para um parâmetro estatístico. Em vez de estimar o parâmetro por um único valor é dado um intervalo de estimativas prováveis. Um intervalo de 95% de confiança garante que o parâmetro pontual estimado com 95% de confiança estará dentro do intervalo estimado em outras amostras da mesma população.

Média Percentual Absoluta de Erro (MAPE- *Mean Absolute Porcentage Error*): Expressa a acurácia do erro em percentagem.

Desvio Padrão Absoluto da Média (MAD – Mean Absolute Deriivation): Representa o desvio padrão do ajuste em relação à média nas mesmas unidades dos dados.

Erro da Raíz Quadrática da Média (RMSE- Root Mean Square Error): Medida da diferença entre os valores previstos por um modelo e os valores observados.

R^2: Medida de qualidade de ajuste de modelos estatísticos, informam o quanto da variabilidade da variável resposta é explicada pelas variáveis independentes.

Sensibilidade (SEN): É a probabilidade de um indivíduo doente ter seu teste alterado (positivo).

Especificidade (ESP): É a probabilidade de um indivíduo normal ter seu teste normal (negativo).

Valor Preditivo Positivo (VPP): É a probabilidade de um indivíduo avaliado e com resultado positivo ser realmente doente.

Valor Preditivo Negativo (VPN): É a probabilidade de um indivíduo avaliado e com resultado negativo ser realmente normal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 Objetivos 16
1.1.1 Objetivo Geral 16
1.1.2 Objetivos Específicos 16
1.2 Hipótese do estudo 17
1.3 Justificativa para o estudo 17
2 DESENVOLVIMENTO 18
2.1 Referencial Teórico 18
2.1.1 Manovacuõmetria 18
2.1.2 Relevância da força muscular respiratória na prática clínica 18
2.1.3 Equações preditivas da FMR e pontos de corte para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória 20
2.2 Método 26
2.2.1 Desenho metodológico 26
2.2.2 Questões éticas da pesquisa 26
2.2.3 Características da amostra 26
2.2.4 Descrição dos locais das coletas 27
2.2.5 Caracterização das variáveis coletadas 28
2.2.6 Caracterização das equações preditivas analisadas 29
2.2.7 Análise dos dados 30
2.3 Resultados 31
2.3.1 Características da amostra 31
2.3.2 Análise Descritiva 33
2.3.3. Comparação das variáveis entre os grupos 34
2.3.4 Estimativa das equações 37
2.3.5 Comparação das equações para prever a FMR de idosos neuropatas. 38
2.3.5.1 Comparação das equações preditivas para a FMR de idosos neuropatas, pós AVC e com Doença de Parkinson isoladamente. 39
2.3.6 Comparação das equações segundo o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória 40
..... 46
2.3.7 Associação entre variáveis Peso e IMC e diagnóstico de fraqueza muscular respiratória 46
2.4 Discussão 46
2.5 Limitação do estudo 49
2.6 Implicações clínicas e contribuição desta pesquisa 50

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS 52
REFERÊNCIAS 53
ANEXO A–Artigo de equações preditivas publicado por nosso grupo de pesquisa..... 62
ANEXO B - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Projeto Parkinson- 2015..... 70
ANEXO C - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Projeto Parkinson - 2017..... 74
ANEXO D - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Projeto AVC 82

1 INTRODUÇÃO

A mensuração da força muscular respiratória (FMR) por meio das pressões respiratórias estáticas máximas (PRMs), aferidas na boca, contra uma via aérea ocluída, tem sido amplamente utilizada na prática clínica, disseminada em pesquisas acadêmicas e se tornado campo fértil de debates por diversos grupos de pesquisa no mundo[1-7]. Este cenário foi construído em décadas de estudos e contestações, num caminho espinhoso até a consagração do método padrão ouro para a mensuração clínica da pressão inspiratória máxima (PImáx) e da pressão expiratória máxima (PEmáx) por meio da manovacuômetria[8,9]. Trata-se de medida simples, não-invasiva, custo-efetiva e validada, cujas pressões refletem a pressão desenvolvida pelos músculos respiratórios e a pressão de recuo elástico passivo do sistema respiratório, incluindo o pulmão e a parede torácica[10].

A partir daí, grandes estudos ganharam notoriedade ao sugerir valores de referência para as PRMs, baseados, principalmente, na idade e no sexo[11,12]. No Brasil, destacaram-se as equações de referência propostas por grupos de pesquisa da região sudeste, principalmente de São Paulo[13,14]. Contudo, outros pesquisadores demonstraram que esses valores não eram capazes de predizer os resultados mensurados em populações específicas[4,5]. Surgiram novos grupos de pesquisa focados em propor novas equações, como os grupos de pesquisa de Minas Gerais[4,9] e nosso grupo de pesquisa no Amazonas, que também vem se dedicando ao tema e propôs duas novas equações de referência[2,4].

Os estudos atuais tem tentado estabelecer valores que possam prever, de forma mais precisa, a FMR e, assim, detectar precocemente a fraqueza dessa musculatura. Para tal, além de equações de referência mais ajustadas a população na qual se pretende avaliar, tenta-se compreender a influência de diversas variáveis na FMR, variáveis estas que sabidamente influenciam a força da musculatura esquelética, como o peso corporal, a altura e o índice de massa corporal (IMC)[2,3,4,9].

Assim, atualmente, existem muitas equações preditivas para a FMR[2,4,13,14]. Na prática clínica, o profissional da saúde escolhe qual equação vai usar. Para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória, valores são arbitrariamente considerados como o limite inferior da normalidade[15-20]. Entretanto, algumas vezes, esses valores não refletem o estado clínico do paciente, o que faz com que o valor da variável na detecção da fraqueza, fadiga ou falência da musculatura respiratória nas mais diversas situações clínicas, seja colocado em xeque[21].

Então, partindo destes dois eixos de discussão: aplicabilidade dos valores de referência em populações específicas e a possível influência de determinados fatores sobre a FMR, novos

campos de pesquisas tem surgido. É possível que modelos mais ajustados de equações preditivas possam esclarecer antigos questionamentos e restabelecer o status clínico dessa variável, que hoje, talvez, esteja subutilizada devido à pouca capacidade de diagnosticar a fraqueza da musculatura respiratória em populações específicas, especialmente naquelas situações nas quais seria mais importante. Um exemplo seria nos neuropatas, que muitas vezes desenvolvem fraqueza dessa musculatura que só é diagnosticada quando já existe insuficiência respiratória grave, pneumonia por aspiração e disfagia[22-29].

Dessa forma, a escolha da equação de referência para prever a FMR pode influenciar, de forma decisiva, o diagnóstico da situação dos músculos respiratórios e interferir na tomada de decisão clínica, como por exemplo: quando e como iniciar um protocolo de treinamento muscular, a decisão do desmame da ventilação mecânica invasiva e o melhor momento para a extubação da via aérea artificial[7,8,30-32]. A equação de referência para prever a FMR torna-se tão relevante quanto a técnica corretamente realizada e o valor aferido.

Baseado no exposto, a pergunta norteadora do estudo foi: dentre 4 equações preditivas brasileiras que apresentam valores de referência diferentes, qual mais se ajusta aos valores da PImáx e PEmáx aferidos numa amostra de idosos neuropatas?

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Comparar o valor preditivo de 4 equações de referência com os valores da FMR: PImáx e PEmáx mensurados em idosos neuropatas e seus controles.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar a(s) equação(ões) que melhor se ajusta(m) ao(s) valores das PRMs mensurados em idosos neuropatas.
- Averiguar se há associação entre o peso e o índice de massa corporal (IMC) e o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória.

1.2 Hipótese do estudo

A hipótese alternativa (H_a) do estudo é de que o poder das equações analisadas para prever a FMR de idosos neuropatas funcionais não é o mesmo, de maneira que existe uma ou duas equações (considerando a PImáx e a PEmáx) que melhor se ajustam aos valores mensurados e, portanto, apresentam melhor capacidade de prever a FMR nessa população.

1.3 Justificativa para o estudo

Para que os valores da PRMs possam ser utilizados como uma variável clínica capaz de diagnosticar a situação dos músculos respiratórios em neuropatas, é preciso que as equações de referência, de fato, representem a FMR desses indivíduos. Entretanto, existem muitas equações preditivas com resultados muito diferentes.

Uma equação que não esteja bem ajustada à população que se deseja avaliar pode comprometer a interpretação do valor mensurado, seja subestimando ou superestimando a situação da musculatura respiratória, o que pode comprometer a tomada de decisão clínica.

Desta maneira, analisar as equações buscando a(s) que mais se ajustem aos valores aferidos, pode contribuir com conhecimento novo, respondendo a uma relevante questão e justificando assim o estudo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Manovacuometria

Em 1969, Black & Hyatt[33] introduziram um método de aferir as PRMs: PImáx e a PEmáx, com um manovacuômetro graduado em centímetros de água (cmH_2O), demonstrando que essa era uma medida quantitativa da FMR. O recurso despertou interesse imediato de diversos centros de pesquisas que passaram a reproduzi-lo indiscriminadamente, levando à descaracterização da técnica inicialmente sugerida[34]. Os resultados absurdamente divergentes das pesquisas afetaram a credibilidade do método e de sua sensibilidade, até que estudos posteriores padronizassem a técnica e sugerissem valores de referência e equações preditivas[13,14].

Em 2002, o método de mensuração das PRMs por meio da manovacuômetria foi padronizado pelas diretrizes da *American Thoracic Society/European Respiratory Society* (ATS/ERS) e adotado pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)[10,35].

A padronização estabelece que a PImáx deve ser aferida pela maior pressão estática máxima gerada na boca durante uma inspiração a partir da capacidade residual funcional (CRF) ou do volume residual (VR), sendo essa um indicativo da força dos músculos inspiratórios. A PEmáx deve ser aferida pela maior pressão estática gerada na boca durante uma expiração máxima a partir da capacidade pulmonar total (CPT), sendo indicativo da força dos músculos expiratórios[13,14,33,36,37,38]. Essa padronização visa gerar valores maiores e mais reprodutíveis, devido a maior geração de força por uma melhor relação comprimento-tensão dos músculos[13,14,33,36,38].

2.1.2 Relevância da força muscular respiratória na prática clínica

Os músculos respiratórios são os únicos músculos esqueléticos vitais[39-41]. A função mais relevante deste conjunto de músculos, dos quais o Diafragma é o principal, é realizar a inspiração[39-41]. Outra função dos músculos respiratórios é realizar manobras explosivas como a tosse e o vômito[39-41]. Além disso, os músculos respiratórios também têm papel como estabilizadores do tórax e do abdômen, uma vez que participam da formação das paredes torácica e abdominal[39-41]. Eles agem de maneira integrada com outros músculos para outras

funções importantes como a deglutição e a fala[39-41]. Assim, a FMR é essencial para a manutenção de funções homeostásicas e outras funções relevantes[42].

Para a função muscular respiratória adequada é necessário, além da condição muscular preservada, a integração dos centros respiratórios, dos neurônios motores, dos nervos periféricos e suas junções neuromusculares[42]. Várias condições, como o envelhecimento, doenças, disfunções, cirurgias, anestesia, ventilação mecânica, desnutrição, fraqueza, obesidade, entre outros, afetam o bom funcionamento dos músculos respiratórios[42].

Para avaliar a situação da FMR existem vários testes. Os testes ou prova de função pulmonar são uma coleção de testes não invasivos que incluem a avaliação do fluxo de ar, dos volumes e das capacidades pulmonares, das trocas gasosas e a avaliação da FMR[30]. Eles podem ser usados para diagnóstico, para estabelecer a gravidade e para o prognóstico. Medições em série ou individuais são úteis na prática clínica também para verificar a resposta a um tratamento ou a progressão de uma condição clínica[30].

Assim, a mensuração da FMR é indicada para investigar reduções, sem causa definida, da capacidade vital (CV) ou da ventilação voluntária máxima (VVM), prever o sucesso ou insucesso do desmame da ventilação mecânica, prever a capacidade de tosse e de eliminação das secreções brônquicas e avaliar a resposta do treinamento muscular respiratório[7]. É clinicamente útil na detecção de condições de fraqueza ou fadiga dos músculos respiratórios[8], especialmente em indivíduos acometidos por doenças neuromusculares ou outras condições sistêmicas que afetem a força muscular, sendo um importante parâmetro para a avaliação da recuperação funcional[31,32].

Como exemplo, indivíduos pós-Acidente Vascular Cerebral (AVC) podem apresentar disfunção respiratória devido a fraqueza muscular e disfunção postural do tronco[43]. Luvizutto *et al* (2017)[44] demonstraram correlação negativa entre a PImáx, a idade e o IMC em indivíduos pós-AVC.

Gonçalves *et al* (2019)[45] demonstraram que em idosos com Doença de Parkinson (DP) a FMR apresenta-se reduzida, mesmo nos estágios iniciais da DP, e propende a piorar com o avançar da doença, favorecendo o aparecimento de distúrbios ventilatórios, causa frequente de morte nessa população.

A mensuração da FMR tem papel relevante também no manejo e tratamento de indivíduos no ambiente clínico e hospitalar, seja para prevenir ou potencializar a capacidade respiratória, seja para o melhor diagnóstico funcional e estabelecimento de metas de reabilitação[30,46]. Na terapia intensiva, por exemplo, pode ser usada como critério preditivo do sucesso da extubação[46].

A discrepância entre os valores preditivos das PRMs por meio de diferentes equações, aumenta o risco de erros de diagnóstico da situação da FMR. Devido a isto, os valores mensurados muitas vezes não são considerados para a tomada de decisão em relação ao diagnóstico de fraqueza muscular respiratória, sendo considerada útil apenas na identificação de indivíduos que requerem avaliação neuromuscular mais avançada[46].

2.1.3 Equações preditivas da FMR e pontos de corte para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória

Para o uso clínico, após a mensuração da FMR, os valores das PRMs são comparados aos valores de referência, baseados na equação preditiva escolhida[47]. Tal escolha é parte essencial do processo, uma vez que a partir da equação preditiva escolhida estabelecem-se os valores de referência, que são comparados com os valores aferidos e analisados se estão ou não na faixa de normalidade[37].

Existem estudos propondo equações preditivas e valores de referência em algumas populações, como obesos, por exemplo[2,4,13,14,47]. Essas equações são construídas a partir de regressão logística determinando como e o quanto cada variável influencia a FMR, e do coeficiente de determinação R^2 para verificar seu real poder preditivo.

Entretanto, estudos recentes apontam divergências na qualidade preditiva das equações de referência para a FMR, o que reduz a aplicabilidade clínica de tão importante parâmetro[2,48]. O que se observa, além de divergências metodológicas, são amostras variadas e heterogêneas, que tavez justifique a incongruência dos resultados[2,4,8,5,47].

Diante deste cenário, a Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT) reforça a necessidade de estudos sobre a FMR, padronizando melhor a metodologia empregada no intuito de estabelecer equações de referência mais aplicáveis para a população brasileira[46].

A tabela 1 demonstra uma comparação dos estudos que estabeleceram valores de referência para a população brasileira por meio de equações preditivas, considerando as variávies sexo e idade.

No Brasil, as equações mais utilizadas são as de Neder (1999)[13] e Costa (2010)[14]. Entretanto, entre as duas equações há valores preditivos divergentes, o que dificulta para o clínico a tomada de decisão de qual equação escolher[1,2,4,47].

Tabela 1: Comparação dos estudos de equações preditivas para a população brasileira.

Equações	**Neder (1999)**[13]	**Costa (2010)**[14]	**Pessoa (2017)**[4]	**Sanchez (2018)**[2]	
				E1	**E2**
R^2	47,9%	Entre 24,8% e 60,7%	Entre 34% e 49%	21,33% e 28,38%	21,77% e 29,86%
Variáveis Independentes	Idade e Sexo	Idade e Sexo	Idade, Sexo, Peso, Circunferência da cintura	Idade, Sexo, IMC	Idade, Sexo, Peso
Amostra	100 indivíduos hígidos	120 indivíduos hígidos	134 indivíduos hígidos	353 indivíduos hígidos, eutróficos, sobrepeso e obesos	

Legenda: R^2: Coeficiente de Determinação; IMC: Índice de Massa Corpórea; %:Percentual. Fonte: autores.

Neder *et al* (2010)[13] foram pioneiros no Brasil ao estabelecer valores de referência para as PRMs. Eles estudaram 100 indivíduos da zona urbana de São Paulo. Mesmo observando que a estatura, o peso, a massa magra e o nível de atividade física apresentaram correlação positiva com a FMR, incluíram somente a idade e o sexo como variáveis independentes (R^2 47,9%) em suas equações.

Costa *et al* (2010)[14] realizaram estudo na região sudeste do Brasil, com um número amostral de 120 indivíduos. Eles confrontaram os valores estabelecidos por Neder *et al* (2010)[13], discutindo que eles não eram capazes de predizer as PRMs em indivíduos com IMC entre 18,0 e 29,5 kg/cm². Eles demonstraram correlação negativa entre a idade e a FMR e fraca correlação positiva entre o peso e a altura para a PImáx e a PEmáx no sexo masculino. Eles criaram modelos equacionais incluindo também, apenas a idade e o sexo, com valores de R^2 variando entre 24,8% e 60,73% e alto erro-padrão residual (entre 300,72 e 586,81).

Simões *et al* (2010)[6], em um estudo com indivíduos sedentários saudáveis entre 20 e 89 anos, com IMC de 30kg/m^2, demostraram que, para as mulheres, a idade e a massa corporal, influenciaram de forma negativa as medidas das PRMs.

Pazzianotto-Forti *et al* (2012)[5] ao avaliarem a FMR em obesos mórbidos por meio de 3 diferentes equações preditivas, encontraram 3 resultados distintos de valores preditos para a mesma amostra.

Jalayondeja *et al* (2015)[3] concluiram que o peso corporal é um fator que deve ser considerado como um preditor das PRMs, principalmente diante de alterações corporais devido a magreza ou ao sobrepeso/obesidade.

Harik-Khan *et al* (2018)[1], também discutiram a correlação da FMR com a idade, o sexo, o peso, a altura e a área de superfície corporal, e por isto, os autores propuseram uma equação preditiva para a PImáx considerando o sexo, a estatura e a massa corporal.

Assim, a despeito da diversidade de fatores individuais e metodológicos influenciáveis na avaliação das PRMs, como a altura, o nível de aptidão física e a motivação do indivíduo[7,49] somente as variáveis sexo e idade são consagradas nas equações de referência mais utilizadas para a população brasileira[9,50], enquanto que a influência do peso corporal, por exemplo, vem sendo negligenciada e tem gerado algumas controvérsias[5,47,51-57].

Pessoa *et al* (2014)[4] propuseram equações que consideraram o peso (R^2 34%) e a circunferência da cintura (R^2 49%), porém a amostra para este estudo foi pequena (74 mulheres e 60 homens) e eles excluíram os indivíduos obesos (IMC acima de 30 Kg/m^2) e de baixo peso (IMC abaixo de 18,5 Kg/m^2), o que talvez influencie a aplicabilidade destas equações em algumas populações. Os autores ainda sugerem que há um grande número de fatores heterogêneos, como etnia, histórico de tabagismo, nível de atividade física e características antropométricas como o IMC, altura e peso influenciam as PRMs e deveriam ser melhor investigados.

Nosso grupo de pesquisa estudou 353 indivíduos distribuídos em eutróficos, com sobrepeso e com obesidade (Sanchez *et al*, 2018[2] – Anexo A). Propusemos novas equações preditivas levando em consideração não somente a idade e o sexo, mas valores antropométricos (peso e IMC), com considerável ganho na qualidade preditiva dos modelos para as PRMs. Os modelos demostraram R^2 entre 21,33% - 28,38% (modelo Idade, Sexo e IMC) e 21,77% - 29,86% (modelo Idade, Sexo e Peso) e erro padrão residual entre 36,10 e 67,30. No entanto, estas equações foram testadas somente em indivíduos obesos e saudáveis. Assim, este modelo ainda não foi testato em outras populações, como a de idosos neuropatas.

Outra questão é que para o diagnóstico da situação da FMR, na prática clínica, utiliza-se, arbitrariamente, pontos de corte. Entretanto, existem proposições diferentes entre os autores[15,16,17,18,19].

De acordo com os resultados Hautmann *et al* (2000)[15], se a PImáx aferida apresentar valor inferior a 60% do valor previsto, o indivíduo está propenso a desenvolver disfunção muscular respiratória que o leve a hospitalizações recorrentes.

De Menezes *et al* (2017)[57] classificam como músculos inspiratórios fracos quando a PImax= - 45 cmH_2O e muito fracos quando a PImax < - 45 cmH_2O.

Outros valores preditivos de fraqueza também foram discutidos por Sachs *et al* (2009)[16] baseados na subtração de 40 cmH_2O e de 36 cmH_2O do valor predito para homens e mulheres, respectivamente. Petrini *et al* (2009)[17], também discutem a falta de valores ajustados e a necessidade de normatização de um valor de referência para a PImáx e PEmáx, e citam, inclusive, o trabalho de Sachs *et al* (2009)[16], porém não sugerem um ponto de corte.

Sclauser Pessoa *et al* (2014)[18], em uma revisão sistemática, referenciam valores de normalidade de acordo com o sexo e a idade, porém admitem que na prática clínica, nos idosos, usa-se -80cmH_2O como ponto de corte da PImáx para determinar fraqueza e iniciar treinamento muscular respiratório. Evans *et al* (2009)[19] sugerem o uso de outras equações para se achar o limite inferior da normalidade.

A ATS (2002)[10]considera, arbitrariamente, segundo eles próprios, que valores abaixo de 65% dos valores de referência ou menores que -80 cmH_2O para a PImáx indicam disfunção da musculatura respiratória. Entretanto, uma meta análise publicada em 2014, demonstra valores menores do que -80 cmH_2O de PImáx[9] vem sendo utilizados como ponto de corte.

A tabela 2 apresenta uma síntese dos diversos pontos de corte sugeridos para determinar a presença de fraqueza muscular respiratória.

Tabela 2: Ponto de corte considerados como menor limite normal propostos na literatura científica para a fraqueza muscular respiratória.

Referência	Tipo de estudo	Amostra	Pontos de corte para a fraqueza muscular respiratória
ATS (2002)[10]	Consenso	-	PImax mais negativa que -80 cmH2O normalmente exclui fraqueza muscular clinicamente relevante.
Hautmann*et al* (2000)[15]	Coorte	504 participantes com idade entre 18 e 82 anos, saudáveis, com função pulmonar preservada.	PImáx aproximadamente 60% do valor previsto predizdisfunção e problemas respiratórios que levem a hospitalizações recorrentes;Menor limite normal seria: 59% para mulheres e 60% para os homens.
Sachs *et al* (2009)[16]	Coorte	Grupo multiétnico de 45 a 84 anos.	Para se obter o menor limite normal para homens deve-se subtrair 40 do predito da PImáx, e para as mulheres deve-se subtrair 36.
Sclauser Pessoa *et al* (2014)[18]	Revisão sistemática	22 artigos. 840 participantes	Os estudos analisados referenciam os valores de normalidade de acordo com sexo e idade, porém admitem que, na prática clínica, nos idosos, usa-se o ponto de corte de 80 cm$H_2$0 para determinar fraqueza e iniciar o treinamento muscular respiratório (positivo para PEmáx e negativo para a PImáx).
Evans *et al* (2009)[19]	Revisão com síntese de publicações	Adultos com até 70 anos	Para encontrar o menor limite normal propuseram as seguintes equações por meio de aproximações lineares dos intervalos de confiança: Homens: PImáx= 120 – (0.41xidade) / Menor limite normal = 62 – (0.15 x idade) PEmáx = 174 – (0.83x idade) / Menor limite normal = 117 – (0.83 x idade) Mulheres: PImáx=108-(0.61x idade) / Menor limite normal = 62-(0.50 x idade) PEmáx=131-(0.86 x idade)/Menor limite normal= 95-(0.57x idade) Também sugerem que para indivíduos adulto de até 70 anos o ponto de corte seria de, aproximadamente, 60 cmH2O para homens e 40 cmH_2O para mulheres.
Rodrigues *et al* (2016)[21]	Observacional	1729 participantes.	O menor limite normal para cada equação de regressão (unicaudal) foi estabelecido como média - 1,645 × erro padrão da estimativa (SEE) ou padrão residual desvio (RSD) da linha de regressão, propondo para PImáx: Para Homens: < 40 anos = - 63cm H_2O; Entre 40-60 anos = - 55 cm H_2O; Entre 61-80 anos = - 47 cmH_2O; > 80 anos = 42 cm H_2O. Para Mulheres:

			< 40 anos = -58 cm H2O; Entre 40-60 anos = -50cm H_2O; Entre 61-80 anos = -43 cmH_2O; >80 anos = -38 cmH_2O.
De Menezes *et al* (2017)[57]	Estudo randomizado duplo-cego intervencionista.	38 participantes pós AVC com fraqueza da musculatura respiratória.	O estudo usa como critério de inclusão indivíduos com fraqueza da musculatura respiratória que considerou aqueles comPImáx<-80 cmH_2O ou PEmáx<+90 cmH_2O; Ainda classifica seus participantes em fracos: PImáx <-80 cmH_2O ≥ - 45 cmH_2O e muito fracos PImáx < -80 cmH_2O e < -45 cmH_2O; Ou seja, aqueles com aproximadamente 50% abaixo do valor previsto são classificados com fraqueza.
Britto *et al* (2011)[58]	Coorte	21 participantes pós AVC	90% do predito
Farrero *et al* (2013)[59]	Recomendações Normativas	-	PImáx inferior a –80 cmH_2O e PEmáx superior a +90 cmH_2O excluem disfunção da musculatura respiratória. PImáx menor que 30% do predito se associa a alterações gasométricas em pacientes neuromusculares. Aproximadamente metade do valor da pressão inspiratória caracteriza a fraqueza.

Legenda: PImáx: Pressão inspiratória máxima; cmH_2O: Centímetros de água; %: porcentagem; <: Menor.

2.2 Método

2.2.1 Desenho metodológico

Estudo observacional transversal analítico.

2.2.2 Questões éticas da pesquisa

O estudo seguiu os princípios éticos da Resolução 466/2012, sendo aprovado pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo os seres humanos (CEP) sob os CAAEs e pareceres: CAAE: 41071114.5.0000.5020 de 2015 com parecer de aprovação número 1.016.734 (Anexo B), e CAAE: 70479517.2.0000.5020 com parecer de aprovação número 2.158.163 (Anexo C) de 2017, CAE: 83573318.2.0000.5020) com parecer de aprovação número 2.520.881 (Anexo D), todos orientados pela Professora Doutora Roberta Lins Gonçalves.

2.2.3 Características da amostra

A amostra foi constituída por 220 idosos (60 anos ou mais), sendo 108 neuropatas funcionais e 112 controles (hígidos). Os neuropatas funcionais foram constituídos por idosos com Doença de Parkinson (DP) e idosos pós Acidente Vascular Isquêmico (AVCi).

O grupo pós-AVCi (GAVC) foi constituído por 31 idosos com diagnóstico clínico de AVCi na fase crônica da doença (após, pelo menos, 6 meses do AVCi), e o grupo controle (GC) constituído por 35 idosos sem AVCi (hígidos), com características semelhantes ao GAVC relativas ao sexo, a idade.

O grupo com DP foi constituído por 77 idosos com diagnóstico médico de DP, em estágio inicial da doença, caracterizado pelos níveis 0 a 3 da escala de *Hoehn & Yahr* modificada (HY- *Degree of Disability Scale*), em tratamento farmacológico com L-DOPA. A avaliação a FMR foi realizada no período *on* do tratamento da L-DOPA. O GC foi constituído por 77 idosos sem DP (hígidos), com características semelhantes relativas ao sexo, a idade.

A escala HY foi desenvolvida em 1967 por Hoehn e Yahr, consiste em oito estágios variando do 0 (ausência de sinais patológicos) a 5, apresentando também os estágios de 1,5 e 2,5 que não estão presentes na escala original. Os participantes classificados nos estágios 0 - 3 apresentam incapacidade leve à moderada, enquanto os que estão nos estágios 4 ou 5 apresentam incapacidade mais grave[60].

Tabela 3 - Escala de Hoehn &Yahr Modificada

Estágio	Sinal
Estágio 0	Nenhum sinal da doença
Estágio 1,0	Doença unilateral
Estágio 1,5	Envolvimento unilateral e axial
Estágio 2,0	Doença bilateral sem déficit de equilíbrio
Estágio 2,5	Doença bilateral leve, com recuperação no "teste de empurrão"
Estágio 3,0	Doença bilateral leve a moderada; Alguma instabilidade postural ou capacidade de viver independente
Estágio 4,0	Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda
Estágio 5,0	Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda

Fonte: Schenkman *et al* (2001)[61]

Foram excluídos idosos tabagistas, que apresentassem doença pulmonar ou outra doença neurológica diagnosticada e sem condições físico/cognitivas para a realização da manovacuômetria adequadamente.

2.2.4 Descrição dos locais das coletas

A coleta da FMR dos idosos com DP e seus controles foi realizada em dois centros especializados no atendimento a idosos localizados no Município de Manaus - AM: CAIMI - Centro de Atenção Integral à Melhor Idade Dr. André Araújo (CAA) – Zona Norte e CAIMI Dr. Paulo Lima (CPL) – Zona Sul e no ambulatório Araújo Lima da Faculdade de Medicina da UFAM, em 2015 e em 2018.

A coleta da FMR dos idosos pós AVCi foi realizado nos Centros de Atenção Integral a Melhor Idade – CAIMIs na cidade de Manaus – AM, no período de 2017 a 2018.

2.2.5 Caracterização das variáveis coletadas

O peso e a estatura dos idosos foram aferidos com balança antropométrica Balmak® modelo 104a, com capacidade de até 300 quilogramas (kg) e régua de até 2 metros com graduação de 0,5 centímetros. Para aferição do peso, a balança foi colocada em local plano e o idoso foi pesado sem sapatos, agasalhos ou objetos nos bolsos, e roupas leves. A estatura foi medida com estadiômetro em posição ereta, com os braços estendidos para baixo e os pés unidos. O IMC foi calculado por meio da razão: peso/(altura)².

A FMR foi avaliada segundo as normas da ATS/ERS[10] e as diretrizes para os teste de função pulmonar da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (SBPT)[35], com o manovacuômetro analógico da marca MV 300 WIKA®(figura 1), previamente calibrado, graduado em cmH_2O, com variação de ± 300 cmH_2O. O manômetro foi equipado com um bocal adaptador contendo um orifício de aproximadamente 2 mm de diâmetro para evitar o aumento da pressão intraoral causado pela contração dos músculos bucinadores, evitando interferência nos resultados[10].

A FMR foi aferida na posição assentada, com o idoso com os pés no chão e a posição do tronco em relação ao quadril em um ângulo de 90º. Foram realizadas três manobras para cada pressão a ser mensurada, com intervalo de um minuto entre as repetições para repouso, e consideradas como a PImáx e PEmáx, o maior valor obtido, considerado quando, pelo menos, duas manobras foram obtidas sem valores diferentes entre si e não superiores a 10% do valor mais alto[35].

Figura 1: Manovacuometro Analógico

Fonte: Arquivo pessoal dos pesquisadores.

2.2.6 Caracterização das equações preditivas analisadas

Para a análise neste estudo, foram escolhidas quatro equações preditivas: as duas mais utilizadas na população brasileira (Neder, 1999[13] e Costa, 2010[14]) e as duas propostas pelo nosso grupo de pesquisa (Sanchez E1 e Sanchez E2, 2018[2]), conforme demonstrado na tabela 4. Não incluímos em nosso estudo a equação proposta por Pessoa *et al* (2014)[4], também utilizada no Brasil, devido ao equipamento utilizado por eles ser diferente do utilizado nos outros 3 estudos escolhidos (manovacuômetro digital e não analógico).

Tabela 4: Caracterização das equações preditivas utilizadas no Brasil.

Referência	**Amostra**	**Equação**		
			Sexo Masculino	**Sexo Feminino**
Neder (1999) [13]	100 indivíduos hígidos	PImáx	y= 0.80 × idade + 155.3	y = 0.49 × idade + 110.4
		PEmáx	y= 0.81 × idade + 165.3	y = 0.61 × idade + 115.6
Costa (2010) [14]	120 indivíduos hígidos	PImáx	y = 1,24 × idade + 232,37	y = 0,46 × idade + 74,25
		PEmáx	y = 1,26 × idade + 183,31	y = 0,68 × idade + 119,35
Pessoa (2014) [4]	134 indivíduos hígidos	PImáx	63,27–0,55 (idade) + 17,96 (sexo = 1) + 0,58 (peso)	63,27–0,55 (idade) + 17,96 (sexo = 0) + 0,58 (peso)
		PEmáx	61,41+2,29(idade)–0,03 (idade2) + 33,72 (sexo= 1) +1,40 (cintura)	61,41+2,29 (idade)–0,03 (idade2) + 33,72 (sexo = 0) +1,40 (cintura)
Sanchez (2018) [2] Equação1	353 indivíduos hígidos, sobrepeso e obesos	PImáx	108,16 + 1,307 x Idade - 2,904 x IMC	94,75 + 0,816 x Idade - 1,822 x IMC
		PEmáx	98,36 - 0,672 x Idade + 1,759 x IMC	91,58 - 0,556 x Idade + 0,798 x IMC
Sanchez (2018) [2] Equação2	353 indivíduos hígidos, sobrepeso e obesos	PImáx	110,07 + 1,208 x Idade - 0,942 x Peso	95,54 + 0,748 x Idade - 0,688 x Peso
		PEmáx	98,84 - 0,610 x Idade + 0,576 x Peso	87,20 - 0,506 x Idade + 0,350 x Peso

Legenda: PImáx: Pressão inspiratória máxima cm H_2O; PEmáx: Pressão expiratória máxima cm H_2O; IMC: Índice de Massa Corpórea.Valores negativos para a PImáx e positivos para a PEmáx. Fonte: autores.

2.2.7 Análise dos dados

O banco de dados analisados consistiu de amostra de 220 idosos, contendo a PImáx e a PEmáx e características como idade, peso, altura, sexo, doença e classificação do idoso: neuropata (DP e pós AVCi) ou hígido (controles). Os dados foram analisados na amostra geral (neuropatas e hígidos), estratificados nos grupos (neuropatas ou hígidos), e para algumas análises, o grupo de neuropatas foi estratificado em Doença de Parkinson (GP) e pós AVCi (GAVCi). Algumas análises foram realizadas com os resultados de 201 idosos devido a dados perdidos.

Para realizar a análise descritiva das variáveis categóricas de interesse foram utilizadas as frequências absolutas e relativas, ao passo que na descrição das variáveis numéricas foram utilizadas medidas de posição, tendência central e dispersão.

Para verificar a distribuição (normalidade) dos dados, foi executado o teste de Shapiro-Wilk[62]. A fim de avaliar os fatores que exerciam influência sobre o estado de saúde (hígido ou neuropata) dos idosos foi realizada análise das comparações via testes Qui-Quadrado[63] para o caso de variáveis categóricas e teste de Mann-Whitney[64] para o caso de variáveis numéricas.

Para avaliar as medidas de qualidade de ajuste das equações propostas foram utilizadas as medidas de R^2, desvio médio absoluto, do inglês, o *mean absolute derivation,* (MAD), o erro médio absoluto percentual, do inglês, o *mean absolute percentage error,* (MAPE) e a raiz do erro quadrático médio, do inglês, o *root mean square error,*(RMSE).

A fórmula das medidas foram:

$$MAD = \text{média} * (\sum_{i=1}^{n} |y_i - \hat{y}_i|)$$

$$MAPE = \text{média} * (\frac{\sum_{i=1}^{n} |y_i - \hat{y}_i|}{|\bar{y}|}) \times 100$$

$$RMSE = \sqrt{\text{média} * (\sum_{i=1}^{n} (y_i - \hat{y}_i)^2)}.$$

Sendo que y_i é o valor observado, $\hat{y}_i$ o valor predito pelo modelo e $\bar{y}$ é a média da variável.

A comparação das variáveis peso e IMC com o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória foi feita utilizando a correlação de Pearson[64]. A correlação de Pearson é uma medida limitada entre -1 e 1, sendo que quanto mais próximo o coeficiente estiver de -1 maior a correlação negativa e quanto mais próximo o coeficiente estiver de 1 maior a correlação positiva.

A realização da comparação entre os valores preditos por cada equação e os valores mensurados foi feita por intermédio do ajuste de um modelo de Regressão Logística[65], isto é, primeiramente os idosos foram categorizados em "fraqueza" e "não fraqueza" com base no seguinte critério: se o valor mensurado da FMR estivesse abaixo de 80% do valor predito pela equação, o idoso foi diagnosticado com "fraqueza", caso o valor mensurado da PImáx e da PEmáx fosse igual ou superior a 80% do valor predito pela equação, o idoso foi diagnosticado como "não fraqueza". Sendo assim, os valores mensurados da PImáx e da PEmáx foram considerados a variável explicativa e o diagnóstico de fraqueza como resposta do modelo.

Para verificar se os modelos ajustados estavam adequados e se possuíam boa capacidade preditiva foram calculadas algumas medidas de qualidade de ajuste, sendo elas: área sob a curva ROC (AUC), Sensibilidade, Especificidade, Valor Preditivo Positivo (VPP), Valor Preditivo Negativo (VPN) e Acurácia (ACC).

O software utilizado nas análises foi o R (versão 3.5.1).

2.3 Resultados

2.3.1 Características da amostra

Este estudo foi conduzido numa amostra de 220 idosos, neuropatas e hígidos, residentes na cidade de Manaus, estado do Amazonas, Brasil. Os testes seguiram as recomendações metodológicas da ATS/ERS e da SBPT.

O grupo dos neuropatas foi composto por 108 idosos neuropatas, sendo 77 com DP (GP) e 31 pós AVCi (GAVC), totalizando 108 idosos doentes. No GP o tempo de diagnóstico da doença variou de 0,5 a 23 anos, com escala de *Hoehn & Yahr* Modificada 0-3, todos funcionalmente bem. No GAVC a média de tempo de diagnóstico dos idosos pós AVCi foi de 24 ± 30,8 meses, sendo que 10% dos indivíduos relataram mais de um episódio de AVCi, todos estavam funcionalmente bem. A tabela 5 demonstra as características dos idosos neuropatas.

Tabela 5: Caracterização dos idosos neuropatas estratificados pela doença.

		GAVC (N= 31)		GP (N=77)	
Sexo		Masculino	Feminino	Masculino	Feminino
Número		19	12	44	33
Idade (anos)	Média	69	71	69	72
	DP	±8,8	±7,5	±6,7	±6,8
Altura (cm)	Média	163	160,2	161	152
	DP	±0,1	±0,1	±0,1	±0,1
Peso (Kg)	Média	70,3	70,1	68,5	60,2
	DP	±9,8	±9,8	±13,4	±12,8
IMC (Kg/cm²)	Média	26,7	27,3	26,2	26
	DP	±5,4	±2,3	±4,2	±4,7
PImáx	Média	-63,4	-54,2	- 95,9	- 62
(cmH_2O)	DP	±17,9	±15,6	±41,7	±26,9
PEmáx	Média	+74,4	+58,5	+103,1	+60,5
(cmH_2O)	DP	±17,1	±17,7	±29,9	±25,3

Legenda: GAVCi: grupo de idosos pós AVCi; GP: grupo de idosos com Doença de Parkinson; IMC: Índice de Massa Corpórea; DP: Desvio Padrão;PImáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEmáx: Pressão Expiratória Máxima. n: número amostral. Fonte: Autores.

O grupo dos idosos hígidos foi composto pelos controles dos idosos com DP: 77 idosos hígidos, 38 do sexo masculino e 39 do sexo feminino, com mediana de idade de 67 anos e IMC médio de 27,9 Kg/cm² (sobrepeso); e pelos controles dos idosos pós AVCi: 35 idosos hígidos, 20 do sexo masculino e 15 do sexo feminino, com mediana de idade de 69 anos e IMC médio de 26,9±3,96Kg/cm² (sobrepeso), totalizando 112 idosos.

2.3.2 Análise Descritiva

A Tabela 6 apresenta a análise descritiva das variáveis categóricas. Pode-se destacar que a maioria dos idosos estudados (55,4%) foi do sexo masculino. Os idosos com DP corresponderam a 70% da amostra. Os idosos hígidos representaram 50,9% da amostra total.

Tabela 6: Análise descritiva das variáveis categóricas.

Variáveis	Categorias	Freq. Absoluta	Freq. Relativa
Classificação	Hígido	112	50,9%
	Neuropata	108	49,1%
Doença	AVCi	66	30,0%
	Doença de Parkinson	154	70,0%
Sexo	Masculino	122	55,4%
	Feminino	98	44,5%

Legenda: AVCi: Acidente Vascular Cerebral isquêmico; Freq: Frequência; %: Percentual

A Tabela 7 demonstra a análise descritiva das variáveis numéricas. O peso e a altura média da amostra geral foram 67,9 kg e 1,6m, respectivamente, a idade média foi 69,8 anos com desvio padrão 7,1 anos. A maior idade foi de 89 anos e o IMC médio foi 26,1 Kg/cm².

Relativo a FMR: o valor médio da PImáx foi -75,8 cmH_2O com desvio padrão -32,8 cmH_2O e o valor médio da PEmáx médio foi + 88,2 cm H_2O com desvio padrão + 35,9 cmH_2O.

Tabela 7: Análise descritiva das variáveis numéricas de interesse.

Variáveis	N	Mediana	D.P.	Mínimo	Q1	Q2	Q3	Máximo
Peso (Kg)	220	67,9	12,3	31,0	59,1	67,0	75,0	103,0
Altura(cm)	220	1,6	0,1	1,3	1,5	1,6	1,6	1,8
IMC(Kg/m²)	220	26,9	4,3	16,0	24,4	26,6	29,3	42,2
Idade(anos)	220	69,8	7,1	60,0	64,0	69,0	75,0	89,0
PImáx(cmH_2O)	201	-76	33	-20	-100	-75	-55	-80
PEmáx(cmH_2O)	201	+88	+36	+20	+60	+80	+105	200

Legenda: D.P.: Desvio Padrão; Q: Quartil**;** IMC: Índice de Massa Corpórea; DP: Desvio Padrão;PImáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEmáx: Pressão Expiratória Máxima. n: número amostral. Fonte: Autores.

2.3.3. Comparação das variáveis entre os grupos

Os testes de normalidade para as variáveis indicaram que apenas a variável altura apresentou distribuição normal. Portanto, para realizar as comparações das variáveis explicativas com a variável classificação dos idosos (hígido e neuropata) foram utilizados testes não paramétricos.

A Tabela 8 indica a comparação via teste Qui-Quadrado para variáveis categóricas. Destarte, não houve diferença significativa (P-valor > 0,050) para as variáveis doença e sexo entre o estado de saúde do idoso.

Tabela8: Comparação das variáveis categóricas.

Variáveis	Categorias	Controle		Neuropata		Valor-p[1]
		N	%	N	%	
Doença	AVCi	35	31,2%	31	28,7%	0,8
	Parkinson	77	68,7%	77	71,3%	
Sexo	0 = Masculino	59	52,7%	63	58,3%	0,5
	1 = Feminino	53	47,3%	45	41,7%	

Legenda: AVCi: Acidente Vascular Cerebral isquêmico, ¹Teste Qui-Quadrado.

A Tabela 9 exibe a comparação, via teste de Mann-Whitney, das variáveis numéricas. Desta maneira, observa-se que houve diferença significativa (valor p = 0,04) entre o IMC e a classificação dos idosos, sendo que o IMC médio foi superior para os idosos hígidos em relação aos neuropatas.

Houve diferença significativa (valor-p = 0,001) entre PEmáx e o estado de saúde dos idosos, dessa forma, o valor médio da PEmáx para os idosos neuropatas foi menor do que a os hígidos.

Tabela9: Comparação das variáveis numéricas explicativas gerais.

Variáveis	**Classificação**	**N**	**Mediana**	**E.P.**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Valor-p[1]**
Peso	Hígido	112	69,4	1,1	59,3	68,0	76,0	0,09
	Neuropata	108	66,5	1,2	59,1	66,9	74,0	
Altura	Hígido	112	1,6	0,0	1,5	1,6	1,6	0,91
	Neuropata	108	1,6	0,0	1,5	1,6	1,6	
IMC	Hígido	112	27,6	0,4	24,7	27,2	30,1	**0,04**
	Neuropata	108	26,3	0,4	23,8	26,2	28,9	
Idade	Hígido	112	69,4	0,7	64,0	68,0	75,0	0,43
	Neuropata	108	70,2	0,7	64,00	69,5	75,0	
PImáx	Hígido	102	-77,2	2,9	-100,0	-80,0	-60,0	0,06
	Neuropata	99	-74,3	3,6	-90,0	-70,0	-50,0	
PEmáx	Hígido	102	97,1	3,7	70,0	95,0	110,0	**0,001**
	Neuropata	99	79,1	3,2	57,5	75,0	100,0	

Legenda: IMC: Índice de Massa Corpórea, PImáx: Pressão Inspiratória Máxima, PEmáx: Pressão Expiratória Máxima, N: Amostra, E.P.: Erro Padrão, Q1: Primeiro quartil, Q2: Segundo quartil, Q3: Terceiro quartil, ¹Teste de Mann-Whitney.

A Tabela 10 expõe a comparação das variáveis numéricas explicativas e da variável categórica sexo para os idosos pós AVCi. Infere-se que houve associação significativa (valor-p = 0,002) entre a variável PImáx e a situação de saúde do idoso (hígido ou doente), à vista disso, a média de PImáx foi menor nos idosos neuropatas.

Houve também diferença significativa (valor-p < 0,001) entre a variável PEmáx e a situação de saúde do idoso (hígido ou doente), por conseguinte, a média de PEmáx dos idosos neuropatas foi menor se comparada com a dos hígidos.

Tabela10: Comparação das variáveis para os idosos pós AVCi.

Variáveis	Categorias	Hígido		Neuropata		Valor-p
		N	%	N	%	
Sexo	0 = Masculino	20	57,1%	19	61,3%	0,927[1]
	1 = Feminino	15	42,9%	12	38,7%	
Peso	Média (E.P.)	69,3(2,0)		70,2 (1,5)		0,648[2]
Altura	Média (E.P.)	1,6(0,0)		1,6 (0,0)		0,406[2]
IMC	Média (E.P.)	26,9(0,7)		26,9 (0,8)		0,634[2]
Idade	Média (E.P.)	70,1(1,2)		69,7 (1,5)		0,704[2]
PImáx	Média (E.P.)	-78(4,1)		-60 (3,1)		**0,002**[2]
PEmáx	Média (E.P.)	+101(7,0)		+68 (3,3)		**<0,001**[2]

Legenda: IMC: Índice de Massa Corpórea, PImáx: Pressão Inspiratória Máxima cm H_2O, PEmáx: Pressão Expiratória Máxima em cmH_2O, N: Amostra,[1]Teste Qui-Quadrado.[2]Teste de Mann-Whitney.

A Tabela 11 apresenta a comparação das variáveis explicativas para os idosos com Doença de Parkinson. Isto posto, foi possível demonstrar que houve associação significativa (valor-p = 0,024) entre o peso e a estado de saúde do idoso (hígido ou doente). Assim sendo, o peso médio foi maior nos idosos hígidos em relação aos neuropatas. Além disto, houve associação significativa (valor-p = 0,036) entre o IMC e a classificação do idoso, assim, o IMC médio entre os neuropatas foi menor comparando com o dos hígidos.

Tabela 11: Comparação das variáveis para os idosos com Doença de Parkinson

Variáveis	Categorias	Hígido		Neuropata		Valor-p
		N	%	N	%	
Sexo	0 = Masculino	39	50,6%	44	57,1%	0,518[1]
	1 = Feminino	38	49,3%	33	42,9%	
Peso	Média (E.P.)	69,4(1,3)		64,97 (1,6)		**0,024**[2]
Altura	Média (E.P.)	1,6(0,0)		1,57 (0,0)		0,775[2]
IMC	Média (E.P.)	27(0,5)		26 (0,5)		**0,036**[2]
Idade	Média (E.P.)	69(0,8)		70 (0,8)		0,209[2]
PImáx	Média (E.P.)	-76,5 (4,0)		-80,9 (4,8)		0,861[2]
PEmáx	Média (E.P.)	+95(4,4)		+84 (4,2)		0,150[2]

Legenda: IMC: Índice de Massa Corpórea, PImáx: Pressão Inspiratória Máximaem cmH_2O, PEmáx: Pressão Expiratória Máxima em cmH_2O, N: Amostra,[1]Teste Qui-Quadrado.[2]Teste de Mann-Whitney.

2.3.4 Estimativa das equações

A Tabela 12 expõe a análise descritiva dos valores de PImáx e PEmáx preditos pelas equações e os valores mensurados, demonstrando grande variação.

Tabela 12: Análise descritiva dos valores de FMR aferidos nos idosos e preditos pelas equações.

Equações		N	Mediana	D.P.	I.C. (95%)	Mínimo	Q1	Q2	Q3	Máximo
Aferidos	PImáx	201	-75,8	32,8	[-80,4; -71,4]	-200,0	-100,0	-75,0	-55,0	80,0
	PEmáx	201	+88,2	35,9	[83,5; 92,9]	+20,0	60,0	80,0	105,0	200,0
Neder	PImáx	201	-90,9	11,2	[-92,4;-89,4]	-107,3	-100,1	-94,5	-79,0	-66,8
	PEmáx	201	+95,9	16,7	[93,7;98,1]	+61,3	+76,6	+103,7	+109,4	+116,7
Costa	PImáx	201	-100,9	51,1	[-107,9;-93,6]	-157,9	-146,8	-134,4	-43,9	-33,3
	PEmáx	201	+84,9	13,2	[83,1;86,6]	+58,8	+73,8	+83,8	+96,4	+107,7
Sanchez E1	PImáx	201	-91,1	14,8	[-93,0;-89,2]	-146,2	-100,1	-90,1	-82,2	-58,9
	PEmáx	201	+88,0	13,9	[86,2;89,9]	+58,3	+77,1	+86,8	+98,9	+129,0
Sanchez E2	PImáx	201	-90,0	13,9	[-91,9;-88,1]	-127,4	-99,9	-88,6	-81,8	-54,4
	PEmáx	201	+87,2	13,3	[85,5;89,0]	+55,1	+76,6	+85,8	+97,3	+117,9

Legenda: IMC: PImáx: Pressão Inspiratória Máxima em cmH_2O, PEmáx: Pressão Expiratória Máximaem cmH_2O, N: Amostra, D.P.: Desvio Padrão, I.C.: Intervalo de Confiança, Q1: Primeiro quartil, Q2: Segundo quartil, Q3: Terceiro quartil.

A tabela 13 demonstra a comparação dos valores da PImáx e da PEmáx aferidos e preditos por cada equação. Houve diferença significativa (valores-p < 0,050) entre os valores aferidos da PImáx e os valores preditos por todas as equações (Neder, Costa, Sanchez E1 e Sanchez E2).

Para a PEmáx, apenas os valores preditos por Neder apresentaram diferença significativa (valor-p < 0,001) com os valores aferidos.

Tabela 13: Comparação entre os valores da FMR aferidos e os preditos pelas equações.

Equações = Aferido– Predito		N	Média	E.P.	1ºQ	2ºQ	3ºQ	Valor-p[1]
Neder	PImáx	201	15,1	2,1	-0,7	16,0	35,0	**<0,001**
	PEmáx	201	7,7	2,4	-29,1	-10,9	11,5	**<0,001**
Costa	PImáx	201	25,1	3,3	-15,6	30,6	63,1	**<0,001**
	PEmáx	201	3,4	2,3	-19,9	1,1	19,6	0,782
Sanchez E1	PImáx	201	15,3	2,4	-3,1	19,1	37,1	**<0,001**
	PEmáx	201	0,2	2,3	-22,4	-4,6	18,2	0,279
Sanchez E2	PImáx	201	14,2	2,4	-4,8	18,1	38,1	**<0,001**
	PEmáx	201	1,0	2,3	-23,1	-1,9	19,4	0,433

Legenda:[1]Teste de Wilcoxon.PImáx: Pressão Inspiratória Máxima em cmH_2O, PEmáx: Pressão Expiratória Máxima em cmH_2O, N: Amostra, E.P.: Erro Padrão, Q1: Primeiro quartil, Q2: Segundo quartil, Q3: Terceiro quartil.

2.3.5 Comparação das equações para prever a FMR dos idosos neuropatas.

A Tabela 14 exibe as informações de qualidade de ajuste relacionadas às equações preditivas para a PImáx e a PEmáx dos idosos neuropatas. Foi feito um ranking das equações considerando os critérios de que quanto maior o R^2, melhor o ajuste, e quanto mais próximo de 0 os valores de RMSE, MAD e MAPE, melhores predições os modelos fazem. Desta forma, a melhor equação para a PImáx foi a proposta por Neder e para a PEmáx a melhor equação foi a proposta por Sanchez E1.

Tabela 14: Medidas de qualidade de ajuste dos modelos para idosos neuropatas.

Equações		R^2	RMSE	MAD	MAPE	*Ranking*
PImáx	Neder	16%	33,6	25,5	0,3	1
	Sanchez E2	1,1%	37	29,1	0,4	2
	Sanchez E1	2,4%	37,0	29,4	0,4	3
	Costa	19,4%	53,2	44,4	0,6	4
PEmáx	Sanchez E1	18,6%	32,4	25,2	0,3	1
	Costa	17,6%	32,8	24,7	0,3	2
	Sanchez E2	16,9%	32,8	25,3	0,3	3
	Neder	12,9%	34,6	27,3	0,3	4

Legenda: PImax: Pressão Inspiratória Máxima; PEmax: Pressão Expiratória Máxima; R^2: Coeficiente de determinação; RMSE: *Root Mean Square error* (Raiz do Erro Quadrático Médio); MAD: *Mean Absolute derivation*(Desvio Médio Absoluto); MAPE: *Mean Absolute Percentage Error*(Erro Médio Absoluto Percentual); E1: Equação 1; E2: equação 2; %: Porcentagem.

2.3.5.1 Comparação das equações preditivas para a FMR dos idosos neuropatas pós AVCi e com Doença de Parkinson, separadamente.

A tabela 15 expõe as informações de qualidade de ajuste relacionadas às equações preditivas para a FMR dos idosos pós AVCi. É possível observar que na análise das equações que melhor se ajustam aos valores mesurados, a melhor equação para PImáx foi a de Neder e para a PEmáx a melhor equação foi a de Sanchez E2. O ranking está descrito na tabela.

Tabela 15: Medidas de qualidade de ajuste dos modelos – AVCi

Equações		**R^2**	**RMSE**	**MAD**	**MAPE**	***Ranking***
PImáx	Neder	23,8%	28,2	23,3	0,3	1
	Sanchez (E2)	18,1%	30,0	25,6	0,4	2
	Sanchez (E1)	20,2%	30,2	25,7	0,4	3
	Costa	17,8%	56,5	47,8	0,7	4
PEmáx	Sanchez (E2)	18,5%	33,1	24,5	0,287	1
	Costa	14,5%	33,6	24,4	0,286	2
	Sanchez (E1)	17,0%	33,2	25	0,292	3
	Neder	14,9%	34,8	27	0,316	4

Legenda: PImáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEmáx: Pressão Expiratória Máxima; R^2: Coeficiente de determinação; RMSE: *Root Mean Square error*(Raiz do Erro Quadrático Médio); MAD: *Mean Absolute derivation* (Desvio Médio Absoluto); MAPE: *Mean Absolute Percentage Error* (Erro Médio Absoluto Percentual); E1: Equação 1; E2: equação 2; %: Porcentagem.

A tabela 16 apresenta as informações de qualidade de ajuste relacionadas às equações preditivas para os idosos com Doença de Parkinson. É possível observar que tanto para a PImáx quanto para a PEmáx, a equação de Neder foi a que melhor se ajustou. O ranking está descrito na tabela.

Tabela 16: Medidas de qualidade de ajuste dos modelos – Doença de Parkinson

Equações		R^2	RMSE	MAD	MAPE	*Ranking*
PImáx	Neder	20,2%	34,2	25,1	0,314	1
	Sanchez E1	0,4%	39,9	31,2	0,391	2
	Sanchez E2	0,1%	39,9	30,8	0,385	2
	Costa	21,7%	51,5	42,7	0,534	4
PEmáx	Neder	26,1%	30,8	24,3	0,3	1
	Costa	19,6%	32,4	24,8	0,3	2
	Sanchez E1	19,7%	32,0	25,3	0,3	2
	Sanchez E2	16,8%	32,6	25,7	0,3	4

Legenda: PImáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEmáx: Pressão Expiratória Máxima; R^2: Coeficiente de determinação; RMSE: *Root Mean Square error* (Raiz do Erro Quadrático Médio); MAD: *Mean Absolute derivation* (Desvio Médio Absoluto); MAPE: *Mean Absolute Percentage Error*(Erro Médio Absoluto Percentual); E1: Equação 1; E2: equação 2; %: Porcentagem.

2.3.6 Comparação das equações segundo o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória da amostra geral dos idosos

A Tabela 17 exibe a análise descritiva do diagnóstico de fraqueza muscular respiratória dos idosos por cada uma das equações analisadas, demonstrando diferentes percentuais.

Tabela 17: Descrição do diagnóstico de fraqueza na amostra geral.

Equações	PImáx				PEmáx			
	Não fraqueza		Fraqueza		Não fraqueza		Fraqueza	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Neder	101	50,2%	100	49,7%	119	59,2%	82	40,8%
Costa	113	56,2%	88	43,8%	143	71,1%	58	28,9%
Sanchez E1	104	51,7%	97	48,3%	136	67,6%	65	32,3%

Sanchez E2	97	48,2%	104	51,7%	135	67,1%	66	32,8%

Legenda: PImáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEmáx: Pressão Inspiratória Máxima; E1: Equação 1; E2: Equação 2; %: Porcentagem.

Confirmando as análises do R², RMSE, MAD e MAPE, a Tabela 18 demostra o *ranking* das equações segundo as medidas preditivas dos modelos ajustados com base no diagnóstico de fraqueza analisado pelas equações dos autores Neder, Costa, Sanchez (E1) e Sanchez (E2).

Nota-se que, para a PImáx, a equação proposta por Neder demonstrou melhor capacidade preditiva ao se analisar as medidas: sensibilidade, especificidade, VPP, VPN, ACC na amostra geral. A área sob a curva ROC (AUC) foi de 0,971 (excelente), como pode ser observado na figura 2. Porém, observou-se que a sensibilidade da equação preditiva de Sanchez E1 foi de 91,8%, isto é, ela foi capaz de predizer corretamente 91,8% dos casos em que houve diagnóstico de fraqueza muscular inspiratória na amostra geral. A especificidade do modelo Costa foi de 94,7%, o que significa que esta equação foi capaz de predizer corretamente 94,7% dos casos em que não houve fraqueza muscular inspiratória na amostra geral.

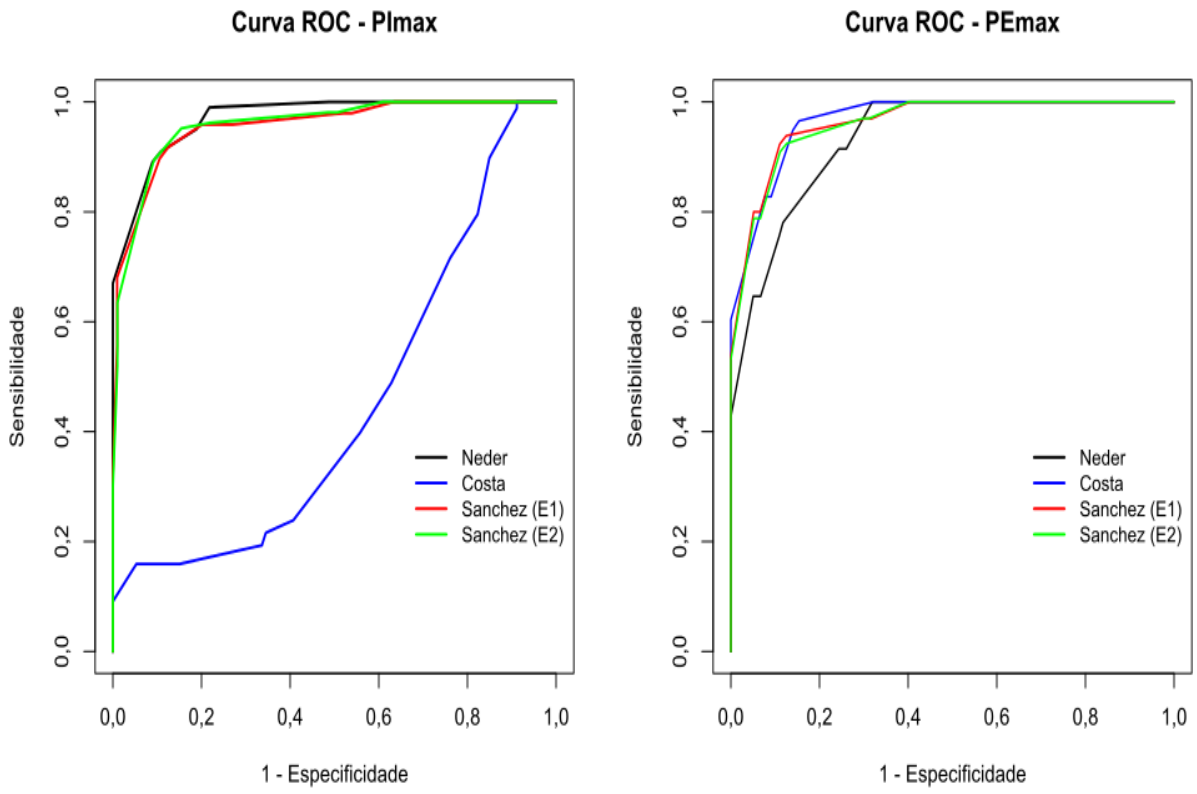
Para a PEmáx, confirmando as análises de R², RMSE, MAD e MAPE, a equação preditiva de Sanchez E1 demonstrou melhor capacidade preditiva ao se analisar todas as medidas: sensibilidade, especificidade, VPP, VPN, ACC e AUC na amostra geral. Porém, a equação preditiva de Neder apresentou sensibilidade de 100%, isto é, foi capaz de predizer todos os casos em que houve diagnóstico de fraqueza da musculatura expiratória da amostra geral. Quanto à especificidade, a equação Sanchez E1 apresentou 87,5%, ou seja, esse modelo foi capaz de predizer 87,5% dos casos em que não houve fraqueza muscular expiratória, permanecendo como a melhor, apesar da área sob a curva ROC (AUC) do modelo de Costa ter sido maior (0,967).

Tabela 18: Medidas preditivas dos modelos

Equações		Sem	Esp	VPP	VPN	ACC	AUC	*Ranking*
PImáx	Neder	0,910	0,891	0,892	0,909	0,900	0,971	1
	Sanchez (E2)	0,894	0,907	0,912	0,889	0,900	0,958	2
	Sanchez (E1)	0,918	0,875	0,873	0,919	0,896	0,956	3
	Costa	0,159	0,947	0,700	0,591	0,602	0,446	4
PEmáx	Sanchez (E1)	0,938	0,875	0,782	0,967	0,896	0,963	1
	Costa	0,966	0,846	0,718	0,984	0,881	0,967	2
	Sanchez (E2)	0,924	0,874	0,782	0,959	0,891	0,960	2
	Neder	1,000	0,681	0,683	1,000	0,811	0,933	4

Legenda: Sen: Sensibilidade; Esp: Especificidade; VPP: Valor Preditivo Positivo; VPN: Valor Preditivo Negativo; ACC: Acurácia; AUC: Área sob a curva ROC.

Figura 2: Curva ROC PImáx e PEmáx para a amostra geral.



A tabela 19 demonstra as medidas preditivas dos modelos ajustados para os idosos pós AVCi com base no diagnóstico de fraqueza muscular respiratória analisado em cada equação: Neder, Costa, Sanchez (E1) e Sanchez (E2).

Nota-se que, para a PImáx, a sensibilidade do modelo de Neder foi 96,3%, isto é, esse modelo foi capaz de predizer corretamente 96,3% dos casos em que houve diagnóstico de fraqueza muscular inspiratória nos idosos pós AVCi. A especificidade do modelo de Sanchez (E2) foi 87,2%, o que significa que esse modelo foi capaz de predizer corretamente 87,2% dos casos em que não houve fraqueza muscular inspiratória nos idosos pós AVCi. A área sob a curva ROC (AUC) do modelo Sanchez (E2) foi de 0,948 (excelente). A equação proposta por Sanchez (E2) apresentou a melhor capacidade para predizer a fraqueza muscular inspiratória nos idosos pós AVCi.

Para a PEmáx, a sensibilidade do modelo de Costa foi 100,00%, isto é, esse modelo foi capaz de predizer corretamente todos os casos em que houve diagnóstico de fraqueza muscular expiratória nos idosos pós AVCi. A especificidade do modelo Sanchez (E2) foi 83,3%, ou seja, esse modelo foi capaz de predizer corretamente 83,3% dos casos em que não houve fraqueza muscular expiratória nos idosos pós AVCi. A área sob a curva ROC (AUC) do modelo de Sanchez (E2) foi de 0,957 (excelente). Assim, a equação proposta por Costa apresentou melhor capacidade para predizer a fraqueza muscular expiratória nos idosos pós AVCi.

Tabela 19: Medidas preditivas dos modelos - AVCi

Equações		**Sen**	**Esp**	**VPP**	**VPN**	**ACC**	**AUC**	**Ranking**
PImáx	Sanchez (E2)	0,889	0,872	0,828	0,919	0,879	0,948	1
	Neder	0,963	0,718	0,703	0,966	0,818	0,926	2
	Costa	0,680	0,659	0,548	0,771	0,667	0,659	3
PEmáx	Costa	1,000	0,800	0,700	1,000	0,864	0,957	1
	Sanchez (E2)	0,958	0,833	0,767	0,972	0,879	0,952	2
	Sanchez (E1)	0,917	0,810	0,733	0,944	0,848	0,928	3
	Neder	1,000	0,583	0,667	1,000	0,773	0,873	4

Legenda: Sen: Sensibilidade; Esp: Especificidade; VPP: Valor Preditivo Positivo; VPN: Valor Preditivo Negativo; ACC: Acurácia; AUC: Área sob a curva ROC. ***Não foi possível construir o modelo Sanchez (E1) para a PImáx, pois todos os idosos apresentaram diagnóstico de fraqueza.**

A Tabela 20 demonstra as medidas preditivas dos modelos ajustados para os idosos com Doença de Parkinson com base no diagnóstico de fraqueza analisado em cada equação: Neder, Costa, Sanchez (E1) e Sanchez (E2).

Nota-se que para a PImáx, a sensibilidade do modelo de Sanchez (E2) foi 94,80%, isto é, esse modelo foi capaz de predizer corretamente 94,80% dos casos em que houve diagnóstico de fraqueza muscular inspiratória nos idosos com Doença de Parkinson. A especificidade do modelo foi 100%, isto é, esse modelo foi capaz de predizer corretamente todos os casos em que não houve fraqueza muscular inspiratória nos idosos com Doença de Parkinson. A área sob a curva ROC (AUC) do modelo Neder foi de 0,987 (excelente). Assim, a equação proposta por

Neder apresentou a melhor capacidade para predizer a fraqueza muscular inspiratória nos idosos com Doença de Parkinson.

Para a PEmáx, a sensibilidade do modelo de Neder foi 98,1%, isto é, esse modelo foi capaz de predizer corretamente 98,1% dos casos em que houve diagnóstico de fraqueza muscular expiratória nos idosos com Doença de Parkinson. A especificidade do modelo Sanchez (E1) foi 91,5%, ou seja, esse modelo foi capaz de predizer corretamente 91,5% dos casos em que não houve fraqueza muscular expiratória nos idosos com Doença de Parkinson. A área sob a curva ROC (AUC) do modelo de Sanchez (E1) foi de 0,978 (excelente). Assim, a equação proposta por Sanchez (E1) apresentou melhor capacidade para predizer a fraqueza muscular expiratória nos idosos com Doença de Parkinson.

Tabela 20: Medidas preditivas dos modelos – Doença de Parkinson

	Equações	**Sem**	**Esp**	**VPP**	**VPN**	**ACC**	**AUC**	**Ranking**
PImáx	Neder	0,932	0,952	0,958	0,922	0,941	0,987	1
	Sanchez (E2)	0,948	0,897	0,924	0,929	0,926	0,963	2
	Sanchez (E1)	0,550	1,000	1,000	0,094	0,570	0,722	3
	Costa	0,222	0,944	0,778	0,581	0,607	0,484	4
PEmáx	Sanchez (E1)	0,951	0,915	0,830	0,977	0,926	0,978	1
	Costa	0,946	0,878	0,745	0,977	0,896	0,971	2
	Sanchez (E2)	0,905	0,903	0,809	0,955	0,904	0,964	3
	Neder	0,981	0,819	0,773	0,986	0,881	0,960	4

Legenda: Sen: Sensibilidade; Esp: Especificidade; VPP: Valor Preditivo Positivo; VPN: Valor Preditivo Negativo; ACC: Acurácia; AUC: Área sob a curva ROC.

As Figuras 3 e 4 descrevem graficamente as curvas ROC para a PImáx e a PEmáx no AVCi e na Doença de Parkinson, respectivamente. É importante salientar que a figura 3 não apresenta a equação de Sanchez E1 para a PImáx, pois neste caso todos os idosos foram diagnosticados com fraqueza muscular inspiratória, não havendo assim variabilidade na variável resposta da regressão logística.

Figura 3: Curva ROC para Plmáx e PEmáx – AVCi

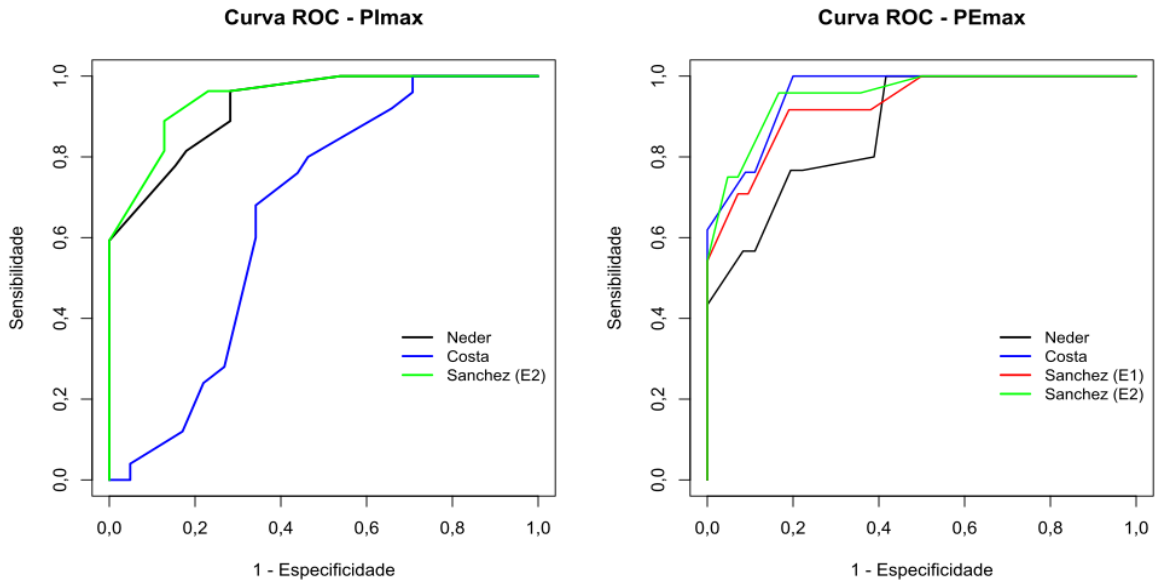
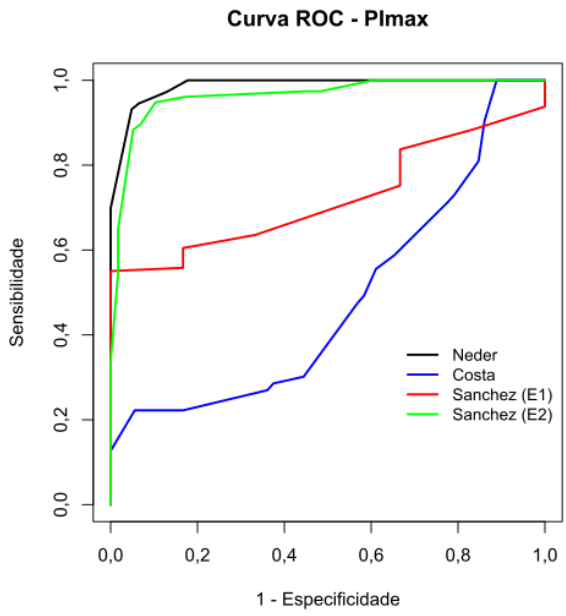
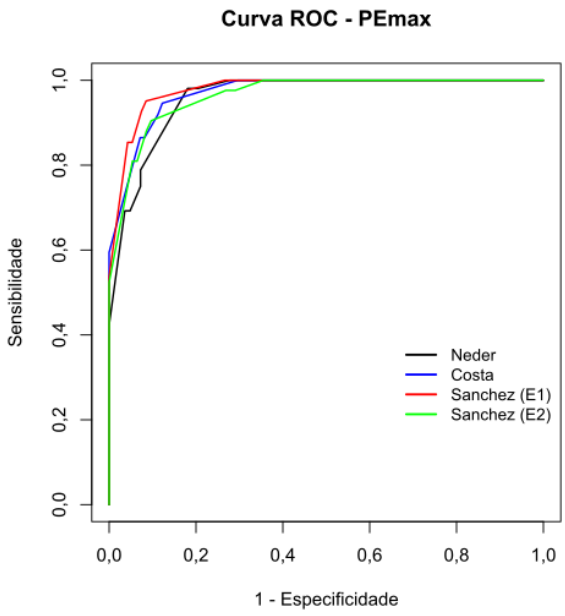


Figura 4: Curva ROC para a Plmáax e PEmáx – Doença de Parkinson





2.3.7 Associação entre as variáveis Peso e IMC e o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória na amostra geral

Houve correlação significativa positiva (valor-p < 0,050) do peso com as medidas PImáx e PEmáx, ou seja, quanto maior o peso do idoso, maior tende a ser as medidas de PImáx e PEmáx para os idosos com diagnóstico de fraqueza muscular pela equação de Neder e Costa.

Para os idosos diagnosticados com fraqueza muscular pelas Equações de Sanchez E1 e E2, houve correlação significativa positiva (valor-p < 0,050) do peso e do IMC (valor-p < 0,050) sobre as medidas PImáx e PEmáx, ou seja, quanto maior o peso e o IMC do idoso, maior tende a ser as medidas de PImáx e PEmáx, conforme demonstrado na tabela 21.

Tabela 21: Associação entre o diagnóstico de fraqueza e a as variáveis IMC e Peso

Medidas	**Neder**		**Costa**		**Sanchez E1**		**Sanchez E2**	
	IMC	**Peso**	**IMC**	**Peso**	**IMC**	**Peso**	**IMC**	**Peso**
PImax	-0,051 (0,473)	**0,211 (0,003)**	-0,046 (0,519)	**0,263 (<0,001)**	**0,797 (<0,001)**	**0,750 (<0,001)**	**0,695 (<0,001)**	**0,840 (<0,001)**
PEmax	-0,076 (0,287)	**0,191 (0,007)**	0,038 (0,589)	**0,306 (<0,001)**	**0,421 (<0,001)**	**0,618 (<0,001)**	**0,373 (<0,001)**	**0,692 (<0,001)**

Legenda: PImáx: Pressão Inspiratória Máxima; PEmáx: Pressão Inspiratória Máxima; r (valor-p); r = coeficiente de correlação de Pearson.

2.4 Discussão

Este estudo comparou o valor preditivo de 4 equações de referência com os valores da FMR: PImáx e PEmáx, mensurados em idosos neuropatas e seus controles pareados, demonstrando que nenhuma das equações analisadas foi capaz de prever os valores mensurados. Identificamos que a melhor equação para prever a PImáx dos idosos neuropatas foi a proposta por Neder e para a PEmáx a melhor equação foi a proposta por Sanchez E1. De nosso conhecimento, este trabalho é o primeiro a analisar a capacidade das equações brasileiras para prever a FMR de idosos neuropatas. Assim, respondemos a pergunta do estudo e fornecemos conhecimento novo.

A medida da FMR é importante para detectar possível fraqueza dos músculos respiratórios, além de quantificar e fornecer informações auxiliares sobre a gravidade de qualquer possível disfunção ventilatória. Os indivíduos neuropatas, por exemplo, são suscetíveis ao desenvolvimento de fraqueza muscular esquelética e respiratória[70], que pode levar a complicações ventilatórias, como pneumonia e insuficiência respiratória. Assim, a detecção da disfunção ventilatória no início do curso da doença é importante para prevenir complicações e gerenciar os cuidados respiratórios[67]. Disfunção ventilatória em neuropatas, especialmente nos idosos, pode causar a morte e é um importante fator relacionado a capacidade funcional e a qualidade de vida desses indivíduos[43,44,45,67,71].

A análise da PImáx pode prever a fraqueza do diafragma antes de uma mudança significativa nos valores espirometricos[21]. Assim, esta medida é de fundamental importância para o processo de desmame da ventilação mecânica e também para a prescrição e evolução das intervenções de reabilitação respiratória. A análise da PEmáx é capaz de predizer a capacidade de tosse e de limpeza das vias aéreas, antes mesmo da disfagia diagnosticada, ajudando a evitar, por exemplo, a pneumonia de aspiração[28,57]. Contudo, toda a análise dos valores mensurados da FMR ocorre a partir dos valores previstos, e os valores e as equações de referência demonstram forte variabilidade e diferenças regionais, que podem influenciar a interpretação dos valores mensurados[66].

Desde de 1985 os pesquisadores brasileiros analisam os valores de referência das equações preditivas para populações específicas, encontrando discrepância[13,14,68,69]. Assim, vários pesquisadores destacaram a importância de se obter valores preditivos para a FMR mais

ajustados a população que se deseja observar[11,30,46,57]. Em 1991, a ATS, em uma revisão, recomendou que os valores de referência fossem regionalizados para se ajustar a cada população[10]. Nossos resultados corroboram estas evidências, demonstrando não apenas variação dos valores de referência como também diferença na capacidade preditiva das equações quando utlizadas para prever a FMR dos idosos neuropatas estudados.

Para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória também existem proposições diferentes entre os autores[15,16,17,18,19,69]. Rodrigues *et al* (2016)[21] discutem que a eleição dos valores de referência para a PImáx e a PEmáx alteram, drasticamente, a prevalência de fraqueza, devendo ser bem escolhidas. Na prática clínica, contudo, costuma-se adotar valores menores que 80% do previsto pela equação de referência para o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória, sendo este o critério adotado no presente estudo.

A ERS/ATS (2002)[10] considera, de acordo com eles mesmos, de maneira arbitrária, que valores abaixo de 65% dos valores de referência ou menores que -80 cmH_2O para a PImáx indicariam disfunção da musculatura inspiratória. Contudo, a depender da equação de referência escolhida, os valores diferem e nem sempre mantem relação com a clínica do indivíduo. Nossos resultados da PImáx, por exemplo, coletados em idosos funcionais e sem queixas ventilatórias, tanto na amostra geral quanto nos neuropatas, foram inferiores a -80 cmH_2O, o que caracterizaria toda a amostra com fraqueza muscular inspiratória, mesmo se tratando de idosos funcionais e sem queixas ou sinais de disfunção ventilatória. A ATS discute que este parâmetro deve ser melhor estudado e compreendido.

Existem algumas características de performance dos testes diagnósticos ou preditivos com resultados numéricos, sendo os principais: sensibilidade, especificidade, valor preditivo (positivo e negativo), acurácia e área sob a curva ROC[63,64,72,73].

De maneira geral, a sensibilidade é a probabilidade do resultado positivo nos doentes (verdadeiro positivo). A especificidade é a probabilidade de resultado negativo nos não doentes (verdadeiro negativo)[62,63,64,72,73]. O VPP é a probabilidade da presença da doença quando o teste é positivo. O VPN é a probabilidade da ausência de doença quando o teste é negativo. A acurácia é a probabilidade do teste fornecer resultados corretos, ou seja, ser positivo nos doentes e negativo nos não doentes[62,63,64,72,73]. Expresso de outra forma, é a probabilidade dos verdadeiros positivos e verdadeiros negativos como uma proporção de todos os resultados.

A curva ROC define as características operacionais de um teste com valores numéricos contínuos. Ela é traçada colocando-se no eixo das abscissas (x) as probabilidades de ocorrência de resultados falso-positivos, que também pode ser expresso como especificidade, e no eixo das ordenadas (y) as probabilidades de ocorrência de resultados verdadeiro-positivos, que

também podem ser expressos como a sensibilidade do teste para aquele valor. Neste tipo de representação, a área sob a curva define a probabilidade do teste em detectar os verdadeiro-positivos e os verdadeiro-negativos, ou seja, expressa a acurácia do teste. O ponto de maior acurácia do teste é aquele situado a maior distância da linha dos 45 graus.

Baseados nessa análise, nossos resultados demonstraram que, para a PImáx, as equações com maior probabilidade de identificar o resultado positivo nos neuropatas (sensibilidade), no caso a fraqueza muscular inspiratória, foi a de Neder e Sanchez E2 com valores bem aproximados, enquanto que para PEmax, as mais sensíveis foram Neder e Sanchez E1 . A equação com maior probabilidade de identificar o resultado negativo (especificidade), ou seja, sem fraqueza muscular respiratória, foram as equações de Sanchez E1e Neder para a PImáx e a equação de Sanchez E1 e E2 para PEmáx. Ao analisarmos a curva ROC (relacionando sensibilidade e especificidade) observamos que a equação de Neder e Sanchez E2 obtiveram as maiores áreas sob a curva para a PImáx com valores bem aproximados, enquanto as equações de Sanchez E1 e Costa apresentaram as maiores áeras sob a curva ROC para a PEmáx, também com valores aproximados. Ao se considerar todas as variáveis envolvidas na avaliação da capacidade preditiva, incluindo os valores de R^2, nossos resultados demonstraram para a PImáx a melhor equação se manteve a de Neder (mais sensível e com melhor R^2) e que para a PEmáx, a equação de Sanchez E1 foi considerada a melhor, apesar de menos sensível, apresentou maior especificidade e maior pontuação no *ranking* geral.

A idade e o sexo são os fatores que mais fortemente influenciam as PRMs e são as variáveis consagradas nas equações de referência mais utilizadas para a população brasileira[1,3,4,5,6,7,9,47,49,50-57,67]. Entretanto, ja foi demonstrado que outros fatores individuais biológicos como a altura e o peso, também podem contribuir[1,3,4,6,7,49,67]. Nossos resultados corroboraram estes achados, uma vez que o peso e o IMC influenciaram o estado de saúde dos idosos estudados, sendo o IMC menor nos idosos neuropatas. Observamos também correlação positiva do IMC com o diagnóstico de fraqueza muscular respiratória pela equações Sanchez E1 e E2, e correlação positiva do Peso em todas as equações, apesar de apenas as equações de Sanchez E1 e E2 considerarem estas variáveis em seus modelos. Assim, os idosos com maior peso e maior IMC apresentaram maior força muscular respiratória.

2.5 Limitação do estudo

Apesar da contribuição dos resultados do presente estudo, é preciso reconhecer certas limitações. Uma delas, refere-se a área regional restrita usada para obter a amostra, que poderia, de certa forma, explicar as diferenças encontradas na comparação com duas das equações (Neder e Costa), que incluíram amostras da região sudeste do Brasil como base para seus modelos. As duas outras equações, contudo, (Sanchez E1 e E2), utilizaram amostra da mesma região deste estudo. Um estudo multicêntrico, envolvendo uma grande população, poderia produzir resultados mais generalizáveis.

O outro ponto se refere ao diagnóstico de fraqueza muscular, que devido a grande variedade de pontos de corte propostos, sem correlação clínica, continua um campo aberto para futuras pesquisas. O ponto de corte escolhido para o diagnóstico da fraqueza muscular respiratória no presente estudo, pode ter interferido na análise da sensibilidade e da especificidade das equações, que descrevem a proporção do resultado positivo ou negativo em quem, sabidamente está, ou não, doente, no caso deste estudo, quem tem ou não fraqueza muscular respiratória. Por este motivo seria necessário outros estudos que pudessem analisar o poder das equações para prever a fraqueza muscular respiratória em idosos neuropatas, comprovadamente com fraqueza muscular respiratória por meio de exames considerados padrão-ouro ou em neuropatas que apresentassem correlação clínica com a fraqueza muscular respiratória estabelecida.

2.6 Implicações clínicas e contribuição desta pesquisa

Alguns indivíduos neuropatas, especialmente aqueles com doenças crônicas e idosos, evoluem com redução da capacidade funcional e insuficiência respiratória grave, sendo esta, na maioria das vezes, causa de frequentes hospitalizações, cuidados mais complexos e até mesmo óbito. Sendo assim, cada vez mais, torna-se relevante a monitorização multidimensional da saúde desses indivíduos. Evidências já demonstraram que monitorar a força muscular, incluindo a FMR, é imprescindível para a classificação do seu status funcional. Na prática, contudo, muitas vezes, a fraqueza da musculatura respiratória só é pensada quando a insuficiência respiratória grave já está instalada. Infelizmente, a fraqueza da musculatura respiratória está associada a um pior desfecho clínico.

A FMR, contudo, pode ser mensurada por um método simples e custo-efetivo, e caso ela esteja reduzida, pode ser recuperada com treinamento muscular realizado pela Fisioterapia respiratória. É possível que a quantidade de equações preditivas, a discrepância entre os valores de referência e os valores aferidos por algumas delas, ou mesmo o distanciamento entre a clínica

do paciente e o diagnóstico da situação da FMR, contribua para que ela não seja tão utilizada como deveria.

Assim, esperamos que ao identificar as equações que mais se ajustam a FMR de idosos neuropatas possamos contribuir com conhecimento novo para a interpretação mais precisa da situação dos músculos respiratórios a partir do valor mensurado e assim favorecer a tomada de decisão clínica. É possível que valores mais ajustados possam ajudar a restaurar a confiança na monitorização da FMR de idosos neuropatas, uma vez que pode alterar o curso do tratamento e influenciar o melhor prognóstico.

Desta maneira, a partir dos resultados do presente estudo, o examinador tem a possibilidade de escolher a equação mais adequada ao seu propósito. Se a intenção for identificar os idosos neuropatas com fraqueza muscular respiratória, o melhor teste é aquele com mais alta sensibilidade, porque terá mais impacto no valor preditivo positivo; assim, a equação de Neder deverá ser a escolhida. Um exemplo seria para iniciar o treino muscular respiratório ou para prever a morbidade ou até mesmo a mortalidade. Caso o mais importante seja identificar, com maior precisão, os idosos neuropatas que não apresentam fraqueza muscular respiratória, ou seja, afastar o diagnóstico de fraqueza da musculatura respiratória, como por exemplo para reforçar a decisão de prosseguir a extubação orotraqueal, a equação de Costa deverá ser utilizada para a PImáx e a equação de Sanchez E1 para a PEmáx.

Mais especificamente, se o examinador pretender estimar a PImáx em idosos pós AVCi sugerimos que ele utilize a equação de Neder e para a PEmáx a equação de Sanchez E2. Se o examinador pretender estimar a PImáx e a PEmáx em idosos com DP sugerimos a equação de Neder.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo foi possível concluir que o poder preditivo das 4 equações de referência para a FMR mensurada em idosos neuropatas e seus controles pareados, não foi o mesmo, com algumas equações mais ajustadas que as outras.

Nos idosos neuropatas, a equação de Neder foi a que mais se ajustou aos valores aferidos da PImáx, demonstrando melhor capacidade preditiva no ranking geral. Ela foi a mais ajustada tanto para os idosos pós AVCi quanto para os idosos com Doença de Parkinson.

Em relação a PEmáx nos idosos neuropatas, a equação de Sanchez E1 foi a que melhor se ajustou. Entretanto, nos idosos pós AVCi, a equação de Sanchez E2 se ajustou melhor para a PEmáx e nos idosos com Doença de Parkinson a equação de Neder demonstrou melhor ajuste.

REFERÊNCIAS

1. HARIK-KHAN, R. I.; WISE, R, A.; FOZARD, J. L. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. Determinants of maximal inspiratory pressure. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine,** v. 158, p. 1459-64, 1968.

2. SANCHEZ, F. F.; SILVA, C. D. A.; MACIEL, M. C. S. P. G.; MARQUES, J. R. D. M.; *et. al*. Predictive equations for respiratory muscle sstrength by anthropometric variables. **Clinical Respiratory Journal,** v. 12, p. 2292 – 2299, 2018.

3. JALAYONDEJA, W.; VERNER, O.; JARUNGJITAREE, S.; TSCHEIKUNA, J. Respiratory muscles strength explained by age and weight in female and male **Journal of Medical Association Thailand**, v.97, p. 16-20, supl. 7,2014.

4. PESSOA, I.M.B.S.; HOURI NETO, M.; MONTEMEZZO, D.; SILVA, L.A.M.; *et. al.* Predictive equations for respiratory muscles strength according to international and Brazilian guidelines. **Brazilian Journal of PhysioTherapy**, v.18, n. 5, p. 410–418, 2014.

5. PAZZIANOTTO-FORTI, E. M.; PEIXOTO-SOUZA, F. S.; PICONI-MENDES, C.; RASERA-JUNIOR, I.; *et. al.* Comportamento da força muscular respiratória de obesas mórbidas por diferentes equações preditivas. **Brazilian Journalof Physical Therapy**, v.16, n. 6, p. 479–86, 2012.

6. SIMÕES R. P.; DEUS, A. P.; AUAD, M. A.; DIONÍSIO, J.; *et. al*. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. **Revista Brasileira de Fisioterapia,** v. 14, n.1, p. 60-7, 2010.

7. RODRIGUES, F.; BÁRBARA, C. Pressões respiratórias máximas: proposta de um protocolo de procedimentos. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v.4, n. 4, p. 297-307, 2004.

8. BESSA, E. J. C.; LOPES, A. J.; RUFINO, R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. **Pulmão RJ**, v. 24, n. 1, p. 37 – 41, 2015.

9. PESSOA, I. M. B. S.; PARREIRA, V. F.; FREGONEZI, G. A. F.; SHEEL, W.; *et. al.* Reference values for maximal inspiratory pressure: A systematic review. **Canadian Respiratory Journal,** v. 21, n. 1, p.46 – 50, 2014.

10. EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY *et al*. ATS/ERS Statement on respiratory muscletesting**. American journal of respiratory and critical care medicine,** v. 166, n. 4, p. 518-624, 2002.

11. SCHOSER, B.; FONG, E.; GEBERHIWOT, T.; HUGHES, D.; *et. al*. Maximum inspiratory pressure as a clinically mean in full trial end point for neuromuscular diseases: a comprehensive review of the literature. **Orphanet Journal of Rare Diseases**, v. 12, n. 1, p. 52-52, 2017.

12. STEIER, J.; KAUL, S.; SEYMOUR, J.; JOLLEY, C.; *et. al.* The value of multiple tests of respiratory muscle strength. **Thorax**, v. 62, n. 11, p. 975-80, 2007.

13.NEDER, J. A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M. C.; NERY, L. E. Reference values for lung 18 function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 32, n. 6, p. 719 – 27, 1999.

14.COSTA, D.; GONÇALVES, H.A.; LIMA, L.P.; IKE, D.; *et. al*. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 36, n. 3, p. 306 – 12, 2010.

15.HAUTMANN, H.; HEFELE, S.; SCHOTTEN, K.; HUBER, R. M. Maximal inspiratory mouth pressures (PIMAX) in healthy subjects: what is the lower limitof normal? **Respiratory Medicine**,v. 94, n. 7, p. 689-693, 2000.

16.SACHS, M. C.; ENRIGHT, P. L.; STUKOVSKY, K. H.; JIANG, R. *et. al.* Performance of maximum inspiratory pressure tests and maximum inspiratory pressure reference equations for 4race/ethnic groups. **Respiratory Care,** v. 54, n. 10, p.1321–1328,2009.

17. PETRINI, M. F.; HAYNES, D. In search of maximum inspiratory and expiratory pressure reference equations. **Respiratory Care**, v. 54, n. 10, p. 1304–1305,2009.

18. SCLAUSER, P. I. M. B.; FRANCO, P. V.; FREGONEZI, G. A. F.; SHEEL, A. W; *et. al.* Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. **Canadian Respiratory Journal**, v. 21, n. 1, p.43–50,2014.

19.EVANS, J. A.; WHITELAW, W. A.; The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. **Respiratory Care,** v. 54, n. 10, p. 1348–1359,2009.

20.POLKEY, M. I.; GREEN, M.; MOXHAM, J. Measurement of respiratory muscles strength. **Thorax**, v. 50, n. 11, p. 1131-1135, 1995.

21. RODRIGUES, A.; SILVA, M. L.; BERTON, D. C.; CIPRIANO, G. JR.; e*t. al.* Maximal Inspiratory Pressure: Does the Choice of Reference Values Actually Matter? **Chest,** v. 152, n. 1, p 32-39, 2017.

22. GONCALVES, R. L.; BARBOSA NETO, J. C.; SILVA, C. D. A.; LEON, E. B.; e*t. al.* Respiratory Function and the Influence of Inspiratory Muscle in Vital Capacity in Parkinson's Disease.**Jounal of Novel Physiotherapies,** v. 6, n. 6, p.1-3, 2016.

23. WANG, M.; SAASOUH, W.; BOTSFORD, T.; KEEBLER, A.; *et. al.*Postoperative Stridor and Acute Respiratory Failure After Parkinson Disease Deep Brain Stimulator Placement: Case Report and Review of Literature. **World Neurosurg**, v. 111, n. 1, p. 22–5, 2018.

24. TORSNEY, K. M.; FORSYTH, D. Respiratory dysfunction in Parkinson's disease.**The Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh**, v. 47, n. 1, p. 35–9,2017.

25. POLLOCK, R. D.; RAFFERTY, G. F.; MOXHAM, J.; KALRA, L. Respiratory muscle strength and training in stroke and neurology: a systematic review. **International Journal of Stroke**, v. 8, n. 2, p. 124-30, 2012.

26. WARD, K.; SEYMOUR, J.; STEIER, J.; JOLLEY, C. J.; *et al*. Acute is chaemic hemispheric stroke is associated with impairment of reflex in addition to voluntary cough. **The European Respiratory Journal**, v. 36, n. 6, p. 1383-90, 2010.

27.ELTRINGHAM, S. A.; KILNER, K.; GEE, M.; SAGE, K.; *et al*. Impact of Dysphagia Assessment and Management on Risk of Stroke-Associated Pneumonia: A Systematic Review. **Cerebrovascular Diseases,** v.46, p. 97–105, 2018.

28.GROSS, R. D.; ATWOOD JR, C. W.; ROSS, S. B.; EICHHORN, K. A.; *et al*. The coordination of breath in gands wallowing in Parkinson'sdisease. **Dysphagia**, v. 23, n. 2, p. 136-45, 2008.

29.TEIXEIRA-SALMELA, L. F.; PARREIRA, V. F.; BRITTO, R. R.; BRANT, T. C.; *et al*. Respiratory pressures and thoraco abdominal motion in community-dwelling chronic stroke survivors. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 86, n. 10, p. 1974-8, 2005.

30.O'CALLAGHAN, A.; WALKER, R. A review of pulmonar function in Parkinson's disease. **Journal of Parkinson is mand Restless Legs Syndrome**, v. 8, p. 13-23, 2018.

31. KHIRANI, S.; RAMIREZ, A.; AUBERTIN, G.; BOULÉ, M.; *et. al.* Respiratory muscle decline in Duchenne muscular dystrophy. **Pediatric Pulmonology,** v. 49, n. 5, p. 473-81, 2014.

32. GOSWAMI, R.; GULERIA, R.; GUPTA, N.; MARWAHA, R.K.; *et. al.* Prevalence of diaphragmatic muscle weakness and dispnea in Graves' disease and their revesibility with carbimazoletherapy. **European jornal of Endocrinology**. v. 147, n. 3, p. 299-303, 2012.

33. BLACK, L. F.; HYATT, R. E. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **American Review of Respiratory Disease**. v. 99, n. 5, p. 696-702, 1969.

34. RINGQVIST, T. The ventilatory capacity in healthy subjects. Ananalys is of causal factors with special reference to the respiratory forces. **Scandinavian Journal of Clinical and Laboraory Investigation,** v. 88, p. 5 – 179, 1966.

35. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar 2002. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**.v. 28, p. 155 – 65, supl. 3, 2002.

36. STEIER, J.; KAUL, S.; SEYMOUR, J.; JOLLEY, C.; *et. al.* The value of multiple tests of respiratory muscles strength. **Thorax**. v.62, n.11, p.975-980, 2007.

37.PESSOA, I.M.B.S. **Valores de referência para a força muscular respiratória: metodologia recomendada por diretrizes internacional e brasileira**. 2013 f. Tese (Doutorado em escola de educação física, fisioterapia e terapia ocupacional) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

38. PARSHALL, M.B.;SCHWARTZSTEIN, R.M.; ADAMS, L.; BANZETT, R.B.;*et. al*. An oficial American Thoracic Society statement: uptade on the mechanisms, assessment, and management of dyspnea. **American jornal of respiratory and critical care medicine,** v.185, n.4, p. 435-52, 2012.

39.AKUTHOTA, V.; FERREIRO, A.; MOORE, T.; FREDERICSON, M. Core stability exercise principles. **Current Sports Medicine Reports,**v. 7, n. 1, p. 39-44, 2008.

40.NEUMANN, D. **Kinesiology of the Musculoskeletal System.** 2. ed. Estados Unidos da América: Elsevier, 2010.

41. KYEONGBONG, L.; JI-EUN, C.; DAL-YEON, H.; WANHEE, L. Decreased Respiratory Muscle FunctionIs Associated with Impaired Trunk Balance among Chronic Stroke Patients: A Cross-sectional Study. **The TohokuJournal of Experimental Medicine**, v. 245, n. 2, p. 79-88, 2018.

42. SIAFAKAS, N. M.; MITROUSKA, I.; BOUROS, D.; GEORGOPOULOS, D. Surgery and the respiratory muscles. **Thorax,** v. 54, p.458-465, 1999.

43.ANNONI, J.M.; ACKERMANN, D.; KESSELRING, J. Respiratory function in chronic hemiplegia. **International Disability Studies**, v. 12, n. 2, p. 78-80, 1990.

44. LUVIZUTTO, G. J.; DOS SANTOS, M. R. L.; SARTOR, L. C. A.; DA SILVA RODRIGUES, J. C.; *et. al*. Evaluation of Respiratory Muscle Strength in the Acute Phase of Stroke: The Role of Aging and Anthropometric Variables. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**, v. 26, n. 10, p.2300-2305, 2017.

45. GONÇALVES, R.; NETO, J.; CORTÊZ, P.; SILVA, C.;*et.al.* The pulmonar function and respiratory muscles strengtht test so feld erly people with Parkinson's disease: A two-year observational study. ***Moviment and Disorders Socieity.*** *v. 32, suppl 2,* 2018.

46. PEREIRA, N. H.; FERNANDES, P. M.; DOS SANTOS, R. N. L. C.; CARVALHO, C.P. G. P.;*et al.* Comparação dos valores obtidos e previstos das pressões respiratórias máximas em adultos jovens. **Ciência Cuidado e Saúde**. v.14, n. 1, p. 955-961, 2015.

47. SILVA, C. D.A.; SANCHEZ, F.F.; MACIEL, M. C.S. P.; FIGUEIRA, M.A.;et.al. Comparative study of maximum respiratory pressure in adults from amazonas by diferente predictive equations. **Manual Therapy Posturology & Rehabilitation Journal**.v. 14, n. 441, 2016.

48. SGARIBOLDI, D.; PAZZIANOTTO-FORTI, E. M. Predictive Equations for Maximum Respiratory Pressures of Women According to Body Mass. **Respiratory Care Paper in Press,** v. 12, n. 4, p. 468-474, 2016.

49.WINDISCH, W.; HENNINGS, E.; SORICHTER, S.; HAMM, H.;*et al.* Peak or plateau maximal inspiratory mouth pressure: which is best? **European Respiratory Journal,** v.23, n.5, p. 708-13, 2004.

50. GOPALAKRISHNA, A.; VAISHALI, K.; PREM, V.; AARON, P. Normative values for maximal respiratory pressures in an Indian Mangalore population: A cross-sectional pilot study. **Lung India,** v. 28, n. 4, p.247-52, 2011.

51.CASSIMIRO, A.N.; CARVALHO, A. J. M.; PEREIRA, D. M. M.; DE LIMA, D. A. F.; *et. al*. Disfunções respiratórias em pacientes de pós-operatório de cirurgia bariátrica: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**. v.11, n.66, p.437-444, 2017.

52. MARCELINO, L. F.; PATRÍCIO, Z. M. A. complexidade da obesidade e o processo de viver após a cirurgia bariátrica: uma questão de saúde coletiva. **Ciência e saúde coletiva**. v.16, n.12, p.4767-4776, 2011.

53.TEIXEIRA, C. A.; SANTOS, J. E.; SILVA, G. A.; DE SOUZA, E. S. T.; *et. al.* Prevalência de dispneia e possíveis mecanismos fisiopatológicos envolvidos em indivíduos com obesidade graus 2 e 3.**Jornal Brasileiro de Pneumologia,** v. 33, n.1, p. 28-35, 2007.

54.NOVAIS, P. F. S.; RASERA JÚNIOR, I.; LEITE, C. V. S.; DE OLIVEIRA, M. R. M. Evolução e classificação do peso corporal em relação aos resultados da cirurgia bariátrica – derivação gástrica em Y de Roux.**Arquivo Brasileiro de Endocrinologia Metabolismo**. v. 54, n. 3, p. 303-310, 2010.

55.COSTA, T. R.; LIMA, T. P.; GONTIJO, P. L.; DE CARVALHO, H. A.;*et. al*. Correlation of respiratory muscle strength with anthropometric variables of eutrophic and obese women. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v.56, n.4, p. 403–8, 2010.

56.SOARES, K. K. D.; GOMES, É. L. F. D.; BEANI JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, L. V. F.; *et. al*. Avaliação do desempenho físico e funcional respiratório em obesos. **Fisioterapia em Movimento**. v.24, n. 4, p.697-704, 2011.

57.MENEZES, K. K. P.; NASCIMENTO, L. R.; POLESE, J. C.; LUÍSA ADAB, LUCI FUSCALDI TEIXEIRA-SALMELA, L. A. L. F. Efeito da musculação respiratória de alta intensidade em casa sobre a força dos músculos respiratórios após o AVC: um protocolo para um estudo randomizado controlado. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 21, n. 5, p. 372-377, 2017.

58.BRITO, R. R.; REZENDE, N. R.; MARINHO, K. C.; TORRES, J. L.; *et. al.* Inspiratory Muscular Training in Chronic Stroke Survivors: A Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 92, n. 2, p. 184-90, 2011.

59.FARRERO, E.; ANTÓN, A.; EGEA, C. J.; ALMARAZD, M. J.; *et. al.* Guidelines for the Management of Respiratory Complications in Patients With Neuromuscular Disease. **Archivos de Bronconeumologia,** v. 49, n. 7, p. 306–313, 2013.

60.HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism onset, progression, and mortality. **Neurology**, v. 17, n. 5, p. 427-427, 1967.

61.SCHENKMAN, M. L.; CLARK, K.; XIE, T.; KUCHIBHATLA, M.; *et al.* Spinal movement and performance of a standing reach task in participants with and without Parkinson disease**.** **Physical therapy**, v. 81, n. 8, p. 1400-1411, 2001.

62.SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. Ananalysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591-611, 1965.

63.AGRESTI, A.; KATERI, M. **Categorical Data Analysis**. Gainesville, Florida: John Wiley, 2011.

64.HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A. **Nonparametric Statistical Methods**. 2 ed. New York: John Wiley & Sons, 1999.

65.AGRESTI, A. **Categorical analysis**. 2 ed. New York: John Wiley, 2002. p. 1-701.

66.SCHIVINSKI, C. I. S.; GONÇALVES, R. M.; CASTILHO, T. Reference values for respiratory muscle strength in Brazilian children: a review. **Journal of Human Grow thand Development,**v.26, n.3, p. 374-379, 2016.

67.PARK, K. H.; KIM, R. B.; YANG, J.; OH, J. H.; *et. al.* Reference Range of Respiratory Muscle Strength and Its Clinical Application in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Single-Center Study. **Journal of Clinical Neurology**, v. 12, n. 3, p. 361-367, 2016.

68.CAMELO, J. S.; TERRA FILHO, J.; MANÇO, J. C. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v.11, n. 4, p. 181-4. 1985.

69. PARREIRA, V. F.; FRANÇA, D. C.; ZAMPA, C. C.; FONSECA, M. M.; *et. al.* Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 5, p. 361-8, 2007.

70.RAMOS, S. M.; SILVA, D. M.; BUCHAIM, D. V.; BUCHAIM, R. L.; *et. al.* Evaluation of Respiratory Muscular Strength Compared to Predicted Values in Patients with Stroke. **International Journal of Environmental Research and Public Health,**v 17, n. 3, 2020.

71.PINHEIRO, M. B.; POLESE, J. C.; FARIA, C; D. C. M.; MACHADO, G. C.; *et. al.* Inspiratory muscular weakness is most evident in chronic stroke survivors with lower walk in speeds. **European journal of physical and rehabilitation medicine**, v. 50, n. 3, p. 301-7, 2014.

72.EFROYMSON, M. A. Multiple regression analysis. In: **Mathematical methods for digital computers**. New York: John Wiley, 1960, p. 191–203.

73.NAGELKERKE, N. J. D. A note on a general definition of the coeficiente of determination. **Biometrika**, v. 78, n. 3, p. 691-692, 1991.

ANEXO A–Artigo de equações preditivas publicado por nosso grupo de pesquisa.

Received: 21 November 2017 | Revised: 19 March 2018 | Accepted: 22 April 2018
DOI: 10.1111/crj.12908

ORIGINAL ARTICLE

WILEY

Predictive equations for respiratory muscle strength by anthropometric variables

Fernanda Figueiroa Sanchez | Cássio Daniel Araújo da Silva | Maria Clara de Souza Pereira Gama Maciel | Jamilly Rebouças Demósthenes Marques | Elisa Brosina de Leon | Roberta Lins Gonçalves

Federal University of Amazonas, UFAM, General Rodrigo Octavio Jordão Ramos Av., 1200—Coroado I, Manaus, AM 69067-005, Brazil

Correspondence
Cássio Daniel Araújo da Silva, Rua Marechal Francisco de Moura, 161 (Apto 302), Botafogo, Rio de Janeiro, RJ 22260-140, Brazil
Email: cd.danielsilva@gmail.com

Funding Information
Foundation for Research Support of the State of Amazonas—FAPEAM; Bariatric Surgery Program of the Getúlio Vargas University Hospital—HUGV; Adriano Jorge Hospital Foundation—FHAJ

Abstract

Introduction: Recent studies have pointed out divergences in the predictive quality of reference equations for respiratory muscle strength, alerting the need to introduce into these equation-specific variables for certain target populations.

Objectives: This study proposes predictive equations of respiratory muscle strength by the variables such as body weight and body mass index (BMI = weight/height^2).

Materials and methods: This is a cross-sectional study, and the evaluation was made by the test of maximum static respiratory pressures (MIP and MEP) according to standard protocol of the Brazilian Society of Pneumology and Tisiology. For data analysis, the following three models of linear regression were adjusted: age, age/weight, age/BMI. The software used in the analysis was the R version 3.2.1.

Results: Of the 353 subjects evaluated (229 women and 124 men), 109 subjects were normal weight, 101 subjects were overweight and 143 subjects were obese. The BMI average of the individuals was 31.42 ± 10.26 kg/m^2 and age 46.26 ± 16.47 years. The two statistical models that considered the variables weight and BMI had the R^2 value of 29.86% for MEP and 21.77% for MIP when the weight was the predictive variable and 21.33% for MIP and 28.38% for MEP when the variable was BMI.

Conclusion: It was found with the adjusted models that there was a considerable gain in the predictive quality of the models for MEP and MIP adding weight or BMI, without significant difference between both.

KEYWORDS
body mass index, body weight, obesity, reference values, respiratory muscles

1 | INTRODUCTION

Respiratory muscle strength is measured evaluating the maximum static respiratory pressure that is generated in the mouth with a manometer/manovacuometer graduated in cmH2O after full inhalation and exhalation, featuring, respectively, the maximum inspiratory pressure (MIP) and maximal expiratory pressure (MEP),[1–3] which indicate the strength of the inspiratory and expiratory muscle groups. It is simple, safe and noninvasive widely used in clinical practice but subject to the imprecision of the evaluations for being a volitional test, and so the diagnosis can be wrong.[4–6]

After pioneering the study by Black and Hyatt (1969), the first major impact on reference values,[1] facing methodological differences, some discussions were raised about the variability and usefulness of Maximal Respiratory Pressures tests (MRP), which implied the absence of consensus, and therefore devaluation of in the technique.[6,7] Nowadays, the

search for standardized protocols, and especially reproducible and applicable values have guided research in this area.[6,8] There is a consensus that many individual factors can interfere with MRP, such as sex, age, height, weight, muscle work capacity and physical fitness, lung volume that were made the measures and the corresponding value of elastic recoil pressure of the respiratory system, smoking, level of education and the individual's own motivation[6–8,9–11]; however, the influence of certain individual factors, such as height and weight, is still controversial.[12–16] In most studies, sex and age are observed as the two variables that most commonly used as predictors of maximal respiratory pressures.[1–3,15–17]

Currently, the literature offers a wide range of studies that proposed values and reference equations in different countries and populations.[2,17,18] However, there is considerable disagreement between the average values observed in the studies,[14] which according to Rodrigues and Bárbara, can be explained by simple methodological factor and varied population samples used by the authors in the measurement and analysis of MRP.[18] Most Brazilian studies on the subject were conducted with samples from the region of São Paulo,[2,15,19,20] some even not including all methodological recommendations suggested by the American Thoracic Society/European Respiratory Society (ATS/ERS).[3,6,14] Pesson et al[6] suggest that future studies should investigate a large number of heterogeneous factors, such as ethnicity, smoking history, physical activity and body stature parameters [ie, body mass index (BMI), height and weight]. That said, this cross-sectional study aims to propose reference equations to respiratory muscle strength using the variables weight and BMI, so that they can be applicable and reproducible to a large scope population.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 | Trial design and sample

This is a cross-sectional study approved by the Ethics Committee of the Federal University of Amazonas—UFAM (CAAE: 45586815.0.0000.5020). The study enrolled 353 individuals (124 men and 229 women) selected by nonprobabilistic convenience sampling, evaluated at the Faculty of Physical Education and Physiotherapy from Federal University of Amazonas, whose target population was composed of students, teachers, servers and users in general, as long as within the selection criteria. In order to capture patients with obesity (BMI = >30 kg/m^2) was chosen also for recruitment in the Bariatric Surgery Program of Getúlio Vargas University Hospital (Manaus, region Amazon, Brazil) and Adriano Jorge Hospital (Manaus, region Amazon). All participants were instructed about the study procedures and signed the Free Consent Term, according to Resolution no 466/2012 of the National Health Council. Individuals were included in the study as presented the eligibility criteria, namely to present clinical situation with no history of recent comorbidities and adequate physical and cognitive ability to perform the test. Exclusion criteria covered smokers, those with a history of respiratory or cardiovascular disease, as well as individuals with any neuromuscular disease that impeded the tests.

For the exclusion of participants with respiratory or neuromuscular diseases that could alter respiratory muscle strength, during the anamnesis during the anamnesis, an evaluation record was filled out, with questions about smoking, presence of respiratory and cardiovascular dysfunction, family history and medications in use. Then, the anthropometric measurements were collected and the subjects were sent to evaluation. BMI was calculated using the formula BMI = weight (kg)/height^2 (m^2) and categorized considering the ranges of 18.4–24.9 kg/m^2 for eutrophic, 25.0–29.9 kg/m^2 for overweight, 30–34.9 kg/m^2 for the diagnosis of obesity stage I, 35–39.9 kg/m^2 for obesity stage II and ≥40 kg/m^2 for stage III obesity, also called morbid obesity.

The option to include this population in the study was based on the observation of previous studies in which it was verified that the individuals with obesity have normal respiratory muscle strength in comparison with eutrophic individuals. In addition, we believe that predictive equations may have greater power of population coverage as we include individuals in different ranges of BMI, since through the statistical analysis it is possible to establish the individual influence of these variables on respiratory pressures.

2.2 | Maximum respiratory pressures' measurement

The respiratory muscle strength test was conducted following the guidelines for pulmonary function tests, recommended by the Brazilian Society of Pneumology and Tisiology.[21] The measurement of maximal respiratory pressures was performed by an analogical manometer Wika, calibrated and graduated to ±300 cmH$_2$O. The subjects were instructed to remain seated with their feet propped up and using a nose clip, preventing air escape. The maximum inspiratory pressure (MIP) was measured from the residual volume and maximal expiratory pressure (MEP) was measured from the total lung capacity. The position reached at the end of the maximum effort has been maintained for at least one second to characterize the plateau pressure and was also observed if at least two maneuvers did not have their values different from each other and no more than 10% of the highest value. At the end of the four maneuvers with 1 minute pause between each were considered as the MIP and MEP the highest value obtained.

2.3 | Statistical analysis

For analysis of the database, the following three linear regression models[22] were adjusted to predict muscle strength: the first

TABLE 1 Absolute and relative frequency of variables

Variables	N	%
Sex		
Female	229	64.9%
Male	124	35.1%
Age (years)		
Average, SD	46.26	16.47
18–29	72	20.4%
30–39	55	15.6%
Age groups (years)		
40–49	74	21.0%
50–59	66	18.7%
60–69	53	15.0%
70–89	33	9.3%
Height (m)		
Average, SD	1.61	0.10
Weight (kg)		
Average, SD	81.90	29.87
BMI (kg/m^2)		
Average, SD	31.42	10.26
BMI categories		
Normal	109	30.9%
Overweight	101	28.6%
Obesity stage I	53	15.0%
Obesity stage II	26	7.4%
Obesity stage III	64	18.1%
MIP (cmH$_2$O)		
Average, SD	−123.05	71.58
MEP (cmH$_2$O)		
Average, SD	102.10	42.79

Abbreviations: MEP, maximal inspiratory pressure; MIP, maximal expiratory pressure.

considering as a predictor only age, the second considering age and weight and the third considering age and BMI. Both models considered appropriate interactions with sex. To compare the models, we used the coefficient of determination (R^2), the residual standard error (RSE), the mean absolute deviation (MAD) and the mean percentage of absolute error (MAPE).[23,24] The software used in the analysis was the R version 3.2.1.

3 | RESULTS

Table 1 shows the absolute and relative frequency of variables BMI categories, sex, age and also the mean and standard deviation of age, weight, height, BMI, MIP and MEP.

Table 2 shows the following three regression models to predict muscle strength: the first considering as a predictor only age, the second considering age and BMI and the third considering age and weight. All models considered appropriate interactions with Sex. We can observe the negative effect of the variables such as weight and BMI on the MIP of both sexes and the positive effect of both sexes on MEP also, with significant P values.

To compare the adjustment of models 1 (age), 2 (age and BMI) and 3 (age and weight), the MAD indicators were used (mean absolute deviation) and MAPE (mean percentage of absolute error), plus the indicators commonly used in the regressions, as R^2 and RSE (residual standard error). Smaller values for RSE, MAD and MAPE tend to be best fitting the model and the higher R^2 value is the higher proportion of the variation of the dependent variable explained by the independent variable or predictive model. The models with the best statistical accuracy were age + BMI and age + weight, according to Table 3.

The age + weight model is represented graphically in Figure 1.:

The predictive equations are proposed in this study:

- Model 2: age and BMI:
  - E (MEP | sex = male) = 98.36 – 0.672 × age + 1.759 × BMI;
  - E (MEP | sex = female) = 91.58 – 0.556 × age + 0.798 × BMI;
  - E (MIP | sex = male) = –108.16 + 1.307 × age – 2.904 × BMI;
  - E (MIP | sex = female) = –94.75 + 0.816 × age – 1.822 × BMI.
- Model 3: age and weight:
  - E (MEP | sex = male) = 98.84 – 0.610 × age + 0.576 × weight;
  - E (MEP | sex = female) = 87.20 – 0.506 × age + 0.350 × weight;
  - E (MIP | sex = male) = –110.07 + 1.208 × age – 0.942 × weight;
  - E (MIP | sex = female) = –95.54 + 0.748 × age – 0.688 × weight.

4 | DISCUSSION

This study aimed to establish reference equations for respiratory muscle strength taking into account the anthropometric variables of body weight and BMI, underused in the equations that literature provides. In general, we verified that these variables proved to be good predictors of maximum

TABLE 2 Influence of Age, BMI and weight in muscle strength

	MEP						MIP					
	Male			Female			Male			Female		
Variables	β	E(β)	P value	β	E(β)	P value	β	E(β)	P value	β	E(β)	P value
Intercept	163.86	9.58	.000	121.19	7.80	.000	−216.29	16.94	.000	−162.36	13.80	.000
Age	−0.887	0.195	.000	−0.656	0.159	.000	1.662	0.345	.000	1.044	0.281	.000
Intercept	98.36	17.26	.000	91.58	11.13	.000	−108.16	30.26	.000	−94.75	19.51	.000
Age	−0.672	0.193	.001	−0.556	0.155	.000	1.307	0.338	.000	0.816	0.272	.003
BMI	1.759	0.393	.000	0.798	0.222	.000	−2.904	0.688	.000	−1.822	0.389	.000
Intercept	98.84	16.26	.000	87.20	10.95	.000	−110.07	28.71	.000	−95.54	19.34	.000
Age	−0.610	0.194	.002	−0.506	0.155	.001	1.308	0.342	.000	0.748	0.274	.007
Weight	0.576	0.119	.000	0.350	0.083	.000	−0.942	0.211	.000	−0.688	0.147	.000

Beta (β): Greek letter used to refer to the coefficients of regression. Beta standard error (E(β)): the standard deviation of the predicted values of the dependent variable around the estimated regression line.

respiratory pressures, with strong statistical proximity between the two models of equation. The results suggest the confirmation of the initial hypothesis of the study that the strength of the respiratory muscles is influenced by anthropometric variables, especially those used here.

Clinical measurement of respiratory muscle strength has proved been especially useful in detecting conditions such as weakness and/or fatigue of the respiratory muscles,[25] in healthy patients affected by neuromuscular diseases or other systemic conditions that affect the strength of these muscles in general.[26,27] According Jalayondeja et al, the body weight is a factor that should be considered as a predictor of MRP, for the bodily changes due to the thinness or overweight/obesity.[28] However, the direct influence of weight or BMI on the strength generation capacity of the respiratory muscles is still debated by several authors[29,30]: while some argue for a possible increase, hypothetically explained by a mechanism of muscle fibers adaptation resulting in an effect of long-term 'training,'[31–33] other studies have reported no effect of obesity on the respiratory muscles,[34,35] stimulating further discussion. Therefore, the present authors option to include in the study a population sample of normal weight individuals, overweight, stage I obesity, stage II obesity and stage III obesity.

TABLE 3 Adjustment indicators of the models

Variables	Model	R^2	EPR	MAD	MAPE
Age	MEP	21.57	38.06	27.44	36.46
	MIP	12.33	67.30	49.24	46.90
Age + BMI	MEP	28.38	36.48	26.27	34.98
	MIP	21.33	63.94	46.73	44.96
Age + weight	MEP	29.86	36.10	26.22	34.71
	MIP	21.77	63.36	46.57	44.53

R^2: measure the proportion of variance of the dependent variable around its mean that is explained by the independent variables or predictors.
Abbreviations: BMI, body mass index; RSE, residual standard error; MAD, average absolute deviation; MAPE, average percentage of absolute error (expresses accuracy error as a percentage).

In Brazil, for example, two of the most discussed equations are the Neder et al[15] and Costa et al[2], which established the models based on the southeast populations and the Sex and age, which leads to discussions on the reliable application of equations in special populations such as those with overweight and/or obesity[10]. Neder's study, a pioneer in establishing reference values for the Brazilian population, assessed 100 individuals from the urban area of São Paulo, noting that the variable age was a negative predictor of MRP as height, weight, lean body mass and regular physical activity level showed a positive correlation. However, after multiple regression analysis, only age and sex remained independent predictors with $R^2 = 0479$.

The study by Costa et al, also conducted in the same region ($N = 120$), started from the premise that the values once established by Neder et al were not able to reliably predict the values found in the target population (healthy individuals with a BMI between 18.0 and 29.5 kg/m^2).[2] The authors confirmed the negative correlation of age on respiratory muscle strength, and weak positive relation of weight and height of the MIP and MEP in males. The models presented R^2 values variations between 24.8% and 60.73% and high residual standard error (between 300.72 and 586.81) and set the predictor variables only age and sex, as well as Neder. Our models showed R^2 between 12.33% (age + sex

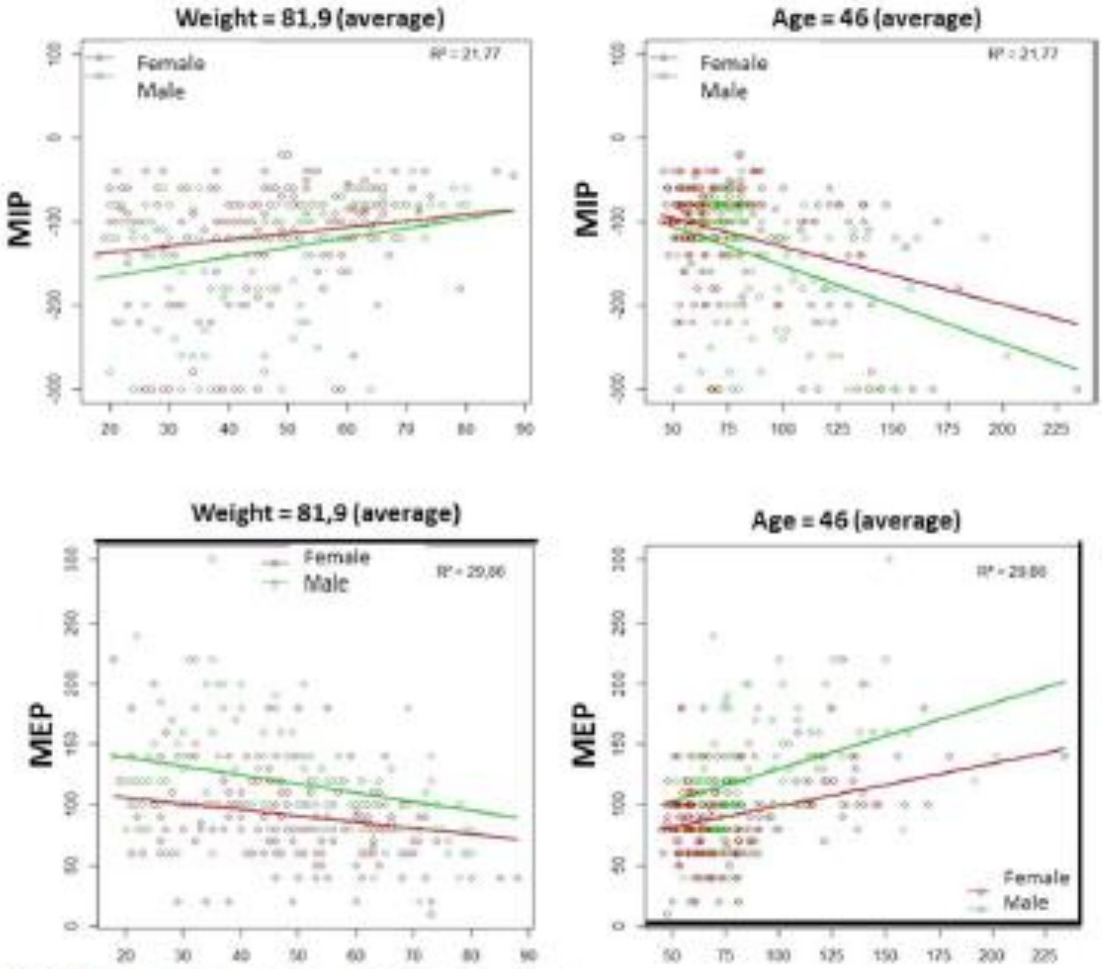


FIGURE 1 Dispersion diagrams for MIP and MEP adjusted for weight and age

model) and 29.86% (age + weight model) and residual standard error between 36.10 and 67.30. Between the two cited equations, it should be noted that there are reports of divergent predicted values, which may suggest discrepancies in predictive quality.[36]

As most of the studies reviewed, Black and Hyatt, after evaluation of 120 healthy individuals of both male and female, aged 20–86 years, determined reference equations for healthy people, taking into account sex and age.[1] Harik-Khan et al, in turn, from very significant sample of the United States ($N = 668$), proposed equations for males considering age and weight and, for women, age, weight and height.[12,37,38] Simões et al also reinforced in their study that the age and anthropometric characteristics influence in MRP values. In our study, we verified that each unit that is added in the individual's weight increases the MEP value by 0.576 when the individual is male and 0.350 when the individual is female ($P = .000$); For each unit that is added in the individual's weight decreases by −0.942 in males and −0.688 in females ($P = .000$). When we analyze the BMI, it is noticed that for each increased unit the MEP increases by 1.759 for males and 0.798 for females ($P = .000$), while MIP decreases by −2.904 for males and −1.822 for females ($P = .000$). As in this study, other studies confirm the variable weight as a strong positive predictive factor in the study of respiratory muscles.[20,39]

Recently, a study suggested reference equations for respiratory pressures in the female sex, based on an evaluation of 156 participants, among eutrophic, overweight, obese and morbid obese women. As results, verified that age and height did not present significant correlation with MIP and MEP, while body mass, BMI, neck circumference, waist, hip and waist/hip ratio showed a positive correlation with both measures. In addition, the variable body mass contributed the most to the predictive models, explaining 11.70% of the MIP and 21.05% of the MEP variations. However, the results are

limited to the female population, since the study sample did not cover both sexes.[40]

Our findings, in general, corroborate the study by Pessoa et al, in which it was verified that body weight is a strong predictor of MIP ($R2$ 34%, $N = 134$), while abdominal circumference, gender and age together explained 49% of MEP. Similarly, our best statistical models verified that the variables age + weight explained 29% of the variability of MEP and 21% of MIP and age + BMI explained 21.33% of the variability of MEP and 28.38% of MIP so it is plausible to consider the probable relations of the body profile on the predictive quality of MRP. Another fact alerted by the author above is the component of the sex, which seems to be more blunt influenced factor in respiratory muscle strength. Therefore, the equations presented here considered the different interactions between the male and female population. As methodological differences between the two studies, we can point to the sample size (353 × 143) and the characteristics thereof.

Regarding the behavior of the BMI variable on the regression models, although we found results similar to the age + weight model, we observed in our literary search that the studies do not include this variable as an independent predictor. Thus, we emphasize the importance of consecrate the method as a simple, practical and rapid measure, with the use of common variables in clinical practice, such as body weight and BMI. We suggest to the future studies the investigation of other independent factors such as body mass and waist circumference; however, in spite of clarifying certain questions, we believe these variables may make the measurements impractical in the clinical routine.

5 | STUDY LIMITATIONS

As limitations of the present study, we can point out the lack of a digital instrument for the evaluation of the maximum respiratory pressures and complementary analysis of the study population, as for example, by the pulmonary function test.

6 | CONCLUSION

The results of the present study may contribute to previous research to predict respiratory muscle strength, especially in overweight/obese individuals, since the adjusted models demonstrated that there was a gain in the predictive quality of the models for MEP and MIP when weight or BMI was added, with no statistically significant difference between the two, which corroborates the initial hypothesis that these variables exert an influence on the maximum respiratory pressures and can be used as predictor variables in a simple and practical way in reference equations.

ACKNOWLEDGMENT

This study was supported by the Foundation for Research Support of the State of Amazonas—FAPEAM, the Bariatric Surgery Program of the Getúlio Vargas University Hospital—HUGV and the Adriano Jorge Hospital Foundation—FHAJ.

CONFLICT OF INTERESTS

The authors deny any type of conflict of interests involving the research.

ETHICS

This study was approved by Ethics Committee of the Federal University of Amazonas, UFAM (CAAE: 45586815.0.0000.5020).

AUTHOR CONTRIBUTIONS

All the above authors contributed in the design stages of the project, data collection, bibliographical research, review and analysis of the data, in the writing and final revision of the article.

ORCID

Clássio Daniel Araújo da Silva http://orcid.org/0000-0002-3785-0475

REFERENCES

[1] Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis*. 1969; 99(5):696–702. PMid: 5772056.

[2] Costa D, Gonçalves HA, Lima LP, Ike D, Cancellieri KM, Montebelo MI. New reference values for maximal respiratory pressures in the Brazilian population. *J Bras Pneumol*. 2010;36 (3):306–312. https://doi.org/10.1590/S1806-37132010000300007. PMid: 20625667.

[3] American Thoracic Society/European Respiratory Society. ATS/ERS statement on respiratory muscle testing. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002;166(4):518–624. https://doi.org/10.1164/rccm.166.4.518. PMid: 12186831.

[4] Enright PL, Adams AB, Boyle PJ, Sherrill DL. Spirometry and maximal respiratory pressure references from healthy Minnesota 65- to 85-year-old women and men. *Chest*. 1995;108(3):663–669. https://doi.org/10.1378/chest.108.3.663. PMid: 7656613

[5] Ringqvist T. The ventilatory capacity in healthy subjects. An analysis of causal factors with special reference to the respiratory forces. *Scand J Clin Lab Invest Suppl*. 1966;88:5–179. PMid: 4283858.

[6] Pessoa IMBS, Houri Neto M, Montemezzo D, Silva LAM, Andrade AOD, Parreira VF. Predictive equations for respiratory muscle strength according to international and Brazilian guidelines. *Braz J Phys Ther*. 2014;18(5):410–418. https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0044

[7] Evans JA, Whitelaw WA. The assessment of maximal respiratory mouth pressures in adults. *Respir Care*. 2009;54(10):1348–1359. PMid: 19796415.

[8] Carpenter MA, Tockman MS, Hutchinson RG, Davis CE, Heiss G. Demographic and anthropometric correlates of maximum inspiratory pressure: the atherosclerosis risk in communities study. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(2):415–422. http://doi.org/10.1164/ajrccm.159.2.9708076. PMid: 9927352.

[9] Chen HI, Kuo CS. Relationship between respiratory muscle function and age, sex, and other factors. *J Appl Physiol*. 1989;66(2):943–948. PMid: 2708222.

[10] Aldrich TK, Spiro P. Maximal inspiratory pressure: does reproducibility indicate full effort? *Thorax*. 1995;50(1):40–43. PMid: 7886647

[11] Wilson SH, Cooke NT, Edwards RH, Spiro SG. Predicted normal values for maximal respiratory pressures in Caucasian adults and children. *Thorax*. 1984;39(7):535–538. https://doi.org/10.1136/thx.39.7.535. PMid: 6463933

[12] Harik-Khan RI, Wise RA, Fozard JL. Determinants of maximal inspiratory pressure. The Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Am J Respir Crit Care Med*. 1998;158(5):1459–1464. http://doi.org/10.1164/ajrccm.158.5.9712006. PMid: 9817693.

[13] Gopalakrishna A, Vaishali K, Prem V, Aaron P. Normative values for maximal respiratory pressures in an Indian Mangalore population: a cross-sectional pilot study. *Lung India*. 2011;28(4):247–252. http://doi.org/10.4103/0970-2113.85684. PMid: 22084536.

[14] Schaser Pessoa IMB, Franco Parreira V, Fregonezi GAF, Sheel AW, Chung F, Reid WD. Reference values for maximal inspiratory pressure: a systematic review. *Can Respir J*. 2014;21(1):43–50. PMid: 24137574.

[15] Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, Nery LE. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Braz J Med Biol Res*. 1999;32(6):719–727. PMid: 10412550.

[16] Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. *Am J Respir Crit Care Med*. 1994;149(2):430–438. https://doi.org/10.1164/ajrccm.149.2.8306041. PMid: 8306041.

[17] Windisch W, Hennings E, Sorichter S, Hamm H, Criée CP. Peak or plateau maximal inspiratory mouth pressure: which is best? *Eur Respir J*. 2004;23(5):703–713. PMid: 15176684.

[18] Rodrigues F, Bárbara C. Pressões respiratórias máximas: proposta. *In Um Protocolo De Procedimentos Rev Port Pneumol*. 2000;6(4):297–307. https://doi.org/doi:10.1016/S0873-2159(15)30005-3

[19] Carnelo JS, Filho JT, Manco JC. Pressões respiratórias máximas em adultos normais. *J Pneumol*. 1985;11(4):181–184.

[20] Simões RP, Dias AP, Amaral MA, Dionísio I, Marcomatto M, Borghi-Silva A. Maximal respiratory pressure in healthy 20 to 89 year-old sedentary individuals of central São Paulo State. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(1):60–67. http://doi.org/10.1590/S1413-35552010000100010. PMid: 20414563.

[21] Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar 2002. *J Bras Pneumol*. 2002;28(suppl 3):155–165.

[22] Montgomery DC, Peck EA, Vining GG. *Introduction to Linear Regression Analysis*. Hoboken NJ: Wiley, 2012.

[23] Box GEP, Jenkins GM. Time Series Analysis, Forecasting, and Control. San Francisco: Holden-Day, 1970.

[24] Makridakis S, Wheelwright SC. *Forecasting Methods and Applications*. New York: John Wiley & Sons, 1998.

[25] Bezerra EJC, Lopes AJ, Rufino R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. *Pulmão RJ*. 2015;24(1):37–41.

[26] Khirani S, Ramirez A, Aubertin G, et al. Respiratory muscle decline in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(5):473–481. PMid: 23836708.

[27] Goswami R, Guleria R, Gupta AK, Gupta N, Marwaha RK, Pande JN. Prevalence of diaphragmatic muscle weakness and dyspnoea in Graves' disease and their reversibility with carbimazole therapy. *Eur J Endocrinol*. 2002;147(3):299–303. PMid: 12213666.

[28] Jalayondeja W, Vernon G, Jaruenjitsuna S, Tscheikuna J. Respiratory muscle strength explained by age and weight in female and male. *J Med Assoc Thai*. 2014;97(suppl 7):16–20. PMid: 25141521.

[29] Hulens M, Vansant G, Lysens R, Claessens AL, Muls E, Brumagne S. Study of differences in peripheral muscle strength of lean versus obese women: an allometric approach. *Int J Obes Metab Disord*. 2001;25(5):676–681. https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0801560. PMid: 11360150.

[30] Forti EMP, Souza PSP, Mendes CP, Junior IR, Moulin MB. Comportamento da força muscular respiratória de obesos mórbidos por diferentes equações preditivas. *Braz J Phys Ther*. 2012;16(6):479–486.

[31] Tanner CJ, Barakat HA, Dohm GL, et al. Muscle fiber type is associated with obesity and weight loss. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2002;282(6):E1191–E1196. https://doi.org/10.1152/ajpendo.00416.2001. PMid: 12006347.

[32] Wei YF, Wu HD. Candidates for bariatric surgery: morbidly obese patients with pulmonary dysfunction. *J Obes*. 2012;2012:1. http://doi.org/10.1155/2012/878371

[33] Pereira VF, Matos CM, Athayde FT, Moraes KS, Barbosa MH, Brito RR. Evolution of respiratory muscle strength in postoperative gastroplasty. *Rev Bras Fisioter*. 2012;16(3):225–230. http://doi.org/doi: 10.1590/S1413-35552012000300008.

[34] Magnani KL, Catanoso AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *Sao Paulo Med J*. 2007;125(4):215–219. http://doi.org/doi:10.1590/S1516-31802007000400004

[35] Barcellar J D M, Aliverti A, Rattes C, et al. The expansion of the pulmonary rib cage during breath stacking is influenced by age in obese women. *PLoS ONE*. 2014;9(11):e110959. http://doi.org/doi:10.1371/journal.pone.0110959

[36] Pereira VF, França DC, Zampa CC, Fonseca MM, Torrich GM, Brito RR. Pressões respiratórias máximas: valores encontrados e preditos em indivíduos saudáveis. *Rev Bras Fisioter*. 2007;11(5):361–368.

[37] Pride NB. Ageing and changes in lung mechanics. *Eur Respir J*. 2005;26(4):563–565. http://doi.org/10.1183/09031936.05.00079805. PMid: 16204583.

[38] Simonsen JA, Veerkamp JH, Turcotte LP, Kelley DE. Markers of capacity to utilize fatty acids in human skeletal muscle

relation to insulin resistance and obesity and effects of weight loss. *FASEB J.* 1999;13(14):2051–2060. PMid: 10544188

[39] Magnani KL, Cataneo AJM. Respiratory muscle strength in obese individuals and influence of upper-body fat distribution. *São Paulo Med J.* 2007;125(4):215–219. PMid: 17992391.

[40] Sgariboldi D, Pazzianotto-Forti EM. Predictive equations for maximum respiratory pressures of women according to body mass. *Respir Care.* 2016;61(4):468–474.

How to cite this article: Sanchez FF, Araújo da Silva CD, de Souza Perein Gama Maciel MC, Rebouças Demóstenes Marques I, Brosina de Leon E, Lins Gonçalves R. Predictive equations for respiratory muscle strength by anthropometric variables. *Clin Respir J.* 2018;12:2292–2299. https://doi.org/10.1111/crj.12908

ANEXO B - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Projeto Parkinson- 2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA DE IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON.

Pesquisador: Jerônimo Correia Barbosa Neto **Área Temática:**

Versão: 3

CAAE: 41071114.5.0000.5020

Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER Número do Parecer: 2.158.085

Apresentação do Projeto:

Ementa de alteração (es) no projeto "Avaliação da função respiratória de idosos com Doença de Parkinson", registro na Plataforma Brasil – CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética) Nº41071114.5.0000.5020:

Alterações:

Incluir na mesma amostra já investigada a investigação do risco de Disfagia, da voz e do nível de atividade física através de dois questionários e uma testagem para avaliar o comportamento vocal, com o objetivo de correlacionar estes resultados com a avaliação da função respiratória realizada.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar a função respiratória de idosos com diagnóstico de DP.

Objetivo Secundário:

Traçar o perfil sócio demográfico dos idosos com diagnóstico de DP;

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Determinar a prevalência de distúrbio da função pulmonar nos idosos com diagnóstico de Parkinson;

Correlacionar a função pulmonar e a qualidade de vida dos idosos com e sem DP;

Correlacionar a função pulmonar dos idosos com DP e a escala de Hoenh e Yahr; Comparar a função pulmonar de idosos com doença de Parkinson e idosos sem DP.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não se Aplica

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pedido de Ementa apresenta-se bem justificado e não se configura como uma nova pesquisa. As alterações propostas visam complementar os objetivos iniciais e um melhor entendimento dos resultados já alcançados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Não se Aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Frente a justificativa apresentada a proposta de Ementa tem parecer APROVADO. A mesma está em concordância com a resolução 466 de 12 de Dezembro de 2012.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_924718_E1.pdf	18/05/2017 21:32:45		Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	18/05/2017 21:29:23	Jerônimo Correia Barbosa Neto	Aceito
Outros	Carta_Emenda.pdf	18/05/2017 21:22:27	Jerônimo Correia Barbosa Neto	Aceito

Outros	APENDICE_Ia_DP_voz.doc	18/05/2017 21:03:50	Jerônimo Correia Barbosa Neto	Aceito
Outros	anexo_Ib_duke_DP.doc	18/05/2017 21:03:13	Jerônimo Correia Barbosa Neto	Aceito
Outros	anexo_I_disfagia.doc	18/05/2017 21:02:38	Jerônimo Correia Barbosa Neto	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_EMENDA.doc	18/05/2017 21:00:55	Jerônimo Correia Barbosa Neto	Aceito
Outros	Anuência dos Caimis.pdf	22/02/2015 20:03:28		Aceito

Projeto Detalhado / Brochura	Projeto Inteiro fev 2015.docx	18/02/2015 15:03:05		Aceito

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Continuação do Parecer: 2.158.085

Investigador	Projeto Inteiro fev 2015.docx	18/02/2015 15:03:05		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE Revisado fev. 2015.docx	18/02/2015 15:02:16		Aceito
Folha de Rosto	Folha de Rosto_Fev_15.pdf	18/02/2015 15:01:25		Aceito
Outros	WHOQOL BREF breve.pdf	14/12/2014 18:40:15		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MANAUS, 05 de Julho de 2017

Assinado por:

Eliana Maria Pereira da Fonseca

(Coordenador)

Endereço: Rua Teresina, 4950
Bairro: Adrianópolis **CEP:** 69.057-070
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)3305-5130 **Fax:** (92)3305-5130 **E-mail:** cep@ufam.edu.br

ANEXO C - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Projeto Parkinson - 2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Pesquisador: NAYLLA MORAIS DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 70479517.2.0000.5020

Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER Número do Parecer: 2.158.163

Apresentação do Projeto:

A Doença de Parkinson (DP) é uma doença idiopática crônica do sistema nervoso central que leva a perda neuronal progressiva de células ventrolaterais da parte compacta da substância negra do mesencéfalo, causando a depleção da dopamina, o que ocasiona sintomas motores clássicos. Apesar das pesquisas científicas abordarem, principalmente, as várias alterações motoras decorrentes da doença, as alterações respiratórias são as principais causas de mortalidade. O objetivo deste estudo será avaliar aspectos cardiorrespiratórios, da função pulmonar, qualidade de vida e funcionalidade de idosos com DP atendidos no Hospital Universitário Getúlio Vargas e sem DP, no município de Manaus-AM. Para tal, tratar-se-á de um estudo observacional, transversal, que avaliará o grau de disfunção relacionada a doença (escala de *Hoenh&Yahr* modificada e Medida de Independência Funcional (MIF)), o nível de atividade física (questionário Duke Activity Status Index (DASI)), a qualidade de vida (WHOQOL-*bref*), a força muscular palmar (teste de Preensão Palmar (TPP)), a força muscular respiratória (manovacuometria), os volumes e capacidades pulmonares (espirometria) e índice de massa corporal (pletismografia). Será uma continuação de um estudo realizado por um mestrando em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Amazonas. Os dados serão

analisados através de análise descritiva simples: média, desvio padrão da média e percentual. Para as correlações entre as variáveis de estudo será utilizada a correlação de Pearson.

Na comparação entre o grupo experimental e o grupo controle será utilizado o teste T de student para variáveis paramétricas e considerado diferente quando o valor de $p < 0,05$. Para a análise do questionário serão utilizados os critérios propostos pela equipe australiana do WHOQOL. Os escores serão pontuados utilizando o software R versão 3.0.1. Para relacionar as variáveis de interesse entre os domínios e o índice de QV, serão utilizados os testes de Kruskal-Wallis e Spearman. Para verificar as comparações múltiplas dos testes Kruskal-Wallis será utilizado o teste de Nemenyi. O nível de significância adotado será de 5%. Espera-se que o presente estudo proporcione um melhor conhecimento da saúde funcional cardiorrespiratória dos idosos com DP estudados. Entre os produtos esperados encontram-se: publicação de artigos originais em revistas com revisão por pares de visibilidade internacional e, pelo menos, uma dissertação de mestrado.

Pesquisador Responsável: NAYLLA MORAIS DE SOUZA
Orientadora: Profa. Dra. Roberta Lins Gonçalves
Submetido em: 01/06/2017
Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Avaliar aspectos cardiorrespiratórios, da função pulmonar, a qualidade de vida e a funcionalidade de idosos com DP e comparar com idosos de grupo controle sem DP.

Objetivo Secundário:

Em idosos com e sem DP:

Avaliar o estado geral e comparar se há diferença entre os dois grupos;

Avaliar a funcionalidade e comparar se há diferença entre os dois grupos;

Avaliar a força muscular respiratória e comparar se há diferença entre os dois grupos;

Avaliar os volumes e capacidades pulmonares e a presença ou não de distúrbios ventilatórios e comparar se há diferença entre os dois grupos;

Avaliar a QV e comparar se há diferença entre os dois grupos;

Avaliar a presença ou não de dispnéia e comparar os dois grupos.

Em idosos com DP: Avaliar se há correlação entre os distúrbios ventilatórios, variáveis cardiorrespiratórias e nível de atividade física, a força muscular e a QV com o grau de disfunção relacionado à doença.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

De acordo com a Resolução 466/2012, toda pesquisa envolvendo os seres humanos envolve riscos, que podem ser na dimensão física, psíquica, intelectual, social, cultural ou espiritual. Neste estudo não será realizada nenhuma intervenção ou nenhum procedimento invasivo. Desta maneira os riscos podem ser relativos a lembranças de fatos tristes ao se avaliar a qualidade de vida. Neste caso a pesquisa será interrompida, o participante acalmado e, caso necessite, será encaminhado para avaliação na faculdade de psicologia da UFAM. Em relação aos testes funcionais, a espirometria pode causar falta de ar. Contudo, esse sintoma é passageiro. O participante será assistido por um fisioterapeuta durante a realização do teste e, se necessário, oxigênio será ofertado até que ele melhore. No caso do exame de manovacuometria, além da falta de ar o participante pode apresentar cansaço. Neste caso ele será posicionado numa cadeira, que faz parte das normas para a realização do teste. Como um fisioterapeuta acompanhará ele durante o teste, o risco de desmaio é muito pequeno, e não há relatos de desmaios nos testes já realizados no HUGV ou na literatura. Se isso ocorrer, o participante será atendido pelo fisioterapeuta que realizará o teste e, se necessário, pela equipe do HUGV. Se houver qualquer dano/prejuízo causado pela pesquisa, será assegurada, mediante criteriosa comprovação, indenização de acordo com o prejuízo, ficando esta indenização a cargo dos pesquisadores.

Benefícios: Segundo a Resolução 466/2012, entende-se como benefício da pesquisa: II.4 – proveito direto ou indireto, imediato ou posterior, auferido pelo participante e/ou sua comunidade em decorrência de sua participação na pesquisa. Como benefício direto da pesquisa o participante terá os resultados de sua avaliação respiratória e funcional, exames estes que não são realizados de rotina. Assim que acabar a espirometria, o participante levará os resultados de seu exame e isso pode ajudar ao médico e equipe de reabilitação na tomada

de decisão clínica para melhorar a evolução do participante. Como benefício para a comunidade acadêmica de maneira geral, os resultados deste estudo serão apresentados como dissertação de mestrado e publicados em revistas científicas e congressos, podendo contribuir para a base de conhecimentos sobre a DP.

Como benefícios a equipe de reabilitação e neurologia do HUGV, estes resultados poderão oferecer informações que podem ajudar ao médico neurologista e equipe de reabilitação

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A presente pesquisa trata-se de um estudo do tipo observacional, transversal. A amostra do estudo será constituída por aproximadamente 200 idosos sem distinção de sexo, sendo 100 idosos (60 anos ou mais) com diagnóstico clínico de Doença de Parkinson (Grupo Parkinson) e de um grupo controle (GC), com aproximadamente 100 idosos sem DP, com características de sexo, idade e antropométricas semelhantes aos idosos do GP. O GC será uma amostra de conveniência para comparar a prevalência entre os idosos com e sem DP.

Os locais de Pesquisa serão dois: A primeira e segunda etapas da pesquisa serão realizadas no Ambulatório Araújo Lima, Manaus - AM. A Terceira etapa será realizada no Laboratório de Estudos do Desempenho Humano - LEDEHU, Manaus - AM. Serão incluídos indivíduos com 60 anos ou mais: No grupo Parkinson (GP): os idosos devem apresentar diagnóstico médico de DP, estarem nos níveis entre 0 e 3 na escala de *Hoehn&Yahr* Modificada e em tratamento médico. No grupo controle (GC): os idosos não devem apresentar doenças cardiorrespiratórias ou neurológicas. Serão excluídos aqueles idosos que sejam tabagistas (qualquer quantidade de cigarro), que apresentem doença pulmonar diagnosticada ou outra doença neurodegenerativa e que não apresentem condições físico/cognitivas para a realização dos testes adequadamente.

A amostra dos idosos com DP (GP) será selecionada no Ambulatório de Neurologia e Distúrbios do Movimento, localizado no Ambulatório Araújo Lima, Manaus – AM. A amostra de idosos do GC será realizada por busca ativa em centro de idosos e em outros locais com idosos com as características desejadas. Será uma amostra de conveniência. A busca ativa será realizada através de uma abordagem face-a-face, com o convite para participar do estudo. Assim serão apresentados os objetivos do mesmo e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, que deve então ser assinado para que o(a)

participante seja incluído(a) no estudo. As medições e avaliações serão realizadas em três dias e com os seguintes instrumentos de pesquisa: No primeiro dia: 1) Aplicação da escala de *Hoehn&Yahr* Modificada em idosos com DP. 2)Aplicação do instrumento Medida de independência funcional e questionário Duke Activity Status Index para avaliação da funcionalidade.3) Aplicação de questionário de qualidade de vida WHOQOL-*bref*.

4)Teste de Preensão Palmar – que será utilizado nos dois grupos para fornecer uma medida da funci*on*alidade. Será utilizado o Dinamômetro hidráulico de mão Saehan ® - SH5001 que mede a força em função da quantidade de tensão produzida, com capacidade de 0 a 90 Kg/f (quilograma por força), previamente calibrado. No segundo dia: 1) Espirometria: Para esta prova serão realizadas três medidas para cada período da medicação, *on* e *off*, e serão usadas neste estudo as medidas com os melhores valores. As medidas não podem diferir mais que 10% do pico de fluxo expiratório. Para a realização do teste será utilizado o aparelho da marca Micro Medical MicroLab 3500. Para avaliação da Dispnéia será utilizada a Escala de Dispnéia de Borg Modificada. 2) Manovacuometria: Para avaliar a força muscular respiratória. Os valores de PImáx e PEmáx serão determinados com um manovacuômetro analógico da marca MV 300 WIKA, previamente calibrado, graduado em cmH2O, com variação de ± 300 cmH2O. No terceiro dia: 1) Pletismografia: Para avaliar o índice de massa corporal. Para avaliação do Índice de massa corporal, será utilizada Pletismografia de corpo inteiro através da técnica de pletismografia por deslocamento de ar com o aparelho BODPOD, Life MeasurementInstruments, C*on*cord, CA, USA.

Critério de Inclusão:

Serão incluídos indivíduos com 60 anos ou mais:

No grupo Parkinson (GP) – 100 indivíduos: os idosos devem apresentar diagnóstico médico de DP, estarem nos níveis entre 0 e 3 na escala de Hoehn&Yahr Modificada e em tratamento médico.

No grupo controle (GC) – 100 indivíduos: os idosos não devem apresentar doenças cardiorrespiratórias ou neurológicas.

Critério de Exclusão:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

Continuação do Parecer: 2.158.163

Serão excluídos aqueles idosos que sejam tabagistas (qualquer quantidade de cigarro), que apresentem doença pulmonar diagnosticada ou outra doença neurodegenerativa e que não apresentem condições físico/cognitivas para a realização dos testes adequadamente.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

I) Folha de rosto: assinada pelo pesquisador e pelo coordenador do mestrado em ciências da saúde.

II) Carta de anuência do HUGV - apresentada.

III) Carta de anuência do laboratório de estudo do desempenho humano: apresentado.

IV) Orçamento: R$ 1.034,00 - financiamento próprio.

V) Cronograma: coleta de dados 01/09/2017 - 29/03/2019.

VI) TCLE: apresentado e adequado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Trata-se de protocolo de pesquisa envolvendo seres humanos, na área da saúde, fora das áreas temáticas especiais. O protocolo está completo e atende a resolução 466/12 do CNS. Diante do exposto somos pela aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_918327.pdf	01/06/2017 20:11:11		Aceito
Outros	Termo_de_Anuencia_Neurologista.pdf	01/06/2017 20:06:57	NAYLLA MORAIS DE SOUZA	Aceito
Outros	Termo_de_Anuencia_GEP.pdf	01/06/2017 20:05:37	NAYLLA MORAIS	Aceito

			DE SOUZA	
Outros	Temo_de_Anuencia_LEDEHU.pdf	01/06/2017 20:04:54	NAYLLA MORAIS DE SOUZA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	_TCLE_.pdf	01/06/2017 19:23:21	NAYLLA MORAIS DE SOUZA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Doenca_de_Parkins*on*.pdf	01/06/2017 19:15:52	NAYLLA MORAIS DE SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	01/06/2017 19:15:29	NAYLLA MORAIS DE SOUZA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM

Continuação do Parecer: 2.158.163

MANAUS, 05 de Julho de 2017

Assinado por:
Eliana Maria Pereira da Fonseca
(Coordenador)

ANEXO D - Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) Projeto AVC

DADOS DO

Título da Pe

ESTUDO TRANSVERSAL

Pesquisador: NADIA GOMES BATISTA DOS SANTOS
Área Temática:
Versão: 1
CAAE: 83573318.2.0000.5020
Instituição Proponente: Universidade Federal do Amazonas - UFAM
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.520.881

Apresentação do Projeto:
A Organização Mundial da Saúde (OMS) define o acidente vascular cerebral (AVC) como uma síndrome clínica de início rápido, que leva a um comprometimento cerebral focal de origem vascular, ocasionada pela interrupção de fornecimento sanguíneo ao cérebro devido à ruptura ou obstrução de um vaso sanguíneo, com duração maior que 24 horas. Alterações pulmonares são frequentes causas de morbimortalidade. O objetivo deste estudo será avaliar aspectos cardiorrespiratórios, da função pulmonar, qualidade de vida, funcionalidade e risco de quedas de indivíduos pós AVC, no CAIMI – Dr. Paulo Lima e CAIMI – Dr. André Araújo, no município de Manaus-AM. Para tal, tratar-se-á de um estudo observacional, transversal, que avaliará o grau de disfunção relacionada ao AVC (Medida de Independência Funcional (MIF)), o nível de atividade física (questionário Duke Activity Status Index (DASI)), a qualidade de vida (WHOQOL-bref), o sono (questionário de sono) o risco de disfagia, a força muscular palmar (teste de Preensão Palmar (TPP)), a força muscular respiratória (manovacuometria), os volumes e capacidades pulmonares (espirometria), o índice de massa corporal e o volume pulmonary total (pletismografia). Os dados serão analisados através de análise descritiva simples: média, desvio padrão da média e percentual. Para as correlações entre as variáveis de estudo será utilizada a correlação de Pearson. Na comparação entre o grupo observado e o grupo controle será utilizado o teste T de student para variáveis paramétricas e considerado diferente quando o valor de $p < 0,05$. Cada questionário

Endereço: Rua Teresina, 495
Bairro: Adrianópolis **CEP:** 69.057-070
UF: AM **Município:** MANAUS
Telefone: (92)3305-1181 **E-mail:** cep.ufam@gmail.com

criteriosa comprovação, indenização de acordo com o prejuízo, ficando esta indenização a cargo dos pesquisadores.

Benefícios- Segundo a Resolução 466/2012, entende-se como benefício da pesquisa: I– proveito direto ou indireto, imediato ou posterior, auferido pelo participante e/ou sua comunidade em decorrência de sua participação na pesquisa.Como benefício direto da pesquisa o participante terá os resultados de sua avaliação respiratória e funcional, exames que não são realizados rotineiramente. Após a finalização da espirometria, o resultado do exame ficará disponível para o paciente, podendo auxiliar ao médico e a equipe de reabilitação na tomada de decisão clínica, favorecendo para uma melhora do quadro clínico do participante. Como benefício para a comunidade acadêmica de maneira geral, os resultados deste estudo serão apresentados como dissertação de mestrado e publicados em revistas científicas e congressos, podendo contribuir para a base de conhecimentos sobre o AVC.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Delineamento do Estudo- Tratar-se-á de um estudo do tipo observacional, transversal, analítico.Os resultados da presente pesquisa serão utilizados como requisito para a dissertação doPrograma de mestrado acadêmico em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Amazonas,orientado pela Profa Dra Roberta Lins Gonçalves.

População e amostra do estudo- A amostra será composta por idosos (60 anos ou mais) que desejarem participar e que assinem o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Para comparar a prevalência das alterações encontradas nos indivíduos pós AVC será também constituído um grupo controle (GC). Os dados do grupo AVC (GAVC) serão comparados com o do GC, constituído por indivíduos com as mesmas características do grupo AVC. Serão analisados 200 indivíduos do GAVC e 200 do GC, totalizando 400 indivíduos.

Local e período da Pesquisa- As duas primeiras etapas da pesquisa serão realizadas nos Centros de Atenção Integral a Melhor Idade – CAIMIs, localizados na Rua Taumaturgo Vaz, 358, Bairro Colônia Oliveira Machado, CEP: 69070-760 e na Avenida Camapuã, 108, Quadra 316, Bairro Cidade Nova II, CEP: 69097-720, Manaus-AM.

A Terceira etapa será realizada na Faculdade de Educação Física e Fisioterapia – UFAM,Campus Universitário Senador Arthur Virgílio Filho - Setor Sul, CEP: 69077-000 Telefone: (92)3305-1181 – Ramal 4084, no Laboratório de Estudos do Desempenho Humano - LEDEHU.A pesquisa será conduzida de 2017 a 2020, com duração de 4 anos.

Critérios de Inclusão e Exclusão- Serão incluídos indivíduos com 60 anos ou mais:

No grupo AVC (GAVC) – os indivíduos devem apresentar diagnóstico médico de AVC, estarem na fase subaguda ou crônica da doença e em tratamento médico.
No grupo controle (GC) – os indivíduos não devem apresentar doenças cardiorrespiratórias ou neurológicas.
Serão excluídos aqueles indivíduos que sejam tabagistas (qualquer quantidade de cigarro), que apresentem doença pulmonar diagnosticada ou outra doença neurodegenerativa e que não apresentem condições físico/cognitivas para a realização dos testes adequadamente.
Busca e seleção da amostra- A amostra do GAVC será selecionada no Centro Especializado de Reabiliktação - CER,localizado na Rua Comendante Paulo Lasmar, Bairro da Paz, CEP: 69050-000, Manaus - AM.local especializado no atendimento a indivíduos com problemas neurológicos e de distúrbio de movimento, incluindo idosos com AVC e nos Centros de Atenção Integral a Melhor Idade –CAIMIs, localizados na Rua Taumaturgo Vaz, 358, Bairro Colônia Oliveira Machado, CEP: 69070-760 e na Avenida Camapuã, 108, Quadra 316, Bairro Cidade Nova II, CEP: 69097-720,
Manaus-AM.A amostra de idosos do GC será realizada por busca ativa em centro de idosos e em outros locais com idosos com as características desejadas.
A busca ativa será realizada através de uma abordagem face-a-face com o convite para participar do estudo. Assim serão apresentados os objetivos do mesmo e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, que deve então ser assinado para que o(a) participante seja incluído(a) no estudo.
Medições e avaliações- Serão realizadas em três dias:
Primeiro dia:1. Aplicação do questionário socio-demográfico.2. Aplicação do instrumento Medida de independência funcional (MIF) e questionário Duke
Activity Status Index (DASI) e Teste de força de apreensão palmar (TPP) para avaliação dafuncionalidade.3. Aplicação de questionário de qualidade de vida WHOQUOL-bref.
Segundo dia:1. Espirometria: Para esta prova serão realizadas três medidas e será usada neste estudo amedida de melhor valor. As medidas não podem diferir mais que 10% do pico de fluxo expiratório (PFE).
17
2. Manovacuometria: Para avaliar a força muscular respiratória. Para esta prova serão realizadas três medidas e será usada neste estudo a medida de melhor valor.
Terceiro dia:
1. Pletismografia: Para avaliar o índice de massa corporal e a capacidade pulmonar total.

2. Questionário Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh (PSQI).
3. Escala de Sonolência de Epwhort (ESE).
4. Escala de Quedas de Morse.

5.7 Instrumentos de pesquisa e procedimentos metodológicos

5.7.1 Qualidade de vida

A QV será avaliada através do questionário WHOQOL-bref.

61

O Grupo de Qualidade de Vida da Organização Mundial da Saúde (OMS) – Whoqol Group definiu qualidade de vida como "a percepção do indivíduo de sua posição na vida, no contexto da cultura e sistema de valores nos quais ele vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações".

61

O WHOQOL-bref (Anexo III) é composto por 26 questões, baseado em quatro domínios, que são: o físico, o psicológico, as relações sociais e o meio ambiente. O escore para cada domínio varia de 0 a 100, sendo zero pior e 100 o melhor resultado.

60,61

5.7.2 Função pulmonar

A função pulmonar será avaliada através da Espirometria46

.

O participante deve repousar pelo menos cinco minutos antes do exame. Todo o material utilizado no exame será individual e estéril. Será utilizada uma ficha de avaliação respiratória antes e após a espirometria e escala de dispnéia modificada de Borg (Apêndice II). O procedimento deve ser descrito cuidadosamente, com ênfase na necessidade tanto de evitar vazamentos em torno da peça bucal como de inspiração máxima seguida de expiração rápida e sustentada por no mínimo 6 segundos até que a curva atinja o platô e a examinadora ordene a interrupção. O teste é realizado com o participante na posição sentada com tronco ereto. Serão realizadas três medidas, sendo escolhida a de melhor valor. O avaliador deve demonstrar o

18

procedimento usando um tubo46

, Para a realização do teste será utilizado o aparelho da marca MicroMedical MicroLab 3500.

Figura 1 – Espirômetro, marca MicroMedical MicroLab 3500.

Para análise dos resultados espirométricos serão utilizados os seguintes parâmetros:

A CVF pode ser menor do que a CV em alguns indivíduos com distúrbio obstrutivo (diferença significativa acima de 0.2L), se a expiração forçada causa colapso de vias aéreas, com resultante aprisionamento de ar.
44, 46

O VEF1 avalia distúrbios obstrutivos. Pode, secundariamente à redução da CVF, estar diminuído em distúrbios restritivos isolados, sendo que neste caso, o VEF1 em porcentagem é, em geral, maior do que a CVF percentual, sendo a CVF no máximo 5% maior.
44,46

O FEF25-75% mede o fluxo médio num determinado intervalo de volume que inclui o fluxo de vias aéreas de médio e pequeno caliber.44, 46

O PFE é um parâmetro expiratório esforço-dependente, que reflete o calibre das vias aéreas proximais.
44,46

A razão de VEF1/CVF% (Índice de Tiffeneau), em adultos brasileiros, é considerada anormal quando os valores encontram-se abaixo de 80% do previsto.
44,46

5.7.3 Funcionalidade

A funcionalidade será avaliada através:

Medida de independência funcional (MIF)

É um instrumento de avaliação da incapacidade de pacientes com restrições funcionais de origem variada, tendo sido desenvolvida na América do Norte na década de 80 e validada para o
19
Brasil em 2004. Seu objetivo primordial é avaliar de forma quantitativa a carga de cuidados demandada por uma pessoa para a realização de uma série de tarefas motoras e cognitivas de vida diária. Entre as atividades avaliadas estão o autocuidado, transferências, locomoção, controle esfincteriano, comunicação e cognição social, que inclui memória, interação social e resolução de problemas.
61

Cada uma das atividades é avaliada e recebe uma pontuação que parte de 1(dependência total) a 7 (independência completa), assim a pontuação total varia de 18- 126, sendo 126 independência plena. A MIF (Anexo I) será utilizada como instrumento para avaliar a funcionalidade.
61

Teste da força de preensão palmar (TPP)

A força de preensão palmar será avaliada através do dinamômetro de preensão palmar. É uma medida que fornece uma aproximação da força muscular global e que está fortemente associada à funcionalidade.

62

Para realização do teste existem as recomendações da American Society of Hand Therapists (ASHT), a qual preconiza que a mensuração seja realizada com o indivíduo sentado em cadeira sem apoio de braços e com os pés apoiados no chão, com ombro aduzido, o cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra e o punho entre 0 e 30° de extensão.

O procedimento e posicionamento correto será explicado ao participante e será realizado o procedimento com estímulo verbal para que o teste seja executado corretamente, através da contração voluntária máxima de preensão palmar, no lado dominante e não-dominante. O teste será feito primeiro com a mão dominante e depois com a não dominante. Três medidas serão realizadas com um intervalo mínimo de um minuto no lado dominante para evitar fadiga após o comando verbal da pesquisadora. Será utilizado o dinamômetro Takei Mecânico Manual (Figura 2) que mede a força em função da quantidade de tensão produzida, com capacidade de 0 a 100 Kg/f (quilograma por força), previamente calibrado.

Figura 2. Dinamômetro de preensão palmar

20

Questionário Duke Activity Status Index (DASI)

O Duke Activity Status Index (Anexo II) é um questionário desenvolvido originalmente em inglês, composto por 12 itens que avaliam atividades diárias como higiene pessoal, locomoção, tarefas domésticas, função sexual e recreação, cada item tem um peso específico com base no custo metabólico (MET). A pontuação final varia entre zero e 58,2 pontos, quanto maior a pontuação, melhor a capacidade functional.63,64

Foi desenvolvido com o objetivo de corrigir as deficiências apresentadas por outros instrumentos, como a Escala da New York Heart Association (NYHA) e da Canadian Cardiovascular Society (SCCS)

63

.

A avaliação da capacidade funcional é importante para investigar o impacto da doença na

vida do paciente, para determinar o grau de restrição imposta pela doença cardiovascular, sendo também um fator no diagnóstico, prognóstico e um forte preditor de mortalidade.
44 Na prática
clínica, o DASI pode ser usado para avaliar os efeitos dos tratamentos médicos e da reabilitação cardíaca e ainda para auxiliar nas decisões clínicas43,45
, nos ensaios clínicos controlados, o mesmo
pode servir para avaliar intervenções e como um componente da avaliação do custo/benefício de um tratamento.

5.7.4 Força muscular respiratória

A força muscular respiratória (FMR) será avaliada através da Manovacuometria.
Os valores de PImáx e PEmáx serão determinados com um manovacuômetro analógico da marca MV 300 WIKA, previamente calibrado, graduado em cmH2O, com variação de ± 300 cmH2O. O manômetro será equipado com um bocal adaptador contendo um orifício de aproximadamente 2 mm de diâmetro para evitar o aumento da pressão intraoral causado pela
21
contração dos músculos bucinadores, o que evitará interferência nos resultados.
51,53
O participante permanecerá sentado, com o tronco em ângulo de 90° em relação ao quadril, os pés no chão, e usará um clipe nasal durante todas as manobras. Para a determinação da PImáx, o participante será orientado a realizar um esforço inspiratório máximo a partir do VR; para a determinação da PEmáx, o indivíduo será orientado a realizar um esforço expiratório máximo a partir da CPT. Todos os participantes realizarão ao menos três manobras reprodutíveis, cada uma mantida por ao menos um segundo, até que três esforços tecnicamente adequados forem realizados. Para a análise dos dados, o valor mais alto será registrado, contanto que não exceda em 10% o segundo valor mais alto.

Figura 3 – Manovacuômetro analógico

5.7.5 Índice de massa corporal (IMC)

Para avaliação do Índice de massa corporal (IMC) será utilizada Pletismografia de corpo inteiro através da técnica de pletismografia por deslocamento de ar com o aparelho BODPOD®, Life Measurement Instruments, Concord, CA, USA (Figura 4).
A Pletismografia de corpo inteiro é constituída por uma câmara dupla, balança eletrônica

acoplada, um computador e um sistema virtual (software versão 3.2.5), e será realizada conforme os critérios descritos por Higgins et al, 200128
, Fields et al, 200029 e Fields et al, 2004 30
. O índice
de massa corporal (IMC) será calculado através da razão: peso/(altura)
2
. O peso do(a) participante
será aferido com balança antropométrica, com capacidade de até 300 quilogramas (kg). A balança será colocada em local plano e o participante será pesado sem sapatos, agasalhos ou objetos nos bolsos. Os participantes serão pesados uma única vez e a medida registrada em Kg. A estatura será determinada na balança, em fita com capacidade de até 150 centímetros (cm), e precisão de 1 cm.
22
A estatura será medida em posição ereta, com os braços estendidos para baixo, os pés unidos. Para o cálculo do percentual de gordura (%G) será utilizada a equação de Siri31
. Os dados do(a)
participante (Apêndice III) serão incluídos no software do pletismógrafo e todos seus resultados serão anotados e fornecidos ao mesmo após o término.
Os participantes serão classificados como "baixo peso" (IMC< 22 kg/m2); "peso adequado" (IMC: 22 e 27 kg/m²), "sobrepeso" (IMC: > 27 kg/m²)34
.
Figura 4. Pletismógrafo BODPOD®
Escala de Dispnéia Modificada de Borg
Para avaliação da Dispnéia será utilizada a Escala de Dispnéia Modificada de Borg.
34
A dispnéia é o principal sintoma associado à redução da qualidade de vida e incapacidade. Geralmente ela é referida numa fase mais avançada das doenças, isso se dá pela incapacidade física atribuída ao envelhecimento e à falta de condicionamento físico.
34,65
Esta escala será
utilizada na segunda etapa, antes da espirometria (Apêndice II), será explicado o que é a sensação de dispnéia e perguntado ao participante o quanto de sensação de falta de ar ele está sentindo e

será registrado em sua ficha.

23

Tabela 3 - Escala de Dispnéia Modificada de Borg

Pontuação Sensação de falta de ar

0 Nenhuma

0.5 Muito, muito levemente perceptível.

1 Muito leve

2 Leve

3 Moderada

4 Um pouco forte

5 Forte

6

7 Muito Forte

8

9 Muito, muito forte. Quase máxima

10 Máxima

Fonte: Adaptado de Am J Respir Crit Care Med, 2012.

34

5.7.6 Distúrbio do Sono

Escala De Pittsburgh Para Avaliação Da Qualidade Do Sono (PSQI)

O PSQI avalia a qualidade e perturbações do sono durante o período de um mês e foi desenvolvido por Buysse et al.66

, sendo um questionário padronizado e simples. O instrumento é constituído por 19 questões em auto-relato e cinco questões direcionadas ao cônjuge ou acompanhante de quarto. As últimas cinco questões são utilizadas apenas para a prática clínica, não contribuindo para a pontuação total do índice. As 19 questões são categorizadas em sete componentes, graduados em escores de zero (nenhuma dificuldade) a três (dificuldade grave). Os componentes do PSQI são: C1 qualidade subjetiva do sono, C2 latência do sono, C3 duração do sono, C4 eficiência habitual do sono, C5 alterações do sono, C6 uso de medicamentos para dormir, C7 disfunção diurna do sono. A soma dos valores atribuídos aos sete componentes varia de zero a vinte e um no escore total do questionário indicando que quanto maior o número pior é a qualidade do sono. Um escore total maior que cinco indica que o indivíduo está apresentando

grandes disfunções em pelo menos dois componentes, ou disfunção moderada em pelo menos três components.66 A PSQI será utilizada no terceiro dia a pletismografia. (Anexo IV)

Escala de Sonolência de Epworth (ESE)

24

Trata-se de um questionário autoaplicável que avalia a probabilidade de adormecer em oito situações envolvendo atividades diárias. O escore global varia de 0 a 24, sendo que os escores acima de 10 sugerem o diagnóstico da sonolência diurna excessiva. O ESE tem sido traduzido e validado para uso em diversas outras línguas, sendo amplamente usado por ser simples, fácil de entender e de rápido preenchimento.

68 A escala de Epworth será aplicada, sendo respondida pelo próprio indivíduos, havendo interferência do fisioterapeuta somente em casos de dúvidas ou má interpretação.

Tabela 4 - Escala de Sonolência de Epworth (ESE)

Situação Chances de Cochilar

1. Sentado e lendo _____
2. Vendo TV _____
3. Sentado em um lugar público, sem atividade _____
(Sala de espera, cinema, reunião)
4. Como passageiro de trem, carro ou onibus andando uma hora sem parar _____
5. Deitado para descansar a tarde, quando as circunstâncias permitem _____
6. Sentado e conversando com alguém _____
7. Sentado calmamente, após o almoço, sem álcool _____
8. Se estiver no carro, enquanto para por alguns minutos no transito intenso _____

0 – NENHUMA CHANCE DE COCHILAR

1 – PEQAUENA CHANCE DE COCHILAR

2 – MODERADA CHANCE DE COCHILAR

3 – ALTA CHANCE DE COCHILAR

Fonte: Adaptado de Rev. Bras. Otorrinolaringol. vol.70 no.6. 2004.

68

5.7.7. Escala de quedas de Morse

Foi desenvolvida em 1985 por Janice M. Morse, no Canadá, com o objetivo de identificar e predizer as pessoas com risco de quedas fisiológicas. Pode ser aplicada através de entrevistas com os indivíduos, com o objetivo de avaliar o risco de queda. Tem um tempo estimado de preenchimento de menos de três minutos.

A escala é constituida por seis itens com duas ou três opções de resposta para cada um.

Para cada uma das respostas existe uma pontuação. De acordo com a avaliação efetuada a soma das pontuações obtidas a cada um dos seis itens resulta num score quje indica qual o risco de queda. A pontuação pode variar de zero a 125 pontos. 69(Anexo VI)

25

5.7.8. Risco de disfagia

Instrumento de Autoavaliação da Alimentação (EAT-10)

O Eating Assessment Tool foi conceitualmente desenvolvido nos Estados Unidos da América para o uso como instrumento de autoavaliação do risco de disfagia e de sintomas para evidenciar respostas clínicas ao tratamento. É um instrument com dez questões de formulação simples, fornece informações sobre funcionalidade, impacto emocional e sintomas físicos que um problema de deglutição pode acarretar na vida de um indivíduo.

54 (Anexo VII)

Análises dos dados

Os dados serão analisados através de análise descritiva simples: média, desvio padrão da média e percentual. Para as correlações entre as variáveis de estudo será utilizada a correlação de Pearson. Para a comparação entre os grupos será utilizado o teste T de Student para variáveis paramétricas e considerado diferente quando o valor de p for menor ou igual a 0,05.

Para a análise dos questionários serão utilizados os critérios propostos pela equipe australiana do WHOQOL.

61 Os escores serão pontuados utilizando o software R versão 3.0.1.

Para relacionar as variáveis de interesse entre os domínios e o índice de QV, serão utilizados os testes de Kruskal-Wallis e Spearman. Para verificar as comparações múltiplas dos testes KruskalWallis será utilizado o teste de Nemenyi. O nível de significância adotado será de 5%.

5.13 Orçamento e fontes de financiamento

As despesas previstas para execução do projeto ocorrerão com recurso próprio, por conta da mestranda.

Os equipamentos necessários para a coleta de dados, como o espirômetro, dinamômetro, manovacuômetro serão disponibilizados pela Faculdade de Educação Física e Fisioterapia – UFAM. Laboratório de Reabilitação Cardiopulmonar. O equipamento para Pletismografia será disponibilizado para uso pela Faculdade de Educação Física e Fisioterapia – UFAM. Laboratório de Estudos do Desempenho Humano, previamente com solicitações e aprovações pela direção.

Cronograma

Cronograma

ATIVIDADES/MÊS 2017

2018

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

Pesquisa

Bibliográfica X x x X x x x X x x x x x x x x x x x x x x X X

Elaboração do projeto X x x X

Submissão ao Comitê

de Ética e Pesquisa x x

Inicio da Pesquisa de

campo e contato com

participantes

X x

Colela de dados 1 x x x x x x

Sistematização e

análise de dados x x x x

Análises estatísticas x x x

Elaboração da Artigo

científico 1 x x

ATIVIDADES/MÊS

2019 2020

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7

Pesquisa Bibliográfica X x x X x X x x X x x X X x x x

Contato com os participantes X x x

Coleta de dados 2 X x X X x X

29

Sistematização e análise de

dados 2 x x x
Análises estatísticas 2 X x x
Elaboração de artigo
científico 2 x x X X
Orçamento Financeiro - R$767,00

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto em tela é uma Dissertação de Mestrado Acadêmico do PPG em Ciências da Saúde da UFAM e contem todos os elementos de um estudo científico com: Introdução, Objetivos, Metodologia, Cronograma, Orçamento Financeiro,
TCLE - Contemplado,
Termos de Anuência Todos Contemplados e assinados respectivamente pelo diretor da FEFF prof.MSC João Claúdio B.P.Machado; SUSAM-orestes Guimarães de Melo Filho, Secretário Executivo;
Folha de Rosto - Contemplada e assinada pela coordenadora do Programa profa, Sonia Carvalho,
Critérios de Inclusão e Exclusão - Contemplados,
Link dos Curricula dos pesquisadores - Não apensado,
Riscos e benefícios - Contemplados,
Instrumento de Coleta de dados - Apensados.

Recomendações:

Não se Aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos de Parecer pela Aprovação,SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_995554.pdf	12/01/2018 20:13:27		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	termo_de_anuencia_fcdchu.pdf	12/01/2018 20:10:26	NADIA GOMES BATISTA DOS	Aceito