

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA YAMAGUCHI

DOENÇA DE PARKINSON E EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS:
REPERCUSSÕES NA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA E NOS PARÂMETROS
MORFOFUNCIONAIS

CURITIBA

2020

BRUNA YAMAGUCHI

DOENÇA DE PARKINSON E EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS:
REPERCUSSÕES NA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA E NOS PARÂMETROS
MORFOFUNCIONAIS

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Educação Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Israel

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Yamaguchi, Bruna

Doença de Parkinson e exercícios físicos aquáticos : repercussões na função respiratória e nos parâmetros morfofuncionais. / Bruna Yamaguchi. – Curitiba, 2020.

235 p.: il.

Orientadora: Vera Lúcia Israel

Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Parkinson, Doença. 2. Exercícios físicos aquáticos. 3. Ventilação pulmonar. I. Título. II. Israel, Vera Lúcia, 1963-. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (22. ed.) 616.833



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **BRUNA YAMAGUCHI** intitulada: "**DOENÇA DE PARKINSON E EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS: REPERCUSSÕES NA FUNÇÃO RESPIRATÓRIA E NOS PARÂMETROS MORFOFUNCIONAIS**", sob orientação da Profa. Dra. VERA LUCIA ISRAEL, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 26 de Junho de 2020.

Assinatura Eletrônica
26/06/2020 17:56:37.0
VERA LUCIA ISRAEL

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica
26/06/2020 13:06:40.0

PAULO CESAR BARAUCE BENTO

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica
26/06/2020 13:09:51.0

CLYNTON LOURENÇO CORRÊA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)

Assinatura Eletrônica
26/06/2020 13:43:49.0

ARLETE ANA MOTTER

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ -UFPR)

Assinatura Eletrônica
26/06/2020 13:07:44.0

NEIVA LEITE

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Novo Edifício do Departamento de Educação Física - Campus Centro Politécnico - Curitiba - Paraná - Brasil
CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3072 - E-mail: pgedf@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 44090

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp>
e insira o código 44090

Dedico essa tese aos meus pais,
Marli Marlene Kramatschek Yamaguchi (*in memoriam*) e Kazuo Yamaguchi

AGRADECIMENTOS

A apresentação desta tese fecha um ciclo. Quatro anos que poderiam valer por, pelo menos, dez. Tem sido tempos difíceis, para mim foram. Apesar disso, há muito pelo que agradecer. Agradeço inicialmente a minha família, sempre prestando todo o suporte possível para que eu pudesse estudar e para eu fazer as minhas próprias escolhas. Especialmente ao meu pai, por ser essa pessoa maravilhosa e iluminada, melhor pessoa que conheço. A Fabiana e Luís Fernando, meus irmãos, o carinho e a força de vocês desde sempre estiveram comigo, estendendo a meus cunhados Rodi e Serginho, obrigada. Meus sobrinhos Vitor, Helena e Anna Beatriz, que todos os três vieram a vida nesse período de doutorado, a eles talvez caiba um pedido de perdão, por não estar tão presente. E, a minha mãe, que faleceu também nesse período. Ela que mal era alfabetizada, órfã, nunca teve as oportunidades que tive, e proporcionou opções de vida que nunca pôde almejar para si.

Agradeço imensamente a oportunidade e parceria novamente confiada a mim pela minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Israel. Sou grata por me proporcionar não apenas experiências relacionadas a esta tese e à docência em ensino superior, mas também me ensinar o valor das parcerias, a generosidade de uma palavra ou, simplesmente, da presença. Obrigada por me desafiar sem pressionar e orientar sem retirar minha autonomia.

A melhor equipe de pesquisa que existe ou já existiu: Alegria em Movimento, não consigo nem expressar meu amor e gratidão. Manô, Tai, Adri, Ju, Di, Lui, Ka, Carol, Luis, vocês são incríveis. São a força naquele exato momento de desespero e também as risadas na hora certa (ou errada). Vocês são demais. Cabe um adendo aqui a nossa cota de inclusão, ao nosso grupo estendido, a Audrin e a Isa, que também são parte disso. Agradeço ainda aos estudantes de fisioterapia da IC aquapark de todos estes quatro anos.

Não foi nada fácil trabalhar e fazer doutorado, mas tive apoio incondicional de minhas amigas e colegas de profissão Fran, Madi, Kalina e Vivi. Obrigada, meninas! Além delas, outros colegas de trabalho sempre foram solidários às minhas angustias, Gui, Marco, Vaine, Bia, Bianca, Monique, Denir, Deborah, Wilson, Lorena, Lahis, Eliza, Sheila. Obrigada pelo apoio, por uma palavra que fosse, estavam ali.

Agradeço aos amigos com quem dividi os aborrecimentos e somei as alegrias. Pessoal do antigo CEFET, em especial as amadas Carol, Déia e Graci. A Elaine, e toda a família Miglorini, mesmo distantes estão sempre no meu coração. As meninas do Políticas por.de.para Mulheres, como digo, vocês tem sido minha esperança. Ao pessoal da época do DCE UFPR (mais conhecidos como comes e bebes), estendido agora aos agregados, vocês são maravilhosos. Aos meus amados sereios Daia, Gre, Fer, Dé e Jhony, pela perene amizade. A Poly, por estar presente quando mais precisei, nunca esquecerei.

As minhas famílias, que sim, são no plural, pela ajuda, pela ligação ou mensagem, almoços, pela preocupação. Eu agradeço demais e me desculpo pela

constante ausência: Toda a família Yamaguchi, Kramatschek, Santana, Nicolaio, Zborowski, Nishida, Santos.

Para aqueles que cooperaram para concretização deste estudo, nossos queridos pacientes, nosso maior muito obrigada. Como sempre gosto de reforçar, parafraseando a MSD: “nada sobre você, sem você”. Sem sua cooperação este modelo de estudo não faz sentido, é com vocês que seguimos. Aproveito para agradecer a parceria com a APPP via administradoras Elise e Vanessa. Agradeço ao departamento de Fisioterapia, docentes e demais servidores, pelo empréstimo de materiais e aqui em especial as prof^{as}. Arlete, Silvia e Anna Raquel e a técnica Viviane. Para viabilização das intervenções foi necessária a parceria com o CHR, em especial Sr. Irajá, a equipe toda agradece, sempre. Ainda, agradeço ao PPGEDF pelo comprometimento de professores, colegas e técnico.

E, por fim, meu agradecimento é destinado ao Itamar. Obrigada por tudo. Obrigada por estar presente e obrigada por ficar meses distante, quando a ausência do distanciamento social poderia pôr minha saúde em risco. Obrigada por ser o melhor parceiro, melhor amigo. Obrigada pela sua generosidade, honestidade, bondade, humildade, integridade. Obrigada por ser uma pessoa em quem eu possa me inspirar!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Eu falo não por mim, mas por aqueles cujas vozes não podem ser ouvidas.
Por aqueles que têm lutado por seus direitos.
O seu direito de viver em paz.
O seu direito de ser tratado com dignidade.
O seu direito à igualdade de oportunidades.
O seu direito de ser educado...
...acharam que tiros nos silenciariam.
Mas falharam”

Malala Yousafzai

Paquistanesa, estudante, ativista pelos direitos humanos
Prêmio Nobel da Paz 2014

RESUMO

A doença de Parkinson (DP) é a segunda enfermidade neurológica degenerativa progressiva mais prevalente. A pneumonia é a principal causa de morte na DP, e o problema pulmonar está correlacionado à redução da mobilidade físico-funcional. Nesta perspectiva, esta tese é composta por três estudos. O Estudo 1 teve o objetivo de analisar e correlacionar o risco respiratório e indicadores de sarcopenia em pessoas com DP, comparando com idosos hígidos. Foi avaliado, transversalmente, indicadores de sarcopenia (velocidade da marcha, força de preensão manual, perimetria de panturrilha), força respiratória e pico de fluxo expiratório de 79 pessoas com DP e 17 idosos hígidos. A comparação entre homens e mulheres com DP tem diferenças significativas no pico de fluxo expiratório, Pressão inspiratória (Pi máx), Pressão expiratória (Pe máx), massa corporal e força de preensão manual maior para os homens e relação cintura estatura mais elevada nas mulheres. A diferença entre pessoas hígidas e com DP foi apenas na velocidade da marcha. Na força ventilatória, 73,41% das pessoas com DP e 70% dos hígidos tiveram a Pi máx abaixo do esperado para idade e sexo. A Pe máx abaixo do predito foi encontrada em 87,34% da amostra com DP e 82,35% dos hígidos. Quanto a sarcopenia, 3,8% das pessoas com DP apresentaram risco e 1,26% classificado como pré-sarcopênico. Nenhum hígido apresentou risco de sarcopenia e houve forte correlação moderada e direta entre o PFE e velocidade da marcha e entre a força de preensão palmar com as variáveis ventilatórias. No estudo 2 o objetivo foi caracterizar a função ventilatória e capacidade de marcha, nível de atividade física, fadiga, atividade de vida diária (AVD) e função motora em pessoas com DP, comparando a função ventilatória, capacidade de marcha, nível de atividade física e fadiga com indivíduos adultos hígidos. Foram avaliados de forma transversal 41 pessoas com DP e 17 pessoas hígidas. Para as pessoas com DP, risco respiratório foi determinado como distúrbio misto em 14,63%, 9,76% como restritivo e nenhum obstrutivo. Para pessoas hígidas, 11,76% tem ventilação obstrutiva, 5,88% restritiva e 5,88% mista. Comparativamente, hígidos tiveram estatisticamente maior capacidade de marcha, ventilação voluntária máxima (VVM) e menos fadiga. Ao comparar mulheres com e sem a DP, observamos diferença significativa para capacidade de marcha e capacidade vital forçada maior nas hígidas, enquanto que a fadiga foi maior para as mulheres com DP. Entre os homens, apenas observado diferença na fadiga, menor nos hígidos do que nos homens com DP. O Estudo 3, de delineamento quase-experimental, grupo único com medidas repetidas em quatro avaliações, propondo intervenção por meio de um programa de exercícios físicos aquáticos sobre parâmetros ventilatórios e morfofuncionais (triagem de sarcopenia, capacidade de marcha, fadiga, AVD, avaliação motora e avaliação aquática). Os critérios de inclusão foram de 1 a 4 na escala *Hoehn & Yahr* e liberação clínica. As avaliações ocorreram com intervalos de tempo de 3 meses entre avaliações, sendo a primeira de controle, o segundo período foi quando sucedeu a intervenção e mais um período de três meses ocorreu após a intervenção como seguimento. A intervenção ocorreu em 25 encontros, duas vezes na semana, por 3 meses, composta de cinco fases de aprendizado motor aquático (ambientação, domínio do meio líquido, exercícios terapêuticos especializados, condicionamento orgânico global e relaxamento), com ênfase em exercícios aeróbios e controlado pela escala de Borg. Participaram da intervenção 13 pessoas (71,3±5,61 anos de idade), que não apresentaram diferença significativa no período controle. Entre as avaliações do período de intervenção apresentaram diferença estatisticamente significativa na Pi máx, Pe máx, CVF, índice de *Tiffeneau*, VVM, fadiga e avaliação motora. Na avaliação aquática, que ocorreu no período de pré e pós intervenção, houve diferença estatística

com melhor desempenho geral no pós intervenção. Como conclusão geral os estudos demonstraram que as pessoas com DP apresentaram baixa incidência de risco para sarcopenia, pela metodologia utilizada, porém tiveram, assim como os participantes hígidos da mesma faixa etária, redução de parâmetros ventilatórios. Em relação a fadiga e capacidade de marcha, a DP tem pior performance que os hígidos. A intervenção de exercícios físicos aquáticos foi efetiva para desfechos ventilatórios, fadiga e desempenho motor.

Palavras-chave: Doença de Parkinson. Avaliação em Saúde. Avaliação da Deficiência. Ventilação Pulmonar. Exercício Físico Aquático.

ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is the second most common progressive neurodegenerative disorder. Pneumonia is the main cause of death in those with PD, and pulmonary disorder is correlated with reduced physical and functional mobility. From this perspective, this thesis is composed of three studies. The objective of the Study 1 was to analyze and correlate pulmonary risk and sarcopenia indicators in people with PD, compared with healthy older adults. Sarcopenia indicators (gait speed, handgrip strength, and calf circumference), respiratory strength, and peak expiratory flow of 79 people with PD, and 17 healthy older adults were cross-sectionally analyzed. Men and women with PD showed significant differences in peak expiratory flow, inspiratory pressure (Pi max), expiratory pressure (Pe max), mass, waist-height ratio, and handgrip strength. Healthy people and those with PD only presented differences in gait speed. Concerning respiratory strength, 73.41% of people with PD, and 70% of healthy individuals presented Pi max below the expected value for their age and sex. Pe max below the predicted value was observed in 87.34% of people with PD and 82.35% of healthy individuals. Regarding sarcopenia, 3.8% of people with PD were considered at risk of sarcopenia and 1.26% of them had presarcopenia. No healthy individuals were considered at risk of sarcopenia. Moreover, there was a strong moderate and direct correlation between peak expiratory flow and gait speed and between handgrip strength with the respiratory variables. The objective of the Study 2 was to characterize pulmonary function, gait ability, physical activity level, fatigue, activities of daily living (ADLs), and motor function in people with PD, compared to pulmonary function, gait capacity, physical activity level, and fatigue of healthy adult individuals. Thus, 41 people with PD and 17 healthy people were cross-sectionally analyzed. Pulmonary risk of people with PD was determined as mixed lung disease in 14.63%, as restrictive in 9.76% and as obstructive in no case. Regarding healthy people, pulmonary risk was defined as obstructive lung disease in 11.76%, restrictive in 5.88%, and mixed in 5.88% of them. When comparing women with and without PD, we can notice a significant difference in gait capacity and forced vital capacity, which is greater in healthy women. While fatigue is greater in women with PD. Among men, we only observed a difference in fatigue, which is lower in healthy men than in those with PD. The study 3 used a quasi-experimental, single-group, repeated-measures design. This study proposed an aquatic exercise program based on respiratory and morphofunctional parameters (sarcopenia screening, gait capacity, fatigue, ADLs, motor evaluation, and aquatic evaluation). Inclusion criteria were stage 1 to 4 on the *Hoehn & Yahr* scale and medical certificate. Repeated measurements of the individuals with PD were collected in four evaluations. The four evaluations were performed within intervals of three months: the first one was for control, the second one was when the intervention took place, and the third one was after the intervention as a follow-up. The intervention was performed twice a week during three months (25 meetings) and was composed of five stages of aquatic motor skills learning (adaptation, mastering of the liquid medium, specialized therapeutic exercises, global fitness, and relaxation), with an emphasis on aerobic exercises and controlled using the Borg scale. Thirteen people (71.3 ± 5.61 years old) participated in the intervention, who showed no significant difference in the control period. Regarding the evaluations of the intervention period, there were statistically significant differences in Pi max, Pe max, FVC, Tiffeneau index, MVV, fatigue, and motor assessment. In the aquatic assessment, which occurred during the pre and post-intervention period, we found a statistical difference with better general performance

in the post-intervention. As a general conclusion, according to the adopted methodology, the studies demonstrate that people with PD had a low incidence of risk for sarcopenia. However, these individuals, as well as the healthy participants of the same age group, presented reduced respiratory parameters. Concerning fatigue and gait capacity, participants with PD showed poorer performance than the healthy ones. The intervention of aquatic exercises was effective for respiratory purposes, fatigue, and motor performance.

Keywords: Parkinson's disease. Health Evaluation. Disability Evaluation. Pulmonary Ventilation. Aquatic Physical Exercises.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1- Valores indicativos físico-funcionais associados a diferentes velocidades de marcha	54
FIGURA 2 - Ilustração do teste de velocidade da marcha	73
FIGURA 3 - Estadiamento da doença de Parkinson na escala de <i>Hoehn & Yahr</i>	75
FIGURA 4 - Velocidade da marcha comparação entre pessoas com doença de Parkinson e hígdas.....	78
FIGURA 5 - Velocidade da marcha comparação entre homens hígdos e com doença de Parkinson	79
FIGURA 6 - Velocidade da marcha comparação entre mulheres hígdas e com doença de Parkinson	80
FIGURA 7 - Ilustração do teste de caminhada de 6 minutos.....	96
FIGURA 8 - Exemplo de comparação da curva fluxo x volume encontrada na literatura e na presente pesquisa	100
FIGURA 9 - Forma da passagem do fluxo inspiratório para expiratório	101
FIGURA 10 - Gráfico de representação da Capacidade Vital Forçada comparando mulheres com doença de Parkinson e hígdas.....	105
FIGURA 11 - Gráfico de representação da Ventilação Voluntária Máxima comparando as pessoas com doença de Parkinson e hígdos	106
FIGURA 12 - Gráfico de representação da fadiga comparando pessoas com doença de Parkinson e hígdos.....	108
FIGURA 13 - Gráfico de representação da fadiga comparando pessoas com doença de Parkinson e hígdos em ambos os sexos	109
FIGURA 14 - Gráfico de representação do teste de caminhada de 6 minutos comparando pessoas com doença de Parkinson e hígdos	110
FIGURA 15 - Gráfico de representação do teste de caminhada de 6 minutos comparando mulheres com doença de Parkinson e hígdas.....	111
FIGURA 16 - Delineamento das avaliações e intervenção	123
FIGURA 17- Fluxograma de perdas amostrais da pesquisa	129
FIGURA 18 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da Pressão Inspiratória Máxima	133
FIGURA 19 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da Pressão Expiratória Máxima.....	134

FIGURA 20 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da Capacidade Vital Forçada	135
FIGURA 21 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da Ventilação Voluntária Máxima.....	136
FIGURA 22 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da fadiga	141
FIGURA 23 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações motoras	142
FIGURA 24 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações <i>Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i> total	143
FIGURA 25 – Quantitativo de pessoas, pela presença ou ausência de doença de Parkinson e pelo sexo, classificadas em cada nível de atividade física, pelo <i>International Physical Activity Questionnaire</i>	211
FIGURA 26 - Quantidade de casos abaixo do esperado, nos desfechos ventilatórios, para os homens do estudo	217
FIGURA 27 - Quantidade de casos abaixo do esperado, nos desfechos ventilatórios, para as mulheres do estudo	218
FIGURA 28 - Quantidade de casos abaixo do esperado, nos desfechos ventilatório, incluindo ambos os sexos	218

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Fatores neurotróficos de destaque potencialmente relacionados à doença de Parkinson.....	41
QUADRO 2 - Valores preditivos do Pico de Fluxo Expiratório	70
QUADRO 3 - Valores preditivos da manovacuometria, segundo idade e sexo.....	71
QUADRO 4 - Estágios da sarcopenia	72
QUADRO 5 - Valor preditivo de força de preensão manual	72
QUADRO 6 - Composição do risco para distúrbios ventilatórios.....	94
QUADRO 7 - Classificação do nível de atividade física individual pelo <i>International Physical Activity Questionnaire</i>	95
QUADRO 8 - Pontuações da <i>Aquatic Functional Assessment Scale</i>	126

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Dados médios, dispersão e a comparação para cada sexo separadamente e dados geral, no grupo doença de Parkinson	75
TABELA 2 - Descritivo e comparação das variáveis pelo sexo e pelo grupo em geral	77
TABELA 3 - Correlação entre indicadores de sarcopenia e variáveis respiratórias em pessoas com doença de Parkinson.....	81
TABELA 4 - Valores médios e de dispersão das variáveis relacionadas à doença de Parkinson geral, estratificado para homens e mulheres com doença de Parkinson .	98
TABELA 5 - Distribuição dos participantes na classificação pela Hoehn & Yahr	98
TABELA 6 - Faixas de limitações e variáveis no teste de função pulmonar, para pessoas com doença de Parkinson.....	99
TABELA 7 - Faixas de limitações e variáveis no teste de função pulmonar, para pessoas hígdas	100
TABELA 8- Demais variáveis do Estudo 2, demonstrada para pessoas com doença de Parkinson e hígdos, geral e por sexo	102
TABELA 9 - Comparação entre o desempenho de pessoas com doença de Parkinson e hígdos, no geral e segundo o sexo.....	104
TABELA 10 - Frequência absoluta e relativa dos participantes para o <i>International Physical Activity Questionnaire</i>	107
TABELA 11 - Características da amostra.....	129
TABELA 12 - Variáveis antropométricas por período de Avaliação	131
TABELA 13 - Variáveis respiratórias por período de Avaliação	132
TABELA 14 - Quantitativo de casos com redução do parâmetro esperado, por avaliação e por sexo	137
TABELA 15 - Indicadores de sarcopenia por período de avaliação	139
TABELA 16 - Variáveis funcionais por período de avaliação	140
TABELA 17 - Variáveis da <i>Aquatic Functional Assessment Scale</i>	144
TABELA 18- Características descritivas, expostas em mediana e intervalos	209
TABELA 19- Valores medianos e de dispersão para os grupos e sexos, nas variáveis não normais.....	210

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	-	<i>Anno Domini</i> - antes de Cristo
ACSM	-	<i>American College of Sports Medicine</i> – Colégio Americano de Medicina do Esporte
ADP	-	Adenosina Difosfato
AFAS	-	<i>Aquatic Functional Assessment Scale</i>
APPP	-	Associação de Portadores de Parkinsonismo do Paraná
ATP	-	Adenosina trifosfato
AVD	-	Atividades de vida diária/ atividades de vida diária
AVE	-	Acidente vascular encefálico
BIA	-	Bioimpedância
BDNF	-	<i>Brain-derived neurotrophic factor</i> - Fator neurotrófico derivado do cérebro
CAAE	-	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CDNF	-	<i>Cerebral dopaminergic neurotrophic factor</i> - Fator neurotrófico cerebral dopaminérgico
CEP	-	Comitê de Ética em Pesquisas com Humanos
CIF	-	Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde
cm	-	Centímetro
cm H ₂ O	-	Centímetro de coluna de água
CNS	-	Conselho Nacional de Saúde
CNTF	-	<i>Ciliary neurotrophic factor</i> - Fator neurotrófico ciliar
CO ₂	-	Dióxido de carbono
CVF	-	Capacidade Vital Forçada
DBS	-	<i>Deep brain stimulation</i>
Desv Pad	-	Desvio padrão
DP	-	Doença de Parkinson
DPOC	-	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
DXA	-	Absorciometria de raios X com dupla energia
FC	-	Frequência cardíaca
FR	-	Frequência respiratória

FSS	-	<i>Fatigue Severity Scale</i> - Escala de Gravidade de Fadiga
GDF	-	<i>Growth/differentiation factor</i> - Fator de crescimento/diferenciação
GDNF	-	<i>Glia cell line-derived neurotrophic factor</i> - Fator neurotrófico derivado da glia
GFL	-	<i>Grow Factor/family of ligands</i> - Fator de crescimento/Família de ligantes
HY	-	<i>Hoehn & Yahr</i>
IC 95%	-	Intervalo de confiança de 95%
IGF-1	-	<i>Insulin-like growth factor 1</i> - Fator de crescimento semelhante à insulina 1
IMC	-	Índice de massa corpórea
INMETRO	-	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
IPAQ	-	<i>International Physical Activity Questionnaire</i> - Questionário Internacional de Atividade Física
Kg	-	Quilograma
kg/m ²	-	Quilograma por metro quadrado
Kgf	-	Quilograma-força
l	-	Litro
l/min	-	Litros por minuto
m	-	Metro
m/s	-	Metro por segundo
MANF	-	<i>Astrocyte-derived neurotrophic factor</i> - Fator neurotrófico derivado de astrócitos
máx	-	Máximo
mg	-	Miligrama
min.	-	Minuto
mín	-	Mínimo
MMII	-	Membros inferiores
MMSS	-	Membros superiores
MoCA	-	Montreal Cognitive Assessment
MUNIX	-	<i>Motor unit number index</i>
n	-	Número de participantes

NGF	-	<i>Nerve growth factor</i> - Fator de crescimento do nervo
O ₂	-	Oxigênio
°C	-	Graus Celsius
OMS	-	Organização Mundial da Saúde
<i>P</i>	-	Probabilidade de significância
PDEDGE	-	<i>Parkinson Evidence Database to Guide Effectiveness</i>
PDQ-39	-	<i>Parkinson's Disease Questionnaire</i>
Pe máx	-	Pressão Expiratória Máxima
PFE	-	Pico de Fluxo expiratório
pH	-	Potencial Hidrogeniônico
Pi máx	-	Pressão Inspiratória Máxima
PR	-	Paraná
QV	-	Qualidade de vida
sem.	-	Semana
SNC	-	Sistema Nervoso Central
TC6	-	Teste de caminhada de 6 minutos
TCLE	-	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UPDRS	-	<i>Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i> - Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson
VEF1	-	Volume Expiratório Forçado no 1º segundo
VEF1/CVF	-	Índice de <i>Tiffeneau</i>
VEGF	-	<i>Vascular endothelial growth factor</i> - Fator de crescimento endotelial vascular
VO ₂	-	Volume de oxigênio máximo
VVM	-	Ventilação Voluntária Máxima

SUMÁRIO

LISTA DE ILUSTRAÇÕES	11
LISTA DE QUADROS	11
LISTA DE TABELAS	14
APRESENTAÇÃO DA TESE	24
1 INTRODUÇÃO	24
1.1 OBJETIVOS	31
1.1.1 OBJETIVO GERAL	31
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
1.1.2.1 ESTUDO 1 - PREVALÊNCIA DE DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA E RISCO SARCOPÊNICO EM PESSOAS COM DP	32
1.1.2.2 ESTUDO 2 - FUNÇÃO VENTILATÓRIA NO CONTEXTO DA FUNCIONALIDADE EM PESSOAS COM DP	32
1.1.2.3 ESTUDO 3 - EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS NOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E MORFOFUNCIONAIS EM PESSOAS COM DP	32
1.2 HIPÓTESES	33
1.2.1 ESTUDO 1 - PREVALÊNCIA DE DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA E RISCO SARCOPÊNICO EM PESSOAS COM DP	33
1.2.2 ESTUDO 2 - FUNÇÃO VENTILATÓRIA NO CONTEXTO DA FUNCIONALIDADE EM PESSOAS COM DP	33
1.2.3 ESTUDO 3 - EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS NOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E MORFOFUNCIONAIS EM PESSOAS COM DP	33
2 REVISÃO DA LITERATURA	34
2.1 ENVELHECIMENTO	34
2.2 DOENÇA DE PARKINSON	35
2.3 PARÂMETROS VENTILATÓRIOS NA DP	43
2.3.1 <i>Manovacuometria</i>	49
2.3.2 <i>Espirometria</i>	50
2.4 SARCOPENIA	52
2.5 FADIGA	54
2.6 ATIVIDADES FUNCIONAIS E FÍSICAS NA DP	56
2.6.1 <i>Marcha, AVD e função motora</i>	58
2.6.2 <i>Exercício físico na DP</i>	60
2.6.3 <i>Exercício Físico Aquático na DP</i>	63

3 ESTUDO 1 – PREVALÊNCIA DE DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA E RISCO DE SARCOPENIA EM PESSOAS COM DP	66
3.1 METODOLOGIA ESTUDO 1.....	68
3.1.1 <i>Participantes</i>	68
3.1.2 <i>Procedimentos de Coleta de Dados</i>	69
3.1.2.1 <i>Escala de Hoehn & Yahr para gravidade da doença</i>	69
3.1.2.2 <i>Pico de Fluxo expiratório</i>	69
3.1.2.3 <i>Pressão inspiratória e expiratória máxima</i>	70
3.1.2.4 <i>Antropometria - Massa e estatura</i>	71
3.1.2.5 <i>Antropometria - Circunferência de cintura</i>	71
3.1.2.6 <i>Risco de sarcopenia</i>	71
3.1.2.6.1 <i>Antropometria - Circunferência da panturrilha</i>	72
3.1.2.6.2 <i>Força de preensão manual</i>	72
3.1.2.6.3 <i>Velocidade da marcha</i>	73
3.1.3 <i>Procedimentos de análise dos dados</i>	73
3.2 RESULTADOS ESTUDO 1	74
3.2.1 <i>Caracterização da Amostra</i>	74
3.2.2 <i>Caracterização das Variáveis Relacionadas a DP</i>	74
3.2.3 <i>Comparação entre Pessoas com DP e Hígidos</i>	76
3.2.3.1 <i>Força Ventilatória</i>	76
3.2.3.2 <i>Sarcopenia</i>	78
3.2.4 <i>Correlações Respiratórias e Medidas Morfofuncionais</i>	81
3.3 DISCUSSÃO ESTUDO 1	82
3.3.1 <i>Função Respiratória</i>	83
3.3.2 <i>Risco de Sarcopenia</i>	85
3.3.3 <i>Limitações e Estudos Futuros</i>	90
3.4 CONCLUSÃO ESTUDO 1	91
4 ESTUDO 2 – FUNÇÃO VENTILATÓRIA NO CONTEXTO DA FUNCIONALIDADE EM PESSOAS COM DP	92
4.1 METODOLOGIA ESTUDO 2.....	92
4.1.1 <i>Participantes</i>	92
4.1.2 <i>Procedimentos de Coleta de Dados</i>	92
4.1.2.1 <i>Escala de Hoehn & Yahr</i>	92
4.1.2.2 <i>Avaliação Motora e as AVD</i>	93
4.1.2.3 <i>Espirometria</i>	93

4.1.2.4	<i>Antropometria- Massa e altura</i>	94
4.1.2.5	<i>Nível de Atividade Física</i>	94
4.1.2.6	<i>Teste de caminhada de 6 minutos</i>	95
4.1.2.7	<i>Escala de Gravidade de Fadiga (Fatigue Severity Scale - FSS)</i>	96
4.1.3	<i>Procedimentos de Análise de Dados</i>	96
4.2	RESULTADOS ESTUDO 2	97
4.2.1	<i>Caracterização da Amostra</i>	97
4.2.2	<i>Caracterização das Variáveis Relacionadas a DP</i>	97
4.2.3	<i>Resultados Descritivos da Função Pulmonar</i>	98
4.2.4	<i>Comparação entre Pessoas com DP e Hígidos</i>	101
4.2.4.1	<i>Função respiratória</i>	105
4.2.4.2	<i>Variáveis morfofuncionais</i>	106
4.3	DISCUSSÃO ESTUDO 2	111
4.3.1	<i>Função Ventilatória</i>	112
4.3.2	<i>Fadiga</i>	117
4.3.3	<i>Nível de Atividade Física e Marcha</i>	118
4.3.4	<i>Limitações e Estudos Futuros</i>	120
4.4	CONCLUSÃO ESTUDO 2	122
	5 ESTUDO 3 - EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS NOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E MORFOFUNCIONAIS EM PESSOAS COM DP	122
5.1	METODOLOGIA ESTUDO 3	122
5.1.1	<i>Participantes</i>	123
5.1.2	<i>Procedimentos de coletas de dados</i>	124
5.1.2.1	<i>Variáveis de Caracterização da Amostra</i>	124
5.1.2.1.1	<i>Ficha de Avaliação Inicial</i>	124
5.1.2.1.2	<i>Montreal Cognitive Assessment - MoCA</i>	124
5.1.2.1.3	<i>Escala de Hoehn & Yahr para gravidade da doença</i>	124
5.1.2.2	<i>Desfechos Dependentes da Intervenção</i>	124
5.1.2.2.1	<i>Pressões inspiratória e expiratória máximas</i>	124
5.1.2.2.2	<i>Espirometria</i>	125
5.1.2.2.3	<i>Risco de sarcopenia</i>	125
5.1.2.2.4	<i>Fadiga</i>	125
5.1.2.2.5	<i>Teste de Caminhada de 6 minutos</i>	125
5.1.2.2.6	<i>Avaliação Motora e Atividade de Vida Diária</i>	125
5.1.2.2.7	<i>Avaliação Aquática</i>	125

5.1.3	<i>Intervenções</i>	126
5.1.4	<i>Procedimentos de Análise de Dados</i>	128
5.2	RESULTADOS ESTUDO 3	128
5.2.1	<i>Caracterização da Amostra</i>	128
5.2.2	<i>Desfechos Dependentes</i>	130
5.2.2.1	<i>Variáveis Antropométricas</i>	130
5.2.2.2	<i>Variáveis Ventilatórias</i>	131
5.2.2.3	<i>Sarcopenia</i>	138
5.2.2.4	<i>Fadiga, Capacidade de Marcha, Avaliação Motora e AVD</i>	139
5.2.2.5	<i>Avaliação Aquática</i>	144
5.3	DISCUSSÃO ESTUDO 3	144
5.3.1	<i>Variáveis Ventilatórias</i>	145
5.3.2	<i>Sarcopenia</i>	156
5.3.3	<i>Fadiga</i>	160
5.3.4	<i>Capacidade de Marcha, Avaliação Motora e AVD</i>	161
5.3.5	<i>Exercício Físico, Exercício Físico Aquático e DP</i>	171
5.3.6	<i>Limitações e Estudos Futuros</i>	175
5.4	CONCLUSÃO ESTUDO 3	181
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	182
7	REFERÊNCIAS	182
8	APÊNDICES	204
	APÊNDICE 1 – Resumo das variáveis avaliadas nos três estudos da tese:	204
	APÊNDICE 2 – Programa de Intervenção	205
	FASE AMBIENTAÇÃO	205
	FASE DOMÍNIO DO MEIO LÍQUIDO	206
	FASE EXERCÍCIOS TERAPÊUTICOS ESPECIALIZADOS	207
	FASE DE CONDICIONAMENTO ORGÂNICO GLOBAL	207
	APÊNDICE 3 – Dados não-normais do Estudo 2	209
	APÊNDICE 4 – Quantitativo de pessoas, pela presença ou ausência de DP e pelo sexo, classificadas em cada nível de atividade física, pelo IPAQ	211
	APÊNDICE 5 - Artigos Científicos Publicados	212
	APÊNDICE 6 - Apresentação de resumos em congresso	213
	APÊNDICE 7 – Cálculo amostral	216
	APÊNDICE 8 – Quantidade de casos abaixo do esperado para os desfechos ventilatórios, nas 4 avaliações	217
9	ANEXOS	219

ANEXO 1 – Aprovação da Pesquisa pelo Comitê de Ética.....	219
ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	220
ANEXO 3 – Escala de <i>Hoehn & Yahr</i>	223
ANEXO 4 - ESCALA UPDRS – MOTOR E AVD	224
ANEXO 5 – IPAQ <i>International Physical Activity Questionnaire</i> - Questionário Internacional de Atividade Física	230
ANEXO 6 – <i>BORG</i>	232
ANEXO 7 – Escala de Gravidade da Fadiga	233
ANEXO 8 - AFAS.....	234
ANEXO 9 – MoCA – Montreal Cognitive Assessment	235

APRESENTAÇÃO DA TESE

A temática da doença de Parkinson (DP) acerca de parâmetros ventilatórios e morfofuncionais apresenta, atualmente, indefinições na literatura científica. Não se tem determinado quais as alterações ventilatórias e qual o padrão respiratório na DP; se uma possível limitação ventilatória na DP se difere do encontrado em idosos sem o diagnóstico e se exercícios físicos influenciam positivamente nesses casos. Deste modo, foi necessário propor estudos preliminares ao escopo principal da tese. Assim, apresentaremos esta tese organizada em três estudos sobre a DP, sendo 2 transversais: (Estudo 1) ao analisar a prevalência de indicadores de sarcopenia e de risco respiratório, pela redução da força respiratória em pessoas com DP e a comparação com idosos hígidos; (Estudo 2) sobre parâmetros funcionais e função respiratória e na DP comparando com idosos hígidos; e por fim, um estudo experimental (Estudo 3) a fim de avaliar os efeitos de um programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos em pessoas com DP, em parâmetros morfofuncionais que, neste caso, incluem variáveis ventilatórias de espirometria e manovacuometria, as variáveis de avaliação motora, de atividade de vida diária (AVD), de velocidade e capacidade da marcha, e as variáveis com indicadores de atividade física, sarcopenia e fadiga.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem acompanhado uma alteração demográfica, com o envelhecimento populacional, assim como outros países do mundo, sobretudo os desenvolvidos e em desenvolvimento (LIMA-COSTA *et al.*, 2018; CHATTERJI *et al.*, 2014). O relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS, 2015 b) orienta que os países devem promover políticas públicas buscando o desenvolvimento da qualidade de vida e da independência funcional da população idosa. Tanto pela previsão de aumento de número de idosos, quanto pela necessidade dos idosos serem independentes, são então necessários estudos voltados à essa população. Decorrentes do envelhecimento populacional, algumas mudanças estruturais são esperadas, como alterações de composição corporal, no volume muscular, podendo apresentar repercussões físico-funcionais relacionadas a independência (PÍCOLI; FIGUEIREDO; PATRIZZI, 2011) e respiratórias (REN *et al.*, 2012). Além disso, algumas doenças são

típicas do envelhecimento, como a DP, que apresenta maior ocorrência após os 60 anos de idade (TOMLINSON *et al.*, 2012). Ambos os fatores - envelhecimento e DP - podem contribuir para disfunção respiratória, muscular, mobilidade funcional, AVD, atividades físicas, e na presença de sensação de fadiga, trazendo consequências negativas à qualidade de vida (QV) (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011; VALDERRAMAS; FERES; MELO, 2012; OMS, 2015 b).

Os idosos com DP, no mundo, podem corresponder a 1 em cada 1.000 indivíduos (RAMOS *et al.*, 2014) com mais de 65 anos, até outros relatos que podem chegar a estimativas de 3% da população para a mesma faixa etária (THORP *et al.*, 2018). A DP faz parte de um grupo de distúrbios do movimento conhecidos como hipocinéticos, desencadeia sinais e sintomas motores e não-motores, devido ao acometimento do sistema nervoso central (SNC) (TEIVE, 1998; TOMLINSON *et al.*, 2014).

Ao descrever a doença, em 1817, James Parkinson a qualificou como “paralisia agitante”, relatando a presença de tremor de repouso, alterações da marcha, citando inclusive a perda de força muscular generalizada (PARKINSON, 2002; BERRIOS, 2016), com algum acometimento respiratório (BAILLE *et al.*, 2016; TORSNEY; FORSTH, 2017). Entretanto, nos últimos 20 anos é que foram conduzidas pesquisas sobre a disfunção ventilatória e grau de limitação dos aspectos respiratórios relacionados à DP (BAILLE *et al.*, 2016). No estudo de Pennington *et al.* (2010) que se dedicaram a estudar e descrever as causas de morte na DP, relataram que a população com DP morre mais por pneumonias do que idosos da mesma idade. Além de causa de morte, as limitações respiratórias, a redução da mobilidade e da atividade física ocorrem de forma progressiva na DP, refletindo queda de QV (TORSNEY; FORSTH, 2017; TOMLINSON *et al.*, 2012; THOMÉ *et al.*, 2016).

Ainda que as doenças neurológicas, como a DP, levem a repercussões respiratórias e conseqüentemente a morte (SANCHES *et al.*, 2014) e que os problemas do sistema respiratório sejam apontados como uma das principais causas de óbitos na DP (BAILLE *et al.*, 2016; TORSNEY; FORSTH, 2017), os estudos que buscam a caracterização da função pulmonar na DP, associando com os tradicionais achados motores, apresentam divergências quanto aos resultados. Sabe-se que os estudos existentes se deparam com alterações respiratórias mais acentuadas se comparadas as encontradas em idosos hígidos (BAILLE *et al.*, 2016; BAILLE *et al.*,

2018) e parecem também estarem relacionados a progressão da DP (TORSNEY; FORSTH, 2017).

As informações sobre a funcionalidade deste contexto respiratório não são unânimes em definir se há obstrução, restrição, limitação mista ou fraqueza muscular nas pessoas com DP, caracterizando uma lacuna da literatura. Por mais que haja possíveis relações entre às limitações respiratórias com o nível de atividade física, mobilidade funcional, atividade motora, AVD, fadiga, perda de massa e força muscular, levando a repercussões, incluindo índice de mortalidade, estas associações não foram profundamente investigadas na DP. As pesquisas clínicas sobre esses marcadores são especialmente relevantes em idosos com doenças crônicas, como a DP, que podem desenvolver perdas musculares e funcionais secundárias à doença (YAZAR *et al.*, 2018; BAILLE *et al.*, 2018), refletindo na função respiratória e motora.

Do ponto de vista da reabilitação física e de proteção da saúde dos indivíduos com DP, o exercício físico já é considerado como elemento fundamental no atendimento multidisciplinar da DP, quanto aos sintomas motores clássicos da doença: bradicinesia, rigidez muscular, tremor de repouso e instabilidade postural (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2016). Entretanto, apresenta carência de estudos com propostas de intervenção baseadas em programas de exercícios físicos cujos desfechos principais sejam as limitações relacionadas às variáveis ventilatórias, em conjunto com a função motora (VIJAYAN *et al.*, 2020; YAMAGUCHI; IUCKSCH; ISRAEL, 2019).

Ellis e Rochester (2018) publicaram um estudo no qual incitam os pesquisadores a desenvolverem questões norteadoras para objetivos do exercício físico na DP para os próximos 20 anos. Especularam que nessas próximas duas décadas, os ensaios clínicos virão buscar explicações dos benefícios, melhor modalidade de exercício, intensidade ideal e estratégias de implementação e adesão para pessoas com DP (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Neste sentido, busca-se colaborar com esses questionamentos, em especial, caracterizar alterações ventilatórias, benefícios e proposta de modalidade terapêutica para pessoas com DP.

Foram localizados na literatura ainda poucos estudos que pesquisaram sobre o incremento de variáveis ventilatórias para a DP. Encontrou-se um ensaio clínico controlado e randomizado, propondo exercício de ioga duas vezes na semana, durante 12 semanas, com incremento da capacidade vital forçada (CVF) (SHARMA *et al.*, 2015). Outro estudo realizou intervenção de exercícios respiratórios por 6 meses,

contou com 4 segmentos: pacientes com e sem DP que fizeram os exercícios, e outros dois grupos sedentários, com e sem DP, foram controles. Quem fez exercício, independente da presença do diagnóstico, teve melhor desempenho na CVF e volume expiratório forçado no primeiro minuto (VEF1) (THOMÉ *et al.*, 2016). O estudo de Reyes (2018) no qual 31 pessoas com DP realizaram treinamento, por meio de incentivadores respiratórios para força ventilatória, foram randomizados em 3 grupos: controle (n=10), grupo inspiratório (n=11) e grupo expiratório (n=10). Os exercícios propostos por Reyes *et al.* (2018) ocorreram em domicílio por 2 meses, 6 dias na semana, 5 séries de 5 repetições por dia, de forma progressiva, entre 50% do pico de fluxo, inspiratório ou expiratório conforme o grupo, até chegar em 75% do máximo, ao longo das semanas. Os autores observaram grande incremento na pressão expiratória e moderado na inspiratória, comparando grupo sedentário e de exercícios ventilatórios (REYES *et al.*, 2018).

Recentemente Alves *et al.* (2019) também utilizaram incentivadores inspiratórios com 12 participantes e parearam com 16 controles, e obtiveram diferença no grupo intervenção na força inspiratória e expiratória, após as 16 semanas de intervenção. E finalmente, Kuo *et al.* (2017) que analisaram os efeitos de 4 semanas do uso de incentivador expiratório na força expiratória e QV das pessoas com DP, comparando 4 participantes que realizavam os exercícios 5 vezes na semana, com outros 5 participantes que faziam uso do incentivador 3 vezes na semana. Contou ainda com grupo controle (n=4). Ambos os grupos de intervenção foram capazes de incrementar a variável ventilatória, mas não tiveram repercussão na QV.

Percebe-se nas evidências científicas, maior atenção para a intervenção em variáveis ventilatórias (YAMAGUCHI; IUCKSCH; ISRAEL, 2019). Verificaram-se, principalmente, os efeitos do uso de padrões e incentivadores respiratórios (REYES *et al.*, 2018; ALVES *et al.* 2019; KUO *et al.* 2017), além da busca por definir qual é o padrão ventilatório na DP (BAILLE *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2014). Ainda assim, não foi explorado o papel do exercício físico, para além dos incentivadores e padrões ventilatórios, como potencial forma de estímulo às variáveis respiratórias, associada ao estímulo a outras demandas da DP, como as questões motoras.

De forma semelhante, acerca da sarcopenia, não existem muitos estudos que realizem intervenção sobre limitações morfofuncionais de perda de massa e força muscular, no idoso com DP (VAN DER MARCK *et al.*, 2012). A sarcopenia é definida como a perda qualitativa e quantitativa do músculo estriado esquelético, refletindo em

déficit de massa e força muscular, assim como de capacidade cinético-funcional (VETRANO *et al.*, 2018). Sabe-se que a sarcopenia - por meio da avaliação do desempenho funcional, da força e massa muscular - reflete o risco à saúde do paciente geriátrico. As pesquisas clínicas destes marcadores são especialmente relevantes em idosos com doenças crônicas, como a DP, que levam a um quadro sarcopênico secundário à doença (YAZAR *et al.*, 2018).

O risco de sarcopenia na DP, além da caracterização da qualidade e quantidade muscular, é estimulada e recomendada em investigações futuras por Ozer *et al.* (2019). Os distúrbios musculares, como a sarcopenia, e ventilatórios, parecem estar diretamente associados com a redução do nível de atividade física (YAZAR *et al.*, 2018; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 b), criando um círculo vicioso que pode levar à acentuação das limitações físico-funcionais, como dificuldade de caminhar, o que, por sua vez, pode ocasionar o abandono das AVD e impacta no nível de atividade física (OWOLABI; NAGODA; BABASHANI, 2015).

Além da possível limitação respiratória e risco de sarcopenia, cerca de um terço à metade dos pacientes com DP pode ainda experimentar fadiga (HAGELL; BRUNDIN, 2009; SICILIANO *et al.*, 2018). A fadiga é relatada como uma sensação de cansaço e exaustão, de causa multifatorial, comum em doenças de curso crônico. Muitos pacientes com DP a consideram um dos sintomas mais incapacitantes (HAGELL; BRUNDIN, 2009; SICILIANO *et al.*, 2018). Pode levar a uma impressão de esforço ao exercício físico desproporcionalmente elevada (HAGELL; BRUNDIN, 2009; SICILIANO *et al.*, 2018) e esse pode ser, inclusive, um dos motivos de baixa adesão aos exercícios físicos na DP (HAGELL; BRUNDIN, 2009).

Relacionado a todos estes temas – função ventilatória, sarcopenia, fadiga e AVD - a avaliação da atividade física é essencial na DP. A carência de atividade física é um dos quatro fatores de risco principais para morte precoce no mundo, sendo o primeiro fator quando consideramos fatores passíveis de modificações pelas pessoas (DASSO, 2018). A inatividade física eleva o risco de desenvolver dificuldades respiratórias, perda de musculatura e de função, repercutindo na vida das pessoas com DP (FERRO *et al.*, 2019). Dessa forma, as pessoas, mesmo com doenças crônicas, são aconselhadas a adotar um estilo de vida ativo (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE - OMS, 2010).

O grupo de estudos da *International Parkinson and Movement Disorder Society* revisou, em 2018, suas recomendações de intervenções baseada em evidências

científicas para tratamento de sintomas motores na DP. Quanto aos tratamentos não-farmacológicos, a fisioterapia e outras estratégias baseadas em exercícios físicos foram citadas para sintomas motores em geral como atividades clinicamente úteis (FOX *et al.*, 2018). O exercício físico é capaz de estimular fatores com efeitos de neuroproteção e de neuroplasticidade (PLECASH; LEAVITT, 2014), que se referem, respectivamente, a eventos fisiológicos que promovem a proteção à perda de estruturas neurológicas sobretudo neurônios, e ao reestabelecimento de função e/ou de estrutura neurológica previamente comprometida.

Neste estudo, serão considerados distintos os termos atividade física e exercício físico, em que atividade física engloba toda e qualquer atividade que envolva movimento corporal e que utilize energia para ser realizada (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE - ACSM, 2009; DASSO, 2018, ELLIS; ROCHESTER, 2018). Enquanto que o exercício físico é definido como uma categoria da atividade física, intencional, conta com fatores como planejamento, estruturação e propósito para manter ou incrementar um ou mais fatores de aptidão física, como força, flexibilidade ou equilíbrio, por exemplo (ACMS, 2009; DASSO, 2018; ELLIS; ROCHESTER, 2018), com objetivo terapêutico e funcional.

O exercício físico, especialmente aeróbio, parece ser seguro para pessoas com doenças crônicas neurológicas degenerativas, podendo atuar na detecção, prevenção e reabilitação da função motora e respiratória (TOMLINSON *et al.*, 2012; LAMOTTE *et al.*, 2015; BAILLE *et al.*, 2016). São capazes de reduzir os indicadores de morbidade e mortalidade para essa população (BURINI *et al.*, 2006; ALVES; COELHO; BRUNETTO, 2005), além de incrementar indicadores de funcionalidade.

Apesar de mais recorrentemente descritos, os exercícios físicos na DP também apresentam lacunas que precisam ser respondidas: quais modelos de intervenção são os mais eficazes para os diversos desfechos, sinais e sintomas relacionados a DP; como estes exercícios atuam; e se seguem um padrão dose-resposta. O que se sabe atualmente, e nos embasa, é que estas atividades devem ser estimuladas nesta população, por ser bastante promissora quando a retardo e reversão da DP, seu baixo custo, baixo risco (BHALSING; ABBAS; TAN, 2018) e com efeito colateral bem limitado (AHLISKOG, 2011). Há necessidade de mais pesquisas que comprovem a efetividade dos exercícios físicos na redução da progressão da DP, os quais foram descritos atualmente com evidências insuficientes para um posicionamento a favor (FOX *et al.*, 2018).

Dentre as modalidades de exercício físico, o exercício físico aquático vem se destacando na literatura por ser executado em um ambiente facilitador de execução motora na DP – ambiente aquático em piscina terapêutica aquecida - tanto por ser uma atividade potencialmente agradável por melhorar os desfechos neuroprotetores (GERMANOS *et al.*, 2019; CARROLL *et al.*, 2017; POCHMANN *et al.*, 2018). Desfechos diversos precisam ser explorados na intervenção aquática, e ainda há carência de evidências científicas nesse sentido, que sejam perguntas relevantes para esta população (MARINHO-BUZELLI; BONNYMAN; VERRIER, 2015). Os estudos para determinar em que grau os exercícios podem desencadear o aprendizado motor e plasticidade neuronal devem ser fomentados (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL 2020; SPEELMAN *et al.*, 2011; GERMANOS *et al.*, 2019). Além disso, uma investigação mais aprofundada sobre os princípios e propriedades físicas da imersão em água aquecida pode ajudar a formar melhores práticas dentro da área neurológica (MARINHO-BUZELLI, BONNYMAN, VERRIER, 2015; YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL 2020).

A piscina aquecida é um ambiente seguro, viável, desafiador e promissor, que permite a movimentação com suporte parcial, percebemos melhora dos sintomas motores e da mobilidade e reduz o risco de quedas (CARROLL *et al.*, 2017; POCHMANN *et al.*, 2018). Todos estes benefícios advindos dos efeitos térmicos da água aquecida, dos efeitos físicos do ambiente aquático, associado com a prescrição do exercício neste ambiente único, que além dos efeitos neuroprotetores (KURT *et al.*, 2018; GERMANOS *et al.*, 2019) podem contribuir com a saúde funcional da pessoa com DP (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL 2020).

Experiências bem sucedidas da intervenção por meio dos exercícios físicos em ambiente aquático apontam resultados promissores em variáveis motoras e não-motoras na DP (KURT *et al.*, 2018; VIVAS; ARIAS; CUDEIRO, 2011; VOLPE; GIANTIN; MAESTRI; FRAZZITTA, 2014; AYÁN; CANCELA, 2012; VILLEGAS; ISRAEL, 2014; YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL 2020), contudo, possuem desfechos voltados a motricidade e QV. No meio aquático, há carência de evidências científicas e diversos desfechos ainda precisam ser explorados (MARINHO-BUZELLI, BONNYMAN, VERRIER, 2015; SILVA; ISRAEL, 2018). Autores que pesquisam nesta área advogam e estimulam quanto a necessidade de novas pesquisas que possam esclarecer de forma mais detalhada os benefícios da prática da atividade física no ambiente aquático (POCHMANN *et al.*, 2018, CARROLL *et al.*, 2017).

Não foram localizados na literatura estudos que foquem na intervenção, por meio do exercício físico aquático, sobre variáveis de volume, capacidade e força ventilatória, em indicadores de sarcopenia, associados a outros sintomas motores comumente estudados, como marcha, nível de atividade física, fadiga, AVD e função motora.

A projeção de casos de DP para os próximos anos aponta elevação no número de casos, há ausência de tratamento cirúrgico e medicamentoso que impeça a progressão da DP (BHALSING; ABBAS; TAN, 2018). E as limitações decorrentes da DP interferem na vida dessas pessoas (BHALSING; ABBAS; TAN, 2018). Aliada a uma crescente necessidade verificada durante experiências de atendimento de pessoas com DP, as perguntas da pesquisa, fundamentadas pela literatura, são direcionadas para: há alguma prevalência de prejuízos ventilatórios, indicadores de sarcopenia, fadiga, redução de atividade física, marcha, AVD e atividades motoras nas pessoas com DP? Os idosos hígidos se diferenciam nessas variáveis dos idosos com DP? O exercício físico aquático poderá trazer repercussões de proteção ou reabilitação nessas variáveis morfofuncionais citadas?

A suposição é que as variáveis estudadas mantêm estreita relação entre si e que são limitações mais comumente encontradas nas pessoas com DP que em hígidos. Além disso, parece que os desfechos da presente pesquisa são mais prevalentes do que se relata, e potencialmente responsivas às intervenções por meio de um programa de exercícios físicos, porém ainda foram pouco exploradas, ou não exploradas, na literatura.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o risco respiratório e morfofuncional, bem como a influência de um programa de exercícios físicos aquáticos, em pessoas com DP.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.1.2.1 ESTUDO 1 - PREVALÊNCIA DE DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA E RISCO SARCOPÊNICO EM PESSOAS COM DP

- Analisar a disfunção respiratória, relacionada à perda de força e ao pico de fluxo respiratório, em pessoas com DP.
- Verificar o risco de sarcopenia em pessoas com DP.
- Comparar as variáveis analisadas entre as pessoas com DP e idosos hígidos participantes da pesquisa.
- Relacionar os indicadores de sarcopenia com a pressão inspiratória, expiratória e com o pico de fluxo nos participantes com DP.

1.1.2.2 ESTUDO 2 - FUNÇÃO VENTILATÓRIA NO CONTEXTO DA FUNCIONALIDADE EM PESSOAS COM DP

- Caracterizar os parâmetros da função ventilatória e relatar capacidade de marcha, nível de atividade física, fadiga, AVD e função motora em pessoas com DP.
- Comparar os parâmetros da função ventilatória, capacidade de marcha, nível de atividade física e fadiga entre indivíduos hígidos e com diagnóstico de DP.

1.1.2.3 ESTUDO 3 - EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS NOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E MORFOFUNCIONAIS EM PESSOAS COM DP

- Analisar os efeitos de um programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos em parâmetros ventilatórios (espirometria e manovacuometria) e morfofuncionais (indicadores de sarcopenia, fadiga, capacidade da marcha, velocidade da marcha, AVD e função motora) na pessoa com DP.
- Comparar a avaliação das habilidades motoras aquáticas dos participantes antes e após o programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos.
- Investigar os parâmetros ventilatórios e as variáveis morfofuncionais após três meses do término da intervenção aquática.

1.2 HIPÓTESES

1.2.1 ESTUDO 1 - PREVALÊNCIA DE DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA E RISCO SARCOPÊNICO EM PESSOAS COM DP

H1- Não são encontradas nas pessoas com DP perda de força e pico de fluxo respiratório.

H2 - Não são identificados indicadores de sarcopenia na amostra com DP.

H3 - Não existem diferenças ao comparar pessoas com DP e idosos hígidos na força ventilatória e indicadores de sarcopenia.

H4 - Não existem correlações entre os indicadores de sarcopenia com a pressão inspiratória, expiratória e com o pico de fluxo nos participantes com DP.

1.2.2 ESTUDO 2 - FUNÇÃO VENTILATÓRIA NO CONTEXTO DA FUNCIONALIDADE EM PESSOAS COM DP

H5 - Não há distúrbios ventilatórios, pela função ventilatória, nas pessoas com DP.

H6 - Não são observadas diferenças na função ventilatória, capacidade de marcha, nível de atividade física e fadiga entre indivíduos hígidos e com diagnóstico de DP.

1.2.3 ESTUDO 3 - EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS NOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E MORFOFUNCIONAIS EM PESSOAS COM DP

H7 - O programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos não modifica os parâmetros ventilatórios (espirometria e manovacuometria) e morfofuncionais (indicadores de sarcopenia, fadiga, capacidade da marcha, velocidade da marcha, AVD e função motora) nos participantes com DP.

H8 - O programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos não modifica as habilidades motoras aquáticas dos participantes com DP.

H9 - Nos períodos de acompanhamento de 3 meses prévios e 3 meses após o período de intervenção não há modificação dos parâmetros ventilatórios e as variáveis morfofuncionais dos participantes com DP.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ENVELHECIMENTO

O desenvolvimento das ciências relacionadas à saúde humana proporcionou controle, recuperação ou cura de diversas doenças, reduziu os níveis de morte precoce e proporcionou a longevidade da população (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017). Em contrapartida, as doenças crônicas elevam os casos de deficiência e de incapacidade, reduzindo a qualidade dessa vida longa, e os distúrbios de ordem neurológica, quando considerados conjuntamente, são os maiores responsáveis pela incapacidade mundial (SILVA *et al.*, 2015; MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017).

Pela primeira vez na história humana, a maior parte das pessoas no mundo todo pode esperar viver mais de 60 anos (OMS, 2015 b). Destes idosos, quase 80% viverão em países com baixa e média renda (OMS, 2015 b). No Brasil, em 2020, a estimativa é de mais de 32 milhões de idosos (SILVA *et al.*, 2015). O sul do Brasil é a região que possui maior índice de idosos em porcentagem, eles somam mais de 15% dos indivíduos na região sul (IBGE, 2010). Neste sentido, é relevante esclarecer que investir em capacidades físico-funcionais e bem-estar dos idosos resulta em menor gasto com saúde dessa população a médio e longo prazo (OMS, 2015 b).

Atualmente existe na população idosa um potencial funcional não explorado, ou seja, se corretamente trabalhado este potencial responderia com maior e mais prolongada função físico-funcional e cognitiva nestes indivíduos (OMS, 2015 b). Não existe um limite de idade, ou uma idade de corte, a partir da qual o idoso passa a ser funcionalmente dependente (OMS, 2015 b). Desta forma, a capacidade funcional multimobilidade precisa ser avaliada e estimulada, pois se trata do item mais relevante na saúde do idoso (OMS, 2015 b) que garante sua autonomia e independência.

2.2 DOENÇA DE PARKINSON

A prevalência da DP tem aumentado na história (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). Atualmente trata-se da segunda doença neurodegenerativa mais prevalente dentre as que acometem o SNC (BAILLE *et al.*, 2016), com o exponencial aumento de incidência no envelhecimento (HIRSCH; IYER; SANJAK, 2016). A incidência é levemente maior em homens do que em mulheres, com cerca de 1,5 a 2 homens diagnosticados para cada mulher (LEE; GILBERT, 2016). Além disso, parece que a gravidade e progressão da doença é mais severa nos homens (REINOSO *et al.*, 2014), apoiado por um estudo experimental em ratos, que mostrou que o estrogênio atua de alguma forma como um neuroprotetor, contra a progressão da degeneração dopaminérgica nigroestriatal (LEE; GILBERT, 2016), porém, igualando a taxa de progressão após menopausa (REINOSO *et al.*, 2014).

A descrição relativamente tardia da DP por James Parkinson, há pouco mais de 200 anos, revela que as características motoras marcantes podem ter passado despercebido até aquele período, em possíveis pacientes com DP (BERRIOS, 2016; GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). Duas são as hipóteses para teorizar sobre a ausência da descrição e estudos da DP, anterior à época do doutor Parkinson: a expectativa de vida baixa naquele tempo poderia fazer com que a população predisposta não atingisse a idade de início das manifestações, ao menos as mais marcantes; e os hábitos de vida recente, que podem ser apontados como um fator de exposição de maior risco em desenvolver a DP (BERRIOS, 2016; ASCHERIO; SCHWARZSCHILD, 2016; GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017).

Na DP, o processo neurodegenerativo, a causa da manifestação e progressão ainda permanecem desconhecidos (ESPOSITO *et al.*, 2007). Então a etiologia multifatorial tem sido cada vez mais reforçada (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011). Contudo, alguns determinantes são apontados como fatores de risco para a DP como a idade avançada, fatores de predisposição hereditária e genética, agressores ambientais, como uso de pesticidas e herbicidas, excitotoxicidade e o metabolismo individual da dopamina (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017; WINKLHOFER; HAASS, 2010). O estresse oxidativo e disfunção no funcionamento e duplicação mitocondrial parecem favorecer fatores neuroinflamatórios, estimulados por estes e outros fatores endógenos e exógenos, o que pode desencadear apoptose e/ou necrose neuronal (ESPOSITO *et al.*, 2007).

O quanto cada fator contribui para a gênese da doença ainda é uma incógnita (WINKLHOFER; HAASS, 2010). As manifestações da DP inicialmente resultam da degeneração neuronal responsável pela sintetização do neurotransmissor dopamina (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). O acometimento é progressivo e complexo, pode apresentar acúmulo de compostos, principalmente alfa-sinucleína, ubiquitina, neurofilamentos e outros, com a conseqüente formação de corpos de Lewy no SNC (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017), atribuídas principalmente a ação de citocinas pró-inflamatórias, que são neurotóxicas e levam a morte dos neurônios da substância negra pars compacta (JANG et al., 2017). Além da diminuição de fatores neurotróficos circulantes no encéfalo (SILVEIRA, C. R. A. et al., 2018). Fatores neurotróficos são proteínas que atuam na maturação, diferenciação, crescimento e sobrevivência de neurônios, células da glia, vascularização cerebral e algumas outras propriedades fisiológicas cerebrais (SILVA et al., 2016). A redução dos fatores neurotróficos culmina na redução de disponibilidade de dopamina na substância negra (LEE *et al.*, 2016; HIRSCH; IYER; SANJAK, 2016). Sugestiona-se, ainda, que a neuroinflamação influencie a DP, como por exemplo a interleucina 1, que está ligada a respostas inflamatórias frente a danos ou infecções (POCHMANN *et al.*, 2018). Há indícios do aumento da expressão de interleucina 1 no cérebro, líquido cefalorraquidiano e sangue de pacientes com DP comparando com grupo de hígidos, de forma pareada (POCHMANN *et al.*, 2018).

Essa deterioração neurológica acarreta em limitações funcionais, em que se destacam a dificuldade na marcha, no equilíbrio corporal, na manutenção da postura, que limitam as atividades, com grandes incapacidades nas AVD e interferindo na participação ativa dos indivíduos acometidos por essa doença (SECCOMBE *et al.*, 2011; TOMLINSON *et al.*, 2012).

Não se encontram na natureza mamíferos, ou outros animais, com sinais de bradicinesia e rigidez, a DP é apenas encontrada naturalmente em humanos (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). Laboratorialmente criam-se modelos de DP em ratos com sucesso, por meio de lesões específicas, para estudos experimentais controlados, assim como buscam-se novas formas de simular a doença em outros modelos animais (THAKUR *et al.*, 2017). Outra diferença interessante entre humanos e outros mamíferos é a dimensão relativa dos neurônios dopaminérgicos em relação ao corpo estriado: nos humanos o estriado ocupa e expande-se em uma dimensão muito maior que a área de produção de dopamina mesencefálica (GARCIA-RUIZ;

ESPAY, 2017). Nenhum outro animal apresenta esse avanço de uma estrutura sobre a outra (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). O mesmo não ocorre nos neurônios da substância negra *pars compacta*, células que são dopaminérgicas, que aumentaram comparativamente menos e que são mais sensíveis aos efeitos do estresse oxidativo (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017).

As disfunções motoras, que são as características principais na DP (CARROLL *et al.*, 2019), ocorrem principalmente pela carência da disponibilidade de neurotransmissores, especificamente, a dopamina (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). Os sinais cardinais associados à doença são o tremor de repouso, a rigidez muscular, a bradicinesia e a instabilidade postural (LEE *et al.*, 2016; YAZAR *et al.*, 2018). Além de sintomas motores, apresentam outros sinais e sintomas não-motores. Acredita-se que os distúrbios não-motores podem preceder os sintomas motores na DP (SABINO-CARVALHO *et al.*, 2018). Outros neurotransmissores também são prejudicados, além da dopamina, como os noradrenérgicos, serotoninérgicos e colinérgicos (SILVEIRA, C. R. A. *et al.*, 2018; ANDRZEJEWSKI; BUDZIŃSKA; KACZYŃSKA, 2019), levando a déficits que podem ser verificados precocemente, como disfunções no sono, memória, alteração autonômica, cognitivas, desordens emocionais como a depressão, e a redução olfatória, demonstrando comprometimento neurológico difuso (DIEDERICH; PARENT, 2012; WINKLHOFER; HAASS, 2010; ANDRZEJEWSKI; BUDZIŃSKA; KACZYŃSKA, 2019). Alguns dos sintomas não-motores são relacionados aos distúrbios de atividade autônoma, pela ocorrência de lesões e acúmulo de placas beta amilóides no tronco encefálico, culminando numa prevalência de atividades do sistema nervoso parassimpático (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Não existe um biomarcador confiável para classificar a progressão da DP, com isso, a maior parte dos estudos e a clínica utilizam índices indiretos (AHLSSKOG, 2011) como a escala de *Hoehn & Yahr*. Para o diagnóstico a *United Kingdom Parkinson's Disease Society Brain Bank*¹ *Clinical Diagnostic Criteria* determinou critérios clínicos para a DP (HUGHES *et al.*, 1992):

Para a triagem de síndrome parkinsoniana é necessário a presença da bradicinesia e pelo menos um dos sinais cardinais: tremor de repouso rigidez muscular. A instabilidade postural (não relacionado aos problemas visuais, proprioceptivo, vestibular ou cerebelar) reforça o diagnóstico clinicamente provável

1 - Atualmente chamado de *Square Brain Bank*.

em casos mais avançados, precocemente é um indicativo contra o diagnóstico de DP (POSTUMA *et al.*, 2015). Conta com o segundo passo que é triagem de possíveis diagnósticos diferenciais, para exclusão de outros tipos de parkinsonismo não idiopático. Além do terceiro, e último, passo que é identificar mais 3 critérios que dão suporte ao diagnóstico: início unilateral, tremor de repouso, progressão do quadro, assimetria, resposta imediata ao Levodopa, discinesia secundária ao uso de Levodopa, 5 anos ou mais de resposta ao Levodopa, curso clínico de 10 anos ou mais.

Como visto, o medicamento de referência da DP - a Levodopa - que é precursor do neurotransmissor dopamina, faz parte do suporte diagnóstico. Inicialmente o tratamento por este fármaco apresenta bastante sucesso, contudo, nos primeiros 5 anos de uso cerca de 50% apresentam efeitos colaterais relevantes como as discinesias (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011). A discinesia motora é um distúrbio no controle do movimento, gerando movimentos involuntários, sendo um dos efeitos colaterais mais encontrados no uso da Levodopa. Se caracteriza por flutuações do movimento semelhantes a coreia, balismo, distonia, ocorrendo em todo o corpo, incluindo língua e músculos faciais, além de membros e tronco (PANDEY; SRIVANITCHAPOOM, 2017).

Não há cura conhecida e ainda não está elucidado o que causa a DP (NOYCE, 2017; TOMLINSON *et al.*, 2012). Como já exposto, a DP é denominada como idiopática, não possui apenas um fator patogênico, pode ter sua causa ligada a processos biológicos, fatores genéticos, ambientais, de estilo de vida ou comportamental (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). Contudo, algumas teorias dedicam-se a elucidar, ao menos parcialmente, a causa da doença, além disso, alguns estudos se complementam para explicar os fatores e o peso, contribuindo para a manifestação da DP.

A teoria de *Braak*, bastante debatida atualmente, propõe que o acometimento ocorre no sentido caudo-craniano (ascendente). Em sujeitos pré-sintomáticos, toxinas vindas do sistema digestivo, que atravessam o tecido intestinal, chegam no SNC por meio do transporte axonal retrógrado. Este patógeno leva ao envelhecimento incorreto de proteínas alfa sinucleicas, criando os corpos de *Lewy* (DIEDERICH; PARENT, 2012). *Braak* inclusive conseguiu observar a existência de lesões nervosas abaixo da quarta vértebra torácica na DP (DIEDERICH; PARENT, 2012). Derivada dessa hipótese, mais recentemente, descreveu-se uma diferenciação em dois grupos na DP, entre indivíduos que apresentam manifestações de sistema nervoso periférico como

sintomas iniciais e os que podem apresentar primeiro sinais e sintomas de SNC (YULUG; OZANSOY; CANKAYA, 2019).

Pela teoria de *Braak*, poderia a função ventilatória ser um dos sintomas precoces na DP, assim como acometimento de bulbo olfatório, estruturas mais caudais em relação aos núcleos da base e córtex cerebral, acometidos em fases posteriores, segundo essa teoria (VIJAYAN *et al.*, 2020).

Existem pesquisas que são taxativas quanto ao papel desencadeante da DP pelas proteínas alfa-sinucleína e ubiquitina, quando seu desdobramento incorreto eleva os agregados chamados corpos de *Lewy*, uma forma de sinucleinopatia (THAKUR *et al.*, 2017; PERFEITO; REGO, 2012). Contudo, ainda não se sabe se os corpos de *Lewy* são marcadores patognomônico da DP (WINKLHOFER; HAASS, 2010). Há debate se os corpos de *Lewy* são patogênicos em si ou se são uma compensação decorrente da busca pela sobrevivência do neurônio. Se a segunda hipótese for correta, os corpos de *Lewy* não seriam considerados como biomarcadores iniciais da doença (DIEDERICH; PARENT, 2012).

Uma outra hipótese neurofuncional para a redução de dopamina envolve a justificativa de carência de exercício físico no cotidiano humano (VORKAPIC-FERREIRA *et al.*, 2017). Durante o longo processo evolutivo, os ancestrais humanos adaptaram seu cérebro geneticamente ao exercício físico, devido à necessidade de caça e de coleta de alimentos. Alguns fatores neurotróficos, então, são parcialmente dependentes do exercício físico. Sem o exercício físico crônico, haveria queda na produção desses fatores neurotróficos, e conseqüentemente, neurodegeneração (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017; VORKAPIC-FERREIRA *et al.*, 2017).

A teoria oxidativa é uma das mais antigas e estudadas dentre as teorias que não foram refutadas. Por essa conjectura, o estresse oxidativo, que está presente e faz parte de eventos positivos no organismo humano, como por exemplo, na produção de adenosina trifosfato (ATP) pode atuar desreguladamente, culminando em produtos neurotóxicos. Um desequilíbrio entre eventos oxidativos e antioxidantes – seja por redução de fatores de proteção, aumento de atividades oxidativas ou ambos – formam estas neurotoxinas (peróxido de hidrogênio) pelo metabolismo oxidativo da dopamina, processos para eliminar corretamente essa substância falham ou são ineficientes, ocasionando lesão na membrana e nos neurônios (FAHN; COHEN, 1992). Deterioram especialmente a substância negra mesencefálica, produtora e rica em dopamina (FAHN; COHEN, 1992).

Os estudos genéticos na DP já associaram genes a formas familiares de DP (WINKLHOFER; HAASS, 2010), bem como mutações de genes específicos, associados a formas esporádicas de DP também têm aumentado (CHEN; TURNBULL; REEVE, 2019). Especialmente nos últimos 20 anos, os avanços no mapeamento de genes e as fortes associações de polimorfismos com a etiologia da DP, tentam identificar e compreender de que forma heranças genéticas e mutações contribuem, com outros fatores ambientais, no surgimento e progressão da DP (LAZAROTTO, 2019).

Outras hipóteses de fatores para explicar a neurodegeneração são a alta demanda energética do organismo, elevação de fluxo de cálcio, falha no sistema de degradação de proteínas, disfunções sinápticas e disfunções mitocondriais. Estes fatores podem estar associados à presença de marcadores como a *alfa*-sinucleína, presentes nos corpos de *Lewy* (FUJITA *et al.*, 2014).

Além dessas teorias, estão estreitamente relacionados a DP os fatores neurotróficos. Por exemplo, acredita-se que uma correta modulação do Fator neurotrófico derivado do cérebro (*Brain-Derived Neurotrophic Factor* - BDNF), assim como de outros fatores neurotróficos, parecem proteger ou até mesmo evitar a progressão da DP (GERMANOS *et al.*, 2019). A redução de fatores neurotróficos pode ser a causa da neurodegeneração, mas também parece que os fatores neurotróficos tem potencial para reverter a doença, e por esse motivo esses fatores são bastante investigados em doenças neurológicas como a DP (SAMPAIO *et al.*, 2017).

Os fatores neurotróficos são polipeptídeos que possibilitam a codificação de proteínas (ROCHA *et al.*, 2018) e possuem função fundamental em toda a cadeia de gênese, transcrição, maturação, diferenciação durante o desenvolvimento embrionário e fase inicial da vida, e sobrevivência dos neurônios, e outros fenômenos relacionados à plasticidade do sistema nervoso, na vida adulta (SAMPAIO *et al.*, 2017). Ocorrem tanto em neurônios, em células da glia e estruturas adjacentes, como vasos sanguíneos (ROCHA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016). Ao mesmo tempo, ao se estimular os fatores neurotróficos promove-se a neuroproteção, reduzindo o estresse oxidativo, apoptose e excitotoxicidade (BHARDWAJ; DESHMUKH, 2018). O Quadro 1 descreve alguns dos fatores neurotróficos que vêm sendo estudados, e que os pesquisadores mais relacionam à DP.

QUADRO 1 - Fatores neurotróficos de destaque potencialmente relacionados à DP

<p>Fator de crescimento/Família de ligantes (<i>Grow Factor/Family of Ligands -GFL</i>):</p> <p>Desta “família” fazem parte o fator neurotrófico derivado da glia, neurturina, artemina e persefina. Após interação com receptores específicos agem de forma neuroprotetora e reforçam a formação de sinapses (SAMPAIO <i>et al.</i>, 2017).</p>
<p>Fator neurotrófico derivado da glia (<i>Glia cell line-Derived Neurotrophic Factor GDNF</i>):</p> <p>Principal fator da família de ligantes, pode atuar além dos neurônios dopaminérgicos em outros neurônios. Este fator neurotrófico parece estar ligado à manutenção da célula dopaminérgica, evitando a apoptose, e possui ação na diferenciação celular (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011). Uma característica é a impossibilidade desse fator neurotrófico atravessar a unidade neurovascular, que também pode ser chamada de “barreira hemato encefálica (SILVA <i>et al.</i>, 2016). Já se iniciaram aplicações desse fator em humanos, com a aplicação intra parênquima ou putâmen cerebral, contudo, os ganhos foram bastante limitados nas avaliações utilizando escala <i>Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i> (UPDRS - Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson) e apresentaram efeitos colaterais como dor de cabeça (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011). Este parece ser um fator promissor, visto que em modelos animais a proteção promovida pelo GDNF pode ser até cinco vezes mais eficientes que o BDNF (SAMPAIO <i>et al.</i>, 2017).</p>
<p>Fator de crescimento endotelial vascular (<i>Vascular Endothelial Growth Factor - VEGF</i>):</p> <p>O VEGF possui uma forma diferenciada de neuroproteção, associado ao estímulo de crescimento circulatório de artérias e veias, dessa forma, supre necessidades de nutrientes para os neurônios (SILVA <i>et al.</i>, 2016).</p>
<p>Fator de crescimento semelhante à insulina 1 (<i>Insulin-like Growth Factor 1 - IGF-1</i>):</p> <p>O IGF-1 possui funções bastante conhecidas periféricamente na manutenção de vários processos do metabolismo humano, como lipídios e insulina. No SNC atua na diferenciação, modulação e sinaptogênese. Reduções no IGF-1 são associadas a doenças neurodegenerativas e à senescência, parecem ter uma interferência na manutenção de células da substância negra (SILVA <i>et al.</i>, 2016).</p>
<p>Fator de crescimento do nervo (<i>Nerve Growth Factor - NGF</i>):</p> <p>Este fator de crescimento está associado ao desenvolvimento e sobrevivência do sistema nervoso periférico, atua ainda nas funções de SNC de atenção, memória, excitação, motivação (RAHMANI <i>et al.</i>, 2018; BHARDWAJ; DESHMUKH, 2018). Produzida especialmente no córtex, hipocampo e hipófise. Nos humanos os estudos demonstraram que faz parte de um grupo de fatores de crescimento, os quais também fazem parte o BDNF, neurotrofina 3 e neurotrofina 4 (RAHMANI <i>et al.</i>, 2018).</p>
<p>Fator neurotrófico ciliar (<i>Ciliary Neurotrophic Factor - CNTF</i>):</p> <p>Este fator neurotrófico faz parte da “família” das neuroquinas, possui função de dar suporte a sobrevivência de neurônios especificamente motores, dopaminérgicos e neurônios do sistema autônomo parassimpático (SAMPAIO <i>et al.</i>, 2017).</p>
<p>Fator neurotrófico dopamina cerebral (<i>Cerebral Dopamine Neurotrophic Factor - CDNF</i>):</p> <p>São proteínas secretadas por células gliais e mantidas durante o processo de evolução. O CDNF foi descoberto em 2007 (LINDHOLM <i>et al.</i>, 2007) e apresenta especificidade para neurônios dopaminérgicos. Dão sustentação para a maturação trófica dos neurônios da</p>

dopamina mesencefálica (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011), além de proporcionar estabilidade do retículo endoplasmático (SAMPAIO *et al.*, 2017).

Fator neurotrófico derivado de astrócitos mesencefálicos (*Mesencephalic Astrocyte-derived Neurotrophic Factor - MANF*):

Assim como o CDFN, são proteínas com a mesma origem, ligado processo de sobrevivência de neurônios dopaminérgicos. Teoriza-se que o MANF aja parcialmente no retículo endoplasmático inibindo a morte de células induzidas por estresse (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011). Em ratos a superexposição a MANF aumentou células neurológicas do sistema autônomo simpático e protegeu células da substância negra de indução às lesões simulando DP (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011). Contudo, ainda não são robustas as evidências experimentais em animais que sustentem estudos em humanos tanto com MANF quanto com CDFN (SAMPAIO *et al.*, 2017).

Fator de crescimento/diferenciação (*Growth/Differentiation Factor - GDF*):

Pertence a uma superfamília de proteína que atua fortemente à nível embrionário, além da diferenciação e sobrevivência. Em estudos com ratos, a presença de GDF exógeno proporcionou aumento no número de neurônios dopaminérgicos durante o desenvolvimento embrionário destes ratos (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011). Em ratos adultos aumentou a função motora dopaminérgica dependente, reforçando a via nigroestriatal (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011).

Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (*Brain-Derived Neurotrophic Factor - BDNF*):

O BDNF é uma neurotrofina cuja a função relaciona-se com a sobrevivência, gênese e crescimento dendrítico (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017), inclusive dos neurônios dopaminérgicos. Por esse motivo é tão relacionado a estudos com DP (RAHMANI *et al.*, 2018), mas também encontrado em outras estruturas motoras como cerebelo e tronco cerebral (SAMPAIO *et al.*, 2017). São produzidas tanto fora do SNC em células endoteliais e sangue quanto em células da glia (RAHMANI *et al.*, 2018). São capazes de atravessar a unidade neurovascular nos dois sentidos (RAHMANI *et al.*, 2018).

Os corpos de *Lewy* parecem ter um papel inibitório do BDNF em doenças neurodegenerativas. E a expressão do BDNF reduzida leva à carência de dopamina para o estriado, sua ausência interfere no controle da motricidade voluntária nos núcleos da base pela via direta e indireta. Dessa forma, têm-se o BDNF como responsável por um melhor desempenho motor. Além do controle do movimento, também se relaciona a redução de depressão e de funções cognitivas, memória, aprendizado e funções executivas (RAHMANI *et al.*, 2018; BHARDWAJ; DESHMUKH, 2018; MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017).

FONTE: A autora (2020).

Contudo, as pesquisas sobre fatores neurotróficos ainda não são conclusivas. Os fatores neurotróficos BDNF, pró-BDNF, neurotrofina 3, neurotrofina 4, fator de crescimento do nervo, fator neurotrófico derivado da glia e fator neurotrófico ciliar, no estudo de Rocha *et al.* (2018) não tiveram diferenças nos níveis plasmáticos de pessoas com DP, quando comparados a pares hígidos. Da mesma forma, não houve diferença nos fatores neurotróficos pelo tempo de diagnóstico e gravidade da doença (ROCHA *et al.*, 2018). Enquanto que o estudo de revisão de Silva *et al.* (2016) sobre a influência do exercício físico em modelo animal da DP, relata o potencial estímulo

neurotrófico que os exercícios físicos na DP poderiam oportunizar, estimulando a neuroproteção e restauração por meio do BDNF, GDNF, VEGF entre outros mecanismos que medeiam processos inflamatórios, mitocondriais e de estresse oxidativo.

Explanadas as fragilidades e os potenciais relacionados a DP, atualmente os estudos apontam a necessidade de investigar a relação entre doenças neurodegenerativas, que comprometem o sistema motor, função física e respiratória (WANG *et al.*, 2014; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 b). Na DP há redução gradual da massa magra corporal, da função pulmonar, força e resistência muscular global e da capacidade física, isso reflete negativamente na funcionalidade, QV e independência (BONJORNI *et al.*, 2012).

2.3 PARÂMETROS VENTILATÓRIOS NA DP

Em todo o processo de envelhecimento são esperadas alterações ventilatórias intrínsecas da idade, como redução dos componentes elásticos, dilatação interalveolar, queda de transmissão neural com diminuição do *drive*² nas musculaturas respiratórias, alteração de capacidade, volume e fluxo (SANCHES *et al.*, 2014; THOMÉ *et al.*, 2016). Na população idosa existe perda de massa muscular em todo o músculo esquelético, isso não exclui a musculatura respiratória (ALVARENGA *et al.*, 2018). Em pessoas a partir de 65 anos pode-se esperar em média 14% de redução da massa muscular por década, elevando o risco de mortalidade, sobretudo por doenças pulmonares, que no Brasil ocupa a terceira posição de causa de óbito de idosos (ALVARENGA *et al.*, 2018).

A ventilação normal consiste numa atividade automática com comando motor (MEHANNA; JANKOVIC, 2010) depende de vias aéreas sem restrições ou obstruções, função muscular adequada e *drive* respiratório íntegro (TORSNEY; FORSTH, 2017). As eferências neuromotoras para o diafragma são provenientes do nervo frênico, que por sua vez tem três principais origens, bulboespinal, corticobulbar espinal e vias corticais, que controlam respectivamente o ritmo, conexões límbicas e ativação sinérgica voluntária para fala e canto, por exemplo (SANCHES *et al.*, 2014).

2 - Drive respiratório é o comando neuromuscular do indivíduo para realizar uma inspiração (LOPES; BRITO; PARREIRA, 2005).

Na DP há evidências cada vez mais consolidadas de que a doença abrange alterações respiratórias mais acentuadas das encontradas no envelhecimento típico (SECCOMBE *et al.*, 2011). A dispneia, por exemplo, é um sintoma comum e incapacitante na DP (VIJAYAN *et al.*, 2020), com sua prevalência subestimada (BAILLE *et al.*, 2018). Também já se conhece a relação inversa entre a severidade da doença e a qualidade respiratória (SECCOMBE *et al.*, 2011). Desordens respiratórias são as causas mais comuns de morte na DP (BAILLE *et al.*, 2016), sendo a morte por pneumonia nos níveis mais elevados da escala *Hoehn & Yahr*, que avalia a gravidade da DP, 3 a 4 vezes maior que em outros idosos sem a doença (OWOLABI; NAGODA; BABASHANI, 2015).

Uma lista de fatores que influenciam negativamente a respiração na DP: alteração no padrão ventilatório e respiratório; redução da força dos músculos respiratórios; algum grau de obstrução das vias aéreas superiores; bradicinesia e rigidez muscular; alterações posturais; alterações estomatognáticas³, efeitos colaterais da Levodopa representados principalmente pela discinesia muscular (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011) e como o *wearing-off* (VIJAYAN *et al.*, 2020; BAILLE *et al.*, 2019). Ao mesmo tempo, influenciam na respiração a presença de outras comorbidades e fatores psicológicos como depressão e ansiedade, além de alterações sensoriais e perceptivas, como a maior tolerância a hipóxia e hipercapnia (VIJAYAN *et al.*, 2020; BAILLE *et al.*, 2019), relacionado a quimiorreceptores, principalmente do corpo carotídeo, que na DP parece ter a sensibilidade a pH (potencial Hidrogeniônico), O₂ (oxigênio) e CO₂ (dióxido de carbono) alterado (VIJAYAN *et al.*, 2020).

Um dos maiores indicadores associados a existência de dificuldades respiratórias na DP e facilmente perceptíveis são as demandas de problemas na fala e na deglutição, encontrados com elevada prevalência na DP (THOMÉ *et al.*, 2016). Cerca de 75% das pessoas com DP apresentam algum grau de disartrofonía, que guarda relação direta com a postura, integridade de musculatura respiratória e de proteção de vias aéreas (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011).

Em função dessas diversas alterações biomecânicas e ventilatórias que podem estar comprometidas na DP, são prevalentes relatos de achados que descrevem

3 - As alterações estomatognáticas dizem respeito a velocidade, amplitude e forma que ocorre a movimentação mandibular e outras estruturas próximas responsáveis por funções como mastigação, fala e deglutição (ALBUQUERQUE; SILVA, 2016).

atelectasias, hipoventilação, retenção de secreções pulmonares (ALVES; COELHO; BRUNETTO, 2005), aumento no gasto energético para respirar (RIBEIRO *et al.*, 2018), fadiga de musculaturas respiratórias (BONJORNI *et al.*, 2012), além de alterações diafragmáticas e de outras musculaturas agonistas respiratórias (BAILLE *et al.*, 2016).

Considera-se a disfunção ventilatória como um distúrbio não-motor da DP, por se relacionar com sistema autonômico (BAILLE *et al.*, 2018). Contudo, a respiração sofre influências dos sinais motores voluntários. A bradicinesia, o congelamento e rigidez muscular ocorrem em todos os músculos estriados esqueléticos, incluindo a musculatura envolvida na mecânica respiratória (TORSNEY; FORSTH, 2017). A rigidez da musculatura na região de tronco e caixa torácica, pode levar ao padrão ventilatório restritivo pela redução da expansibilidade do tórax (MEHANNA; JANKOVIC, 2010; BONJORNI *et al.*, 2012; TORSNEY; FORSTH, 2017). O tônus rígido influencia nessa complacência das estruturas, mas também num possível encurtamento muscular adaptativo, principalmente em diafragma, com redução de sarcômeros (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011). A bradicinesia pode ser verificada em musculaturas envolvidas com a respiração e resulta numa incoordenação da musculatura respiratória (BONJORNI *et al.*, 2012), assim como pode-se observar discinesias respiratórias, com oscilações anormais das estruturas, incluindo as supraglóticas (MEHANNA; JANKOVIC, 2010), geralmente atribuído ao uso de Levodopa.

O medicamento precursor de dopamina indicado para as pessoas com DP, a Levodopa, pode, dessa forma, contribuir de alguma forma com o prejuízo ventilatório. Como ocorre em outras musculaturas estriadas, a absorção periférica da Levodopa pode causar discinesias musculares em diafragma (RAMOS *et al.*, 2014; BAILLE *et al.*, 2016), sendo inclusive apontada como precursor das limitações ventilatórias (WANG *et al.*, 2014). Isso ocorre, pois, o uso prolongado, e as altas doses de Levodopa trazem efeitos colaterais da absorção do medicamento fora do SNC (FAHN *et al.*, 2004; STOCCHI; TAGLIATI; OLANOW, 2008). Outro achado da ação da Levodopa na respiração foi relatado por Khan *et al.* (2009) que descreveram haver o fenômeno *wearing-off*. Contudo, outras informações podem contradizer o descrito anteriormente: há relatos de que o uso do medicamento pode reduzir sinais como rigidez muscular e a dispneia (TORSNEY; FORSTH, 2017). Ainda, acredita-se que a

dopamina pode ter alguma ação positiva na coordenação muscular para a execução da respiração (BAILLE *et al.*, 2018).

Fatores externos ao sistema respiratório, igualmente podem limitar a ventilação. A DP acentua a alteração postural que ocorre nos idosos, o paciente passa a adotar uma posição de inclinação anterior (ESPOSITO *et al.*, 2007). Este fator pode refletir diretamente numa possível alteração de volume pulmonar, pela má postura que gera incurção diafragmática ineficiente. A camptocormia⁴ reduz a mobilidade de caixa torácica (RAMOS *et al.*, 2014), assim como a rigidez de tronco também limita a expansibilidade da caixa torácica, reduzindo volumes e capacidades pulmonares (TORSNEY; FORSTH, 2017). A relação entre as alterações posturais que causam problemas respiratórios é conhecida desde o século II a.C., quando Galeno, médico greco-romano, estudou deformidades e descreveu a escoliose, além de ser o pioneiro na prescrição de exercícios respiratórios para estes casos (CARVALHO, 2013). A alteração postural típica da DP, com anteriorização da cabeça, flexão da coluna cervical baixa e extensão da coluna cervical alta (OKURO *et al.*, 2011) gera desvantagem biomecânica, eleva a força necessária para inspiração, modifica o padrão ventilatório, que passa a expandir mais partes superiores.

Atualmente, os estudos têm se dedicado a compreender como a própria lesão encefálica colabora diretamente para a ocorrência dessas limitações respiratórias na DP. O núcleo motor do nervo vago é uma das regiões em que primeiro surgem os aglomerados de alfa-sinucleína durante a neurodegeneração decorrente da DP (SECCOMBE *et al.*, 2013). Com a redução de neurônios da substância negra mesencefálica, há repercussão em todo o tronco encefálico e com limitações funcionais em diversos sistemas (WANG *et al.*, 2013).

Uma recente revisão (VIJAYAN *et al.*, 2020) associou as lesões de tronco encefálico no controle da ventilação na DP. Sendo assim, essa neurodegeneração também pode compor a explicação direta das limitações ventilatórias, pela relação do tronco encefálico e a função respiratória. Existem ainda hipóteses que levam em consideração fatores do sistema nervoso autônomo alterado na DP, relacionando o aumento da atividade parassimpática, com a redução de volumes e capacidades pulmonares (OWOLABI; NAGODA; BABASHANI, 2015; RIBEIRO *et al.*, 2018). Os estágios de progressão de *Braak* sugerem alterações pré-motoras, como alteração de

4 - Camptocormia é uma postura antigravitacionária anormal do tronco, com grave flexão anterior toracolombar, bastante relacionada a quadros de DP (MELAMED; DJALDETTI, 2006).

sistema olfatório, motilidade digestória e outras alterações precoces do nervo vago, que podem se relacionar à respiração (SECCOMBE *et al.*, 2011; DIEDERICH; PARENT, 2012), com repercussões ainda em níveis iniciais da DP (TORSNEY; FORSTH, 2017). Os distúrbios respiratórios desde fases assintomáticas da DP, por sua vez, trazem complicações como maior prevalência de distúrbios relacionados ao comportamento e ao sono, e também favorece pessoas com risco genético elevado a desenvolverem a DP (VIJAYAN *et al.*, 2020).

Ainda em relação às causas associadas ao sistema nervoso e alteração respiratória na DP, o *drive* respiratório é sensível à presença de CO₂, sendo regulado por sensibilidade de quimiorreceptores e barorreceptores. Na DP, parece haver maior tolerância ao CO₂ circulante, sem disparo do limiar excitatório, desencadeado por essa resposta anormal à hipercapnia (SECCOMBE *et al.*, 2011; SECCOMBE *et al.*, 2013; TORSNEY; FORSTH, 2017), que é um aumento na taxa de dióxido de carbono circulante no sangue. A alteração no corpo carotídeo, que têm disparo à hipóxia, devido à perda de sensibilidade (SECCOMBE *et al.*, 2011; TORSNEY; FORSTH, 2017), por ser dopamina-dependente, pode se relacionar com as alterações respiratórias encontradas (TORSNEY; FORSTH, 2017). Em decorrência, a hipoxemia, a longo prazo, contribui para a morte mais acelerada de células encefálicas (BAILLE *et al.*, 2016) elevando a perda neuronal. A teoria de que os pacientes com DP têm menor sensibilidade no sistema de defesa autonômica à hipoxemia, ainda não foi profundamente esclarecida (BAILLE *et al.*, 2016).

Considerando-se que a dificuldade respiratória pode ser em decorrência da fraqueza muscular, poderia ser considerada um sintoma relacionado ao destreio (VIJAYAN *et al.*, 2020) e os distúrbios ventilatórios poderiam ser considerados sintomas motores da DP. Contudo, como citado, devido a relação com disparos autonômicos a ventilação pode ser considerada sintoma não-motor, sendo um dos únicos, então, categorizados como disautonômico e sensorial ao mesmo tempo (BAILLE *et al.*, 2019).

As variáveis motoras e não-motoras foram, ao passar dos anos de pesquisa, sendo cada vez mais estudadas, contudo, os efeitos da DP na função respiratória acabaram ficando por anos sem destaque nas pesquisas (SECCOMBE *et al.*, 2013). Embora existam esta ampla gama de alterações autonômicas e biomecânicas, mencionadas anteriormente, o paciente com DP pode não apresentar nenhuma queixa respiratória; entretanto essa aparente assintomatologia pode esconder

alterações grosseiras na respiração, como perda de força e de capacidade pulmonar (TORSNEY; FORSTH, 2017). A dificuldade respiratória acaba sendo encoberta por níveis de AVD e atividades físicas muito reduzidas em pessoas com DP (RAMOS *et al.*, 2014), talvez por esse motivo não sejam recorrentes as queixas respiratórias, principalmente nos primeiros níveis após o início da doença (OWOLABI; NAGODA; BABASHANI, 2015).

Dessa forma, os problemas ventilatórios podem ser considerados secundários à limitação nas AVD e atividades físicas (BAILLE *et al.*, 2016), não percebida devido à limitação, igualmente preocupante, das funções de motricidade corporal (TORSNEY; FORSTH, 2017). A falta de atividade física recorrente é um fator que leva a não adaptação respiratória - pela falta de estímulo ocasionado pela menor necessidade ventilatória, fator que ocorre durante a execução de exercícios com maior intensidade - contribuindo ainda mais para as repercussões respiratórias negativas (PARREIRA *et al.*, 2003). Ocorre a diminuição de fibras musculares do tipo II (BONJORNI *et al.*, 2012), desencadeando um ciclo de hipotrofia, fraqueza e fadiga, que por sua vez leva a mais redução de atividades físicas.

Em um estudo de caso, um paciente com diagnóstico de DP realizou Fisioterapia respiratória, por meio de manobras e padrões respiratórios, e houve incremento na capacidade vital forçada, volume expiratório forçado no primeiro segundo, pico de fluxo expiratório, pressão inspiratória máxima (Pi máx), pressão expiratória máxima (Pe máx) e ventilação voluntária máxima (VVM) (ALVES; COELHO; BRUNETTO, 2005).

Como ocorre em outras doenças neurodegenerativas, na DP há necessidade de conhecer e intervir sobre a função respiratória (WANG *et al.*, 2013). Contudo, as limitações respiratórias na DP têm pouca atenção clínica e é pouco discutida na literatura (VIJAYAN *et al.*, 2020). É evidente o baixo número de estudos e há carência de propostas de intervenção ventilatória em relação a DP (VIJAYAN *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2014). A implementação de estudo das alterações dos mecanismos ventilatórios precoces na DP pode contribuir no sentido de prevenção de futuros problemas de origem respiratória para os pacientes com DP (OWOLABI; NAGODA; BABASHANI, 2015). Intervenções com exercícios físicos podem ser um recurso não-farmacológico com baixo efeito colateral (YAMAGUCHI; IUCKSCH; ISRAEL, 2019).

Os profissionais de saúde devem conhecer sobre a disfunção respiratória na DP, além de fomentar pesquisas que se proponham a triar as possíveis alterações e

intervir nessas condições. O delineamento de estudos com o propósito de trazer benefícios ventilatórios poderá trazer repercussões na QV e mortalidade de pessoas com DP (TORSNEY; FORSTH, 2017). O treinamento ventilatório é fundamental, ao se pensar a intervenção na DP (OWOLABI; NAGODA; BABASHANI, 2015).

A intervenção terapêutica, por meio de exercícios aeróbios, pode auxiliar na redução da morbidade e mortalidade de pessoas com DP (TORSNEY; FORSTH, 2017), associada à prevenção do estilo de vida sedentário, evitando declínios físico-funcionais que ocorrem com a progressão da DP (BURINI *et al.*, 2006). O adequado acompanhamento e treinamento voltado aos desfechos respiratórios pode gerar adaptação cardiopulmonar e otimizar uso de oxigênio, mantendo ou aumentando a função respiratória (ALVARENGA *et al.*, 2018). Tais fatores podem contribuir na adequada mobilização da caixa torácica, relacionada à ventilação, gerando incremento de força muscular, conseqüente melhoria nas funções pulmonares, sinais e sintomas relacionados aos desfechos respiratórios (PARREIRA *et al.*, 2003). Todos estes aspectos podem auxiliar na redução de processos inflamatórios sistêmicos presentes na DP, podendo até ter ações de redução de apoptose neuronal, por mediar os níveis de citocinas e reduzir o estresse oxidativo, refletindo em redução da degeneração na DP (SHU *et al.*, 2014; POCHMANN *et al.*, 2018).

2.3.1 Manovacuometria

A força muscular é tida como um dos determinantes da saúde respiratória. A perda de força leva a ventilação inadequada e é bastante comum de ser associada a condições neurológicas e neuromusculares crônicas (SANCHES *et al.*, 2014). Embora, para alguns estudiosos exista uma relação entre a perda de força muscular com os volumes e capacidades alterados na avaliação respiratória na DP (BAILLE *et al.*, 2016; WANG *et al.*, 2014), outros alegam que esta não é a causa da restrição respiratória (SECCOMBE *et al.*, 2011). Contudo, é consenso que a força pulmonar comumente encontra-se diminuída, com alguma tendência da Pressão Inspiratória Máxima (Pi máx) parecer mais comprometida do que a Pressão Expiratória Máxima (Pe máx) (BAILLE *et al.*, 2016; FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011).

No estudo brasileiro de Ramos *et al.* (2014), mais de 90% da amostra teve redução no pico de fluxo respiratório. O estudo de Sanches *et al.* (2014) comparou a força muscular respiratória inspiratória e expiratória de idosos com DP, indivíduos com

diagnóstico da doença de Alzheimer e pareou com idosos saudáveis. Os participantes com diagnósticos neurológicos apresentaram maior comprometimento comparado ao grupo de idosos saudáveis e, como orientação para novas pesquisas, citam que é necessário conhecer a força respiratória na DP, visto que apontam a escassez de estudos na área (SANCHES *et al.*, 2014).

Na força inspiratória a função do diafragma é fundamental: realiza 75% do trabalho de inspiração, sendo assim o principal músculo inspiratório (ALVARENGA *et al.*, 2018). A força inspiratória pode sofrer consequências diretas da rigidez muscular, que piora a baixa complacência pulmonar, limitando pressão negativa realizada (RIBEIRO *et al.*, 2018). Enquanto que a fraqueza expiratória é capaz de explicar menores fluxos e aumento do volume residual (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011). A fraqueza expiratória pode ser encontrada em quadros de obstrução de vias aéreas superiores, assim como de padrões restritivos (SANCHES *et al.*, 2014).

A redução de força muscular respiratória é altamente relevante, e especialmente presente nos músculos envolvidos com a expiração (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011). A $P_{e\text{ máx}}$ é um dos indicativos da eficácia da tosse e expectoração (MEHANNA; JANKOVIC, 2010). Com alterações na $P_{e\text{ máx}}$, a tosse também é prejudicada, com redução de traçado na eletromiografia dos músculos abdominais no momento da tosse, além da redução da ativação do reflexo protetor para tosse (RAMOS *et al.*, 2014). A proteção contra secreções e agentes externos fica reduzida, com risco elevado de pneumonia por aspiração de alimentos, saliva ou bebidas (RAMOS *et al.*, 2014).

O comprometimento na força ventilatória pode ser associado a alguns fatores como maior resistência vascular, que ocorre também na circulação pulmonar, ao aumento abdominal (protrusão abdominal), a fraqueza muscular generalizada e declínio das atividades físico-funcionais (SANCHES *et al.*, 2014).

2.3.2 Espirometria

O teste de função pulmonar, por meio da espirometria, estima o grau de incapacidade em fluxo e volume no avaliado, pode descrever prognóstico e também as limitações que podem ser impostas em tarefas e atividades para o avaliado (PEREIRA, 2001; PEREIRA, 2002). Trata-se de uma avaliação não-invasiva e de aferição direta (O'CALLAGHAN; WALKER, 2018). Os exames de espirometria na DP

mostram divergências ainda existentes na literatura. Pesquisas têm demonstrado padrões restritivos e obstrutivos (HAMPSON *et al.*, 2016; BAILLE, 2019), ao mesmo tempo que há relato de disfunção ventilatória mista na DP (BAILLE, 2016). Também foi observada a redução de fluxo, do volume respiratório (SECCOMBE *et al.*, 2011) e da resistência ventilatória (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011). Mais recentemente, redução na CVF foi evidenciada (TORSNEY; FORSTH, 2017).

O déficit de coordenação para movimentos rápidos e repetitivos na DP pode ser uma das respostas para a alteração motora ventilatória encontrada no exame de função pulmonar (PARREIRA *et al.*, 2003; BAILLE *et al.*, 2016). Como pode ser verificado em manobras como da ventilação voluntária máxima (VVM), que exige expansão torácica, coordenação, força e potência muscular. Nas manobras de ventilação máxima forçada e esforço máximo (PARREIRA *et al.*, 2003), pode haver ainda o tremor do próprio diafragma, causando o fluxo oscilatório (WANG *et al.*, 2014). A “vibração” no fluxo-volume expiratório pode ser encontrado, especialmente em pacientes com DP mais grave (BAILLE *et al.*, 2016). Isso se consolida baseado em estudo no qual utilizaram eletromiografia em diafragma, evidenciando alteração de traçado em até 94% da amostra pesquisada (TORSNEY; FORSTH, 2017).

Do mesmo modo, o comprometimento muscular de vias aéreas superiores pode gerar resistência ao fluxo, e são vistos comumente em doenças de núcleos da base (WANG *et al.*, 2014). O padrão obstrutivo pode estar relacionado à limitação de fluxo aéreo devido à redução da força preconizada para os músculos respiratórios e alterações limitantes da musculatura de vias aéreas superiores (PARREIRA *et al.*, 2003).

Um grupo de 30 pessoas com DP foi avaliado e comparado com idosos hígidos, na China. Foi observado que os idosos com DP apresentaram a CVF e VEF1 diminuídos, volume residual aumentado, além de apresentar menor força muscular respiratória. Os resultados da espirometria e da medida de força muscular foram correlacionados negativamente com a pontuação na escala UPDRS motora, evidenciando que a gravidade da doença repercute na sua função pulmonar (WANG *et al.*, 2014). Do total, 56,7% da amostra Chinesa apresentou padrão restritivo, 43,3% obstrutivo periférico e 3,3% obstrutivo central (WANG *et al.*, 2014).

2.4 SARCOPENIA

Sarcopenia é um termo criado por Irwin Rosenberg, em 1989, para definir a redução da massa muscular pelo envelhecimento (ROSENBERG, 1997). Caracteriza-se por perda de massa e força muscular associada a déficit na capacidade física, dependência funcional e altos índices de mortalidade (YAZAR *et al.*, 2018). São encontrados para idosos prevalências de 5 a 13% para idades de 60 a 70 anos, subindo para 11 a 50% acima dos 80 anos de idade, variando de acordo com o gênero e etnia (MORLEY, 2008). No município de São Paulo esse índice para idosos em geral foi de 4,8%, no estudo de Alexandre *et al.* (2018).

A sarcopenia relacionada a processos do envelhecimento é nomeada como sarcopenia primária (MORLEY, 2018). Na ocorrência da sarcopenia devido a um outro diagnóstico, como ocorre na DP, a sarcopenia pode se caracterizar como secundária. A sarcopenia é comumente associado a diversas doenças crônicas (NISHIGORI *et al.*, 2016), que reflete em limitações na vida e saúde dos idosos, pois expõe ao risco de fragilidade⁵, especialmente em pacientes neurológicos (MAETZLER; DREY; JACOBS, 2015; VETRANO *et al.*, 2018). Fatores de risco para sarcopenia incluem hipertensão arterial, doenças pulmonares, doenças renais, hiperlipidemia, acidente vascular encefálico e osteoporose (KIM *et al.*, 2016). A idade e o índice de massa corporal (IMC) também são determinantes para o risco de sarcopenia (KIM *et al.*, 2016).

Pessoas com DP têm maior prevalência de sarcopenia, sobretudo sarcopenia grave, que idosos hígidos pareado na mesma idade (MARTY *et al.*, 2017; YAZAR *et al.*, 2018). A sarcopenia segue um padrão esperado na DP, sendo que quanto mais avançado o estágio da *Hoehn & Yahr* (maior escore) maior comprometimento sarcopênico (YAZAR *et al.*, 2018). Na amostra do estudo de Yazar *et al.* (2018) que investigou a prevalência de sarcopenia em 166 pessoas com DP, atingiu 25,3% da amostra para as mulheres com DP e 26,5% para os homens.

A triagem de risco da sarcopenia verifica a perda de massa, função e força muscular progressiva e generalizada. Capaz de apontar efeitos adversos, como a incapacidade físico-funcional, sendo um a sarcopenia um fator preditor de risco de morte (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2014). Os critérios avaliativos agrupam a análise da

5 - Fragilidade ou síndrome de fragilidade representa um perfil mais vulnerável, com déficits fisiológicos, funcionais e risco de mortalidade para idosos (MONTGOMERY, 2018).

perda de massa e de força muscular, e medidas que traduzem a redução do desempenho funcional (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 a). Existem pesquisas com o intuito de identificar algum biomarcador sanguíneo patognomônico da sarcopenia, hoje focados em vitamina D, fator de crescimento semelhante à insulina, testosterona e exame de *gama-glutamil transferase*. Mas a avaliação para grandes populações segue sendo a avaliação clínica (KIM *et al.*, 2016). O diagnóstico de sarcopenia, bem como o elevado risco sarcopênico que o paciente com DP apresenta, são fatores de alerta para traçar um plano de tratamento específico para as necessidades encontradas (YAZAR *et al.*, 2018).

Poucos estudos relatam a sarcopenia em doenças neurológicas crônicas, como a DP, onde o quadro de sarcopenia pode ser acentuado, quando comparado ao idoso hígido (BONJORNI *et al.*, 2012; MAETZLER; DREY; JACOBS, 2015; YAZAR *et al.*, 2018; VETRANO *et al.*, 2018; TAN *et al.*, 2018; BARICHELLA *et al.*, 2016). Todos os estudos citados, encontrados na literatura, se propuseram a quantificar transversalmente a sarcopenia e um estudo verificou o risco de fragilidade (TAN *et al.*, 2018), mas não foram localizados na literatura científica ensaios clínicos com propostas de intervenção, ainda que exista um potencial nos exercícios físicos, não é explorado nas pesquisas com pessoas com DP. Conhecer a condição muscular, a capacidade funcional e a força muscular também auxiliam no planejamento adequado do tratamento (YAZAR *et al.*, 2018), com base na visão ampliada de saúde e no tratamento centrado no paciente (ALMEIDA *et al.*, 2017).

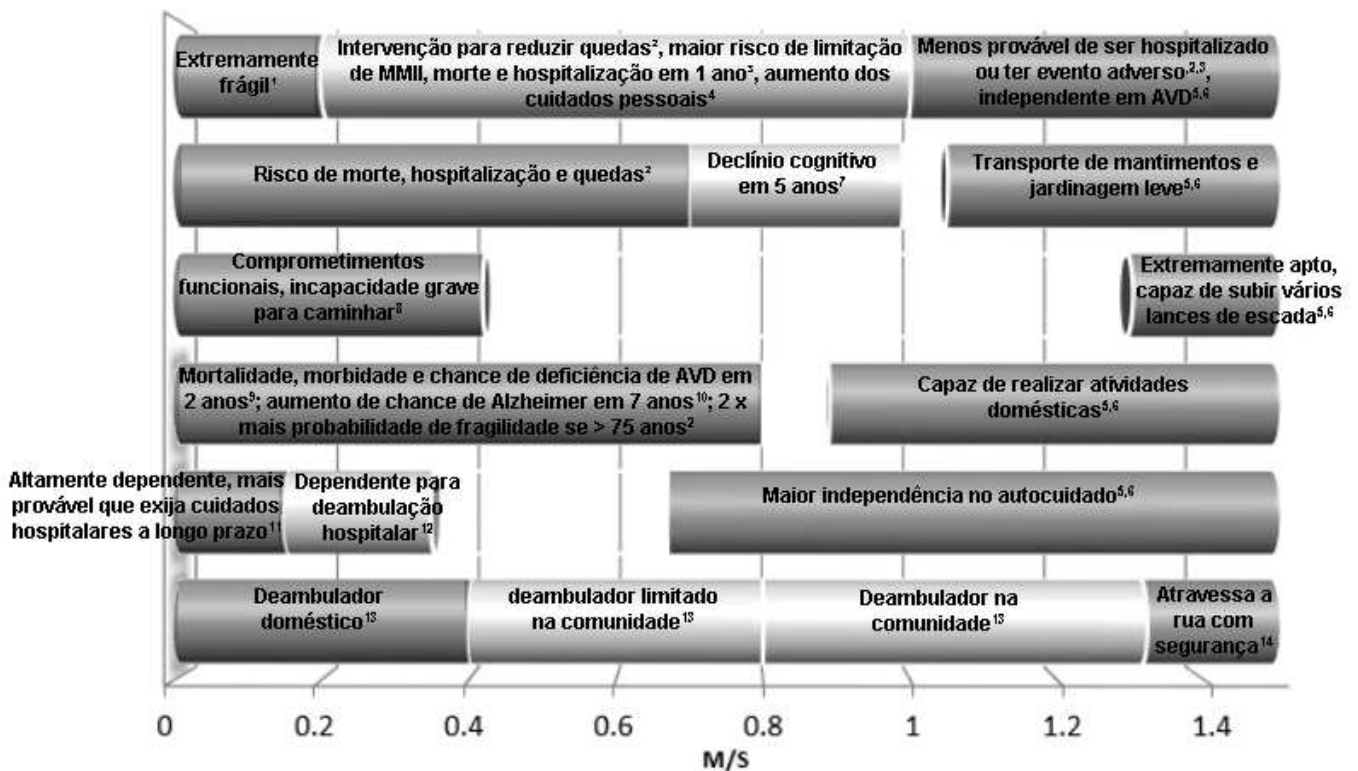
A avaliação da força muscular, que compõe a triagem da sarcopenia, tem sido associada as condições crônicas de saúde e de estilo de vida sedentário (KIM *et al.*, 2016), com relevante declínio na funcionalidade (CORREA *et al.*, 2016).

Na DP a força muscular pode apresentar alteração na geração de força, bem como no tempo para o relaxamento (CORREA *et al.*, 2016). Também há maior incidência de dinapenia, na DP, entendida como redução de força muscular, em comparação com controle hígido pareado por idade (YAZAR *et al.*, 2018). A dinamometria por preensão palmar é um desfecho relevante e validado para avaliação da estrutura e função corporal (CORREA *et al.*, 2016).

O declínio da função e da velocidade de marcha tem sido estudado extensivamente, e compõe o diagnóstico de sarcopenia. Hoje é possível afirmar que declínios da velocidade da marcha são associados com risco de incapacidade, de redução de mobilidade, função global e executiva (KIM *et al.*, 2016). A força, o

equilíbrio, o medo de cair, dificuldades sensoriais, doenças cardiovasculares e musculoesqueléticas interferem diretamente na velocidade da marcha (KIM *et al.*, 2016). Entre as limitações na marcha comuns a DP está a perda de segurança e variação no ritmo, caracterizado por perda da frequência e do comprimento do passo (CARROLL *et al.*, 2017). A Figura 1 (adaptada de MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015) demonstra os riscos e benefícios que são associados a diversas velocidades da marcha em idosos.

FIGURA 1- Valores indicativos físico-funcionais associados a diferentes velocidades de marcha



FONTE: Traduzido de Middleton, Fritz e Lusardi (2015).

Referências da Figura 1: 1 – (STUDENSKI *et al.*, 2003); 2 – (MONTERO-ODASSO *et al.*, 2005); 3 – (CESARI *et al.*, 2005); 4- (SHIMADA *et al.*, 2013); 5- (AINSWORTH *et al.*, 2011); 6 – (STUDENSKI, 2009); 7 – (INZITARI *et al.*, 2007); 8 – (ATKINSON *et al.*, 2005); 9 – (OSTIR *et al.*, 2007); 10 – (ABELLAN VAN KAN *et al.*, 2012); 11 – (FRIEDMAN; RICHMOND; BASKETT, 1988); 12 – (GRAHAM *et al.*, 2010); 13 – (PERRY *et al.*, 1995); 14 – (SALBACH *et al.*, 2014); (MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015).

2.5 FADIGA

Outra possível resultante das limitações ventilatórias (BAILLE *et al.*, 2018) e da sarcopenia (YAZAR *et al.* 2018), é a queixa recorrente de fadiga após o diagnóstico

de DP (SICILIANO *et al.*, 2018). A fadiga é um sintoma extremamente incapacitante (VALDERRAMAS; FERES; MELO, 2012), eleva o esforço percebido, necessário para a pessoa com DP concluir qualquer tarefa (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). Envolve sistemas musculares e neurológicos, tendo repercussão também em outros sistemas, e se descreve pela limitação física por determinado período de tempo (KRONBAUER; CASTRO, 2013).

Tem diversas causas, sinais e sintomas para seu diagnóstico (STOCCHI *et al.*, 2014). As pessoas em geral podem relatar dificuldade física em geral, letargia, cansaço extremo e persistente (STOCCHI *et al.*, 2014), exaustão física ou mental, dependência física (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). Se relaciona com a ventilação, troca gasosa, utilização periférica de oxigênio, condicionamento muscular e exigência da atividade física (VALDERRAMAS; FERES; MELO, 2012). A fadiga periférica é descrita como um colapso no sistema musculoesquelético, com acúmulo de metabólitos, alterações na homeostase, falhas na contração muscular. Na proposta de fadiga central há um comando central que antevê essa limitação extrema e age antes interrompendo o sistema muscular para evitar um colapso extremo (KRONBAUER; CASTRO, 2013).

Em termo fisiológicos, os estudos verificaram que existe relação da fadiga na DP com os níveis elevados de marcadores inflamatórios como proteína C reativa, interleucina 6 e citocinas, além de baixos níveis de testosterona e distúrbios do ritmo endócrino e circadiano levando à disfunção do sistema hipotalâmico-hipófise-adrenal (NASSIF; PEREIRA, 2018).

A medida subjetiva de fadiga envolve o relato de esgotamento e falta de energia, refletindo em dificuldades de manter ou iniciar atividades. O correto rastreamento relacionado às principais limitações relatadas devido à fadiga nas AVD, auxilia as equipes de saúde a desenvolver intervenções mais específicas e efetivas para as pessoas com DP (VALDERRAMAS; FERES; MELO, 2012).

Na DP esse é um dos sintomas mais recorrentes, sendo o terceiro sintoma não-motor mais relatado (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). Não necessariamente relacionado com a gravidade da DP, mas pode ser relacionado diretamente com os níveis de atividade física (STOCCHI *et al.*, 2014; ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). Outro grande estudo transversal com 394 participantes com DP descreveu que um terço da sua amostra apresenta fadiga. Para eles a fadiga na DP é bastante relacionada com outras desordens não-motoras, como distúrbios do sono, comportamentos sociais e

psicológicos desfavoráveis e depressão (STOCCHI *et al.*, 2014). Numa revisão sistemática com metanálise os relatos de fadiga na DP chegam a mais de 50% da amostra (ELBERS *et al.*, 2015) e expõe que exercícios orientados fazem parte do tratamento não-farmacológico da fadiga. Contudo, faltam evidências na literatura científica para indicar os exercícios, devido à escassez de ensaios clínicos que propuseram a intervenção com exercício físico sobre a fadiga (ELBERS *et al.*, 2015).

Fadiga é uma experiência subjetiva de difícil manejo farmacológico (LOU *et al.*, 2009; STOCCHI *et al.*, 2014; NASSIF; PEREIRA, 2018). Contudo, parece ser responsivo a intervenção de exercícios físicos, com isso, os profissionais prescritores de exercício físico precisam ocupar essa lacuna, estudando melhores formas de propor as intervenções nessa população (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). Uma revisão brasileira sobre fadiga na DP (NASSIF; PEREIRA, 2018) relata que a relação com as limitações físicas podem ser o fator que inibe os pesquisadores de investir esforços na fadiga na DP, acreditando que apenas proporcionar função já resolveria a fadiga. Na seção do estudo que discute o tratamento da fadiga, relata que não há consenso farmacológico para prescrição e não cita o exercício físico como tratamento (NASSIF; PEREIRA, 2018).

2.6 ATIVIDADES FUNCIONAIS E FISICAS NA DP

A inatividade física é um problema de saúde pública global, além de ser associada a diversas doenças crônicas (PILLAY *et al.*, 2015). A atividade física como política de saúde pública é a ação mais vantajosa conhecida, traz economia, reduz mortalidade e morbidade (MATSUDO *et al.*, 2001), sendo a funcionalidade indicada como o terceiro indicador de saúde, depois da morbidade e da mortalidade (STUCKI; BICKENBACH, 2017). O nível de atividade física e a função física são diretamente relacionados nos idosos (GARATACHEA; TORRES-LUQUE; GONZALEZ-GALLEGO, 2010). Para os idosos, a OMS (WHO, 2010) recomenda que se acumule semanalmente 150 minutos de atividades físicas moderadas ou 75 minutos de atividades vigorosas. Entre as atividades são incluídas as relacionadas a transporte, laboral, de lazer e os exercícios físicos (WHO, 2010). Pessoas que apresentam limitações para a realização destes montantes de atividades físicas, são orientadas a serem tão fisicamente ativas quanto for possível, conforme suas especificidades de saúde (WHO, 2010).

A inatividade física na DP é um efeito das dificuldades motoras, ou seja, o paciente abandona atividades diárias por dificuldade na motricidade devido à DP (LEE *et al.*, 2016). Na DP, simples atividades como andar, falar, tomar banho e vestir-se são vulneráveis às limitações e há relação direta entre a estratificação da DP e maior inatividade física (NIMWEGEN *et al.*, 2011). A literatura indica que a pneumonia é a principal causa de morte na DP, mas que o problema pulmonar está correlacionado à redução da mobilidade físico-funcional (AYRES; JACINTO-SCUDEIRO; OLCHIK, 2017). A relação entre mobilidade físico-funcional, sarcopenia, fadiga e eficiência da proteção ventilatória não foi localizada em estudos anteriores.

Algumas evidências sobre o papel da atividade física na DP comparam a introdução da Levodopa e o período sem a existência do fármaco. Ahlskog (2011) relata que foi comparada, por meio de 8 estudos independentes, a longevidade das pessoas com diagnóstico de DP antes e após a existência do medicamento. A longevidade foi elevada após a descoberta da droga e o maior peso dessa atribuição de longevidade não foi destinado diretamente ao uso do medicamento Levodopa, mas sim a melhor função motora (AHLKOG, 2011). Com a Levodopa em dosagens adequadas, houve conseqüentemente mais liberdade para realizar atividades físicas (AHLKOG, 2011).

Níveis elevados de atividade física na DP não apenas são capazes de prevenir, como também restaurar as perdas cognitivas e motoras (GARCIA-RUIZ; ESPAY, 2017). Contudo, ao debater sobre atividade física, é necessário conhecer o contraponto à atividade, ou seja, quais os fatores que podem limitar as atividades físicas para idosos com DP (BURINI *et al.*, 2006). Para a avaliação da motricidade, a força tarefa para desenvolver as recomendações da *Parkinson Evidence Database to Guide Effectiveness* (PDEDGE) apresenta como altamente recomendada os testes UPDRS II e III (AVD e motor), Teste de caminhada de 6 minutos (TC6), velocidade da marcha em 10 metros, para orientar estudos e a prática clínica, devido as elevadas propriedades psicométricas de validade, reprodutibilidade e fácil interpretação (KEGELMEYER *et al.*, 2015).

2.6.1 Marcha, AVD e função motora

Manter a função de idosos proporcionam aumento de qualidade de vida, menor dependência de terceiros e de equipamentos auxiliares, além de reduzir o risco de morte (FARÍAS-ANTÚNEZ; FASSA, 2019). Pessoas com mais idade têm maior chance de terem doenças crônicas concomitantes e de apresentarem dificuldades na função motora (GARATACHEA; TORRES-LUQUE; GONZALEZ-GALLEGO, 2010). Além dos sintomas tipicamente associados à DP, Pochmann *et al.* (2018) descrevem que existe relevante presença da fraqueza muscular, com redução de desempenho motor e com perda da participação, em pessoas com a DP.

Dentre as atividades físicas, a mais representativa para os humanos é a marcha (PILLAY *et al.*, 2015). A marcha, que é essencialmente uma atividade, resume a competência de diversas estruturas e funções corporais e promove a participação das pessoas em diversos contextos (MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015; OMS, 2015a). A marcha é um indicador de independência e de saúde em geral (DAN *et al.*, 2012) tão relevante que recentemente sugere-se a avaliação da marcha como um sinal vital, tamanha relevância como um indicador de saúde (MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015).

As desordens da marcha são extremamente comuns, e exaustivamente estudada, em pessoas com DP, com elevação do risco de quedas (TAN *et al.*, 2012; GERMANOS *et al.*, 2019). Essas dificuldades relacionadas com a marcha possuem estreita relação com a função motora e as AVD, refletindo em deficiências e limitações. Comumente pode apresentar como característica a lentidão no movimento, podendo ser caracterizado por presença do fenômeno conhecido como *freezing*, que é o congelamento na marcha, sobretudo ao fazer a volta, no início e encerramento da caminhada (TAN *et al.*, 2012). Também podem apresentar marcha arrastada, com redução de altura do passo, redução do comprimento do passo, redução de ADM, cadência elevada, instabilidade postural, fraqueza de membros inferiores (MMII) (TAN *et al.*, 2012), balanço assimétrico de membros superiores (MMSS) (KATZEL *et al.*, 2012), dificuldade no equilíbrio, na segurança da marcha refletindo num aumento do risco de quedas (PRIME *et al.*, 2020) e maior demanda de energia na marcha (KATZEL *et al.*, 2012).

Sinais podrômicos na marcha de pessoas com DP podem ser observados, como assimetrias, que ao longo do tempo são acentuadas (DEL DIN *et al.*, 2019).

Cerca de 4 anos antes do diagnóstico clínico pode ser observado o início dessas alterações para a caminhada (DEL DIN *et al.*, 2019). O controle automático da marcha é interrompido na DP, interferindo nas demandas de atenção para outras atividades (DIEDERICH; PARENT, 2012), destacando-se a dupla tarefa (maior demanda cognitiva) (DEL DIN *et al.*, 2019) que é estreitamente relacionada a função e independência. Os sintomas motores na DP, tanto na marcha quanto em AVD, aparecem após a saturação das estratégias de compensação neuronal, especialmente pela limitação de funções ligadas a essa automatização de atividades, dependentes da via nigroestriatal. Em decorrência, temos a redução no desempenho funcional da pessoa com DP, com consequente perda de produtividade e independência (POCHMANN *et al.*, 2018).

Dentre essas capacidades funcionais, ser capaz de realizar AVD é essencial ao avaliar a independência nas pessoas com DP, que também podem ter limitações desde os níveis mais iniciais da doença (JONASSON *et al.*, 2017). Além de serem necessárias para traçar os objetivos nas propostas de reabilitação e proteção da saúde, a avaliação de AVD pode conter atividades comuns na vida do participante, como se alimentar, vestir, tomar banho, cozinhar, limpar e fazer compras (JONASSON *et al.*, 2017).

A avaliação de AVD por meio da UPDRS (parte II) reflete a capacidade/desempenho e possíveis deficiências, em itens como fala, deglutição, tremor, congelamento auto percebidas (JONASSON *et al.*, 2017). Já a avaliação motora da UPDRS (parte III), realizada por avaliação direta, indica funções com desempenho pontuado pelo avaliador.

Estratégias desenvolvidas pela Fisioterapia parecem ser capazes de incrementar os diversos parâmetros relacionados a marcha e AVD (TAN *et al.*, 2012). Busca-se, por meio de intervenções planejadas, tornar mais eficiente a compensação, restauração e/ou proteção dos sistemas relacionados à marcha, AVD e função motora. Evidências de neuroimagem funcional na DP mostram que os núcleos da base, feixes tálamo-cortical e cerebelar são acionados na aprendizagem motora de tarefas motoras (WANG *et al.*, 2015). Esse circuito neuronal é relacionado a consolidação e retenção do aprendizado e das futuras adaptações da função motora (WANG *et al.* 2015).

Ao elevar o desempenho, por exemplo, no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) é possível inferir aumento de atividade no paciente com DP, assim como

pontuações mais elevadas na UPDRS AVD para pessoas com DP refletem maiores níveis da limitação de atividade e indicaram restrições na participação (DAN *et al.*, 2012). Para Lee *et al.* (2016), estudos envolvendo funcionalidade na DP obrigatoriamente deveriam verificar as AVD, sendo a UPDRS a escala mais utilizada, e possui relação direta com a escala de *Hoehn & Yahr*. O desempenho motor da pessoa com DP vem ganhando atenção em pesquisas (BARICHELLA *et al.*, 2016). Com esse interesse, mais propostas de exercícios físicos surgem para propor estratégias complementares na DP para prevenir e gerenciar as incapacidades motoras (CUGUSI *et al.*, 2019).

Na equipe de saúde, é fundamental a avaliação das AVD, pois são reflexos mais próximos da realidade da vida do paciente, e potencialmente modificáveis por meio de tratamento específico (LEE *et al.*, 2016). Quando há modificação de capacidade de execução das AVD, há impacto real na QV da pessoa com DP (LEE *et al.*, 2016). Dessa forma, sabe-se que as avaliações de AVD são mais apropriadas e sensíveis para programas de intervenção (BARICHELLA *et al.*, 2016). Por isso, a avaliação das AVD deve refletir o cotidiano do indivíduo, levando em consideração a cultura e os hábitos individuais (LEE *et al.*, 2016).

A avaliação motora, por sua vez, reflete a função de pessoas com alguma dificuldade neurológica, e o desempenho motor é a avaliação que reflete possíveis ações de estímulos externos e internos para a ocorrência da neuroplasticidade (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017). Dentre os desfechos específicos, a avaliação motora pela UPDRS reporta as deficiências associadas a DP (TOMLINSON *et al.*, 2014). Os sintomas motores na pessoa com DP, que são amplamente estudados, porém pouco responsivos a longo prazo ao uso de medicamento e cirurgia, respondem bem à reabilitação (LEE *et al.*, 2016).

2.6.2 Exercício físico na DP

Diversos estudos reportam evidências a respeito do exercício físico e reabilitação motora na DP (TOMLINSON *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2016, JANG *et al.*, 2017). São relatados efeitos preventivos, frente as limitações da DP (YAZAR *et al.*, 2018; KURT *et al.*, 2018). O exercício físico pode não impedir o processo neurodegenerativo, e dessa forma curar a DP, mas é capaz de retardar a progressão da DP, tornando-a mais lenta (MANTRI, 2018; AHLSSKOG, 2011; KURT *et al.*, 2018).

Além disso, em indivíduos mais jovens, o exercício é um dos fatores de proteção quanto ao risco de desenvolver a DP (AHLISKOG, 2011).

Apesar do exercício físico se mostrar como um elemento capaz de melhorar as AVD e domínio motor, por ora ainda não existe um protocolo único de exercícios que seja adequado para diferentes pacientes, em termos de dose e resposta para pessoas com DP (ELLIS; ROCHESTER, 2018; SPEELMAN *et al.*, 2011). Dentre os programas de exercícios físicos propostos para pessoas com DP destacam-se o papel da Fisioterapia, que atua na reabilitação, abrange as atividades físico-motoras, além de contarem com objetivos que estimulam a promoção da saúde e da funcionalidade (BARICHELLA *et al.*, 2016). A literatura aponta a eficácia desta prática (BARICHELLA *et al.*, 2016), desde a fase prodrômica da DP e acompanha o caráter progressivo desta doença (MANTRI, 2018).

No processo de envelhecimento, há redução de volume na região do hipocampo e do córtex (AHLISKOG, 2011), sendo que o exercício físico contraria essa tendência, ao se associar com incremento de volume nessas áreas cerebrais, assim como aumento do número de sinapses e de volume sanguíneo de hipocampo (AHLISKOG, 2011). Dessa forma, o exercício é capaz de elevar a expressão do fator de crescimento do endotélio vascular no corpo estriado (SILVA *et al.*, 2016), por proporcionar melhor circulação sanguínea nestas estruturas cerebrais, proporcionando um ambiente propício para sobrevivência, evitando a morte neuronal. Elevam o fluxo sanguíneo cerebral e o aumento na liberação de neurotransmissores no SNC, incluindo o de maior interesse na DP: dopamina (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017; ELLIS; ROCHESTER, 2018).

O BDNF parece ser um dos fatores neurotróficos mais investigados no exercício físico e nas doenças neurológicas. O potencial de elevação do BDNF perante o exercício físico é expresso mesmo em pessoas sem qualquer diagnóstico neurológico (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017). Da mesma forma, ao comparar pessoas que são expostas e não expostas aos exercícios físicos, com DP, esclerose múltipla e acidente vascular encefálico, os fisicamente ativos apresentam BDNF em níveis mais elevados (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017).

Atividade inflamatória associado à elevação do estresse oxidativo, que por sua vez altera a capacidade da unidade neurovascular (OLIVEIRA *et al.*, 2019). O exercício físico aeróbio reduz fatores pró-inflamatórios, que também parece aumentada e crônica na DP, com alta atividade de macrófagos e células imunes

(POCHMANN *et al.*, 2018), suprime o estresse oxidativo e estabilização da homeostase do cálcio e otimiza a utilização da glicose (SPEELMAN *et al.*, 2011), por meio da modulação dessa atividade imune (POCHMANN *et al.*, 2018). Exemplo disso é a modulação da atividade das interleucinas 1 ao exercício físico (POCHMANN *et al.*, 2018). Astrócitos saudáveis também contribuem tentando proteger o SNC (POCHMANN *et al.*, 2018).

Considerando-se que nenhum medicamento ou tratamento cirúrgico é capaz de reduzir a progressão da doença (SULLIVAN; TOULOUSE, 2011), o exercício físico é promissor para a DP, pois torna-se uma proposta não-farmacológica para estímulo de diversos fatores de proteção neuronal e, sobretudo, para reduzir a inflamação à nível celular (SILVA *et al.*, 2016; JANG *et al.*, 2017). Com este recurso não-farmacológico há menores efeitos colaterais e relativamente menor custo, comparado a tratamentos medicamentosos e cirúrgicos (POCHMANN *et al.*, 2018; SILVEIRA, C. R. A. *et al.*, 2018), respondendo a demanda social de atender o maior número de pessoas, com menor orçamento financeiro possível (OMS, 2015a; BRASIL, 2006).

Ainda não está completamente esclarecido o papel do exercício físico no SNC do paciente com DP (PETZINGER *et al.*, 2010). Uma das bases neurais que sustenta a reabilitação é a plasticidade encefálica (KURT *et al.*, 2018). A neuroplasticidade age em duas frentes reparadoras da funcionalidade: por meio da restauração ou recrutando circuitos compensatórios (WANG *et al.*, 2015). A hipótese acerca do benefício sugere ações compensatórias na redução de dopamina (e/ou redução glutamatérgica) e função motora, com possibilidade ainda de alterar o curso neurodegenerativo da DP (PETZINGER *et al.*, 2010).

Em estudos experimentais com animais, o exercício foi capaz de estimular processos de plasticidade neural (SHU *et al.*, 2014). Em modelo animal de DP, o exercício físico por 8 semanas induziu os ratos participantes à redução de agentes pró-inflamatórios, preveniu perda de neurônios e reduziu a proteína alfa-sinucleína (JANG *et al.*, 2017). Uma revisão sistemática apontou que o exercício físico seria capaz de estimular o BDNF circulante de forma aguda em humanos e em ratos modelos da DP (RAHMANI *et al.*, 2018). Essa mesma revisão sistemática indicou que idosos saudáveis possuem níveis de BDNF maiores quando comparados com idosos com DP (RAHMANI *et al.*, 2018). Em um estudo experimental utilizando modelo animal com lesão simulando à DP submetidos ao exercício físico aeróbio, foi observado desenvolvimento do comportamento motor e reorganização da função cerebral

(WANG *et al.*, 2015). Esse mesmo estudo comparou exercícios aeróbios com incremento de dificuldade por implementação de desafios de aprendizagem motora, e os ratos apresentaram ainda maior reorganização e conectividade cerebral do sistema dopaminérgico nigroestriatal (WANG *et al.*, 2015).

As funções corporais, como força, resistência ou equilíbrio, também são estimuladas pelo exercício físico, potencializando a circuitaria neural e aumentando a “força sináptica” (KURT *et al.*, 2018), juntamente com outros fatores, como a redução do estresse oxidativo, acréscimo de mitocôndrias saudáveis (KURT *et al.*, 2018), aumentos no suprimento sanguíneo e nos fatores de crescimento, especialmente ligado a angiogênese (SILVA *et al.*, 2016; KURT *et al.*, 2018).

As respostas terapêuticas do exercício físico apresentam alguma relação com a intensidade, variabilidade e dose da proposta de intervenção (CARROLL *et al.*, 2017), e para isso, é necessário o desenvolvimento do programa de exercícios centrado no paciente, a partir dos objetivos (EUROPEAN PHYSIOTHERAPY GUIDELINE FOR PARKINSON DISEASE, 2014) e que diferentes modalidades de exercícios estimulam diferentes aspectos motores (EUROPEAN PHYSIOTHERAPY GUIDELINE FOR PARKINSON DISEASE, 2014). Para isso, novas propostas terapêuticas são pesquisadas, no intuito de otimizar os resultados, em diferentes aspectos motores e não-motores, para o paciente com DP (WANG *et al.*, 2015).

Neste sentido, estudos têm demonstrado que exercícios aeróbios são capazes de promover melhor controle motor, automaticidade motora e, ainda, trazer benefícios não motores, como por exemplo melhora na função cognitiva (PETZINGER *et al.*, 2013). Ainda, o treino aeróbio é associado à excitabilidade cortical elevada, aumento de neurotransmissores e de fatores neurotróficos, contribuindo para o processo de neuroplasticidade (KURT *et al.*, 2018; SILVEIRA, C. R. A. *et al.*, 2018).

2.6.3 Exercício Físico Aquático na DP

Os exercícios físicos aquáticos como terapêutica remontam à tempos antigos. Registros da utilização da imersão aquática datam do ano 2400 a.C. em culturas egípcias, assírias, maometanas e principalmente na cultura proto-indiana⁶ das águas como terapia (ANSTEY; ROSKELL, 2000). Assim como os gregos e romanos, que

6 - Cultura anterior, ancestral à atual, com escrita e religião diferente.

associaram seu uso a bem-estar físico e mental (ANSTEY; ROSKELL, 2000). Hipócrates (460 a.C. – 377 a.C), pai da medicina, destacou o uso das águas na saúde do corpo em seu livro "*On Airs, Water and Places*" (KARAMPITSAKOS; DIMAKOU; BOUROS, 2016). Apenas no séc. XVII o uso em casos respiratórios tornou-se popular (ANSTEY; ROSKELL, 2000). Na região das Américas, os registros na reabilitação datam de meados de 1900 (PLECASH; LEAVITT, 2014; BECKER, 2009). Atualmente, o exercício aquático tem ganhado espaço e valorização na neuroreabilitação em geral e na DP (CUGUSI *et al.*, 2019).

O ambiente aquático é um meio único para realizar exercícios: não causa sobrecarga articular, sobretudo na coluna e MMII, possibilita o movimento tridimensional, sem necessariamente dispor de uma base de apoio rígida, gera resistência sem a utilização de pesos ou de faixas elásticas (PLECASH; LEAVITT, 2014; TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014), gera apoio sem intervenção do terapeuta ou de equipamentos.

Para a melhor utilização do ambiente aquático, deve-se prescrever o exercício levando em consideração os princípios e propriedades físicas intrínsecos do meio (BECKER, 2009; KURT *et al.*, 2018). Assim, a prescrição do exercício físico tem potencial de atingir seus objetivos terapêuticos (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014). Na imersão que há redução do peso corporal, pela ação de forças de flutuação (CARROLL, 2017), dessa forma, se percebe a redução de forças de impacto, da geração de potência e do peso aparente (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014). A flutuação é uma resultante da força do empuxo de um lado, e do peso corporal com a ação da gravidade do outro, combinada ainda com a densidade relativa. O empuxo é a propriedade hidrodinâmica que resulta numa força contra a gravidade (de baixo para cima) e igual à massa de água que o corpo imerso desloca. O que facilita a flutuação, mas ainda há dependência da densidade relativa do corpo imerso em relação à densidade da água, como já exemplificado. O corpo que tiver densidade específica menor que da água tende a flutuar (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014).

A flutuabilidade pode facilitar movimentos em direção à superfície (PINTO *et al.*, 2018) e diminuir o estresse nas articulações quando comparado ao exercício em solo (PORTER; HOGLUND; HENRY 2018). Como em casos de fraqueza muscular, redução de ADM, redução de controle motor a flutuabilidade pode favorecer movimentos ascendentes. Mas a flutuabilidade pode também gerar sobrecarga em movimentos da superfície para a profundidade (PINTO *et al.*, 2018), assim como

sustentar movimentos horizontais com mesma profundidade. Possibilita ainda a capacidade do corpo se equilibrar apenas com apoio na água, o que recruta ações motoras diferenciadas.

A pressão hidrostática, descrita por Pascal, apresenta relação direta com a profundidade que o corpo imerso se encontra, gerando uma pressão, com valores projetados na relação de uma atmosfera de pressão a cada dez metros de profundidade abaixo da lâmina d'água (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014). Relacionado a disso, enquanto está submetido ao ambiente aquático, adaptativamente, observa-se a redução de alguns volumes pulmonares como a capacidade vital, volume residual, volume de reserva expiratório (MCNAMARA; ALISON; MCKEOUGH, 2011), espaço intratorácico e diferença da pressão interna em relação a externa (ANSTEY; ROSKELL, 2000). Além disso, dentro do meio aquático, o consumo de oxigênio e a Frequência Cardíaca (FC) são diferentes do solo (MCNAMARA; ALISON; MCKEOUGH, 2011), sendo reduzida na imersão. Isso ocorre pois as resistências que acontecem no ambiente aquático são diferentes do solo (KURT *et al.*, 2018).

A pressão hidrostática desencadeia essas adaptações na mecânica respiratória e ventilatória, redistribuindo o volume sanguíneo de MMII, em postura bipodal, para áreas proximais, como a torácica, elevando o retorno venoso corporal (MCNAMARA; ALISON; MCKEOUGH, 2011). A pressão hidrostática age diretamente no esforço inspiratório, gerando sobrecarga externa na expansão pulmonar, que provoca resistência inspiratória e facilitação expiratória (MCNAMARA; ALISON; MCKEOUGH, 2011; ANSTEY; ROSKELL, 2000). Essa resistência externa funciona como forma de treinamento inspiratório, mas para isso, precisa se atentar que a força inspiratória seja superior a resistência aquática (ANSTEY; ROSKELL, 2000). Portanto, ressalta-se que a resistência aquática, especialmente em questões respiratórias, é diferente conforme a postura adotada em imersão (ANSTEY; ROSKELL, 2000).

A viscosidade no contexto do exercício aquático fornece uma resistência ao movimento ao mesmo tempo que proporciona estímulo diferenciado para o treino de tarefas motoras (CUGUSI *et al.*, 2019); a viscosidade age em todas as direções do movimento, provavelmente esse estímulo é percebido e respondido neurologicamente de forma diferenciada promovendo uma seleção de impulsos diversa, ao comparar com o solo, em que, em geral, movimentos ascendentes são resistidos e descendentes facilitados. Esta resistência pode ser usada também para modular

progressões de treino no ambiente aquático, visto que a força necessária para vencer a viscosidade aumenta ao quadrado, ao se dobrar a velocidade, essa propriedade ainda tem relação com a força de arrasto (SKINNER; THOMSON, 1985).

No movimento de deslocamento horizontal dentro da água o gasto energético tende a ser maior que fora da água devido a forças de resistência da viscosidade, fluxo turbulento e força de arrasto (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014; KURT *et al.*, 2018). O arrasto hidrodinâmico gera outro tipo de resistência aquática, responde a fluxos e a área projetada em movimento, tendo variabilidade pelo formato do corpo imerso (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014; PINTO *et al.*, 2018), aumentando a resistência ao quadrado quando se eleva a velocidade do segmento ou corpo imerso. Dessa forma, por exemplo na atividade de pedalar, usando uma taxa de pedaladas igual para meio aquático e solo, na água a energia despendida é maior pois a força de arrasto e viscosidade elevam o trabalho nesse meio (PORTER; HOGLUND; HENRY, 2018).

Como visto, para uma mesma atividade, como caminhar a determinada velocidade, a atividade dentro da água consome até três vezes mais oxigênio e menor FC (MCNAMARA; ALISON; MCKEOUGH, 2011). Enquanto que a atividade for estática, o gasto é menor comparando com o solo, pelas forças de sustentação da água, frente à gravidade no ambiente terrestre (TORRES-HONDA; ALCÁZAR, 2014; KURT *et al.*, 2018).

A termodinâmica descreve a capacidade de um corpo reter e transferir calor. Na temperatura termoneutra (33 a 35°C) - que é a utilizada em exercícios físicos aquáticos – assegura-se a atividade com conforto e sem superaquecimento corporal (BECKER, 2009). A temperatura tem relação inversa com o tônus muscular (ANSTEY; ROSKELL, 2000), isto é, o ambiente aquático aquecido promove relaxamento e modulação do tônus muscular.

Dessa forma, exercícios aquáticos têm sido utilizados como terapêutica para indivíduos que possuem distúrbios pulmonares (ARAÚJO *et al.*, 2012), neuromusculares (ADAMS *et al.*, 2016) e outros diagnósticos neurológicos (JUNG *et al.*, 2014; ABREU *et al.*, 2016). Porém, até o momento, não foram descritos na literatura os efeitos de exercícios aquáticos sobre a função pulmonar em indivíduos com DP.

Quanto a viabilidade, mesmo com as instalações físicas da piscina e todo seu aparato para utilização, como banheiros, equipamentos aquáticos, tratamento e

limpeza das instalações - que são necessários para a reabilitação aquática - o investimento nessa terapia é considerado de baixo custo (POCHMANN *et al.*, 2018) e em programas incluídos no sistema público, não há custo direto para o paciente. Dessa forma, exercício físico aquático foi descrito como viável, mas também é seguro na DP para pessoas até o grau moderado de comprometimento (CARROLL, 2017; PLECASH; LEAVITT, 2014). Além disso, o uso do meio aquático em terapia de pacientes com distúrbios respiratórios apresenta evidências recentes sobre a segurança e manejo dos quadros, quando os critérios de segurança e terapêutica são adequadamente aplicados (KARAMPITSAKOS; DIMAKOU; BOUROS, 2016).

É relevante atentar que em programas de exercícios físicos o medo de cair é uma barreira para a participação da pessoa com DP (KURT *et al.*, 2018; PLECASH; LEAVITT, 2014). Fato que acaba sendo minimizado dentro do ambiente aquático. Em uma revisão do grupo de pesquisa de Speelman *et al.* (2011), relatam que o risco aumentado de quedas em pessoas com DP se intensifica ainda mais, se admitirmos que inclusive entre idosos hígidos, os indivíduos que são fisicamente ativos se expõem e sofrem mais lesões do que seus pares inativos. Sendo assim, idosos com DP que são ativos possuem cumulativamente maiores riscos de sofrer queda ou algum tipo de lesão ortopédica. Nos graus mais elevados da DP é possível observar uma redução no índice de quedas, pois como uma estratégia de compensação, passam a não se expor a exercícios, devido a maior limitação, e dessa forma, reforçam a dependência físico-funcional (SPEELMAN *et al.*, 2011). Contraditoriamente, é justamente o exercício físico que auxilia nos incrementos de capacidades físicas (SPEELMAN *et al.*, 2011), sendo quem dos atuais focos dos estudos científicos baseia-se em controlar os fatores de risco de quedas e lesões, com a utilização de exercícios físicos adequados a pessoa com DP (SPEELMAN *et al.*, 2011). A adesão e continuidade nos programas de exercícios dependem da neutralização ou minimização desse relevante restritor para atividades físicas, que são as quedas (KURT *et al.*, 2018), proporcionando um espaço de exercício até mesmo para indivíduos com elevado grau de limitação física.

Por fim, o exercício físico aquático foi relacionado a efeitos crônicos protetivos no sistema imunológico após um mês de atividades aquáticas. Quando o exercício físico é realizado de forma crônica, desencadeia a atenuação pró-inflamatória, auxiliando no tratamento de doenças crônicas, como a DP, e outras do espectro neurodegenerativo (POCHMANN *et al.*, 2018). Portanto, com base na utilização de

exercícios físicos como terapêutica e pela carência de estudos no meio aquático, torna-se fundamental analisar o efeito desses exercícios físicos na função respiratória e nos parâmetros morfofuncionais em indivíduos com DP.

3 ESTUDO 1 – PREVALÊNCIA DE DISFUNÇÃO RESPIRATÓRIA E RISCO DE SARCOPENIA EM PESSOAS COM DP

3.1 METODOLOGIA ESTUDO 1

Trata-se de uma pesquisa de delineamento transversal, observacional com desfechos correlacionais (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). O Estudo 1 contou com a aprovação do Comitê de Ética da Universidade Federal do Paraná, formalizada pelo Parecer 2.200.372, Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE): 66781417.4.0000.0102 (ANEXO 1). Foram adotadas as diretrizes da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS (BRASIL, 2012).

3.1.1 *Participantes*

Foram convidados para a pesquisa pessoas com DP e idosos sem o diagnóstico, moradores da cidade de Curitiba/Paraná (PR). As pessoas com DP foram recrutadas por meio de convite aberto em uma associação para pessoas com DP na cidade e as pessoas hígdas da comunidade foram contatadas em centros de convivência e centros religiosos da cidade de Curitiba/PR.

Para o grupo com DP foram incluídos na pesquisa representantes de ambos os sexos, com o diagnóstico clínico de DP idiopática; e para o grupo hígido, pessoas de ambos os sexos sem nenhum diagnóstico neurológico. Como critérios de exclusão, foram excluídos da amostra pessoas com diagnósticos relacionados a problemas ventilatórios crônicos diagnosticados (por exemplo: doenças pulmonares, câncer pulmonar ou em vias respiratórias, cardíacos descompensados, histórico de cirurgia aberta torácica), disfunções respiratórias agudas há menos de 7 dias da avaliação (tosse, gripe, resfriados), ou neurológicos (como acidente vascular cerebral, Alzheimer, ou outros) e participantes que não foram capazes de integralizar os testes avaliativos ou não concordaram com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO 2).

3.1.2 Procedimentos de Coleta de Dados

Inicialmente foi aplicado um questionário contendo dados pessoais, comorbidades, sexo e gênero, escolaridade, tempo de diagnóstico da DP, e, se fosse o caso, esquema de medicamentos em uso. A dose de Levodopa foi relatada pela soma em miligramas (mg) em ingesta diária.

3.1.2.1 Escala de Hoehn & Yahr para gravidade da doença

A avaliação da severidade da DP foi realizada pela escala de *Hoehn & Yahr* (*Hoehn and Yahr Degree of Disability Scale*), apenas no grupo DP. A Escala de *Hoehn & Yahr* foi desenvolvida e é utilizada internacionalmente para classificação do grau incapacidade devido a DP (ANEXO 3), classificando dentro de cinco estágios, verificando a ocorrência de sinais e sintomas, onde valores maiores representam maior comprometimento pela DP (HOEHN; YAHR, 1967).

3.1.2.2 Pico de Fluxo expiratório

A avaliação do Pico de Fluxo expiratório (PFE) foi realizada por meio do *peakflow meter*, apenas para o grupo com DP. Para a avaliação os participantes aguardaram, pelo menos, 15 minutos de repouso anteriormente. A avaliação ocorreu com o paciente sentado confortavelmente, explicado o procedimento e apresentado o aparelho. Foi solicitado que o paciente realizasse uma expiração máxima (rápida e forte) partindo de uma inspiração máxima. Foram realizadas 3 tentativas com 30 s de intervalo entre as repetições, os valores aceitos precisam contar com dois valores máximos com diferença inferior a 5% entre os testes e foi utilizado o maior valor encontrado. Para a interpretação dos valores do PFE, foram adotados os valores descritos por Bach *et al.* (1997, 2009), conforme constam no Quadro 2.

QUADRO 2 - Valores preditivos do PFE

PEAK FLOW METER	EFETIVIDADE DA TOSSE	RISCO
<160 l/min	Ineficaz	Alto
160 a 270 l/min	Muito fraca	Moderado
270 a 360 l/min	Fraca	Baixo
>360 l/min	Efetiva	Sem risco

FONTE: traduzido e modificado de Bach *et al.* (1997); Bach *et al.* (2009).

LEGENDA: l/min: litros por minuto.

3.1.2.3 Pressão inspiratória e expiratória máxima

As P_i máx e P_e máx foram obtidas com o participante sentado e pés apoiados, com uso de um aparelho manovacuômetro (marca *Wika*) analógico devidamente calibrado por laboratório de metrologia certificado pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). O clipe nasal foi utilizado para evitar escape pela via nasal durante os testes respiratórios. Antes da avaliação, o participante permaneceu em repouso por, pelo menos, 15 minutos. A avaliação seguiu as instruções da *American Thoracic Society* e *European Respiratory Society* (MILLER *et al.*, 2005). Foram realizadas três tentativas para cada variável (P_i máx e P_e máx) com uma variação máxima de 10% dos valores, sendo possível realizar até 5 repetições, e duração da execução da força de no mínimo 3 segundos sustentados (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018). O maior valor entre as três tentativas foi utilizado. O participante foi instruído a inspirar o ar pela boca o mais forte possível, partindo próximo do volume residual, através do bocal do manovacuômetro, para obtenção da P_i máx. Enquanto que para a P_e Máx, o participante foi orientado a soltar o ar através do bocal, o mais forte possível partindo próximo da capacidade pulmonar total. O avaliador permaneceu dando estímulos verbais durante o teste. Foram adotados os valores normativos para manovacuetria propostos por Moxham (2015) e publicados por Bessa, Lopes e Rufino (2014), conforme Quadro 3.

QUADRO 3 - Valores preditivos da manovacuometria, segundo idade e sexo

SEXO	IDADE (ANOS)	Pi máx (cm H₂O)	Pe máx (cm H₂O)
Feminino	Até 65	68 a 79	95 a 140
Feminino	Mais de 65	45 a 60	90 a 130
Masculino	Até 65	92 a 121	140 a 190
Masculino	Mais de 65	65 a 90	140 a 190

FONTE: Traduzido e modificado de Bessa, Lopes E Rufino (2014).

LEGENDA: cm H₂O: centímetros de água.

3.1.2.4 Antropometria - Massa e estatura

A massa foi aferida com uso de balança digital de piso. A estatura foi avaliada sem calçados, por meio do estadiômetro portátil (marca *Slim Fit*). Os participantes foram instruídos a estar com roupas de banho e sem portar nenhum objeto nas mãos.

3.1.2.5 Antropometria - Circunferência de cintura

Foi realizada pela aferição direta com fita métrica inelástica, medida em centímetros, mensurada 2 vezes cada local para conferência. Para a medida da cintura a média entre a crista ilíaca e o último gradil costal foi utilizado como ponto de aferição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2015). Foi calculada a relação cintura pela estatura, sendo considerado excesso de peso valores maiores ou iguais a 0,5 (ASHWELL; HSIEH, 2005).

3.1.2.6 Risco de sarcopenia

A sarcopenia foi triada segundo os critérios descritos por Cruz-Jentoft *et al.* (2010 b), por meio da avaliação da perimetria de panturrilha para massa muscular, força de prensão palmar para força e velocidade da marcha como indicador de desempenho físico. A classificação foi estratificada em pré-sarcopenia, sarcopenia e sarcopenia severa (QUADRO 4).

QUADRO 4 - Estágios da sarcopenia

Estágios triagem da sarcopenia	Massa muscular	Força muscular		Desempenho físico
Pré-sarcopenia	↓	Ok		Ok
Sarcopenia	↓	↓	Ou	↓
Sarcopenia severa	↓	↓	E	↓

FONTE: Traduzido e modificado de Cruz-Jentoft *et al.* (2010 b).

LEGENDA: ↓: abaixo do esperado; Ok: dentro do esperado.

3.1.2.6.1 Antropometria - Circunferência da panturrilha

Realizada pela aferição direta com fita métrica inelástica na em ambas as panturrilhas, mensurada 2 vezes cada local medida em centímetros, O ponto da aferição foi na medida de maior circunferência, com o paciente sentado, em flexão de quadril e de joelho com cerca de 90 graus, e os pés totalmente apoiados no chão (WHO, 1995; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA, 2015) e utilizada a média entre os MMII. O valor inferior a 31 centímetros de perímetro de panturrilha foi utilizado para indicar depleção de massa muscular (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 b).

3.1.2.6.2 Força de preensão manual

A avaliação de força de preensão manual utilizou um dinamômetro de preensão manual (*Hydraulic Hand Dynamometer* marca *Saehan medical*, modelo SH5001). Para tanto, os pacientes permaneciam sentados, com flexão de cotovelo de cerca de 90 graus e adução de ombro e realizavam a preensão palmar. Foi utilizada a média de três medidas bilaterais, e adotado o valor normativo de preensão palmar adequada, com base no IMC e no sexo, segundo o Quadro 5 (FRIED *et al.*, 2001; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010).

QUADRO 5 - Valor preditivo de força de preensão manual

HOMENS		MULHERES	
IMC	Força de preensão	IMC	Força de preensão
≤24	29 kgf	≤23	17 kgf
24,1 a 26	30 kgf	23,1 a 26	17,3 kgf
26,1 a 28	30 kgf	26,1 a 29	18 kgf
>28	32 kgf	>29	21 kgf

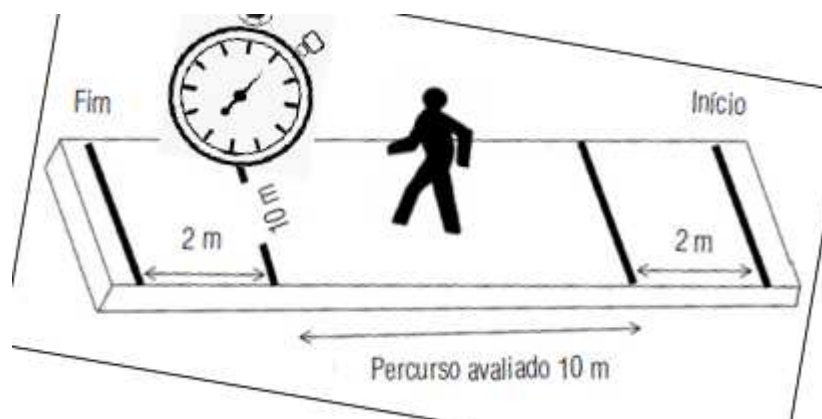
FONTE: Traduzido e modificado de Cruz-Jentoft *et al.* (2010 b); FRIED *et al.* (2001).

LEGENDA: IMC: índice de massa corpórea; kgf: quilograma-força.

3.1.2.6.3 Velocidade da marcha

Os participantes também foram avaliados quanto à mobilidade, com a verificação da velocidade da marcha. Os participantes deveriam caminhar por uma distância de 14 metros (m) (SALBACH *et al.*, 2001), em velocidade típica (NASCIMENTO, 2011). Foi cronometrado o tempo para percorrer 10 m: os dois primeiros metros e os dois últimos foram excluídos da cronometragem por representar as fases de aceleração e desaceleração da marcha (FIGURA 2). Foi utilizado o valor médio de três tentativas e utilizada a maior velocidade. A velocidade da marcha abaixo de 0,8 metros por segundo (m/s) foi considerada como risco sarcopênico (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 b; STUDENSKI *et al.*, 2011).

FIGURA 2 - Ilustração do teste de velocidade da marcha



FONTE: Modificado de Novaes, Miranda e Dourado, 2011.

3.1.3 Procedimentos de análise dos dados

Para o tratamento estatístico dos dados, foi utilizado o *software* SPSS 22.0, para *Windows* (IBM, 2013). Inicialmente, foram verificadas a normalidade dos dados e suas medidas de tendência central, variações e distribuição amostral. O teste de *Levene* foi realizado para verificar a igualdade das variâncias (FIELD, 2009). Foram comparados entre os sexos e comparação geral entre as pessoas com DP e hígidos, pelo teste t-independente ou *Mann-Whitney*, conforme o teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* (FIELD, 2009). Posteriormente, foram verificadas as correlações entre as variáveis indicativas de da avaliação respiratória e do risco de sarcopenia (perímetro de panturrilha, força de preensão palmar e velocidade da marcha). Para determinar o

tamanho do efeito foi utilizado o teste *d* de *Cohen*⁷. Para determinar a variância compartilhada e exclusiva (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009), teste de correlação utilizado foi o *r* de *Pearson* para variáveis normais e teste de *Spearman* para curvas não-normais. Foram considerados os seguintes valores: >0,8 forte ou grande correlação; entre 0,5 e 0,8 moderada ou média correlação; entre 0,2 e 0,5 fraca ou pequena correlação e <0,2 trivial (COHEN, 1988; PAGE, 2014). O valor assumido para significância estatística foi de $P < 0,05$.

3.2 RESULTADOS ESTUDO 1

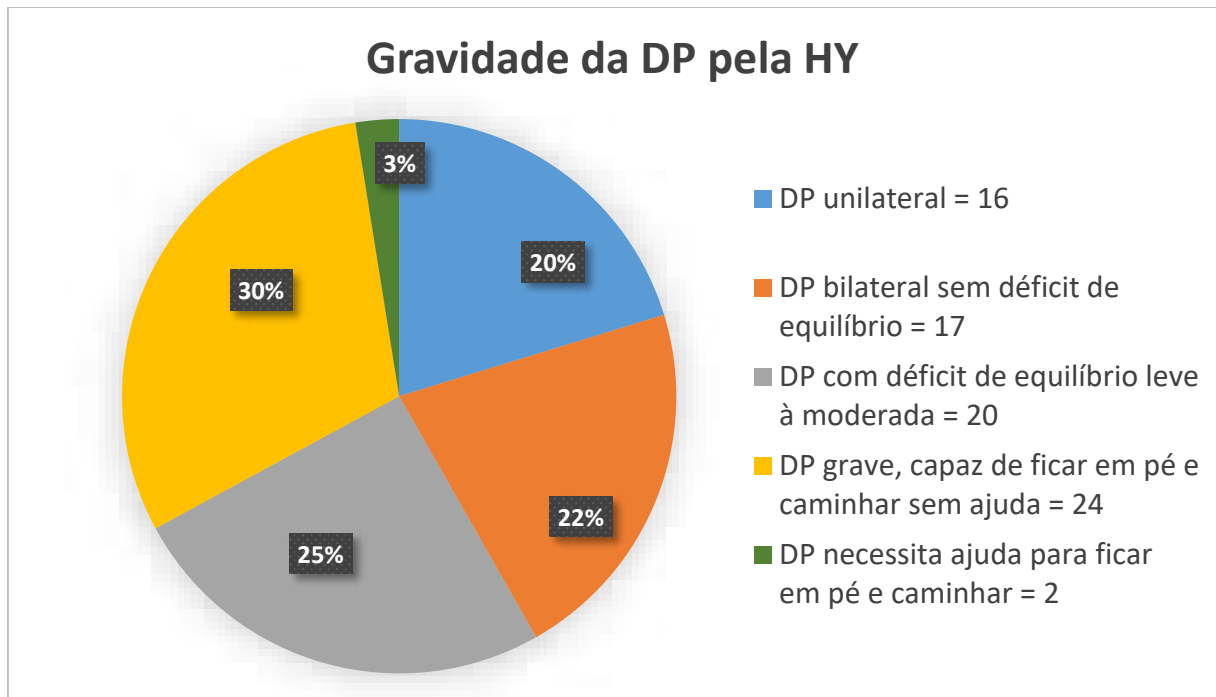
3.2.1 Caracterização da Amostra

Participaram desta pesquisa 79 pessoas com DP (34 do sexo feminino (43%) e 45 do sexo masculino (57%) e 17 idosos hígidos (11 mulheres e 6 homens). Quanto ao tabagismo no grupo com DP 3 mulheres e 6 homens eram ex-fumantes, dois homens ainda eram fumantes. No grupo hígido 2 pessoas (1 homem e 1 mulher) são ex-fumantes. Nesta pesquisa todos os participantes relataram coincidência entre o sexo biológico e a identidade de gênero, assim, todas as participantes do sexo feminino identificavam-se como mulheres, e todos do masculino, como homens.

3.2.2 Caracterização das Variáveis Relacionadas a DP

Quanto à gravidade da DP, a Figura 3 demonstra graficamente a frequência de distribuição do estadiamento da DP, de acordo com a escala de *Hoehn & Yahr*.

7 - Calculado pela plataforma *on-line* easycalculation.com (disponível em: <https://www.easycalculation.com/pt/statistics/effect-size.php> acesso em 02 de março de 2020).

FIGURA 3 - Estadiamento da DP na escala de *Hoehn & Yahr*

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: HY: *Hoehn & Yahr*; DP: doença de Parkinson.

Os dados relacionados as avaliações realizadas apenas nos participantes com DP, assim como a comparação entre homens e mulheres encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Dados médios, dispersão e a comparação para cada sexo separadamente e dados geral, no grupo DP

Variáveis	Média ± desvio padrão Intervalo de confiança 95% [mín - máx]			Comparação entre sexos <i>P</i> -valor
	MULHERES	HOMENS	GERAL	
Pico de fluxo expiratório (l/min)	423,59 ± 127,19 [355,81 – 491,37]	588,28 ± 182,12 [500,5 – 676,06]	513 ± 177,83 [451,91 – 574,08]	0,019*
Dose Levodopa (mg/dia)	646,66 ± 250,33 [508,03 - 785,29]	742,1 ± 33,86 [581,19 - 903,02]	700 ± 299,49 [595,5 - 804,5]	0,97
Tempo de diagnóstico (anos)	8,38 ± 2,94 [6,81 – 9,94]	7,42 ± 6,26 [4,4 – 10,44]	7,86 ± 4,98 [6,15 – 9,57]	0,752

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: * valor estatisticamente significativo; *P*-value: valor de probabilidade estatística; min: mínimo; máx: máximo; l: litro; min: minuto; mg: miligrama.

Entre o grupo com DP avaliado não houve diferença entre os sexos para dose de Levodopa, tempo de diagnóstico. Os homens tiveram 28% maior o PFE do que as

mulheres. Não houve participantes com menos que 160 l/min no PFE, indicando que a amostra não possui pessoas com tosse ineficaz. Entretanto, duas mulheres e dois homens (5,06%) apresentaram risco moderado. Além disso, duas mulheres e três homens (6,33%) foram enquadrados como risco baixo no PFE. Houve diferença entre participantes com DP do sexo feminino e masculino quanto ao PFE.

3.2.3 *Comparação entre Pessoas com DP e Hígidos*

Os valores relativos às variáveis que foram avaliadas em ambos os grupos (pessoas com DP e hígidos), são demonstradas na Tabela 2 pelas médias, desvios padrões e intervalos de confiança, por sexo e por grupo no geral. Foi realizada a comparação entre pessoas com DP e hígidos entre cada sexo separadamente e no geral. Existe diferença estatística para a velocidade da marcha ao comparar pessoas com DP e hígidos, sendo os hígidos mais rápidos na marcha que as pessoas com DP, tanto na comparação geral quanto por sexo. A relação cintura/estatura estava acima do preconizado para 59,4% foram homens com DP (38 dos participantes com DP) e 40,6% mulheres com DP (26 das participantes com DP). Para o grupo hígido 15 pessoas (88,2%) apresentaram a relação cintura pela estatura maior que 0,5. Apenas um homem e uma mulher hígidos estavam com medidas adequadas.

3.2.3.1 *Força Ventilatória*

Nas medidas de P_i máx 58 participantes com DP (73,41%) mostraram valores abaixo do esperado para sua idade e sexo, sendo que destes participantes 24 eram mulheres (41,38%) e 34, homens (58,62%). Nos hígidos 12 (70%) tiveram a P_i máx menor do que o esperado para sexo e idade. Nas medidas de P_e máx, 69 (87,34%) participantes com DP tiveram desempenho abaixo do predito (30 mulheres – 43,47% e 39 homens – 56,52%). Para os hígidos, a P_e máx foi baixa para 14 (82,35%) pessoas, sendo que todas as 11 mulheres (100%) e 3 homens (50%) foram classificadas como P_e máx menor que o esperado. Não houve diferenças estatísticas na comparação geral, nem entre as mulheres com e sem DP quando comparadas, e nem entre os homens com e sem DP.

TABELA 2 – Descritivo e comparação das variáveis pelo sexo e pelo grupo em geral

Desfechos	Média ± desvio padrão Intervalo de Confiança 95% [mín – máx]								
	MULHERES DP	MULHERES HÍGIDAS	<i>P</i> -valor mulheres	HOMENS DP	HOMENS HÍGIDOS	<i>P</i> -valor homens	GERAL DP	GERAL HÍGIDOS	<i>P</i> -valor geral
Idade (anos)	67,19 ± 8,92 [62,43 – 71,94]	67,8 ± 5,2 [64,07 - 71,52]	0,554	63 ± 10,16 [58,1 - 67,9]	68,8 ± 6,22 [61,07 - 76,52]	0,895	64,91 ± 9,71 [61,58 – 68,25]	68,13 ± 5,35 [65,16 – 71,09]	0,351
Massa (kg)	61,81 ± 9,37 [56,81 – 66,8]	66,1 ± 10,74 [58,41 - 73,78]	0,690	71,84 ± 9,6 [67,21 – 76,47]	81,8 ± 9,41 [70,1 - 93,49]	0,991	67,25 ± 10,64 [63,6 – 70,91]	71,33 ± 12,57 [64,36 – 78,29]	0,80
Estatura (m)	1,55 ± 0,07 [1,51 – 1,59]	1,6 ± 0,08 [1,54 - 1,66]	0,999	1,7 ± 0,06 [1,67 – 1,74]	1,71 ± 0,09 [1,59 - 1,82]	0,999	1,63 ± 0,01 [1,59 – 1,67]	1,63 ± 0,09 [1,58 – 1,69]	0,999
Relação cintura/estatura	0,59 ± 0,06 [0,55 – 0,62]	0,58 ± 0,67 [0,54 – 0,63]	0,443	0,56 ± 0,06 [0,53 – 0,59]	0,58 ± 0,42 [0,53 – 0,64]	0,749	0,57 ± 0,06 [0,55 – 0,59]	0,59 ± 0,06 [0,55 – 0,62]	0,357
Velocidade da marcha (m/s)	1,05±0,24 [0,91 – 1,18]	1,43 ± 0,21 [1,28 - 1,58]	<0,001 *	1,19±0,43 [0,98 – 1,4]	1,55 ± 0,14 [1,36 - 1,73]	0,017 *	1,13 ± 0,36 [1 – 1,25]	1,47 ± 0,19 [1,36 - 1,58]	0,007*
IMC (kg/m ²)	25,68 ± 3,54 [23,79 – 27, 57]	25,55 ± 2,63 [23,67 - 27,44]	0,232	24,67 ± 3,12 [23,17 – 26,18]	27,96 ± 2,22 [25,19 - 30,72]	0,710	25,14 ± 3,31 [24 – 26,27]	26,35 ± 2,69 [24,86 - 27,85]	0,126
Preensão palmar (kgf)	24,06 ± 10,1 [18,67 – 29,44]	27,15 ± 10,44 [19,67 - 34,62]	0,129	36 ± 6,81 [32,71 – 39,28]	32,8 ± 8,46 [22,29 - 43,3]	0,931	30,54 ± 10,3 [27 – 34,08]	29,03 ± 9,90 [23,54 - 34,52]	0,515
Perímetro de panturrilha (cm)	35,06 ± 3,53 [33,18 – 36,94]	36,1 ± 1,37 [35,11 - 37,08]	0,674	36,79 ± 2,39 [35,64 – 37,94]	38,2 ± 2,28 [35,36 - 41,03]	0,693	36 ± 3,04 [34,95 – 37,05]	36,8 ± 1,93 [35,7 - 37,87]	0,60
Pi máx (cmH ₂ O)	47,18±15,91 [38,7 – 55,66]	45,4 ± 11,14 [37,42 - 53,37]	0,642	55,97±18,77 [46,92 – 65,02]	53,8 ± 11,71 [39,25 - 68,34]	0,680	51,95 ± 17,83 [45,83 – 58,08]	48,2 ± 11,65 [41,74 - 54,65]	0,268
Pe máx (cmH ₂ O)	60,68±14,82 [52,78 – 68,58]	47,3 ± 13,52 [37,62 - 56,97]	0,867	70,68±20,4 [60,84 – 80,52]	72,8 ± 14,6 [54,67 - 90,93]	0,193	66,11 ± 18,51 [59,75 – 72,47]	55,8 ± 18,25 [45,68 – 65,91]	0,085

FONTE: A autora (2020).

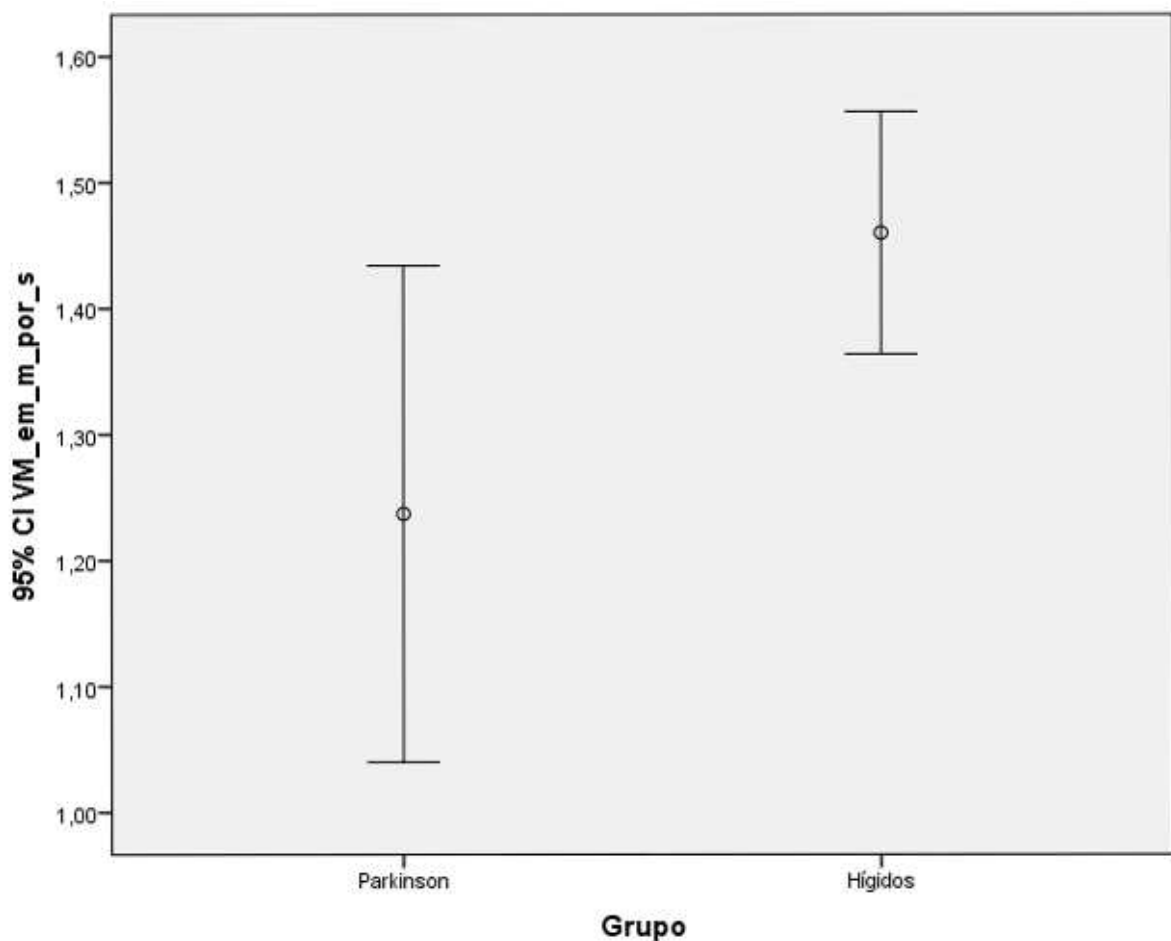
LEGENDA: m/s: metros por segundo; kg/m²: quilograma por metro ao quadrado; kgf: quilograma-força; cm: centímetros; cmH₂O: centímetros de coluna de água; l/min: litros por minuto; * diferença estatisticamente significativa.

3.2.3.2 Sarcopenia

Em relação aos fatores de risco de sarcopenia, pela triagem (CRUZ-JENTOFT, 2010 a; CRUZ-JENTOFT, 2010 b), 1 homem e 2 mulheres (3,8%) com DP se enquadraram como risco de sarcopenia (redução de massa muscular mais um critério) e 1 homem foi classificado como pré-sarcopênico. Nenhum apresentou sarcopenia severa. Nos hígidos, nenhum foi enquadrado com qualquer fator de risco para sarcopenia.

Na velocidade da marcha, houve diferença na comparação entre as pessoas com DP e os hígidos. Na comparação geral entre esses grupos, vemos que o grupo com DP é mais lento na marcha (n= 96, 23,13%, tamanho do efeito= 0.508), conforme pode ser verificado graficamente na Figura 4.

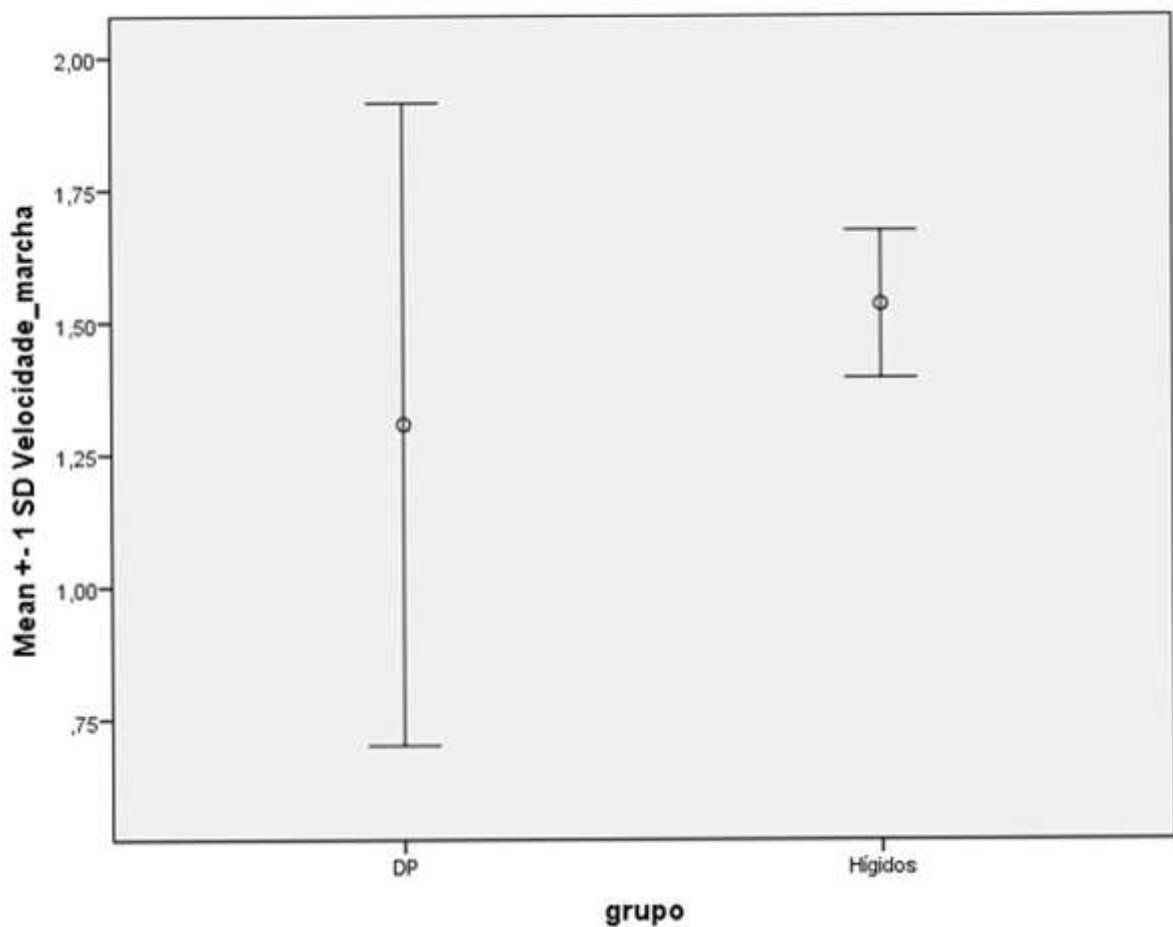
FIGURA 4 - Velocidade da marcha comparação entre pessoas com DP e hígidas



FONTE: A autora (2020).

Ao verificar a diferença entre mulheres hígdas e DP vemos que há valores significativamente diferentes para velocidade da marcha ($n= 45$, 26,57%, tamanho do efeito= 0.64). Também houve diferença estatística ao comparar homens com e sem DP ($n= 51$, 23,11%, tamanho do efeito= 0.49), sendo o grupo com DP os de velocidade da marcha mais lenta. Os gráficos (FIGURA 5 e FIGURA 6) demonstram a diferença entre os grupos, para sexo masculino e feminino, respectivamente.

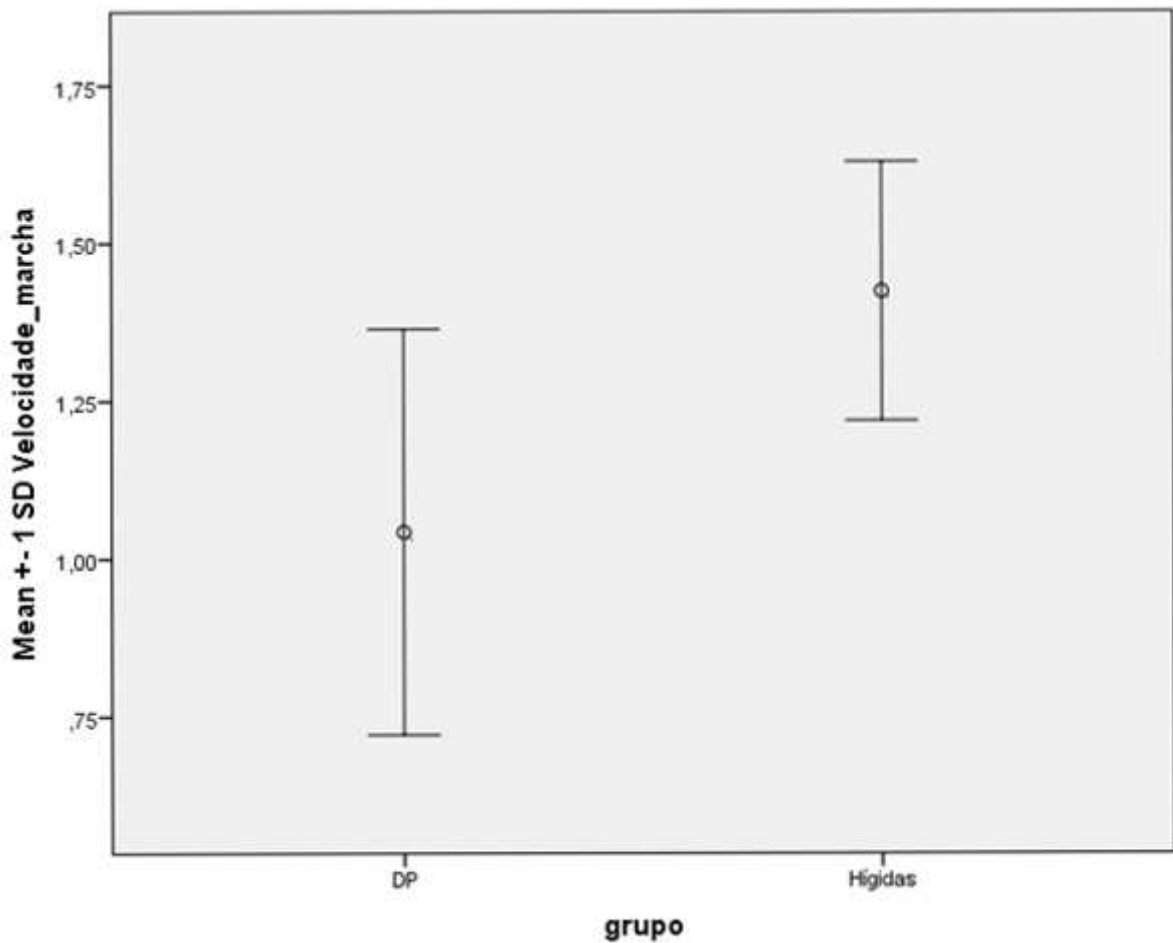
FIGURA 5 - Velocidade da marcha comparação entre homens hígdos e com DP



FONTE: A autora (2020).

Ainda na medida da velocidade da marcha, 5 mulheres e 8 homens apresentaram risco, ou seja, velocidade menor que 0,8 m/s. Em relação aos homens, 2 participantes com DP eram não-deambuladores, e não foram incluídos na média dessa variável. No grupo de hígdos nenhum apresentou velocidade da marcha menor que 0,8 m/s.

FIGURA 6 - Velocidade da marcha comparação entre mulheres hígdas e com DP



FONTE: A autora (2020).

O perímetro da panturrilha foi identificado como fator de risco em 3 mulheres (3,8% da amostra com DP) e 1 participante do sexo masculino. Nenhum participante hígado apresentou medida da panturrilha de risco.

A preensão palmar foi configurada como abaixo do esperado para 4 mulheres e para 19 homens, totalizando 29,11% da amostra com DP, segundo o sexo e o IMC. A preensão palmar nas pessoas hígdas da amostra, apenas 2 homens e 1 mulher tiveram a dinamometria abaixo do esperado (17,65% da amostra de participantes hígdos).

3.2.4 Correlações Respiratórias e Medidas Morfofuncionais

A correlação entre as variáveis de triagem de risco de sarcopenia com a avaliação respiratória, para os participantes com DP, são descritas na Tabela 3. Houve correlação positiva entre as variáveis respiratórias com a velocidade da marcha (pequena correlação com Pi máx e Pe máx; moderada correlação com PFE), e com a preensão palmar, sendo classificada como moderada correlação. Entre a Pi máx, Pe máx com a escala de *Hoehn & Yahr*, houve pequena correlação inversamente proporcional. E, por fim, o perímetro da panturrilha se correlacionou com a Pi máx e com o PFE, com pequena correlação.

TABELA 3 - Correlação entre indicadores de sarcopenia e variáveis respiratórias em pessoas com DP

	CORRELAÇÃO	r¹	Rho²	P-valor
Pi máx	Escala de <i>Hoehn & Yahr</i>	-	-0,23	0,029 *
	Perímetro da panturrilha	0,271	-	0,013 *
	Preensão palmar	0,508	-	<0,001*
	Velocidade da marcha	0,215	-	0,039 *
	Tempo de diagnóstico	-	0,077	0,267
Pe máx	Escala de <i>Hoehn & Yahr</i>	-	-0,28	0,02 *
	Perímetro da panturrilha	0,167	-	0,086
	Preensão palmar	0,587	-	<0,001*
	Velocidade da marcha	0,261	-	0,016 *
	Tempo de diagnóstico	-	-0,017	0,444
PFE	Escala de <i>Hoehn & Yahr</i>	-	-0,166	0,086
	Perímetro da panturrilha	0,280	-	0,047 *
	Preensão palmar	0,742	-	<0,001*
	Velocidade da marcha	0,614	-	<0,001*
	Tempo de diagnóstico	-	0,005	0,489

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: Pi máx: pressão inspiratória máxima; Pe máx: pressão expiratória máxima; PFE: pico de fluxo expiratório.

¹ Teste de correlação de *Pearson*.

² Teste de correlação de *Spearman*.

* valor estatisticamente significativo ($P < 0,05$).

3.3 DISCUSSÃO ESTUDO 1

No presente Estudo 1, os principais achados foram que as velocidades das marchas demonstraram ser melhores parâmetros morfofuncionais, em ambos os sexos, na comparação entre presença e ausência de DP. Assim como a melhor funcionalidade, demonstrada pela força de preensão manual, revelou-se como maior correlação direta, moderada e significativa com a função pulmonar de indivíduos com DP.

Nas comparações realizadas no presente Estudo 1 a relação cintura/estatura, que possui uma vantagem métrica sobre as variáveis de peso e IMC porque normalizam a estatura, sexo e etnia (MILAGRES *et al.* 2019). Neste sentido, encontramos estudos que propõe-se a verificar qual a relação entre a DP e o IMC em pessoas com e sem DP em estudos observacionais (NOYCE, 2017). Em geral, é relatado que os pacientes com DP possuem menor IMC, conforme metanálise, onde foi identificada diferença entre IMC de pessoas com e sem a DP (VAN DER MARCK *et al.*, 2012). Em teoria, as doenças que tem forte relação com a idade podem ter o viés de seletividade por morte: supondo que pessoas com o IMC alto podem morrer prematuramente (por diversos outros riscos relacionados com a obesidade) e indivíduos com adequado IMC sobrevivem mais anos, têm a “chance” de ter doenças comuns nos idosos, como a DP (NOYCE, 2017). Porém, o Estudo 1 não respondeu desta forma; encontramos 81% da amostra com DP com a relação cintura/estatura elevada e 88% para os hígidos. O instrumento utilizado para avaliação massa corporal e o excesso de peso, pode demonstrar também o risco de doenças crônicas relacionadas a obesidade central e não foi localizado relatos do uso com pessoas com DP, apesar da sua fácil aplicabilidade.

Na população idosa sem DP, um estudo demonstrou a capacidade preditiva da relação cintura/estatura para indicar obesidade e sobrepeso, além de indicadores de risco de síndrome metabólica em idosos (MILAGRES *et al.*, 2019). O estudo citado anteriormente também evidenciou diferença estatisticamente significativa na relação cintura/estatura entre homens e mulheres idosos, sendo mais elevado nas senhoras participantes da pesquisa. O estudo de Sanches *et al.* (2014) demonstrou diferença significativa ao comparar as idades dos grupos, mas não teve diferença entre as medidas corporais de peso, altura e IMC, e não houve comparação entre homens e mulheres separadamente.

Em pessoas com DP é descrito risco de perda de massa corporal e a relação do baixo IMC com deficiência física e cognitiva, entretanto, um estudo mexicano apontou a elevada prevalência de excesso de peso em pessoas com DP (MORALES-BRICENO *et al.*, 2012). Foi avaliado por meio do IMC e apontou 46,9% e 19,2% de sobrepeso e obesidade, respectivamente, para as pessoas com DP (MORALES-BRICENO *et al.*, 2012). Para isso, Noyce (2017) esclarece que fatores de risco como IMC respondem a uma relação em formato de “U”, ou seja, pessoas com muito baixo peso, assim como as de peso elevado possuem maiores chances de terem resultados adversos (NOYCE, 2017).

3.3.1 Função Respiratória

Evidenciamos elevado risco respiratório na DP e também na amostra da população hígida avaliada, sobretudo na P_i e P_e máx. Com isso, é necessário que se avalie e acompanhe tanto as pessoas com doenças crônicas quanto os indivíduos com processo de envelhecimento - a senescência - dos que são considerados hígidos, em estudos e na prática clínica. Se faz necessária essa atenção no sentido de se desenvolver políticas abrangentes com estratégias efetivas e embasadas na literatura para reastreio e atendimentos dessas populações e suas necessidades (SILVA *et al.*, 2015).

A relação da DP com os fatores respiratórios são estudados desde como controle respiratório em mamíferos, via disparos excitatórios e inibitórios por quimio e barorrecepção (OLIVEIRA *et al.*, 2019). O drive de disparo respiratório no corpo humano localiza-se na base do tronco encefálico, onde neurônios de serotonina e glutamatérgicos são envolvidos na atividade ventilatória (WANG *et al.*, 2014). Por isso, acredita-se que áreas de comando respiratório podem estar envolvidas na DP. Inclusive com base na teoria de *Braak* - na qual existe períodos que antecedem a fase de comprometimento motor, com ascensão de perdas de neurotransmissores - poderia haver comprometimento de neurotransmissores responsáveis pelo controle muscular respiratório (WANG *et al.*, 2014; SECCOMBE *et al.*, 2011). Nas pessoas com DP parece que a porção ventral do tronco encefálico também possui degeneração (OLIVEIRA *et al.*, 2019). Isso pode explicar, parcialmente, o elevado risco respiratório encontrado na DP. Outra parcela da justificativa de perda em variáveis respiratórias recentemente proposto é por redução na sensibilidade destes

quimiorreceptores para o disparo central, com aumento da tolerância à hipercapnia. Em ratos com lesão simulando a DP há redução e irregularidade na frequência respiratória (FR) (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Uma proposta de intervenção sobre a redução de volume e capacidade pulmonar foi descrita no estudo de Frazão *et al.* (2014). Os autores propuseram a avaliação por plestimografia optoeletrônica, que mensura volume da caixa torácica, e utilizaram testes com e sem uso de pressão positiva não-invasiva em 10, 15 e 20 cmH₂O. Por meio desse artefato observou-se que os participantes com DP (n=15) tiveram melhor volume da caixa torácica com a pressão positiva comparado aos sujeitos saudáveis do grupo controle (n=15), mas ainda sendo estatisticamente menor que o controle, além de concluir que a DP leva os pacientes a modificações no padrão ventilatório diferenciado de hígidos.

O enfraquecimento dos músculos respiratórios, como ocorreu no presente Estudo 1, tem estreita relação com a doença pulmonar restritiva (JUNG *et al.*, 2014). A ocorrência de redução da força muscular expiratória está associada a limitação da ventilação, levando ao aparecimento dos citados padrões pulmonares restritivos na DP (WANG *et al.*, 2014). Isso desencadeia redução do volume pulmonar e da capacidade pulmonar, enfraquecimento da força muscular inspiratória e assim reduz a ventilação pulmonar como um todo (JUNG *et al.*, 2014). Nesta presente pesquisa não verificamos dados relacionados a espirometria, mensurando volumes e capacidades pulmonares, contudo, indicamos que na sequência de Estudos que compõe essa tese serão abordados esses desfechos.

Destacamos que no presente Estudo 1, a manovacuometria, tanto inspiratória quanto expiratória, foi correlacionada diretamente com o perímetro de panturrilha e com a preensão palmar e ainda houve correlação inversa entre a escala de *Hoehn & Yahr* e a velocidade da marcha. Em destaque, todos os parâmetros ventilatórios avaliados tiveram correlação moderada e significativa com a força de preensão manual.

Corroborando com nossos achados, a revisão de literatura de Ferreira, Cielo e Trevisan (2011) estudou as características respiratórias relacionadas a gravidade da DP. Estes autores verificaram que a função pulmonar decai à medida que há maior comprometimento da DP, pela escala de *Hoehn & Yahr*, e mencionam especificamente que a fraqueza muscular periférica em pessoas com DP é encontrada associada a redução da Pe máx (FERREIRA; CIELO; TREVISAN, 2011). Apoiando

essa informação, no presente Estudo 1, a preensão manual foi reduzida em 18,92% da amostra, e correlacionados inversamente à escala de *Hoehn & Yahr*, e diretamente com a P_e máx e a P_i máx.

Além das variáveis citadas no presente Estudo 1, outros fatores colaboram para a redução da qualidade ventilatória na DP. A alteração postural típica da DP, somada à inclinação anterior de tronco, prejudica a expansibilidade da respiração (TORSNEY; FORSTH, 2017). Funcionalmente, uma postura curvada biomecanicamente é desfavorável tanto para atingir um bom PFE quanto para execução de força máxima. Apesar do PFE não apresentar valores preocupantes, a força para execução da inspiração e expiração podem ter alguma relação com alterações posturais, secundárias a DP e, por vezes ao próprio envelhecimento. A força expiratória é a responsável pela capacidade de higiene de vias aéreas, pela tosse (GUIMARÃES et al., 2018). Sem mecanismos de proteção das vias aéreas, como tosse eficaz, força expiratória adequada, PFE adequado e processos de deglutição corretos, o risco de infecções respiratórias torna-se elevado (AYRES; JACINTO-SCUDEIRO; OLCHIK, 2017; RAMOS et al., 2014).

O medicamento na DP poderia de alguma forma influenciar as pressões ventilatórias. Um estudo que verificou o efeito do medicamento Levodopa na pressão ventilatória observou, em sua amostra de 35 pessoas com DP, melhores resultados no período “on” do medicamento, em comparação com período “off”, quanto a P_i máx e P_e máx (SATHYAPRABHA et al., 2005). No Estudo 1, aqui apresentado, a avaliação ocorreu no melhor período motor dos participantes, no caso da amostra com DP, no período “on” do medicamento.

3.3.2 Risco de Sarcopenia

Demonstramos nesse Estudo também que a prevalência de risco de sarcopenia não foi elevada nas populações estudadas. A sarcopenia, comum primariamente no avanço da idade, e que pode ser atribuída secundariamente à presença de doenças, como a DP (CRUZ-JENTOFT et al., 2010 a; OZER et al., 2019) não foi um achado nos hígidos e nem recorrente para a amostra de pessoas com DP. Apenas 4,2% se enquadraram nos fatores de risco e nos idosos sem DP da amostra não houve classificação de risco.

Contudo, a avaliação da sarcopenia é estimulada na DP pois parece que há uma sobreposição da perda muscular pela senescência sobreposta a uma neurodegeneração, aprofundando os casos de sarcopenia (KRENOVSKY *et al.*, 2020). Isso é algo peculiar na sarcopenia e doenças neurológicas como a DP, porque parece haver uma quantidade ainda mais reduzida de motoneurônios na população sarcopênica com DP (VETRANO *et al.*, 2018). Isso pode indicar com mais acuidade o papel da neurodegeneração refletida em inervação periférica, respondendo ao que ocorre em pessoas com DP centralmente (VETRANO *et al.*, 2018). Por isso, esperava-se maior incidência nessa população no Estudo 1. Contudo, um estudo aponta que outras formas de Parkinsonismo, como o atípico, podem ter maior incidência de sarcopenia que a DP idiopática (KRENOVSKY *et al.*, 2020).

Relata-se na literatura prevalência de 17,2% na DP (TAN *et al.*, 2018) seguindo a metodologia do *Asian Working Group on Sarcopenia*, ou ainda de 5,1% a 28,8% e 8,2% a 17,5% das pessoas com DP ao aderir ao protocolo do *European Working Group on Sarcopenia in Older Persons* (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 b). A sarcopenia também pode ser avaliada por meio da escala SARC-F, que realiza a triagem em 5 itens: força muscular, assistência para caminhar, passar para de pé, queda e subir escadas (PEBALL *et al.*, 2019). Para 104 pacientes de DP avaliados por esse método, 55% foram classificados com sarcopenia e se diferiram de idosos saudáveis estatisticamente. Além disso, esse mesmo estudo indica que a sarcopenia parece se relacionar com demência, quedas, institucionalização, maior comprometimento motor e, como também ocorreu em nosso Estudo 1, associou-se a DP mais avançada pela *Hoehn & Yahr* (PEBALL *et al.*, 2019). Enquanto que uma pesquisa transversal, realizada por pesquisadores turcos, avaliou 166 pacientes com DP (com média de idade: 71,57 anos) e dois grupos de voluntários saudáveis: 120 pessoas com idade entre 18 e 39 anos e 129 participantes com idade entre 68 a 75 anos; a triagem de sarcopenia apresentou como resultado que três quartos dos pacientes (75%) com sarcopenia estavam no grupo com DP (YAZAR *et al.*, 2018).

A variedade de prevalência descrita para casos de sarcopenia, em geral, deve-se justamente aos critérios de avaliação adotados, em especial as técnicas de medida de massa muscular, e seus valores de corte indicativos para sarcopenia (OZER *et al.*, 2019). Os valores de corte podem variar entre as populações, sendo que cada país adota critérios dentro de seus contextos, suas necessidades e realidades (YOO *et al.*,

2018). Observa-se que as publicações científicas sobre o tema não se estendem muito mais que cinco anos atrás, sendo um tema relativamente de recente interesse.

O critério ligado a mensuração da massa muscular adotado pela pesquisa foi por meio da perimetria de panturrilha. Associado com o achado de alta prevalência de obesidade e sobrepeso na amostra, pode ser um fator que interfere nos valores medidos, mascarando uma perda de massa muscular com o excesso de tecido adiposo. Ozer *et al.* (2019) defendem a utilização de protocolos que adotem a análise de bioimpedância (BIA), ainda que ressaltem não ser a medida mais precisa, ou a absorciometria de raios X com dupla energia (DXA), que pode ter elevado custo financeiro e elevada radiação (MILAGRES *et al.* 2019). A triagem de Peball *et al.* (2019) não avaliaram a massa muscular para traçar risco de sarcopenia, que foi realizado pelo SARC-F⁸.

O estudo de Ozer *et al.* (2019) utilizou a BIA, dinamometria de preensão palmar e AVD, ao comparar 70 pessoas com DP (idade: $68,3 \pm 5,9$) com controles saudáveis (idade: $67,4 \pm 5,1$), a incidência da classificação com sarcopenia foi significativamente maior para DP (7% a mais). Para as pessoas com DP a idade elevada, sexo feminino e a massa muscular foram fatores que diferiram pessoas com DP sarcopênico e não-sarcopênicos. Outros achados que chamam a atenção no citado estudo é que a discinesia, efeito colateral do medicamento, é significativamente mais prevalente em não-sarcopênicos. Entretanto, estágio da DP, independência em AVD e experiência de quedas não se diferem em pessoas com e sem sarcopenia.

Ainda sobre o estudo de Ozer *et al.* (2019), a dinapenia, que é um fator que pode refletir no quadro de síndrome geriátrica e compõe a avaliação de risco para sarcopenia, se diferiu ao comparar pessoas com DP com e sem dinapenia, sendo mais prevalente nos mais velhos, sexo feminino, estágio da DP avançada, em pessoas mais dependentes nas AVD e pessoas com mais experiências de quedas. Surpreendentemente, para dinapenia não teve diferença na massa muscular nas pessoas com DP, para nenhum sexo; e nem obtiveram diferença na massa muscular ao comparar pessoas com DP e hígidos (OZER *et al.*, 2019).

A dinapenia explica mais fatores funcionais do que a própria sarcopenia, em alguns casos, porque a perda de força muscular no processo de senescência é

8 - A tradução para o Brasil pode ser encontrado em Parra *et al.* (2019).

apenas em 6 a 10% relacionado diretamente à perda da massa muscular (YAZAR *et al.*, 2018).

A velocidade da marcha no Estudo 1 mostrou risco na velocidade da marcha (<0,8m/s) para 19% da amostra com DP, diferindo estatisticamente do grupo hígido. Tendo as faixas de risco e benefícios da velocidade da marcha descritos na Figura 1 (página 52 da revisão de literatura), os participantes com DP do presente estudo, 3 (3,8%) possuem a velocidade da marcha menor que 0,2 m/s, acarretando riscos associados a fragilidade, morte, quedas, morbidades e dependência física (MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015). Outros 19 participantes (24,05%) possuem menos de 1m/s, tendo perfil de risco para hospitalização, dependência físico-funcional e com risco cognitivo (MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015). A maior representatividade (69,62% da amostra) aparece nos participantes com velocidade acima de 1m/s, que reduz risco de hospitalização e eleva o perfil funcional. Destes, 34 (43,04%) ainda possuem velocidade da marcha incluído em 1m/s e 1,3 m/s, e, por fim, 21 participantes (26,58%) possuem mais de 1,3 m/s sendo esses considerados mais aptos fisicamente, com indicadores de saúde e independência mais positivos (MIDDLETON; FRITZ; LUSARDI, 2015).

Nos constantes estudos e avaliações das pessoas com DP, ainda que se trate de uma mesma doença, pode ser observado padrões diferenciados, que chamamos aqui de subgrupos da DP. Nesses subgrupos observamos pessoas com DP que apresentam, principalmente, bradicinesia e rigidez muscular, tendo a marcha mais instável e maiores limitações físicas, e ainda a progressão da doença parece mais ligeira (PRIME *et al.*, 2020).

Há os sujeitos com DP cuja característica marcante é o tremor de repouso, em que a marcha pode apresentar padrões mais típicos e a progressão da DP tende a ser mais lenta e ainda padrões mistos ou não definidos (PRIME *et al.*, 2020). No Estudo 1 não realizamos análises pelos subgrupos, contudo, não podemos ignorar a relevância, em especial, dos rígidos-acinéticos na avaliação da marcha. O padrão rígido-acinético pode levar a maiores dificuldades na marcha, conseqüentemente, apresentando velocidades mais limitadas que hígidos e até mesmo que DP hipercinéticos (de característica principal tremor de repouso). A velocidade da marcha, desta forma, sofre influência não apenas decorrente do risco de sarcopenia, mas da própria DP. Contudo, a sarcopenia secundária considera a doença de base como um potencial desencadeador e agravador da perda muscular (MORLEY, 2018), não é

possível isolar os fatores causais, visto que refletem, conjuntamente, em risco de fragilidade, quedas, dependência e morte.

Um consenso canadense dedicado ao estudo da marcha na neurodegeneração e envelhecimento indica que a avaliação da marcha por meio da dupla tarefa e a velocidade máxima da marcha também são interessantes avaliações que descrevem capacidade adaptativa, e são sensíveis para indicar dificuldade nas demandas cognitivas e maiores limitações funcionais por indicar a velocidade de reserva, respectivamente (CULLEN *et al.*, 2018), sendo uma recomendação para estudos futuros.

Diversos estudos em outras populações, como atletas, transplantados e doentes pulmonares, dedicaram-se a conhecer a correlação entre função física e respiratória (AKINOĞLU; KOCAHAN; ÖZKAN, 2019; ULUBAY *et al.*, 2017; MANSOUR *et al.*, 2019), porém o presente Estudo 1 é um dos pioneiros na avaliação de força pulmonar e indicadores de sarcopenia.

Sabendo que a perda da mobilidade funcional e a perda de força são preditores tanto de incapacidade quanto de mortalidade, e se instalam gradualmente na DP (TOMLINSON *et al.*, 2012), observamos no presente estudo a correlação fraca da velocidade da marcha (mobilidade) com a $Pe_{máx}$ e $Pi_{máx}$; contudo, moderada ao relacionar a marcha com o PFE. Parece que essas variáveis de função ventilatória decaem na mesma taxa que a mobilidade. Isso traz repercussões para a qualidade de vida do paciente e de familiares, impactando economicamente no manejo do paciente (TOMLINSON *et al.*, 2012).

A dinamometria por preensão palmar se relacionou com todas as três variáveis ventilatórias no presente Estudo 1. Lembrando que a avaliação de dinamometria por preensão palmar reflete a força muscular corporal global e é preditor de saúde e de funcionalidade (OZER *et al.*, 2019) e que Estudo 1 29,11% da amostra com DP apresentaram menor força muscular que o predito para sexo e idade, ainda que não seja um valor com diferença estatística, apenas 17,65% dos sujeitos hígidos tiveram resultados abaixo do esperado. Na amostra de Ozer *et al.* (2019), 50% dos participantes com DP apresentaram dinapenia e para eles a força muscular parece ser um indicador mais precoce do que a redução da massa muscular (volume muscular), elencando a força muscular como melhor preditor de sarcopenia (OZER *et al.*, 2019).

Além disso, a dinapenia tem maior relação com índice de quedas do que a sarcopenia (OZER *et al.*, 2019), o que é muito relevante para a DP, visto que o perímetro da panturrilha mostrou correlação com Pi máx e PFE. Pela relação de musculatura periférica e respiratória já relatada, hipotetizamos que nesses desfechos é possível que a força muscular seja novamente a resposta, haja vista que o processo expiratório é relacionado a passividade muscular, enquanto inspiração e PFE necessitam de força muscular.

Assim como ocorre em relação às limitações motoras na DP, os achados ventilatórios não seguem um padrão de relação direta com o tempo de diagnóstico, mas sim com a gravidade da DP (WANG *et al.*, 2014). Isso pode ser observado nas correlações do presente Estudo 1, que corroboram com essa informação, cujo tempo de diagnóstico não se relacionou com a Pi máx, Pe máx e PFE e o estadiamento da DP pela escala *Hoehn & Yahr* obteve correlação inversa e fraca tanto com a Pi máx, quanto com a Pe máx.

3.3.3 Limitações e Estudos Futuros

Algumas limitações metodológicas foram observadas no Estudo 1. Apesar da perimetria de panturrilha ser validada para estimar a perda de massa muscular (CRUZ-JENTOFT, 2010 b; MORLEY, 2018; BRASIL, 2017) e também como fator de proteção à sarcopenia (KIM *et al.*, 2016) utilizado em algumas triagens, por outro lado, o IMC elevado, assim como o excesso de peso isolado, sedentarismo e alimentação rica em gordura tem maior relação com o perfil sarcopênico (KIM *et al.*, 2016). A infiltração de gordura muscular é um fator de confusão para as medidas de sarcopenia (PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015). Dessa forma, obesos podem ter esse caso descrito como fator de confusão na avaliação. Isso ocorre principalmente devido ao possível depósito de gordura local, que eleva a perimetria e subestima uma perda de massa por causa do ganho de tecido adiposo (CRUZ-JENTOFT, 2010 b). Tendo em vista que no Estudo 1 mais de 80% da amostra está com a relação cintura/estatura maior que o ideal, existe um risco de superestimar a massa muscular. Contudo, mesmo métodos de avaliação direta, como bioimpedância e ultrassom, parecem que também apresentam dificuldades na determinação da massa muscular (MORLEY, 2018).

Outros parâmetros relacionados a volume e fluxo respiratório também são capazes de trazer dados relevantes para discussão das limitações respiratórias na pessoa com DP. Apontamos que estudos de intervenção não-farmacológica, como de exercícios físicos, podem ser capazes de modificar as perdas musculares periféricas e respiratórias, sendo indicada a investigação neste sentido.

Em relação a marcha, a relação das variáveis ventilatórias tende a se relacionar fortemente com a avaliação de capacidade da marcha, avaliada por meio do TC6, (FERRO *et al.*, 2019), dessa forma, em estudos futuros, indica-se a citada avaliação associada a desfechos ventilatórios.

Não se excluiu do Estudo 1 os participantes com histórico de consumo de cigarros, o que pode ser apontado como um risco de viés. Contudo, Reyes *et al.*, (2018), que avaliaram parâmetros ventilatórios em pessoas com DP, procuraram diferença entre os participantes com histórico de tabagismo e outros participantes e não houve diferenças ao incluí-los nas análises. Também foi descrito que a análise de limitações ventilatórias para idosos é independente do tabagismo e da exposição ambiental a agressores respiratórios (BONJORNI *et al.*, 2012).

3.4 CONCLUSÃO ESTUDO 1

O Estudo 1 indicou que há o risco respiratório, devido à redução de força muscular respiratória, tanto na amostra de pessoas com DP como nos idosos hígidos, rejeitando a Hipótese 1 de que não há perda de força respiratória e de PFE. Indicadores de risco de sarcopenia foram observados em baixa frequência na amostra de DP estudada, muito embora tenham também apresentado em sua maioria sobrepeso, superestimando a medida do perímetro de panturrilha, rejeitando a Hipótese 2 que afirma não haver casos de sarcopenia na amostra de pessoas com DP. Contudo, apenas na velocidade da marcha tanto mulheres quanto homens sem DP apresentaram maior velocidade de marcha comparados com seus pares com DP, aceitando a Hipótese 3, que relata a ausência de diferenças estatísticas na força ventilatória e na triagem de sarcopenia. Houve correlação moderada e diretamente proporcional entre o PFE e velocidade da marcha e também entre a força de preensão palmar com as variáveis ventilatórias, rejeitando a Hipótese 4 que negava qualquer correlação entre os desfechos.

4 ESTUDO 2 – FUNÇÃO VENTILATÓRIA NO CONTEXTO DA FUNCIONALIDADE EM PESSOAS COM DP

4.1 METODOLOGIA ESTUDO 2

Esta pesquisa compreende um estudo transversal observacional (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). Sendo a pesquisa aprovada no Comitê de Ética em Pesquisas com Humanos (CEP), conforme parecer (ANEXO 1) e seguiu as diretrizes da Resolução 466/12 do CNS (BRASIL, 2012).

4.1.1 Participantes

Os participantes foram pessoas com DP e também idosos da comunidade, sem o diagnóstico clínico da DP. As pessoas com DP foram convidadas a participar do Estudo 2, com convite aberto, na Associação de Portadores de Parkinsonismo do Paraná (APPP) da cidade de Curitiba – PR. Os participantes sem diagnóstico de DP, foram convidados a participar voluntariamente por meio de grupos religiosos e de convivência de idosos. Todos os participantes da pesquisa precisaram aderir ao TCLE (ANEXO 2).

Os critérios de inclusão para pessoas com DP foram: a adesão ao TCLE; diagnóstico clínico de DP idiopática, de ambos os sexos. Os critérios de exclusão foram: alguma doença respiratória ou cardíaca conhecida, déficits cognitivos que impedissem a avaliação. Já os participantes sem DP recrutados para o Estudo 2 tiveram como critérios de inclusão a adesão ao TCLE, ambos os sexos; como critério de exclusão doença neurológica, respiratória e/ou cardíaca conhecida.

4.1.2 Procedimentos de Coleta de Dados

4.1.2.1 Escala de Hoehn & Yahr

A escala de estratificação para a gravidade da DP (ANEXO 3) foi realizada da mesma forma que descrita no Estudo 1.

4.1.2.2 Avaliação Motora e as AVD

A avaliação motora e as AVD foram avaliadas pela escala *Unified Parkinson Disease Rate Scale* (UPDRS), que é uma escala clínica de avaliação de pacientes com DP (ANEXO 4). A pontuação em cada item varia de 0 a 4, sendo que o valor máximo indica o maior comprometimento pela doença e o mínimo, normalidade. Essa escala avalia os sinais, sintomas e determinadas atividades dos pacientes por meio do auto relato, nas AVD, e da observação clínica, no caso da avaliação motora (NIEWBOER, *et al.*, 2000; GOULART; PEREIRA, 2005).

4.1.2.3 Espirometria

Para a coleta dos dados, o participante foi posicionado sentado, sem cruzar os MMSS ou MMII, utilizando o clipe nasal, orientado a não trazer o tronco para frente durante as manobras ventilatórias (SOCIEDA DE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA, 2002). Antes do teste, o participante precisou manter-se em repouso por 15 minutos. Foram dados comandos e incentivos para os participantes executarem diversas ventilações (SOCIEDA DE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA, 2002) conforme descrito a seguir. Os dados foram computados pelo instrumento espirômetro portátil (marca e modelo: MIR/*Spirobank* G). Para definição de risco respiratório (risco restritivo, obstrutivo ou misto) utilizamos as porcentagens esperadas para cada indivíduo, que é definida pela massa corporal, estatura, sexo e idade, por meio do programa de computador que acompanha o citado aparelho. Não utilizamos reteste com uso de broncodilatador (prova broncodilatadora) no teste de função pulmonar, pois não é o intuito da pesquisa buscar uma possível reversibilidade medicamentosa a padrões obstrutivos (SOCIEDA DE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA, 2002).

Foram consideradas, para fins de análise de resultados, as seguintes variáveis derivadas da espirometria (GOLD, 2020; PEREIRA, 2001; TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015):

- Capacidade Vital Forçada (CVF): mede quantos litros são mobilizados numa inspiração máxima, partindo de uma expiração máxima. A avaliação foi realizada partindo de respirações no padrão típico, seguida de uma inspiração máxima forçada e expiração máxima sustentada. O teste descrito foi realizado por no mínimo três tentativas e máxima de oito tentativas por dia de avaliação, respeitando intervalo

mínimo de um minuto entre cada tentativa. Os resultados desse teste devem contar com 3 curvas válidas e desses ter minimamente dois testes com valores mais altos com diferença menor do que 150ml ou 5% de diferença entre os valores das CVF.

- Volume Expiratório Forçado no 1º segundo (VEF1): Na manobra anterior, o VEF1 quantifica o fluxo expiratório, ou seja, quantos litros são expirados após a inspiração máxima, no primeiro segundo de expiração.

- Índice de *Tiffeneau*: que é a proporção de FEV1 para CVF (FEV1/CVF) que pode indicar aspectos obstrutivos.

- Ventilação Voluntária Máxima (VVM): é uma medida de capacidade em litros por minuto (l/min), que quantifica o volume de ar que o avaliado é capaz de mobilizar, por meio de inspirações e expirações repetitivas e forçadas, instruído ao participante a inspirar e expirar rápido e profundamente por 12 s (POLATLI *et al.*, 2001). Avalia a performance muscular respiratória e as propriedades mecânicas torácicas.

Valores abaixo de 80% do esperado individualmente, segundo a idade, sexo, estatura e massa, foram indicados com risco para disfunções respiratórias (TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015) conforme Quadro 6.

QUADRO 6 - Composição do risco para distúrbios ventilatórios

< 80% do esperado = reduzido	CVF	VEF1	VEF1/CVF
Obstrutivo	Ok	Reduzido	Reduzido
Restritivo	Reduzido	Reduzido	Ok
Misto	Reduzido	Reduzido	Reduzido

FONTE: Modificado de Trindade, Sousa e Albuquerque (2015); Pereira (2001).

LEGENDA: CVF: Capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VEF1/CVF: Índice de *Tiffeneau*.

4.1.2.4 Antropometria- Massa e altura

A massa e estatura foram avaliadas conforme descrito no Estudo 1, para ambos os grupos (Parkinson e Hígidos).

4.1.2.5 Nível de Atividade Física

Os grupos foram avaliados pelo Questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire - IPAQ*). O instrumento foi proposto por um grupo de estudo da OMS, em 1998, e tem validade e reprodutibilidade elevada

(CRAIG *et al.*, 2003), mesmo quando comparado a instrumentos como sensores para contagem de passos e deslocamento utilizados para medir nível de atividade física (ANEXO 5). O IPAQ é de baixo custo e auto relatado pelo participante, que relata sobre seu nível de atividade física. Neste Estudo 2 foi aplicada a sua forma curta, que traz 8 questões simples, relacionadas a semana típica do participante da pesquisa (MATSUDO *et al.*, 2001).

O participante é classificado quanto o nível de atividade física, pela frequência, duração e tipo de esforço, conforme se demonstra no Quadro 7.

QUADRO 7 - Classificação do nível de atividade física individual pelo IPAQ

Classificação	Descrição
Sedentário	Não realizou 10 minutos contínuos de atividade física.
Insuficientemente ativo	Não atinge nível ativo em frequência ou duração, mas realiza mais de 10 minutos.
Ativo	Realizou atividade física vigorosa ≥ 20 min. por ≥ 3 dias/sem; ou Caminhou ou fez atividade moderada ≥ 30 min. por ≥ 5 dias/sem; ou Quaisquer atividades que somadas dão 150 minutos/sem. em ≥ 5 dias/sem.
Muito ativo	Superou as recomendações de ativo, com atividade física vigorosa ≥ 30 min. por ≥ 5 dias/sem; ou Caminhou ou fez atividade moderada ≥ 30 min. por ≥ 5 dias/sem. + vigorosa ≥ 20 min. por ≥ 3 dias/sem.

FONTE: Traduzido e modificado de Pitanga e Lessa (2005); Matsudo *et al.* (2001).

LEGENDA: Sem.: semana; min: minutos

4.1.2.6 Teste de caminhada de 6 minutos

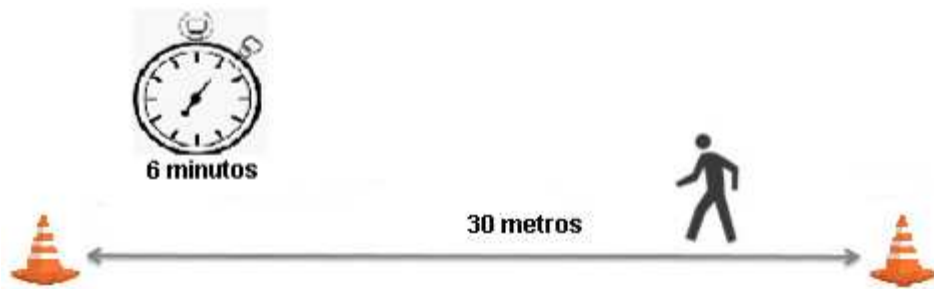
O TC6 é considerado uma das formas alternativas de avaliação da capacidade física, por ser de esforço submáximo, de fácil realização, baixa complexidade, além de não requerer equipamentos de alto custo na prática clínica (BONJORNI; JAMAMI; DI LORENZO, 2012). Foi realizado em um campo plano, com 30 m de distância demarcados (FIGURA 7). Os participantes foram instruídos a caminhar os seis minutos, com frases de incentivo pré estabelecidas a cada minuto (BONJORNI; JAMAMI; DI LORENZO, 2012).

Para a avaliação de caminhada durante 6 minutos, foi aferido em repouso, antes da execução do teste:

- Saturação de oxigênio periférico e a FC, com oxímetro de dedo (marca: *PlayShop Eletrônicos*);
- Pressão arterial com estetoscópio e esfigmomanômetro analógico (marca: *Premium*) devidamente calibrado por empresa licenciada do INMETRO;
- Esforço percebido pela Escala de *Borg* (SKINNER *et al.*, 1973) (ANEXO 6).
- Distância percorrida dada em metros.

Após o fim dos 6 minutos de teste ou no momento em que o participante solicitou encerrar por qualquer motivo (por exemplo: devido a dor ou cansaço), novamente avaliadas estas mesmas variáveis.

FIGURA 7 - Ilustração do teste de caminhada de 6 minutos



FONTE: A autora (2020).

4.1.2.7 Escala de Gravidade de Fadiga (*Fatigue Severity Scale - FSS*)

A escala de avaliação da fadiga também é auto relatada e seu uso vem sendo recomendado para a DP pela prevalência da queixa. A classificação varia com numeração de 1 a 7, na qual 1 indica discordância da afirmativa sobre fadiga, e 7 forte concordância com a afirmativa (ANEXO 7). A versão utilizada foi validada para uso na população brasileira por Valderramas, Feres e Melo (2012).

4.1.3 Procedimentos de Análise de Dados

Inicialmente, foram verificadas a normalidade dos dados e suas medidas de tendência central, variações e distribuição amostral. As variáveis respiratórias que possuíam estratificação de gravidade foram avaliadas categoricamente. Foi verificada

a normalidade e a homogeneidade de todas as variáveis, pelo teste de *Shapiro-Wilk* e de *Levene*, respectivamente (FIELD, 2009). As variáveis foram comparadas entre pessoas com DP e os participantes hígdos por *teste t* independente e *Mann-Whitney*, conforme normalidade dos dados (normais ou não normais, respectivamente), para os dados contínuos (FIELD, 2009). No caso de variável categórica a comparação ocorreu por teste *Qui-quadrado* (FIELD, 2009). Para determinação do tamanho do efeito, foi utilizado o teste *d* de *Cohen*⁹ para dados paramétricos, e para os casos de distribuição não- paramétrica foi aplicado o cálculo r^2 de Pearson (FIELD, 2009). Os dados foram analisados pelo programa SPSS 22.0, para *Windows* (IBM, 2013). Foi adotado valor de significância $P < 0,05$.

4.2 RESULTADOS ESTUDO 2

4.2.1 *Caracterização da Amostra*

Participaram da pesquisa 41 pessoas com DP, sendo 18 mulheres (44%) e 23 homens (56%) e ainda 17 pessoas hígdas, dos quais 11 são mulheres (64%) e 6 homens (35%). Todos os participantes relataram coincidência entre o sexo biológico e a identidade de gênero, sendo as participantes do sexo feminino identificaram-se como mulheres, e do sexo masculino como homens.

4.2.2 *Caracterização das Variáveis Relacionadas a DP*

As avaliações relativas aos desfechos próprios da DP, para caracterização da amostra com a DP estão sumarizados na Tabela 4, apresentados em médias, desvios-padrões e intervalo de confiança de 95%.

9 - Calculado pela plataforma *on-line* easycalculation.com (disponível em: <https://www.easycalculation.com/pt/statistics/effect-size.php> acesso em 02 de março de 2020).

TABELA 4 - Valores médios e de dispersão das variáveis relacionadas à DP geral, estratificado para homens e mulheres com DP

	Média ± desvio padrão Intervalo de confiança 95% [valores min – máx]		
	MULHERES	HOMENS	GERAL
UPDRS II – AVD	16,58±7,33 [11,92-21,24]	14,2±7,07 [10,28-18,11]	15,26 ± 7,16 [12,85 - 18,85]
UPDRS III – motor	22,66±15,45 [12,84-32,48]	21,46±14,44 [13,46-29,46]	23,91 ± 14,31 [18,91 - 28,9]
Tempo de diagnóstico (anos)	8,26 ± 5,16 [5,4 – 11,12]	9,94 ± 7,09 [6,52 – 13,36]	9,2 ± 6,28 [7,01 – 11,39]
Dose de Levodopa	742,1 ± 333,86 [581,19 – 903,02]	646,66 ± 250,33 [508,03 – 785,29]	700 ± 299,49 [595,5 – 804,49]

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: min: mínimo; máx: máximo; UPDRS: *Unified Parkinson Disease Rate Scale*; AVD: atividade de vida diária.

Quanto a escala de estadiamento da DP de *Hoehn & Yahr* tivemos a participação de pessoas entre 1 a 4 na classificação de *Hoehn & Yahr* e demonstramos na tabela a seguir a distribuição por sexo e geral para as pessoas com diagnóstico de DP (TABELA 5).

TABELA 5 - Distribuição dos participantes na classificação pela *Hoehn & Yahr*

<i>Hoehn & Yahr</i>	Mulheres (44%)	Homens (56%)	Geral (100%)
HY 1	1 (2,44%)	8 (19,51%)	9 (21,95%)
HY 2	6 (14,63%)	6 (14,63%)	12 (29,27%)
HY 3	5 (12,2%)	6 (14,63%)	11 (26,83%)
HY 4	6 (14,63%)	3 (7,32%)	9 (21,95%)

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: HY: *Hoehn & Yahr*

4.2.3 Resultados Descritivos da Função Pulmonar

Quanto a caracterização da função pulmonar nos participantes da pesquisa com DP, apenas 3 (7,32% da amostra com DP) não apresentaram qualquer risco respiratório (valores <80% do predito individual). Dentre os participantes com risco definido pelas características descritas no Quadro 6 (página 93 da metodologia), que

classifica os distúrbios respiratórios, 6 pessoas (14,63%) tem característica de risco respiratório misto (valores reduzidos de CVF, VEF1 e índice de *Tiffeneau*). Nenhum dos participantes foi classificado como obstrutivo e 4 (9,76%) foram caracterizados como restritivo.

Tiveram comprometimento apenas na VVM 10 participantes (24,4%). No índice de *Tiffeneau* 3 pessoas (7,32%) tiveram redução. Outros participantes apresentaram alteração em mais de uma área, mas sem se caracterizar como restritivo, obstrutivo ou misto. Foram 10 participantes (24,4%) que apresentaram redução tanto no índice de *Tiffeneau* quanto na VVM. Para outros 4 (9,75%) a CVF e a VVM estavam abaixo de 80% do esperado e para 1 pessoa com DP (2,44%) a VEF1 e a VVM estavam baixas. A Tabela 6 mostra o número de casos¹⁰ com menos de 80% do esperado e a faixa de porcentagem dessa limitação entre os participantes com DP da pesquisa.

TABELA 6 - Faixas de limitações e variáveis no teste de função pulmonar, para pessoas com DP (n=41)

Faixa individualmente esperada	CVF	VEF1	<i>Tiffeneau</i>	VVM
70 a 79%	9 (21,95%)	1 (2,44%)	14 (34,14%)	4 (9,75%)
60 a 69%	2 (4,88%)	4 (9,75%)	6 (14,63%)	12 (29,27%)
50 a 59%	2 (4,88%)	5 (12,19%)	0	6 (14,63%)
40 a 49%	0	0	0	6 (14,63%)
30 a 39%	1 (2,44%)	0	0	3 (7,32%)
Menos de 29%	0	0	0	2 (4,88%)
TOTAL por variável	14 (34,14%)	10 (24,39%)	20 (48,78%)	33 (80,49%)

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima.

Para os hígidos, dentro dos critérios de classificação metodológica, 2 participantes (11,76%) foram considerados com ventilação obstrutiva, 1 restritiva (5,88%) e 1 mista (5,88%). Na Tabela 7 vemos a quantidade de casos e a sua gravidade, pela porcentagem do esperado, para os participantes hígidos.

10 - Somando-se os casos temos mais do que 41 (n da amostra) pois em diversos casos um mesmo participante pode apresentar um ou mais tipos de limitação.

TABELA 7 - Faixas de limitações e variáveis no teste de função pulmonar, para pessoas híginas

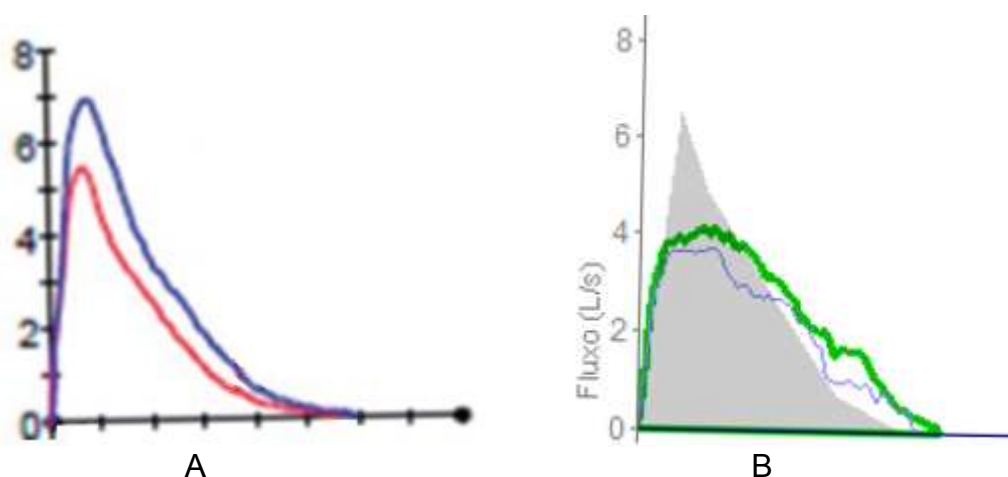
Faixa estimada individualmente	CVF	VEF1	<i>Tiffeneau</i>	VVM
70 a 79%	3 (17,64%)	4 (23,53%)	2 (11,76%)	4 (23,53%)
60 a 69%	0	0	2 (11,76%)	0
50 a 59%	3 (17,64%)	1 (5,88%)	0	0
40 a 49%	1 (5,88%)	0	0	3 (17,64%)
30 a 39%	0	0	0	0
Menos de 29%	0	0	0	0
TOTAL por variável	7 (41,17%)	5 (29,41%)	4 (23,53%)	7 (41,17%)

FONTES: A autora (2020).

LEGENDA: CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima.

A qualidade das curvas espirométricas para as pessoas com DP está demonstrada na Figura 8, que compara uma curva fluxo x volume que seria esperada (FIGURA 8 A) para pessoas híginas sem achados na ventilometria, comparado com um exemplo dos participantes da pesquisa que apresenta a DP (FIGURA 8 B).

FIGURA 8 - Exemplo de comparação da curva fluxo x volume encontrada na literatura e na presente pesquisa



FONTES: (A) Modificada de Trindade; Sousa; Albuquerque (2015); (B) a autora (2020).

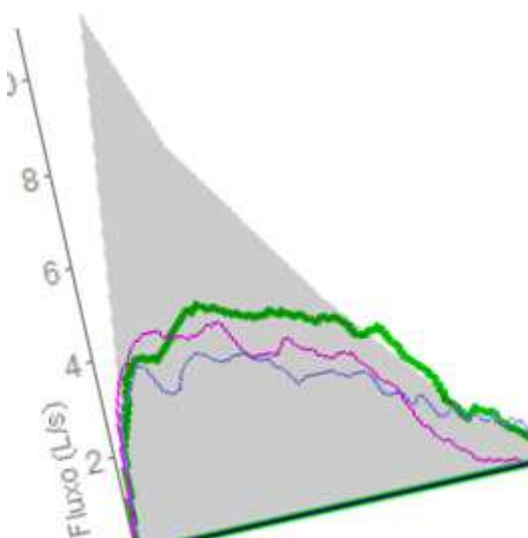
LEGENDA: A= curvas fluxo x volume esperada e adequada. B= curva de um dos participantes da presente pesquisa

Como podemos observar, na Figura 8 A (TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015) existe uma curva homogênea na expiração e com adequada passagem da fase da inspiração para a expiração, com desenho de pico. Já a curva Figura 8 B, que é o resultado de um dos participante com DP da presente pesquisa, e

apresenta uma curva serrilhada tanto para inspiração quanto, especialmente, na expiração. Visualmente, pela curva fluxo x volume, 7 participantes com DP (17%) apresentaram esse padrão, observado qualitativamente pelo padrão de curva.

Além disso, o outro padrão observado na amostra de DP estudada foi a demora entre a passagem da inspiração para a expiração, possível de observar na ausência de um pico na curva, não consegue passar rapidamente da inspiração para expiração, conforme pode-se observar por um exemplo exposto na Figura 9.

FIGURA 9 - Forma da passagem do fluxo inspiratório para expiratório



FONTE: A autora (2020).

4.2.4 Comparação entre Pessoas com DP e Hígidos

Em relação aos demais desfechos que foram avaliados para pessoas com DP e hígidos, na Tabela 8 estão demonstradas as variáveis idade, massa corporal, estatura corporal, desfechos relacionados a TC6, fadiga, CVF, VEF1 e VVM. Essas variáveis estão demonstradas para cada um dos grupos (pessoas com DP e hígidos), assim como exibidas separadamente nos grupos segundo o sexo. Os valores estão apresentados em relação a média, desvio padrão e intervalo de confiança.

TABELA 8 - Demais variáveis do Estudo 2, demonstrada para pessoas com DP e hígidos, geral e por sexo

Desfechos	DP Média ± desvio padrão Intervalo de confiança de 95% [Min - máx]			Hígidos Média ± desvio padrão Intervalo de confiança de 95% [Min - máx]		
	MULHERES (n=18)	HOMENS (n=23)	GERAL (n=41)	MULHERES (n=11)	HOMENS (n=6)	GERAL (n=17)
Idade	70,33 ± 7,6 [65,49 - 75,16]	69,29 ± 9,43 [64,44 - 74,14]	69,72 ± 8,59 [66,45 - 72,99]	67,8 ± 5,2 [64,07 - 71,52]	68,8 ± 6,22 [61,07 - 76,52]	68,13 ± 5,35 [65,16 - 71,09]
Massa	72 ± 14,34 [62,88 - 81,11]	81,47 ± 16,6 [72,93 - 90,01]	77,55 ± 16,15 [71,4 - 86,69]	66,1 ± 10,74 [58,41 - 73,78]	81,8 ± 9,41 [70,1 - 93,49]	71,33 ± 12,57 [64,36 - 78,29]
Estatura	1,57 ± 0,07 [1,52 - 1,62]	1,71 ± 0,1 [1,66 - 1,76]	1,65 ± 0,11 [1,61 - 1,69]	1,6 ± 0,08 [1,54 - 1,66]	1,71 ± 0,09 [1,59 - 1,82]	1,63 ± 0,09 [1,58 - 1,69]
TC6 (m)	285,2 ± 102,58 [220 - 350,42]	381,63 ± 213,67 [263,3 - 499,96]	338,79 ± 177,25 [268,67 - 408,91]	419,81 ± 68,08 [374,07 - 465,56]	454,4 ± 105,16 [323,82 - 584,97]	430,62 ± 79,45 [388,28 - 472,96]
TC6 <i>Borg</i> inicial	9,16 ± 2,69 [7,45 - 10,87]	8,6 ± 2,97 [6,95 - 10,24]	8,85 ± 2,81 [7,74 - 9,96]	7,81 ± 1,88 [6,55 - 9,08]	6,8 ± 1,09 [5,43 - 8,16]	7,5 ± 1,71 [6,58 - 8,41]
TC6 <i>Borg</i> final	14,08 ± 2,6 [12,42 - 15,74]	13,33 ± 3,45 [11,41 - 15,24]	13,66 ± 3,07 [12,44 - 14,88]	11,81 ± 3,18 [9,67 - 13,95]	11 ± 3 [7,27 - 14,72]	11,56 ± 3,05 [9,93 - 13,19]

(Continua)

Desfechos	DP Média ± desvio padrão Intervalo de confiança de 95% [Min - máx]			Hígidos Média ± desvio padrão Intervalo de confiança de 95% [Min - máx]		
	MULHERES (n=18)	HOMENS (n=23)	GERAL (n=41)	MULHERES (n=11)	HOMENS (n=6)	GERAL (n=17)
Fadiga	4,48 ± 0,89 [3,92 - 5,05]	4,31 ± 1,08 [3,71 - 4,91]	4,39 ± 0,98 [4 - 4,78]	2,91 ± 0,76 [2,4 - 3,43]	2,55 ± 0,81 [1,54 - 3,56]	2,8 ± 0,77 [2,39 - 3,21]
CVF (%)	70,15 ± 17,15 [61,89 - 78,42]	85,12 ± 21 [75,29 - 94,95]	78,53 ± 20,21 [71,89 - 85,18]	93,03 ± 16,73 [82,45 - 103,71]	90,8 ± 11,3 [76,76 - 104,83]	92,41 ± 15,01 [84,69 - 100,13]
VEF1 (%)	88,16 ± 23,63 [73,15 - 103,17]	100,06 ± 28,35 [84,36 - 115,76]	94,77 ± 26,56 [84,27 - 105,28]	101 ± 22,86 [85,64 - 116,35]	91,8 ± 11,34 [77,71 - 105,88]	98,12 ± 20,05 [87,43 - 108,81]
VVM (%)	62,04 ± 29,78 [43,11 - 80,96]	62,25 ± 14,79 [52,22 - 82,27]	63,7 ± 23,38 [54,45 - 72,95]	69,14 ± 19,53 [56,02 - 82,26]	87,4 ± 18,95 [63,86 - 110,93]	74,85 ± 20,65 [63,84 - 85,85]

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: DP: doença de Parkinson; mín: mínimo; máx: máximo; n: quantitativo da amostra; TC6: teste de caminhada de seis minutos; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima.

As variáveis que não tiveram comportamento normal em sua distribuição são melhores compreendidas ao se demonstrá-las pela mediana e valores de dispersão pelos intervalos interquartis de 25% e 75%. Esses dados estão no Apêndice 3 (Tabela 18 e 19, nas páginas 211 e 212, respectivamente).

Os valores de probabilidade estatística da comparação entre os grupos (DP e hígidos) geral e por sexo descritos na Tabela 9.

TABELA 9 - Comparação entre o desempenho de pessoas com DP e hígidos, no geral e segundo o sexo

Desfechos	Entre pessoas com DP e hígidos geral	Entre os participantes com DP e hígidos Mulheres	Entre os participantes com DP e hígidos Homens
Idade (anos) ²	$P=0,252$	$P= 0,152$	$P= 0,891$
Massa (kg) ²	$P= 0,65$	$P= 0,081$	$P= 0,937$
Estatura (m) ¹	$P= 0,393$	$P= 0,368$	$P= 0,483$
TC6 (m) ¹	$P= 0,001 *$	$P= 0,001 *$	$P= 0,121$
TC6 <i>Borg</i> inicial ¹	$P= 0,064$	$P= 0,244$	$P= 0,107$
TC6 <i>Borg</i> final ¹	$P= 0,058$	$P= 0,111$	$P= 0,239$
Fadiga ¹	$P<0,001 *$	$P< 0,001 *$	$P= 0,005 *$
CVF (%) ²	$P= 0,148$	$P= 0,002 *$	$P= 0,569$
VEF1 (%) ²	$P= 0,445$	$P= 0,151$	$P= 0,722$
VVM (%) ¹	$P= 0,01 *$	$P= 0,54$	$P= 0,199$
IPAQ ³	$P= 0,097$	$P= 0,11$	$P= 0,235$

FONTE: A autora (2020).

* *P-value* significativo

¹Teste não-paramétrico U de *Mann-Whitney*

² teste *t*-independente

³ teste *qui*-quadrado

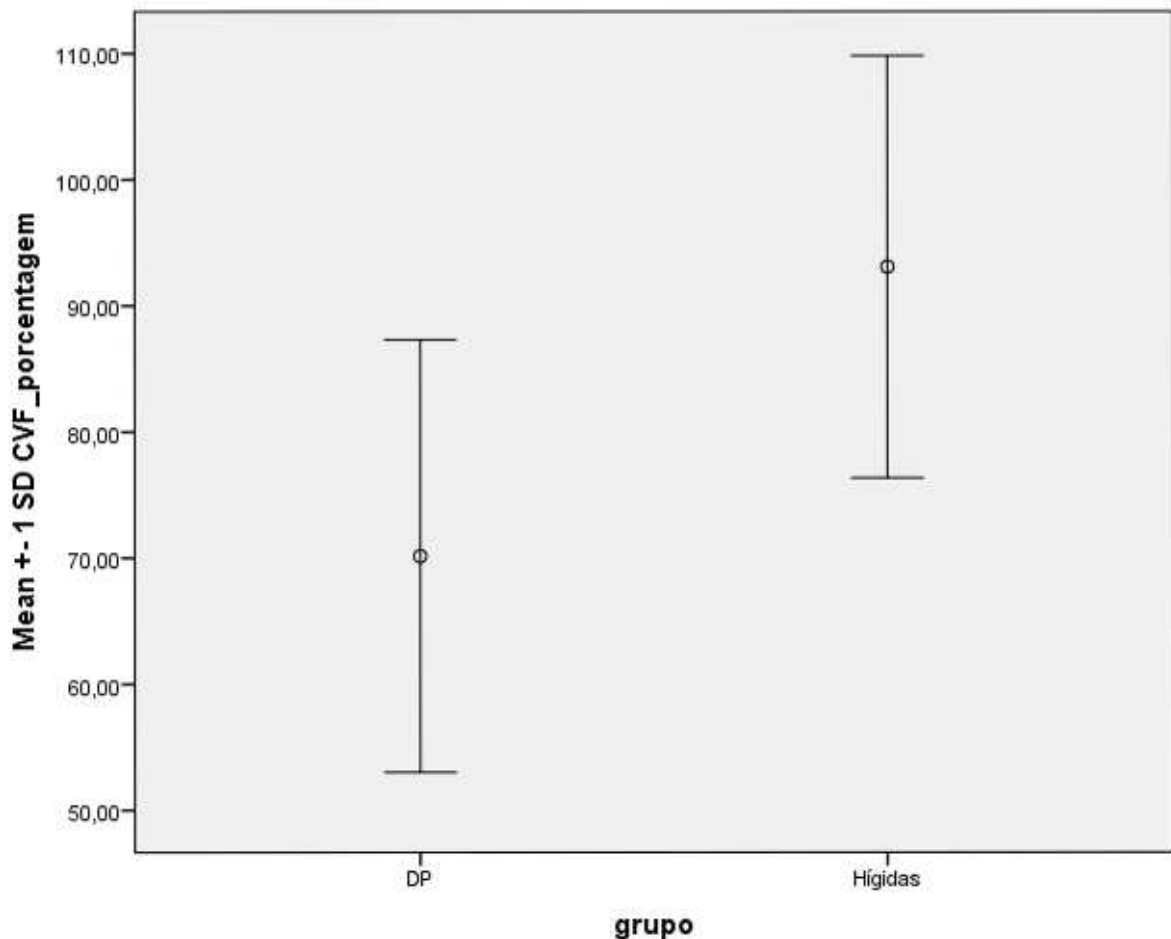
LEGENDA: DP: doença de Parkinson; *P*: *P-value*; kg: quilograma; m: metro; m/s: metro por segundo; %: por cento; TC6: teste de caminhada de seis minutos; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*.

4.2.4.1 Função respiratória

Na espirometria a diferença foi na CVF comparando as mulheres, com menor média para as mulheres com DP; e na VVM, que teve diferença na comparação geral, com VVM reduzida nas pessoas com DP.

Para a visualização das comparações que foram significativas, pelo valor de P , na Figura 10 a CVF está demonstrada visualmente. Comparadas as mulheres que são pacientes de DP e híginas temos diferença significativa, descritas no gráfico pela média e desvio padrão ($n= 29$, 24,59%, tamanho do efeito= 0.55).

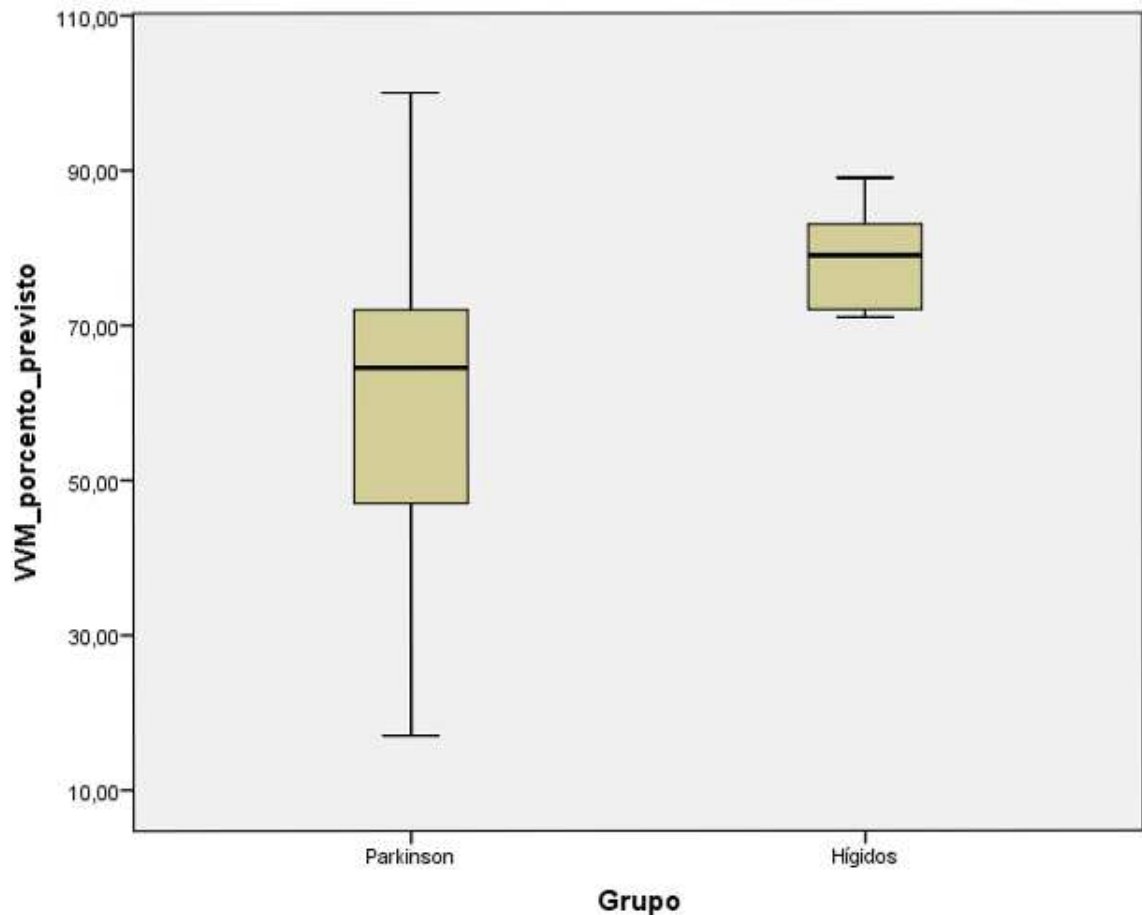
FIGURA 10 - Gráfico de representação da CVF comparando mulheres com DP e híginas



FONTE: A autora (2020).

Para ilustrar a diferença na VVM entre os dois grupos ($n= 58$, 14,9%, tamanho do efeito= 0.33), a Figura 11 demonstra esses valores em mediana, intervalo interquartil 25% e 75%, limites superior e inferior.

FIGURA 11 - Gráfico de representação da VVM comparando as pessoas com DP e hígidos



FONTE: A autora (2020).

4.2.4.2 Variáveis morfofuncionais

Ao comparar os dados dos participantes hígidos e com DP, houve diferença ao se analisar o TC6, tanto em metros percorridos quanto em velocidade da marcha, entre as pessoas com DP e hígidos na comparação geral que inclui ambos os sexos, e na comparação por sexo teve diferença estatística apenas para o sexo feminino. No desfecho de fadiga todas as três comparações entre hígidos e pessoas com DP foram diferentes estatisticamente (geral, sexo feminino e sexo masculino).

Para o desfecho de atividade física, como trata-se de um desfecho categórico, avaliados nos participantes com DP e hígidos, demonstramos na Tabela 10 os diferentes níveis de atividade física pela frequência absoluta e relativa, demonstradas para cada um dos grupos e também exibidas separadamente nos grupos segundo o sexo. Esses mesmos dados estão disponíveis graficamente na Figura 25, no Apêndice 4 (página 211).

TABELA 10 - Frequência absoluta e relativa dos participantes para o IPAQ

IPAQ	DP			HÍGIDOS		
	MULHER ES	HOMENS	GERAL	MULHER ES	HOMENS	GERAL
IPAQ 1	8 (44,44%)	5 (21,74%)	13 (31,71%)	3 (27,27%)	0 (0%)	3 (17,65%)
IPAQ 2	5 (27,78%)	10 (43,48%)	15 (36,58%)	3 (27,27%)	2 (33,33%)	5 (29,41%)
IPAQ 3	3 (16,67%)	6 (26,09%)	9 (21,95%)	4 (36,37%)	3 (50%)	7 (41,18 %)
IPAQ 4	2 (11,11%)	2 (8,69%)	4 (9,76%)	1 (9,09%)	1 (16,67%)	2 (11,76%)
Total	n=18 (100%)	n=23 (100%)	n=41 (100%)	n=11 (100%)	n=6 (100%)	n=17 (100%)

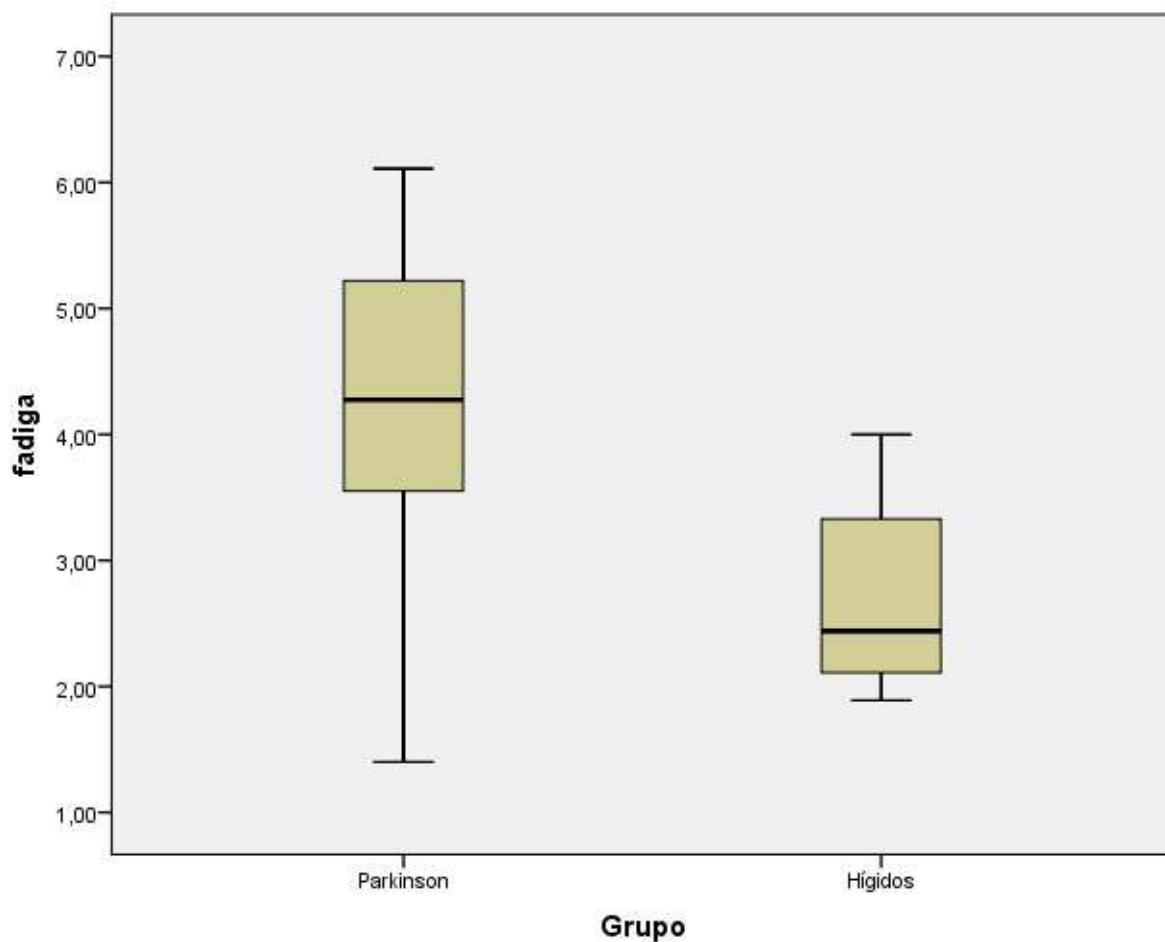
FONTE: A autora (2020).

DP: doença de Parkinson; IPAQ: *International Physical Activity Questionnaire*; fem: sexo feminino; masc: sexo masculino; n: número de participantes. IPAQ 1: Sedentário; IPAQ 2: Insuficientemente ativo; IPAQ 3: Ativo; IPAQ 4: Muito ativo.

Na comparação da atividade física entre os participantes, não houve diferenças (TABELA 9, página 104) entre os grupos com DP e hígidos e nem comparando cada sexo.

Já para o desfecho de fadiga, houve diferença estatística e a Figura 12 mostra as medianas, intervalos interquartis 25% e 75%, limite superior e limite inferior, comparando todos os participantes com DP e participantes hígidos (n= 58, 36,21%, tamanho do efeito= 0.57).

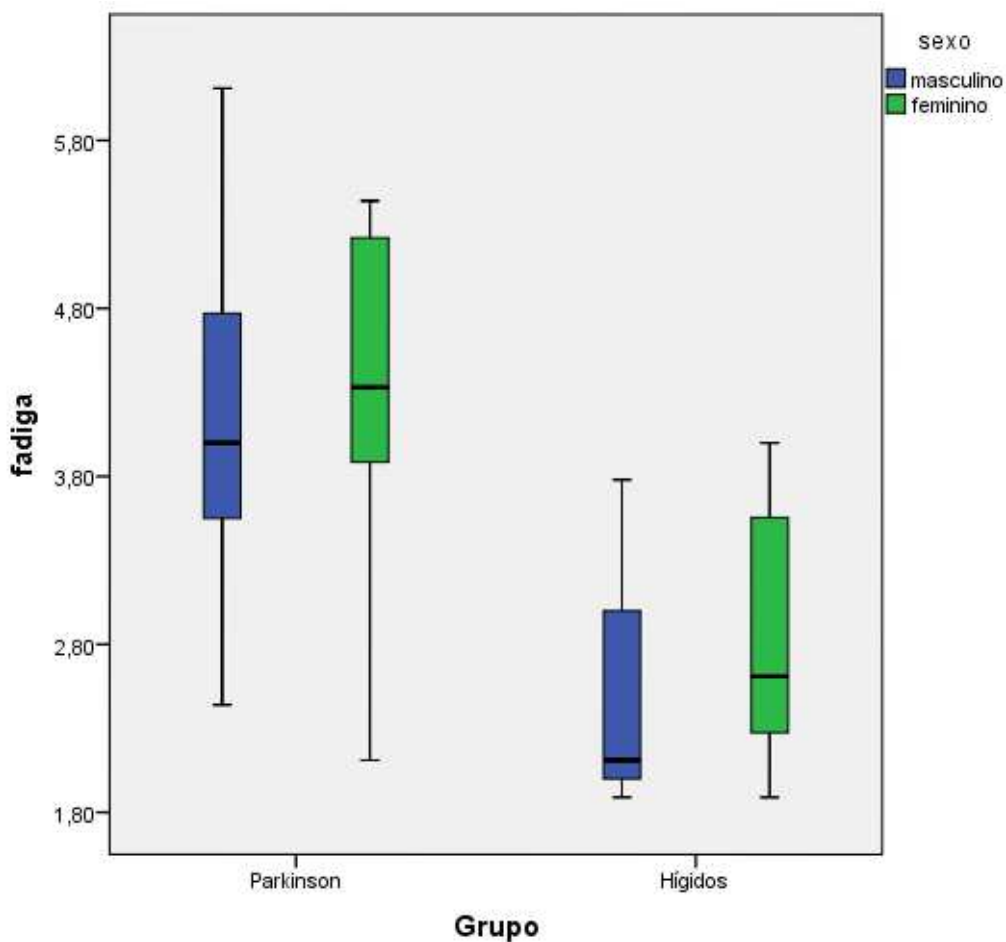
FIGURA 12 - Gráfico de representação da fadiga comparando pessoas com DP e hígidos



FONTE: A autora (2020).

A Figura 13 mostra a comparação entre os sexos (feminino e masculino) para cada grupo avaliado (hígidos e com DP) para a fadiga. São demonstradas as medianas, intervalos interquartis de 25% e de 75% e limite superior e inferior, para a fadiga para homens ($n= 29$, 40,83%, tamanho do efeito= 0.5) e para as mulheres ($n= 29$, 35,04%, tamanho do efeito= 0.61).

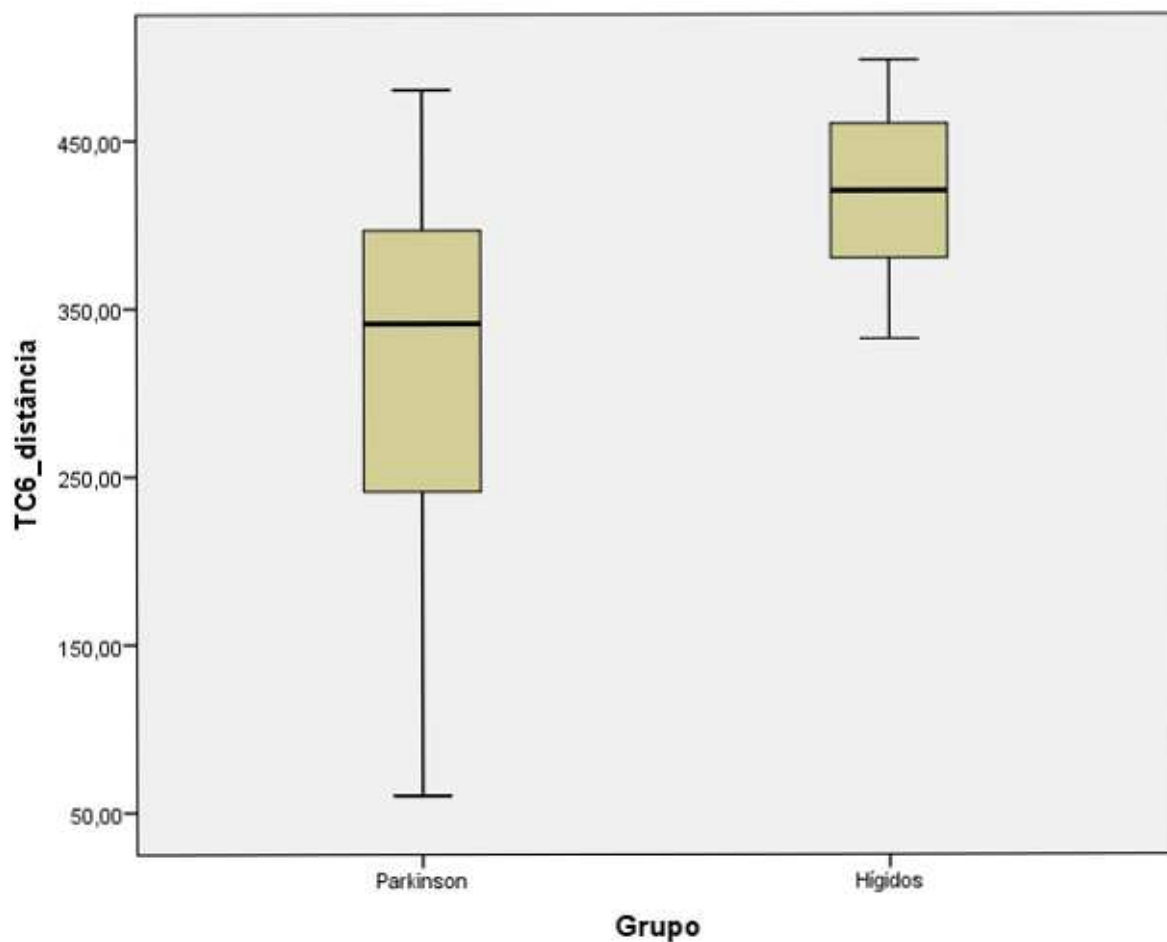
FIGURA 13 - Gráfico de representação da fadiga comparando pessoas com DP e hígdos em ambos os sexos



FONTE: A autora (2020).

Para representar graficamente o TC6 a Figura 14 demonstra a distância percorrida entre os grupos ($n = 58$, 21,32%, tamanho do efeito = 0.42) em mediana, intervalo interquartil 25% e 75%, limite superior e limite inferior.

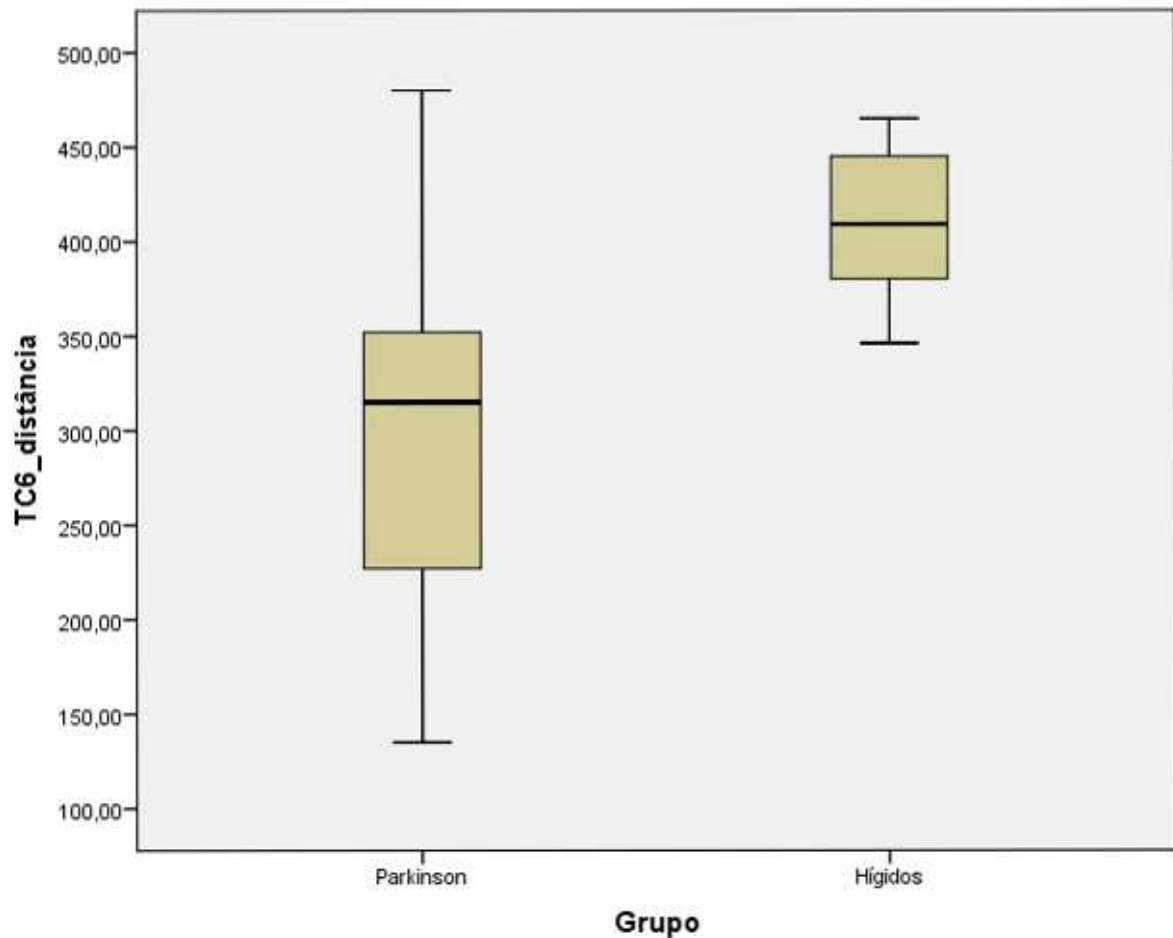
FIGURA 14 - Gráfico de representação do TC6 comparando pessoas com DP e hígidos



FONTE: A autora (2020).

Da mesma forma, a comparação na distância percorrida para as mulheres no TC6 (n= 29, 32,06%, tamanho do efeito= 0.60) está demonstrada na Figura 15.

FIGURA 15 - Gráfico de representação do TC6 comparando mulheres com DP e hígdas



FONTE: A autora (2020).

4.3 DISCUSSÃO ESTUDO 2

A capacidade de marcha e VVM tiveram diferenças significativas entre os grupos avaliados (DP e hígdas) sendo menor no grupo de DP. Para a avaliação da fadiga, o grupo com DP apresentou, estatisticamente, maior auto relato de fadiga que os hígdas. Ao verificar diferença entre os sexos, as mulheres com DP demonstraram menor capacidade de marcha e CVF, além de maior fadiga. Nos homens a fadiga foi o desfecho estatisticamente significativo.

4.3.1 Função Ventilatória

Os desfechos respiratórios guardam relação com a capacidade motora e intensificam as limitações de atividades e exercícios, prejudicando a QV da pessoa com DP e elevando a sensação de fadiga (BONJORNI *et al.*, 2012). Alguns dos parâmetros ventilatórios foram estatisticamente diferentes nas pessoas com DP e controles estudados.

A VVM no Estudo 2 apresentou redução da porcentagem preconizada em 33 dos participantes com DP (46,47%). Esta foi a variável ventilatória com maior comprometimento na amostra e na DP parece estar relacionada a presença de bradicinesia, de rigidez de caixa torácica, incoordenação para movimento rápido e repetitivo e sinalizador de gravidade de doenças neuromusculares (POLATLI *et al.*, 2001; BONJORNI *et al.*, 2012).

Sabe-se que a VVM é uma importante ferramenta de avaliação e evidencia o grau de limitação ventilatória e indica capacidade respiratória a altas demandas (BONJORNI *et al.*, 2012). Além disso, a VVM, que é um dos desfechos da espirometria, foi relatada como melhor parâmetro que indica a gravidade da DP, narrado por O'Callaghan e Walker (2018) com correlação inversamente proporcional com a gravidade da doença pela *Hoehn & Yahr*. No estudo de Sathyaprabha *et al.* (2005) foi avaliada a função respiratória e VVM de 35 pacientes com DP comparando com idosos da comunidade sem o diagnóstico de DP e observou redução significativa ($P < 0,001$) da capacidade de mobilizar ar num período de tempo, tal qual ocorreu no presente Estudo 2, comparando homens com e sem DP e comparando os grupos no geral.

Mesmo o envelhecimento saudável apresenta decréscimo dos parâmetros como CVF, VEF1 e índice de *Tiffeneau* (WEI-YING *et al.*, 2012). Um estudo chinês comparou 600 pessoas saudáveis, divididas entre adultos jovens, adultos de meia idade e os idosos, apresentando redução dos parâmetros citados no envelhecimento, para ambos os sexos (WEI-YING *et al.*, 2012). Percebe-se que na pesquisa aqui discutida, idosos sem a DP também apresentaram VVM abaixo do preconizado para idade, sexo, estatura e massa corporal (41,17% da amostra de hígidos).

O estudo de Baille *et al.* (2019) indica que os testes de função pulmonar são relevantes nas pesquisas de desfechos respiratórios na DP, e aponta que foi uma limitação relacionada ao seu estudo não incluir a variável espirométrica (BAILLE *et al.*,

2019). Para o refinamento do Estudo 2, optamos por esse instrumento considerado padrão ouro na avaliação da função pulmonar (GOLD, 2020). Pelo relato de Baille *et al.* (2019) os pacientes com DP podem apresentar dificuldade de auto relato e de diferenciar a dificuldade nas questões respiratórias por confundir com dificuldade na motricidade voluntária funcional, subestimando a prevalência. Contudo, a dificuldade respiratória foi relatada como um dos fatores limitantes da QV na DP, com 20,6% da amostra relatando dispneia, tosse ou estridor respiratório. Para as pessoas com *Hoehn & Yahr*=1 a porcentagem de relatos foi de 9,6; no entanto, somou-se 30,6% nas pessoas com *Hoehn & Yahr*= 4 e 5 (BARONE *et al.*, 2009).

O padrão ventilatório restritivo atingiu a marca de 9,75% da amostra com DP, e 5,88% na população hígida estudada. Concordando com nossos achados, a revisão de Vijayan *et al.* (2020) indica em seu estudo a maior prevalência de um padrão restritivo respiratório na DP. A redução de massa muscular, diminuição da complacência da caixa torácica e fadiga (BONJORNI *et al.*, 2012) podem ser hipóteses para a ventilação restritiva. O padrão ventilatório mais recorrente foi o restritivo (SATHYAPRABHA *et al.*, 2005). No estudo de Baille *et al.* (2018) também com 41 participantes com DP, eles não se depararam com nenhuma desordem obstrutiva ou restritiva no seu ensaio clínico.

O estudo de Wang *et al.* (2014) que avaliou a função pulmonar de 30 participantes e se deparou com relevante incidência de disfunções ventilatórias na DP, sobretudo destacou o padrão restritivo (56,7%). No presente Estudo 2, 9,75% participantes também apresentaram a ventilação restritiva. Esta limitação foi apontada associada à fraqueza muscular inspiratória (WANG *et al.*, 2014).

São reportados relatos de padrão restritivo em até 94% dos pacientes estudados (VIJAYAN *et al.*, 2020). Contudo, metodologicamente, existe diferenças na classificação, quando por exemplo estudos adotam apenas a redução (<80%) da CVF como critério para classificar como padrão restritivo (TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015). Ao se considerar apenas a redução de CVF na restrição ventilatória pode haver distorção dos dados, apontando até 50% dos participantes sem qualquer diagnóstico, como restritivo (TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015). Utilizamos no Estudo 2 a CVF mais VEF1, ambos abaixo de 80% do preconizado individualmente. Se considerássemos todos os participantes com DP apenas com CVF reduzida, somaríamos 19,72% nessa situação; para hígidos seria de 41,17%. No estudo de Ribeiro *et al.* (2018) 80% dos pacientes com DP (n=14, leve

a moderado) obtiveram valores abaixo do esperado na CVF e VEF1 para idade, estatura, peso e sexo. A conhecida relação entre a rigidez dos músculos respiratórios e volumes pulmonares (VIJAYAN *et al.*, 2020) nos induz a supor que pacientes com DP predominantemente rígido-acinética teriam capacidade reduzida. Mas, ao contrário dessa conjectura, os pacientes classificados como rígidos-acinéticos tiveram maior CVF e menor índice de *Tiffeneau* (BAILLE *et al.*, 2018).

A obstrução nas vias aéreas foi relatada na literatura em pessoas com DP (BONJORNI *et al.*, 2012), mas não foi encontrado na amostra com DP estudada no presente Estudo 2. Contudo, parece ser possível que com a perda de inervação parassimpática, possa haver repercussão na musculatura lisa de brônquios, podendo de alguma forma influenciar a ventilação e queixas respiratórias (VIJAYAN *et al.*, 2020).

Os valores relativos ao VEF1 foram reduzidos em 14,08% dos pacientes de DP e 29,41% para hígidos. A incoordenação dos músculos acessórios (BONJORNI *et al.*, 2012), ou mesmo perda de força, sobretudo dos músculos abdominais para a expiração forçada, podem estar de alguma forma interferindo nessa potência expiratória. Esse dado pode ter sido ainda menos relevante se considerarmos a hipótese de não ter ocorrido por algum evento obstrutivo, e sim pelo enchimento inadequado dos pulmões, acarretando um esvaziamento, dentro do primeiro segundo, menor do que o esperado para sua idade, sexo, massa e estatura. Isso porque o índice de *Tiffeneau* não foi encontrado com valores reduzidos com muita prevalência na amostra de DP estudada (3 casos ou 7,31%).

Os corpos de neurônios relacionados a ventilação estão principalmente no centro ventral, núcleo retrotrapezóide, grupo respiratório ventro-caudal e junção espinomedular (VIJAYAN *et al.*, 2020). Evidências de redução da resposta excitatória à hipóxia e, principalmente, da hipercapnia, mesmo em pessoas com DP e sem evidências de fraqueza muscular periférica (SECCOMBE *et al.*, 2013) podem frear esse sistema de disparo respiratório. A hipercapnia é detectada principalmente por quimiorreceptores respiratórios e um terço por quimiorreceptores periféricos, e responde especialmente a alterações de redução de pH. Na DP provavelmente a degeneração de áreas específicas de tronco encefálico, como áreas serotonina dependente da rafe medular, noradrenalina dependente no *locus coeruleus* e núcleo retrotrapezóide (ANDRZEJEWSKI; BUDZIŃSKA; KACZYŃSKA, 2019).

O drive respiratório, que funciona como um gerador de padrão central nos centros ventilatórios ventral e dorsal, bulbo e na ponte (tronco), estimulam grupamentos motores a realizar movimentos rítmicos e coordenados da ventilação (VIJAYAN *et al.*, 2020). A baixa resposta ventilatória à hipóxia e à hipercapnia também parecem ser presentes em pessoas com DP (VIJAYAN *et al.*, 2020), reduzindo o estímulo de frequência e de amplitude respiratória. Na DP, possivelmente causa redução da amplitude da excursão torácica e em diminuição de expansão, resultando em pequena pressão negativa para inspiração do ar, adicionado à fraqueza muscular respiratória e distúrbio restritivo e obstrutivo nas vias aéreas superiores (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Em ratos com lesão unilateral na via nigroestriatal, simulando níveis iniciais da DP, a resposta ao ambiente hipercápnic foi estatisticamente alterado de controles que não tiveram a lesão (ANDRZEJEWSKI; BUDZIŃSKA; KACZYŃSKA, 2019). Na neuroimagem, o tronco cerebral e núcleo de pares cranianos IX e X (glossofaríngeo e vago) são precocemente acometidos na DP (VIJAYAN *et al.*, 2020), o que poderia responder a sintomas respiratórios também de forma precoce.

Pessoas com DP também parecem ter menor utilização periférica de oxigênio (MAVROMMATI *et al.*, 2017). A hipótese mitocondrial relaciona a DP à alguma predisposição de fragilidade do funcionamento das mitocôndrias, como má adaptação ou exaustão dessa estrutura à gênese da DP (DIEDERICH; PARENT, 2012), além de causar a DP provavelmente pode prejudicar capacidade, fadiga e adesão a elevados níveis de atividade física diária ao longo da doença.

Os participantes do Estudo 2 foram todos avaliados no período *on* do medicamento da DP. Não tivemos como objetivo verificar a ação do fármaco nos desfechos avaliados, mas Tambasco *et al.* (2018) avaliaram a espirometria com e sem o efeito da Levodopa (período *on* e *off*) em 34 pessoas com DP. Nenhum participante foi caracterizado como obstrutivo, restritivo ou misto, mas após o efeito do remédio tiveram, em média, significativamente maiores valores de VEF1, CVF e volume corrente. O volume residual, capacidade pulmonar total e índice de *Tiffeneau* não tiveram diferenças entre período *on* e *off*. Ao que indica que a Levodopa poderia favorecer a ventilação.

Algumas hipóteses acerca da disfunção respiratória na DP indicam oscilações do fluxo, o que leva a alteração de um fluxo mais linear para um fluxo com turbulência, achado que é encontrado não somente na DP, mas em outras doenças relacionadas

aos núcleos da base (WANG *et al.*, 2014). Esse foi um dos achados da presente pesquisa, em 7 participantes com DP, que corrobora com a literatura com a presença de uma dessincronização respiratória em alguns dos participantes com DP. Percebemos que a homogeneidade da curva se perde na ventilação para mensurar a CVF, formando um padrão na curva semelhante a um desenho de serrote.

Essa falta de sincronia ventilatória pode ser motivada por fatores centrais, como o próprio tremor da DP, ou periféricos, como disfunções em relação a musculatura de vias aéreas superiores, que gera resistência (WANG *et al.*, 2014). Wang *et al.* (2014) também relatam a ocorrência de tremores ou movimentos bruscos de diafragma, onde relatam que possivelmente essa dificuldade ocorre pela insuficiência pulmonar relativa a força reduzida e padrão restritivo.

Hampson *et al.* (2017) descreveram que um quarto dos testes de função pulmonar avaliados por seu grupo de pesquisa não atingiu os critérios de qualidade descrito na metodologia pela Sociedade Torácica Americana (*American Thoracic Society*), contando com cerca de 3% da amostra apresenta forma de “dente de serra”¹¹, assim como descrito no presente Estudo 2, e ilustrado nos Resultados pela Figura 8 B (página 100). Outra possível explicação para a oscilação respiratória está relacionada à alguma distonia nas estruturas supraglóticas na DP, assim como ocorre em outras partes do corpo, e essa distonia pode levar a esse padrão descrito (MEHANNA; JANKOVIC, 2010), possivelmente como efeito colateral do uso do medicamento Levodopa (WANG *et al.*, 2014).

Especulamos que, nos resultados desses dois participantes demonstrados nas Figuras 8 B e 9, a presença de um período formando um platô na curva pode ser explicada pela bradicinesia e dificuldade de controle motor ao trocar de atividade (da inspiração para expiração).

Assim como descrito por Hampson *et al.* (2017), do mesmo modo tivemos dificuldades em conseguir manobras aceitáveis e, sobretudo, reproduzíveis. Também concordando com a literatura, vimos que as limitações ventilatórias na DP podem ocorrer precocemente (WANG *et al.*, 2014), pois tivemos participantes da pesquisa representantes das classificações de *Hoehn & Yahr* 1 e 2 com algum achado nas variáveis espirométricas estudadas. Do mesmo modo, na revisão de Baille *et al.* (2016) há relato de um fenômeno oscilante na curva fluxo-volume, que eles nomearam

11 - Tradução livre do termo “*sawtooth*” (HAMPSON *et al.*, 2017).

“flutter”, que vibra numa frequência aproximada entre 4 a 8 Hertz¹². A causa apontada pelos autores para a alteração da curva foi o tremor e a discinesia, contudo, relatam que este fenômeno ocorre na inspiração de forma mais acentuada (BAILLE *et al.*, 2016), ao contrário do encontrado pelo presente Estudo 2, que observa na fase expiratória a oscilação.

4.3.2 Fadiga

Ao avaliar as pessoas com DP e comparar com idosos hígidos um fator relevante é a alta taxa de fadiga nas pessoas com DP, que foi 36,22% maior no grupo com DP comparando com pessoas hígidas, na avaliação geral de fadiga. Essa variável foi a única no presente Estudo 2 que teve diferença em todas as comparações: entre os grupos comparando homens, mulheres e considerando ambos os sexos juntos, entre participantes com DP e hígidos. O estudo multicêntrico italiano PRIAMO corrobora com a os relatos de fadiga: avaliaram 1072 pessoas com DP quanto a queixas não-motoras, e a mais prevalente das queixas foi a fadiga, que apresentou relatos em 58,1% da amostra (KATZEL *et al.*, 2012). A fadiga contribui negativamente para a progressão da DP, elevando os fatores inflamatórios, atingindo circuito de núcleos da base (ELBERS *et al.*, 2015).

A possível causa dessa fadiga pode ser o metaborreflexo, que envolve as demandas respiratórias, engloba ainda capacidade de manutenção de atividades físicas, dentre elas, a marcha. O metaborreflexo é uma resposta autonômica, de resposta aferente do nervo frênico à fadiga, que responde com vasoconstrição para musculatura periférica, como por exemplo redução de fluxo para MMII numa corrida, acarretando em redução do desempenho físico (PHILLIPS; STICKLAND, 2019). Este conhecido gatilho estudado em diversas populações, como hígidos, idosos, e com grande interesse em pessoas com diagnósticos respiratórios, o metaborreflexo parece funcionar com sinalização neural da necessidade respiratória, desarmando a função física da musculatura periférica, por feedback do SNC (receptores sensoriais, vias aferentes, integração neuronal, resposta eferente por vias nervosas e órgãos) (ARANDA *et al.*, 2016). Para sujeitos saudáveis, já se conhece o efeito da sobrecarga de exercícios físicos intensos, com demanda maior de 80% da VO₂ (volume de

12 - Ciclos por segundo.

oxigênio máximo) máx individual, que foi associada ao desencadeamento do metaborreflexo (PHILLIPS; STICKLAND, 2019).

Na DP, não se pode afirmar que o metaborreflexo está íntegro como nos hígidos, ou se há uma redução de sensibilidade dos metaborreceptores (SABINO-CARVALHO *et al.*, 2018). Mas em doenças de origem pulmonar, como a Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), estão intimamente associadas a baixa capacidade de atividades físicas (ARANDA *et al.*, 2016), o que pode implicar para a DP, e para o Estudo 2, em baixa performance no TC6 e no nível de atividade física relatado. É discutido, tendo a dedicação de energia como base, que o sistema autônomo prioriza a manutenção de atividades vitais como demandas cardíacas e respiratórias, sobrepondo às necessidades de atividades físico-motoras (PHILLIPS; STICKLAND, 2019) e piorando, potencialmente, as funções e atividades na DP.

4.3.3 Nível de Atividade Física e Marcha

A DP já é reconhecida a dificuldade de caminhar de forma econômica, que, por sua vez, contribui para o surgimento do relato de fadiga (KATZEL *et al.*, 2012), sendo mais um fator que agrava os relatos de fadiga, altamente prevalentes e encontrados na presente pesquisa. A elevação da cadência, redução de altura e de comprimento do passo e outros desgastes da marcha (TAN *et al.*, 2012), origina uma elevação do despendimento de energia para caminhar (KATZEL *et al.*, 2012). A reduzida eficiência da marcha na DP também acarreta em outros riscos, como de quedas e descondicionamento cardiorespiratório (KATZEL *et al.*, 2012).

Apesar da carência de estudos histológicos das estruturas musculares, demonstrando a qualidade muscular, há relato de fibras musculares tipo I e tipo II em proporções semelhantes para pessoas com DP e hígidos normalizados por idade e sexo (SABINO-CARVALHO *et al.*, 2018). Em contradição, outro estudo indica que há redução de fibras musculares tipo II, decorrente de desuso ou baixo condicionamento, em pessoas com DP (BONJORNI *et al.*, 2012).

Um estudo americano sobre marcha demonstrou que o despendimento de energia para a realização da marcha na DP é mais elevada, comparado com pessoas de mesma idade hígidos. Dessa forma, as participantes com DP possuem um baixo lastro fisiológico para a atividade da marcha, assim sendo, realiza a atividade com cerca de 50% maior porcentagem de VO₂ máximo (KATZEL *et al.*, 2012). Pessoas

com DP mais graves pela *Hoehn & Yahr* têm baixa velocidade e conseqüentemente menores distâncias no TC6 e menor reserva fisiológica, ou seja, executam a marcha em velocidade usual muito próximo no VO₂ máximo (KATZEL *et al.*, 2012). A piora do quadro de condicionamento físico leva a limitação em AVD (BONJORNI *et al.*, 2012) e outras funções motoras que ficam mais complexas de serem realizadas (KATZEL *et al.*, 2012).

Mavrommati *et al.* (2017) compararam a VO₂ máx comparando pessoas com DP e hígdas, com diferenças em sexo e idade. Foi estatisticamente menor a carga de trabalho realizada nos testes de esforço resultando em reduzido VO₂ máx de pessoas com DP. A VO₂ máx também se relaciona com a perda de volume cerebral, para outras doenças neurodegenerativas, como a doença de Alzheimer (AHLKOG, 2011). Está inversamente relacionado com a aptidão cardiorrespiratória, sobretudo em área encefálica temporal, que responde com manutenção de massa quanto maior o VO₂ máx (AHLKOG, 2011). Demonstrando respostas neuroprotetores do elevado nível de atividade física.

Percebemos essas limitações físico-motoras também no relato de adesão ao estilo de vida mais ativo. No presente Estudo 2, a amostra representando os sujeitos hígdos possui um perfil de atividade física mais ativo (52,94% ativos ou muito ativos) comparado aos participantes com DP (26,82% ativos ou muito ativos) pelo IPAQ. Semelhante a nosso Estudo 2, estratificar o nível de atividade física na vida dos participantes também foi a estratégia utilizada no estudo de Bueno *et al.* (2016), classificando em ativos, inativos e insuficientemente ativos.

Em relato da literatura científica, o estudo de Witjas *et al.* (2002) verificou uma coorte de 50 pacientes com grave limitação ocasionada pela DP, verificou que 40% declararam ter dispneia (WITJAS *et al.*, 2002). Os sintomas primários da DP – rigidez muscular, bradicinesia, instabilidade postural e tremor de repouso – levam a uma série de outros sinais, como incapacidade física e funcional, e também a limitações não motoras, como redução do condicionamento cardiopulmonar (RAMOS *et al.*, 2014).

Em decorrência das limitações inerentes da DP, os pacientes em geral passam a adotar um estilo de vida mais sedentário, que reflete em diversos parâmetros da saúde (SPEELMAN *et al.*, 2011). Bonjorni *et al.* (2012) avaliaram 10 pessoas com DP e compararam com saudáveis sedentários ou insuficientemente ativos, segundo o instrumento IPAQ, e percebeu incremento no desempenho no TC6 e VVM. A VVM parece ter estreita relação com a capacidade de marcha no TC6, já estudada com

maior profundidade em doenças respiratórias de base, que também cursam com limitação física secundária (CESTARO, 2010). Essa relação é ainda escassamente explorada na DP, mas o que se estudou aponta para a limitação ventilatória e baixa tolerância ao exercício ser a causa da fadiga periférica (BONJORNI *et al.*, 2012).

Estes baixos níveis de atividade física podem refletir direta ou indiretamente em diversas variáveis de interesse de estudo, representadas aqui pelas variáveis ventilatórias, capacidade de marcha e fadiga. Em demandas de exercícios físicos, ou outros tipos de atividades físicas, máximos e submáximos, o sistema respiratório é sobrecarregado de maneira a se adaptar a demanda (PHILLIPS; STICKLAND, 2019). Este estímulo parece faltar na DP: devido a tantas limitações motoras, há baixa taxa de atividade física, e assim a dificuldade ventilatória parece ficar subnotificada por médicos e pacientes, mas ainda com relatos entre 11 a 40% das amostras com DP, conforme o avanço da doença (VIJAYAN *et al.*, 2020).

4.3.4 Limitações e Estudos Futuros

Algumas limitações são observadas na metodologia do Estudo 2 e serão discutidas a seguir. A avaliação do nível de atividade física por meio de acelerômetros ou outros dispositivos eletrônicos que controlam precisamente os minutos de atividade, assim como a intensidade da atividade, são preferíveis em relação a fidedignidade (BUENO *et al.*, 2016), em comparação com o auto relato, utilizado pela equipe de pesquisa. Essa opção foi inviável por não estar disponível os instrumentos eletrônicos de mensuração da atividade física. O auto relato é um método de baixo custo, rápido e de fácil aplicação (BUENO *et al.*, 2016) e segue sendo o instrumento mais utilizado em idosos (GARATACHEA; TORRES-LUQUE; GONZALEZ-GALLEGO, 2010). Ao dispor do equipamento, para estudos futuros com idosos com DP, recomendamos a utilização dos instrumentos para comparar possíveis discrepâncias. Para idosos brasileiros, sem DP, a comparação entre o instrumento IPAQ e o acelerômetro demonstrou que não houve diferenças significativas na avaliação do nível da atividade física (TORQUATO *et al.*, 2016).

Mesmo com todos os esforços da equipe multidisciplinar em demonstrar os benefícios e propor diferentes opções de exercícios físicos (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2016), as pessoas com DP parecem não ter adesão (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Incentivamos a pesquisa de opções que possam ser mais

atraentes para as pessoas com DP, assim como fatores que podem aumentar o engajamento no exercício físico. Percebendo como transpor as barreiras físicas, comportamentais e psicológicas e sociais que podem elevar a participação em atividades físicas (ELLIS; ROCHESTER, 2018).

Parece que o uso do DBS implantado cirurgicamente no núcleo subtalâmico ou globo pálido interno poderia ter algum benefício para a respiração de pessoas com DP, já que o DBS tem tido alguns pontos positivos em relação as funções autonômicas e de tronco encefálico (VIJAYAN *et al.*, 2020). Não rastreamos os efeitos do implante nos desfechos estudados, mas considerando que a respiração parece ser um sinal não-motor (BAILLE *et al.*, 2019) devemos estimular a pesquisa relacionada ao DBS e respiração na pessoa com DP, assim como considerar o uso na caracterização da amostra.

A caracterização do tipo predominante segundo os sintomas da DP tem ocorrido com elevada frequência na DP, mostrando que dentre os subtipos existem diferenças na morfologia neurológica assim como algumas funções cerebrais (RAJPUT *et al.*, 2017). Dos 41 participantes do estudo de Baille *et al.* (2018), 15 se caracterizavam como “tremor dominante” e 26 no grupo “rígido-acinético” (BAILLE *et al.*, 2018), cujo estudo foi o único localizado na literatura que utilizou a classificação nas variáveis ventilatórias. Contudo, optamos por não adotar a classificação por reduzir a amostra dividindo em dois ou três subgrupos. Também refere dificuldade de estratificação por amostra pequena os pesquisadores Reinoso *et al.* (2014), o que impossibilitou seu ensaio clínico controlado aplicar a subdivisão em característica da DP rígido acinético, tremor dominante ou misto.

Explicar atualmente como a fisiologia respiratória é prejudicada na DP é um desafio, visto que estudos nesse sentido são escassos. A equipe de pesquisa de Vijayan *et al.* (2020) indicaram a necessidade de estudos futuros dedicado a verificar a correlação das variáveis ventilatórias e controle respiratório central, com os sintomas clínicos, nos diferentes estágios da DP.

Quais são os fatores que levam a estes déficits ventilatórios precisam ser melhores estudados. Para além de identificar o que desencadeia a restrição e/ou a fraqueza muscular, precisa-se entender quais fatores podem contribuir para prevenção e, se possível, reversão deste quadro de limitação ventilatória. Para isso, na sequência deste Estudo 2, propusemos um ensaio clínico longitudinal com

programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos (Estudo 3), com o intuito de proteção, estabilização ou reversão a progressão destes achados ventilatórios.

4.4 CONCLUSÃO ESTUDO 2

Os participantes com DP tiveram elevada prevalência (92,68%) de redução em algum parâmetro ventilatório pela espirometria. A Hipótese 5 que relata não haver distúrbios ventilatórios na DP foi rejeitada. Ao comparar com sujeitos hígidos, as pessoas com DP tiveram diferenças significativamente menores na VVM geral, CVF para as mulheres e TC6 (geral e feminino). Além disso, o relato de fadiga foi maior para pessoas com DP em todas as comparações realizadas, rejeitando parcialmente a Hipótese 6, sobre não existir diferença na ventilação e funcionalidade entre os grupos.

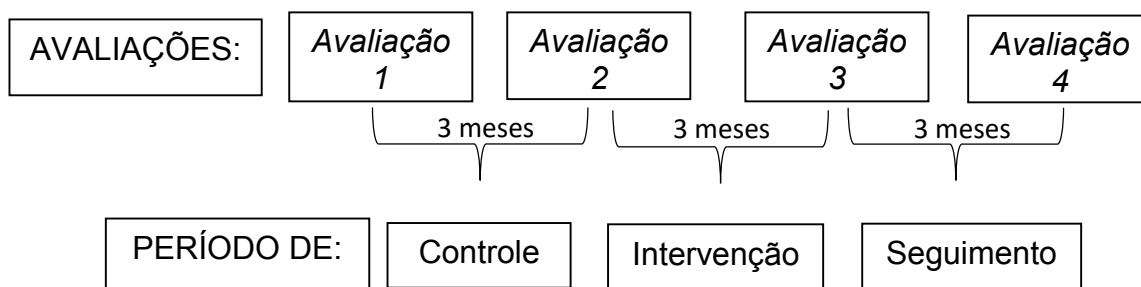
5 ESTUDO 3 - EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FÍSICOS AQUÁTICOS NOS PARÂMETROS VENTILATÓRIOS E MORFOFUNCIONAIS EM PESSOAS COM DP

5.1 METODOLOGIA ESTUDO 3

Trata-se da proposta de um estudo quase-experimental, de delineamento com único grupo (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012), por meio de medidas repetidas e amostragem por conveniência (adesão). A pesquisa seguiu as diretrizes da Resolução 466/12 do CNS (BRASIL, 2012) e obteve a devida aprovação do CEP (ANEXO 1).

As avaliações ocorreram em 4 momentos, sendo a primeira avaliação denominada *Avaliação 1*. A segunda avaliação (*Avaliação 2*), após 3 meses e prévia à intervenção. O período de tempo entre estas avaliações denominamos de período Controle. A *Avaliação 3* ocorreu ao fim da intervenção de 3 meses de exercícios físicos aquáticos. Finalmente, a última avaliação, *Avaliação 4*, foi realizada após 3 meses do encerramento do programa de intervenção. Este período entre as duas últimas avaliações denominamos de Seguimento. O fluxograma a seguir (FIGURA 16), demonstra a nomeação dos quatro momentos de avaliação, assim como a nomeação dos períodos entre as avaliações e o tempo desses períodos.

FIGURA 16 - Delineamento das avaliações e intervenção



FONTE: A autora (2020).

5.1.1 Participantes

Os participantes do Estudo 3 foram recrutados em uma instituição onde já ocorre parceria com o grupo de pesquisa, a Associação de Portadores de Parkinsonismo do Paraná (APPP) da cidade de Curitiba – PR. Os participantes foram convidados e aderiram por meio de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os participantes, ao serem convidados, foram informados sobre o período e demais procedimentos do Estudo 3.

Os critérios de inclusão foram participantes de ambos os gêneros; para o grupo com DP, o diagnóstico clínico de DP idiopática dentro dos estágios de 1 a 4 na escala de *Hoehn & Yahr* (ANEXO 3); obter o atestado clínico para atividade física aquática e para frequentar piscina aquecida.

Os critérios de exclusão foram: não apresentar marcha independente de ajuda de outra pessoa, relacionada ou não com a DP; outra doença que pudesse interferir nas avaliações físicas, como, por exemplo, alterações do equilíbrio de origem vestibular; déficit sensorial visual ou auditivo que impedissem acompanhar instruções verbais e visuais; quaisquer doenças respiratórias ou doenças cardiovasculares não controladas; história de cirurgia pulmonar; infecção recente do trato respiratório; não concordância com o TCLE; alguma contraindicação para frequentar piscina aquecida, tais como febre, incontinência, alteração grave de pressão arterial, ferida aberta; ausência em mais de 10% da intervenção; alteração nos parâmetros de ingestão de medicamento com base em L-dopa durante o período do Estudo 3.

Para que a amostra represente a população com DP na cidade de Curitiba – PR o cálculo amostral (APÊNDICE 7), indica a necessidade de recrutamento de 30 pessoas com DP.

5.1.2 *Procedimentos de coletas de dados*

5.1.2.1 *Variáveis de Caracterização da Amostra*

5.1.2.1.1 *Ficha de Avaliação Inicial*

Os dados pessoais, a história da doença, as comorbidades, medicamentos em uso, atendimentos de saúde que realiza, estes três últimos citados com coleta no início e final do Estudo 3, foram registrados para caracterizar os participantes.

5.1.2.1.2 *Montreal Cognitive Assessment - MoCA*

A avaliação MoCA é um instrumento sensível para a avaliação cognitiva, traduzido para português (FREITAS *et al.*, 2010), e validado para DP (DALYRIMPLE-ALFORD *et al.*, 2010). A MoCA é estruturada em oito domínios cognitivos, pontuados de 0 a 30, e atribuindo um ponto extra a pontuação total do indivíduo que cursou 12 anos ou menos de escolarização formal (ANEXO 9). Essa avaliação não foi utilizada como um desfecho da pesquisa, mas sim para caracterizar a condição cognitiva dos participantes, e realizada apenas na *Avaliação 1*.

5.1.2.1.3 *Escala de Hoehn & Yahr para gravidade da doença*

A Escala de *Hoehn & Yahr* foi coletado da mesma forma que descrita no Estudo 1. Esta avaliação também não foi utilizada como desfecho, sendo avaliado apenas para a caracterização dos participantes.

5.1.2.2 *Desfechos Dependentes da Intervenção*

5.1.2.2.1 *Pressões inspiratória e expiratória máximas*

A Pi máx e Pe máx foram avaliadas como especificado no Estudo 1.

5.1.2.2.2 *Espirometria*

As variáveis avaliadas pelo uso do espirômetro foram realizadas da mesma forma que relatado no Estudo 2.

5.1.2.2.3 *Risco de sarcopenia*

Utilizaram-se os métodos conforme já descrito no Estudo 1, por meio da velocidade da marcha, força de preensão palmar e perímetro de panturrilha (CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2010 b).

5.1.2.2.4 *Fadiga*

A fadiga foi avaliada conforme descrito no Estudo 2 (ANEXO 7).

5.1.2.2.5 *Teste de Caminhada de 6 minutos*

O teste de caminhada de seis minutos (TC6) foi avaliado conforme descrito no Estudo 2.

5.1.2.2.6 *Avaliação Motora e Atividade de Vida Diária*

A avaliação motora e as AVD foram avaliadas como descrito no Estudo 2.

5.1.2.2.7 *Avaliação Aquática*

A avaliação em ambiente aquático foi realizada por meio da escala de avaliação funcional aquática (*Aquatic Functional Assessment Scale - AFAS*). No qual foram verificadas 31 habilidades (ISRAEL, 2018). O avaliador independente, isto é, o profissional fisioterapeuta que aplicou a avaliação não realizou a intervenção ou avaliações em solo, foi responsável por explicar e demonstrar a execução de cada uma das habilidades da escala (ANEXO 8). As AFAS foram pontuadas de 1 a 5, conforme a qualidade da execução, como descrito no Quadro 8, sendo os valores

mais altos associados a maior independência na tarefa motora aquática (ISRAEL; PARDO, 2014; ISRAEL, 2018).

QUADRO 8 - Pontuações da avaliação funcional aquática AFAS

Pontuação Quantitativa	Realização	Descrição Qualitativa
1	Não faz	Não realiza a habilidade motora
2	Faz com ajuda total	Realiza com mais de dois apoios
3	Faz com ajuda parcial	Realiza com 1 ou 2 apoios.
4	Faz sem ajuda	Realiza com domínio menor/ parcial
5	Totalmente alcançada	Realiza com domínio maior/ completo

FONTE: Traduzido e modificado de Israel e Pardo (2014) e de Israel (2018).

Cada participante foi filmado durante a avaliação aquática. A pontuação para a avaliação da habilidade motora foi atribuída posteriormente, por um avaliador independente, por meio das imagens. Este avaliador foi submetido previamente a um estudo de confiabilidade intra (teste reteste) e inter examinadores. Para a confiabilidade intra examinador cada avaliador avaliou três vídeos com um intervalo de um mês entre os vídeos. Enquanto que na avaliação inter examinadores, os valores atribuídos nas três avaliações anteriores foram tratados estatisticamente, obtendo um coeficiente de correlação interclasse de 0,754 e intraclasse de 0,887.

5.1.3 Intervenções

As intervenções foram em ambiente aquático, em piscina aquecida a cerca de 33°C, com dimensões de 10,70 m de comprimento por 2,90 m de largura e 1,20 m de profundidade, e proposta em pequenos grupos de participantes. Ocorreram em 25 encontros, ao longo de 3 meses, na frequência de duas vezes por semana, por cinquenta minutos cada encontro. Cada sessão foi composta de aquecimento (*warm-up*), seguido por exercícios específicos e finalizado com retorno a calma (*cool down*), segundo as recomendações da *European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease* (KEUS *et al.*, 2014). Foram propostos exercícios baseados nas cinco fases

de aprendizado motor aquático de acordo com o proposto por Israel e Pardo (2000), com ênfase nos exercícios terapêuticos especializados e no condicionamento orgânico global. A descrição detalhada do programa de intervenção aquática pode ser encontrada no Apêndice 1.

Foi utilizada a escala de *Borg* 6 -20 durante o exercício, para controle de intensidade relatada do exercício (CARROLL *et al.*, 2017), buscando ser mantida entre 12 a 16 na escala, que propicia as adaptações fisiológicas do exercício físico balanceadas com boa tolerância as atividades propostas (ACSM, 2011; MIRANDA *et al.*, 2016). Na DP, o controle de intensidade do exercício pela *Borg* é recomendado pela Diretriz Europeia de Fisioterapia para a doença de Parkinson (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015).

O exercício físico aquático foi composto por cinco fases de intervenção (ISRAEL; PARDO, 2000), a saber: Fase de Ambientação, Fase de Domínio, Fase de Relaxamento, Fase de Exercícios Terapêuticos e Fase Condicionamento Orgânico.

A Fase de Ambientação teve como objetivos adaptar e iniciar atividades no meio líquido, entradas e saídas da piscina, orientações, reconhecimento do ambiente aquático, estabelecer comunicação com o paciente, controle da respiração, vivência das propriedades físicas (ZOTZ *et al.*, 2013; ISRAEL; PARDO, 2000).

A Fase de Domínio do meio líquido consistiu na adaptação do corpo no ambiente e posição na água (ISRAEL; PARDO, 2000), atividades práticas de habilidades específicas, como de equilíbrio, rotações e reações de endireitamento.

Na Fase de relaxamento evitou-se a resistência da água, utilizou-se dos deslizamentos com fluxo linear, não turbulento e os efeitos do calor no corpo em imersão (ISRAEL; PARDO, 2000). A volta a calma, incluída nessa fase, baseou-se em exercícios de *Ai Chi*, que combina a respiração com movimentos e posturas inspirados no *Tai-Chi Chuan* e *Qi Qong*, nos quais os participantes realizam movimentos lentos, a partir da postura em pé, na piscina, recebendo as instruções verbais e visuais (PÉREZ-DE LA CRUZ, 2018).

Na Fase de exercícios terapêuticos especializados foram incluídos exercícios estáticos e dinâmicos, com objetivos específicos terapêuticos e funcionais adequados aos participantes. O potencial funcional máximo foi treinado para ser utilizado fora da água, com aproveitamento de fluxos, resistências e demais propriedades físicas da imersão (ISRAEL; PARDO, 2000).

Na Fase de condicionamento orgânico global atividades aeróbias, realizadas ativamente e independente, onde buscou-se executar treinamentos funcionais para ganhos ou manutenção da condição cardiorrespiratória, trabalhando com percentuais entre 12 e 16 na escala de *Borg* (ISRAEL; PARDO, 2000).

5.1.4 Procedimentos de Análise de Dados

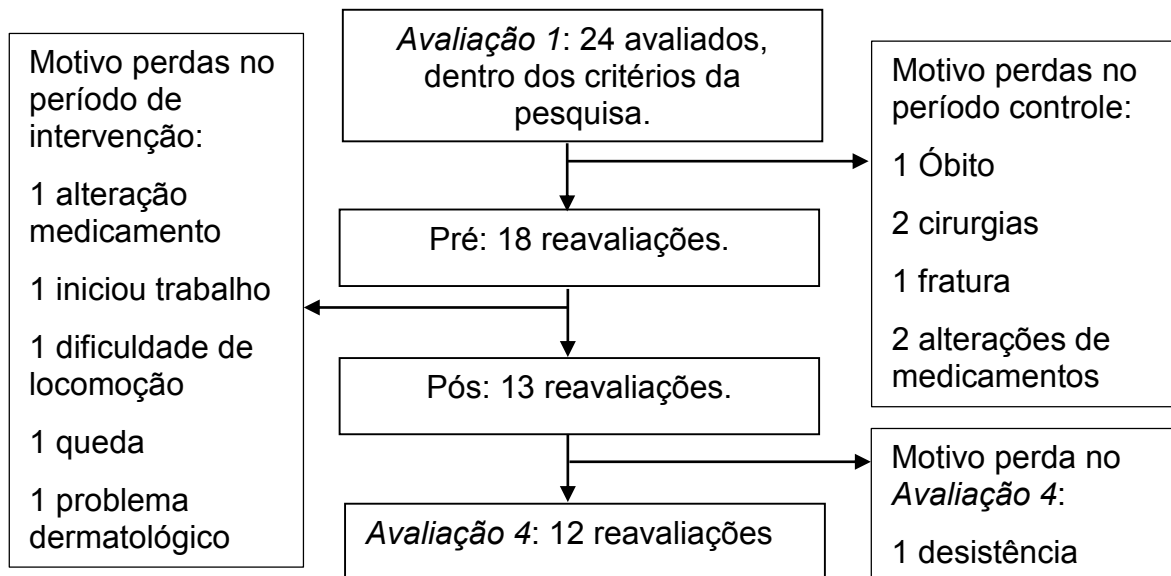
Os dados foram organizados em planilhas e analisados pelo programa SPSS 22.0, para *Windows* (IBM, 2013). Foram verificadas medidas de tendência central, variações e distribuição amostral. Comparadas as médias por ANOVA para medidas repetidas nos diferentes tempos; o teste de esfericidade de *Mauchly* foi aplicado e utilizada a correção de *Greenhouse-Geisser*, no caso dos dados em que a esfericidade não foi assumida (FIELD, 2009). Posteriormente, aplicado o *post-hoc* de *Bonferroni* nas variáveis, que indicaram as diferenças estatísticas de forma conservadora, minimizando a chance de erro tipo I (rejeitar a hipótese nula quando ela deve ser aceita) (FIELD, 2009). Foram comparadas ainda as diferenças entre pré e pós intervenção da avaliação das habilidades motoras aquáticas por meio de testes pareados, segundo a sua normalidade, sendo teste-*t* para paramétricos e *Wilcoxon* para os não paramétricos (FIELD, 2009). O valor assumido para o nível de significância estatística foi de $P < 0,05$.

5.2 RESULTADOS ESTUDO 3

5.2.1 Caracterização da Amostra

Foram avaliados inicialmente (*Avaliação 1*) 24 participantes, que se enquadraram nos critérios de inclusão e exclusão da pesquisa, havendo perda amostral no período Controle de 6 participantes. Posteriormente, no período de Intervenção houve perda de mais 6 participantes, como demonstrado no Fluxograma (FIGURA 17). Participaram da intervenção aquática 13 pessoas com diagnóstico de DP.

FIGURA 17- Fluxograma de perdas amostrais da pesquisa



FONTE: A autora (2020).

A caracterização dos sujeitos que participaram até a *Avaliação 3* está descrita na Tabela 11.

TABELA 11 - Características da amostra

Sexo (fem, masc)	6 homens, 7 mulheres
HY (I, II, III, IV)	1, 4, 3, 5
	Média ± Desv Pad IC 95% (min-máx)
Tempo de diagnóstico (anos)	8,5 ± 6,58 (3,78 – 13,21)
Dose Levodopa (mg/dia)	570 ± 194,65 (430,75 – 709,24)
Idade (anos)	71,3 ± 5,61 (67,28 – 75,31)
Estatura (m)	1,61 ± 0,081 (1,55 – 1,67)
Moca	21,3 ± 4,66 (17,96 – 24,63)

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: HY: Escala de *Hoehn & Yahr*; Desv Pad: Desvio padrão; IC 95%: Intervalo de confiança de 95%; mg: miligramas; m: metros; kg: quilograma.

5.2.2 *Desfechos Dependentes*

5.2.2.1 *Variáveis Antropométricas*

Os valores relacionados a massa corporal, IMC e a relação cintura pela estatura são descritas na Tabela 12. Não houve diferença estatística para essas variáveis durante as quatro avaliações da pesquisa.

TABELA 12 - Variáveis antropométricas por período de Avaliação

	<i>Avaliação 1</i>	<i>Avaliação 2</i>	<i>Avaliação 3</i>	<i>Avaliação 4</i>	<i>P-value</i>
	Média ± Desv Pad IC 95% (min-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (min-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (min-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (min-máx)	
Massa corporal (kg)	76,8 ± 14,39 (66,5 – 87,09)	78,3 ± 13,3 (68,78 – 87,81)	78 ± 13,57 (68,29 – 87,7)	78,5 ± 13,62 (68,75 – 88,24)	<i>P= 0,302</i>
IMC (kg/m ²)	29,7 ± 6,36 (25,14 – 34,25)	30,07 ± 5,64 (26,03 – 34,11)	30,03 ± 5,79 (25,88 – 34,17)	30,28 ± 5,76 (26,16 – 34,41)	<i>P= 0,429</i> ^(GG)
Relação cintura/estatura	0,63 ± 0,11 (0,55 – 0,71)	0,64 ± 0,11 (0,56 – 0,72)	0,63 ± 0,10 (0,56 – 0,70)	0,63 ± 0,11 (0,55 – 0,71)	<i>P= 0,693</i>

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: Desv pad: desvio padrão; IC: intervalo de confiança; kg: quilograma; IMC: índice de massa corpórea; kg/m²: quilograma por metro quadrado; GG: Esfericidade não assumida, adotada a correção de *Greenhouse-Geisser*.

5.2.2.2 Variáveis Ventilatórias

As avaliações respiratórias de força muscular e os desfechos de fluxo e volume da espirometria estão demonstrados em relação a média, desvio padrão, intervalo de confiança de 95%, *P-value* e quando a diferença se mostrou significativa foi calculado o tamanho do efeito e o poder estatístico, para essas comparações (TABELA 13).

TABELA 13- Variáveis respiratórias por período de Avaliação

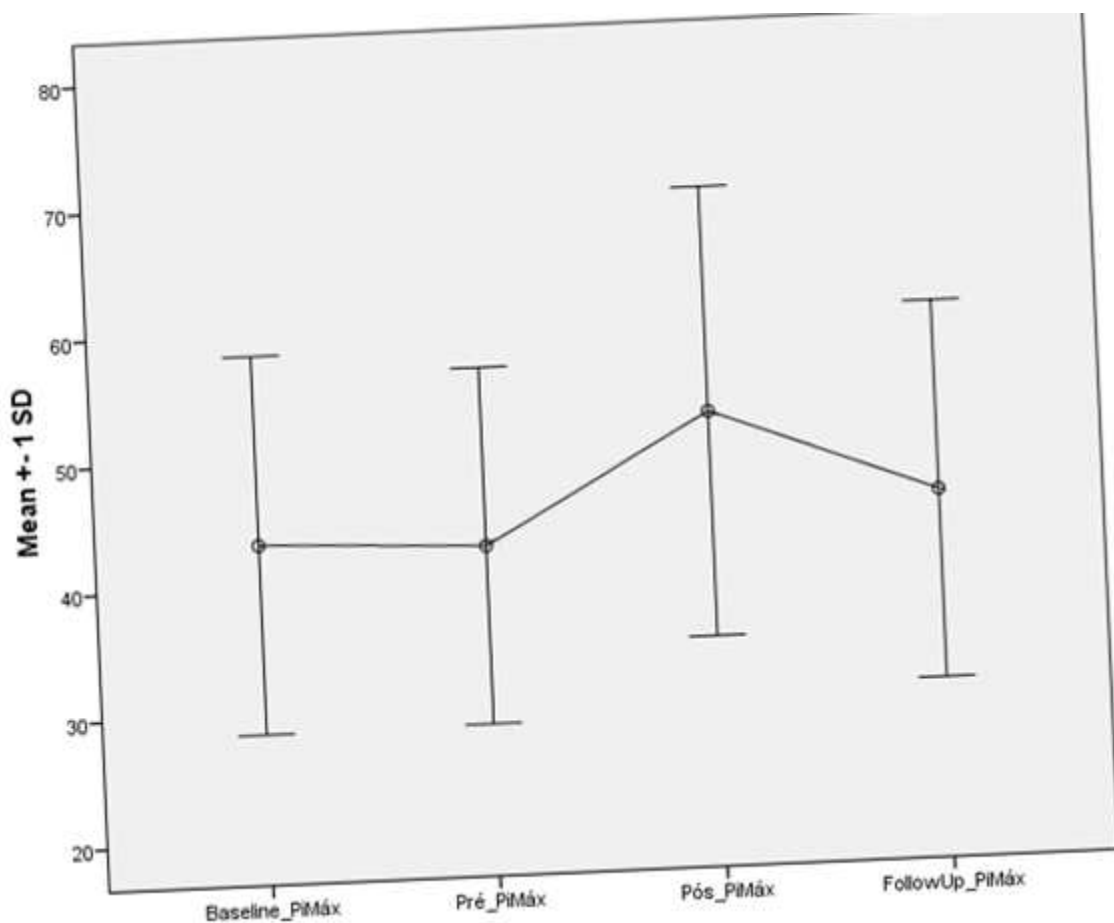
Variáveis	<i>Avaliação 1</i>	<i>Avaliação 2</i>	<i>Avaliação 3</i>	<i>Avaliação 4</i>	<i>P- valor</i>
	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	
Pi máx (cmH ₂ O)	44,1 ± 16,38 (32,38 - 55,81)	43 ± 15,47 * (31,92 - 54,07)	52,6 ± 19,16 * & (38,88 - 66,31)	46 ± 16,12 & (34,46 - 57,53)	<i>P</i> = 0,001 ^(GG) tamanho do efeito= 0,528 Poder= 0,961
Pe máx (cmH ₂ O)	37,9 ± 14,31 (27,65 - 48,14)	36,1 ± 11,72 * (27,71 - 44,48)	45,8 ± 12,4 * & (36,92 - 54,67)	41,7 ± 10,9 & (33,89 - 49,5)	<i>P</i> ≤ 0,001 tamanho do efeito= 0,567 Poder= 0,998
CVF (%)	84,2 ± 19,64 (70,14 - 98,25)	79,2 ± 18,17 * (66,2 - 92,19)	94,8 ± 21,25 * (79,59 - 110)	87,4 ± 17,89 (74,59 - 100,2)	<i>p</i> = 0,001 tamanho do efeito= 0,374 Poder= 0,954
VEF1 (%)	88,1 ± 22,46 (72,02 - 104,17)	86,09 ± 21,18 (71,85 - 100,32)	91,5 ± 23,21 (74,89 - 108,1)	85,8 ± 23,17 (69,21 - 102,38)	<i>p</i> = 0,074
VEF1/CVF	81,02 ± 10,04 (73,83 - 88,20)	82,89 ± 7,97 * (77,18 - 88,6)	76,53 ± 7,53 * (69,14 - 79,91)	77,1 ± 7,65 (71,62 - 82,57)	<i>p</i> = 0,006 tamanho do efeito= 0,308 Poder= 0,872
VVM (%)	57,2 ± 24,74 (39,5 - 74,89)	55,95 ± 24,91 * (38,12 - 73,77)	69,8 ± 18,85 * & (56,31 - 83,28)	63,1 ± 21,47 & (47,74 - 78,45)	<i>P</i> ≤ 0,001 tamanho do efeito= 0,588 Poder= 0,999

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: Desv Pad: desvio padrão; IC95%: intervalo de confiança de 95%; mín: mínimo; máx: máximo; Pi máx: pressão inspiratória máxima; Pe máx: pressão expiratória máxima; cmH₂O: centímetros de coluna de água; %: por cento; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado; VEF1/CVF: índice de *Tiffeneau*; VVM: ventilação voluntária máxima; ^{GG}: Esfericidade não assumida, adotada a correção de *Greenhouse-Geisser*; * : diferença estatística entre *Avaliação 2* e *Avaliação 3*; &: diferença estatística entre *Avaliação 3* e *Avaliação 4*.

Nas variáveis de força respiratória tiveram diferença significativas relacionadas a intervenção. Para visualizar os valores das avaliações da Pi máx e Pe máx demonstramos a médias e desvios padrões nos dois gráficos (FIGURA 18 e FIGURA 19, respectivamente). Para a Pi máx houve incremento significativo entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($P= 0,026$) e comparando a *Avaliação 3* e *Avaliação 4* é possível ver que os ganhos da intervenção não se mantiveram após o período de seguimento ($P= 0,024$).

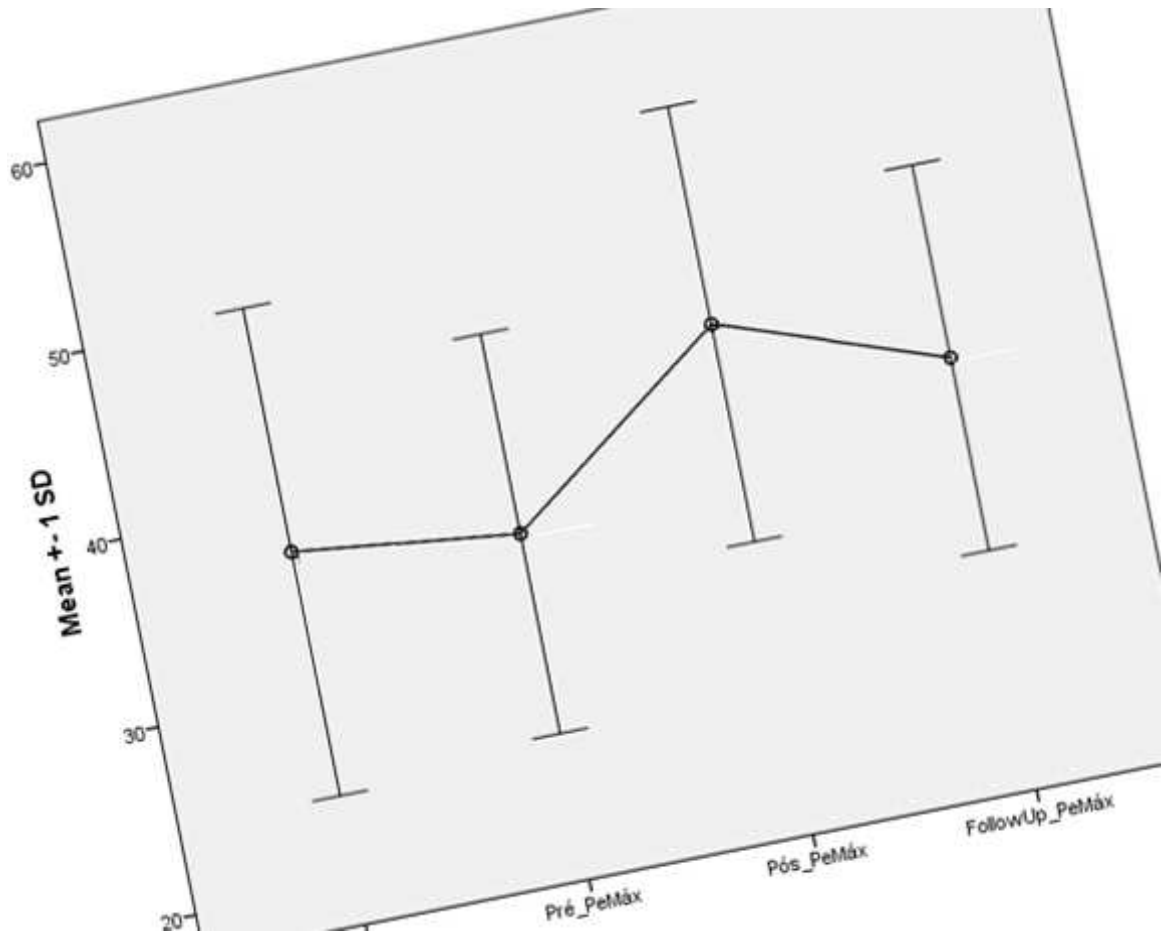
FIGURA 18 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da Pi máx



FONTE: A autora (2020).

Para a Pe máx (FIGURA 19), houve diferença estatística entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($p \geq 0,001$), demonstrando ganho na força expiratória após a intervenção; e posterior perda entre a *Avaliação 3* e *Avaliação 4* ($P = 0,009$).

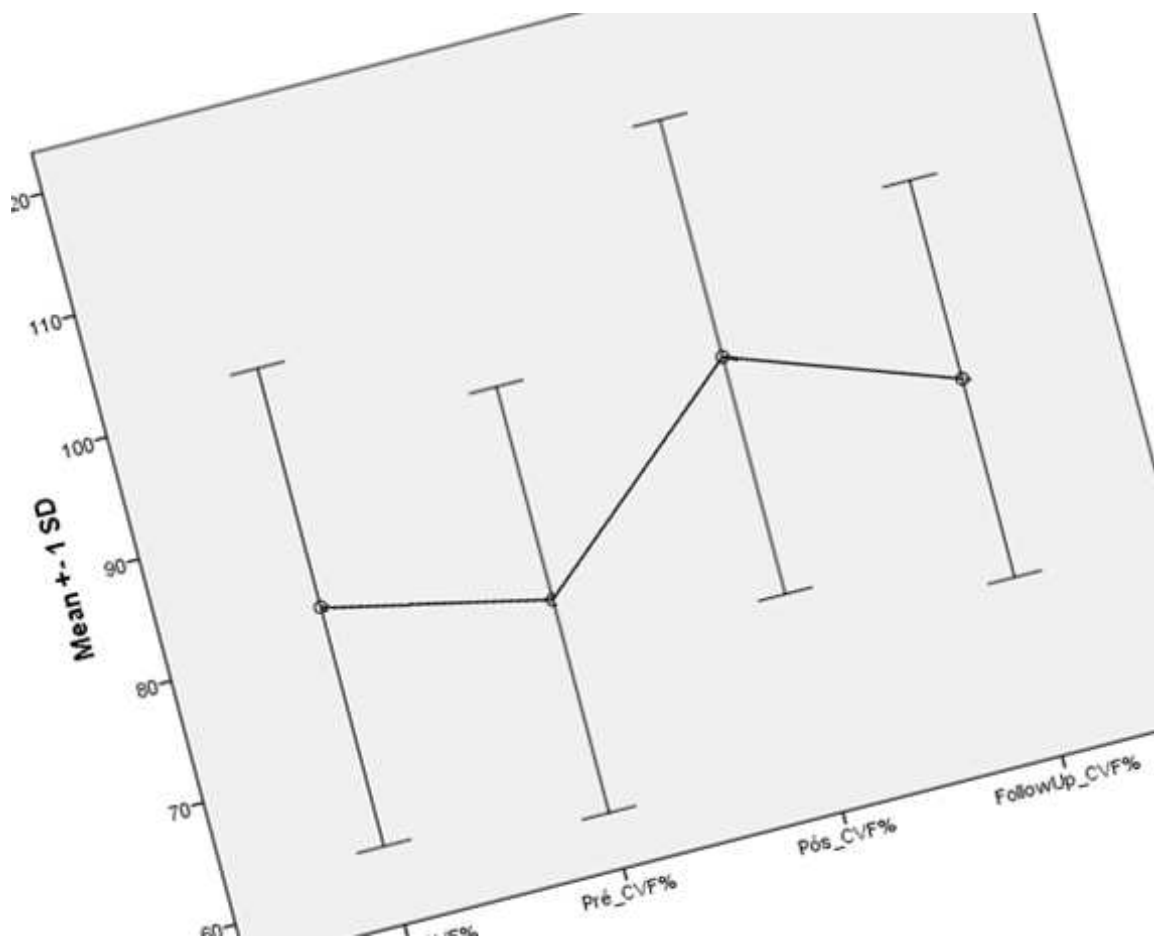
FIGURA 19 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da Pe máx



FONTE: A autora (2020).

Nas médias da espirometria houve diferenças estatísticas para CVF, índice de *Tiffeneau* e VVM. Para representar graficamente essa diferença entre as avaliações, para a CVF, a Figura 20 demonstra a diferença percebida na *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($P = 0,015$), com aumento da CVF após a intervenção.

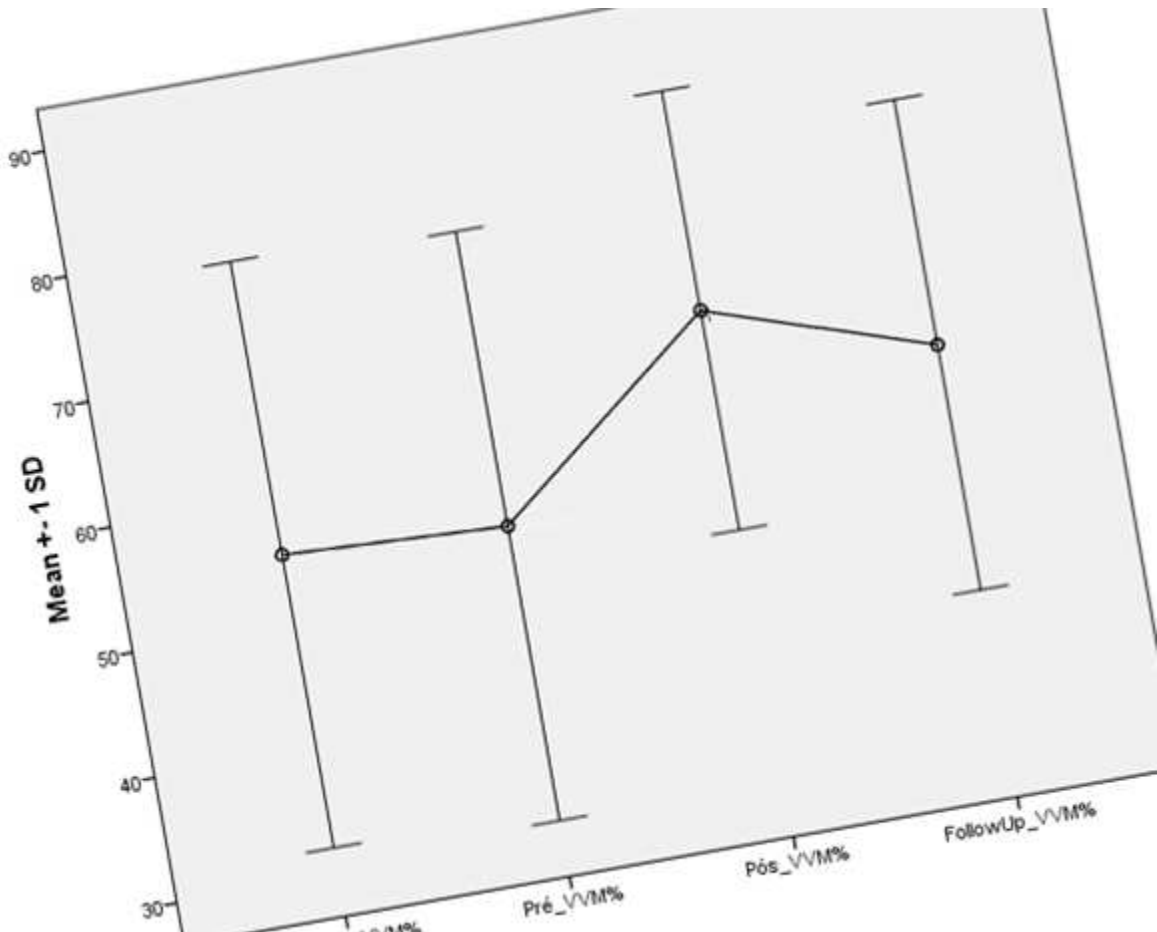
FIGURA 20 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da CVF



FONTE: A autora (2020).

Na VVM (FIGURA 21), houve diferença estatística entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($p \geq 0,001$), sendo maior a VVM após a intervenção, com posterior perda significativa entre *Avaliação 3* e *Avaliação 4* ($P = 0,006$).

FIGURA 21 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da VVM



FONTE: A autora (2020).

Para quantificar os participantes que tiveram valores abaixo do esperado pela manovacuometria, e em menos do que 80% do valor que é predito individualmente para os desfechos da espirometria, a Tabela 14 demonstra quantos participantes se enquadram nesse caso, para cada desfecho respiratório, cada avaliação e sexo. Ainda em relação a esses dados, nas Figuras 26, 27 e 28, no Apêndice 8 (inicia na página 218), é possível visualizar graficamente a quantidade de casos abaixo do esperado para os desfechos ventilatórios, nas 4 avaliações.

TABELA 14- Quantitativo de casos com redução do parâmetro esperado, por avaliação e por sexo

	<i>Avaliação 1</i>			<i>Avaliação 2</i>			<i>Avaliação 3</i>			<i>Avaliação 4</i>		
	Masc (n=6)	Fem (n=7)	Total (n=13)	Masc (n=6)	Fem (n=7)	Total (n=13)	Masc (n=6)	Fem (n=7)	Total (n=13)	Masc (n=5)	Fem (n=7)	Total (n=12)
CVF	4 (66,67%)	2 (28,57%)	6 (46,15%)	3 (50%)	2 (28,67%)	4 (30,77%)	2 (33,33%)	2 (28,67%)	4 (30,77%)	2 (40%)	1 (14,28%)	3 (25%)
FEF1	3 (50%)	1 (14,28%)	4 (30,77%)	3 (50%)	1 (14,28%)	4 (30,77%)	3 (50%)	1 (14,28%)	4 (30,77%)	3 (60%)	1 (14,28%)	4 (33,33%)
<i>Tiffeneau</i>	2 (33,33%)	2 (28,57%)	4 (30,77%)	2 (33,33%)	2 (28,67%)	4 (30,77%)	2 (33,33%)	5 (71,43%)	7 (53,85%)	2 (40%)	3 (42,86%)	5 (41,67%)
VVM	6 (100%)	6 (85,71%)	6 (46,15%)	6 (100%)	5 (71,43%)	11 (84,61%)	5 (83,33%)	3 (42,86%)	8 (61,54%)	5 (100%)	5 (71,43%)	10 (83,33%)
Pi máx	5 (83,33%)	7 (100%)	12 (92,85%)	5 (83,33%)	7 (100%)	12 (92,85%)	4 (66,67%)	7 (100%)	11 (84,61%)	4 (80%)	7 (100%)	11 (91,67%)
Pe máx	6 (100%)	7 (100%)	13 (100%)	6 (100%)	7 (100%)	13 (100%)	6 (100%)	7 (100%)	13 (100%)	5 (100%)	7 (100%)	12 (100%)

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: n: número de participantes; masc: masculino; fem: feminino; CVF: capacidade vital forçada; VEF1: volume expiratório forçado; VVM: ventilação voluntária máxima; Pi máx: pressão inspiratória máxima; Pe máx: Pressão expiratória máxima.

Vemos que a $Pe_{m\acute{a}x}$ é a variável que todos os participantes, independente do sexo, apresentam valores menores do que o esperado para idade e sexo. A $Pi_{m\acute{a}x}$ também apresentou grande quantidade de participantes com valores inferiores ao preconizado, sendo que na *Avaliação 1, 2 e 4* apenas um homem não se enquadrou como força inspiratória abaixo do esperado. Para a *Avaliação 3*, somente 2 homens tiveram a força adequada.

Quando a classificação do distúrbio ventilatório pela espirometria dos pacientes, na *Avaliação 1*, assim como ocorreu na *Avaliação 2* e *Avaliação 3* houveram 2 casos restritivos e 2 casos mistos na amostra. Na *Avaliação 4*, 2 se enquadraram como misto e 1 restritivo nos critérios diagnósticos.

5.2.2.3 Sarcopenia

Em relação ao risco de sarcopenia, nenhum dos 13 participantes que realizaram a intervenção apresentaram o perímetro da panturrilha menor que 31 cm. Dessa forma, nenhum dos participantes, em nenhuma das avaliações, foi classificado pela triagem com risco para a sarcopenia. Para os demais indicadores de sarcopenia, a velocidade da marcha apresentou um participante do sexo masculino teve velocidade abaixo de 0,8 m/s e todas as avaliações (*Avaliação 1, 2, 3 e 4*). Na força de preensão palmar, 3 participantes tiveram desempenho abaixo do esperado para seu sexo e IMC, sendo um homem e duas mulheres. Na *Avaliação 2* foram dois homens e duas mulheres com força abaixo do esperado e para *Avaliação 3* e *Avaliação 4* o resultado da força de preensão foi a mesma: dois participantes do sexo masculino e uma do sexo feminino tiveram força menor que o esperado. Os valores médios, desvio padrões, intervalos de confiança de 95%, *P-value* relacionados a triagem de sarcopenia estão descritos na Tabela 15.

TABELA 15 - Indicadores de sarcopenia por período de avaliação

	<i>Avaliação 1</i>	<i>Avaliação 2</i>	<i>Avaliação 3</i>	<i>Avaliação 4</i>	<i>P-valor</i>
	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	Média ± Desv Pad IC 95% (mín-máx)	
VM (m/s)	1,12 ± 0,63 (0,66 – 1,57)	1,02 ± 0,48 (0,67 – 1,37)	1,18 ± 0,45 (0,85 – 1,5)	1,07 ± 0,2 (0,93 – 1,22)	<i>P</i> = 0,167 ^(GG)
Circunferência panturrilha (cm)	39,6 ± 5,18 (35,88 – 43,31)	39,2 ± 4,89 (35,69 – 42,70)	39 ± 4,66 (35,86 – 42,13)	38,4 ± 4,35 (35,28 – 41,51)	<i>P</i> = 0,271
Preensão Palmar média (kgf)	26,04 ± 8,28 (20,47 – 31,61)	25,81 ± 8,6 (20,04 – 31,59)	27,81 ± 6,35 (23,55 – 32,08)	26,36 ± 7,5 (21,32 – 31,4)	<i>P</i> = 0,660 ^(GG)

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: Desv Pad: desvio padrão; IC: intervalo de confiança; mín: mínimo; máx: máximo; m/s: metros por Segundo; cm: centímetro; kgf: quilograma-força.

^{GG} = Esfericidade não assumida, adotada a correção de *Greenhouse-Geisser*

5.2.2.4 *Fadiga, Capacidade de Marcha, Avaliação Motora e AVD*

Nos resultados dos desfechos funcionais incluímos a fadiga, capacidade de marcha, função motora e AVD. Os valores associados a essas variáveis estão demonstrados na Tabela 16.

TABELA 16 - Variáveis funcionais por período de avaliação

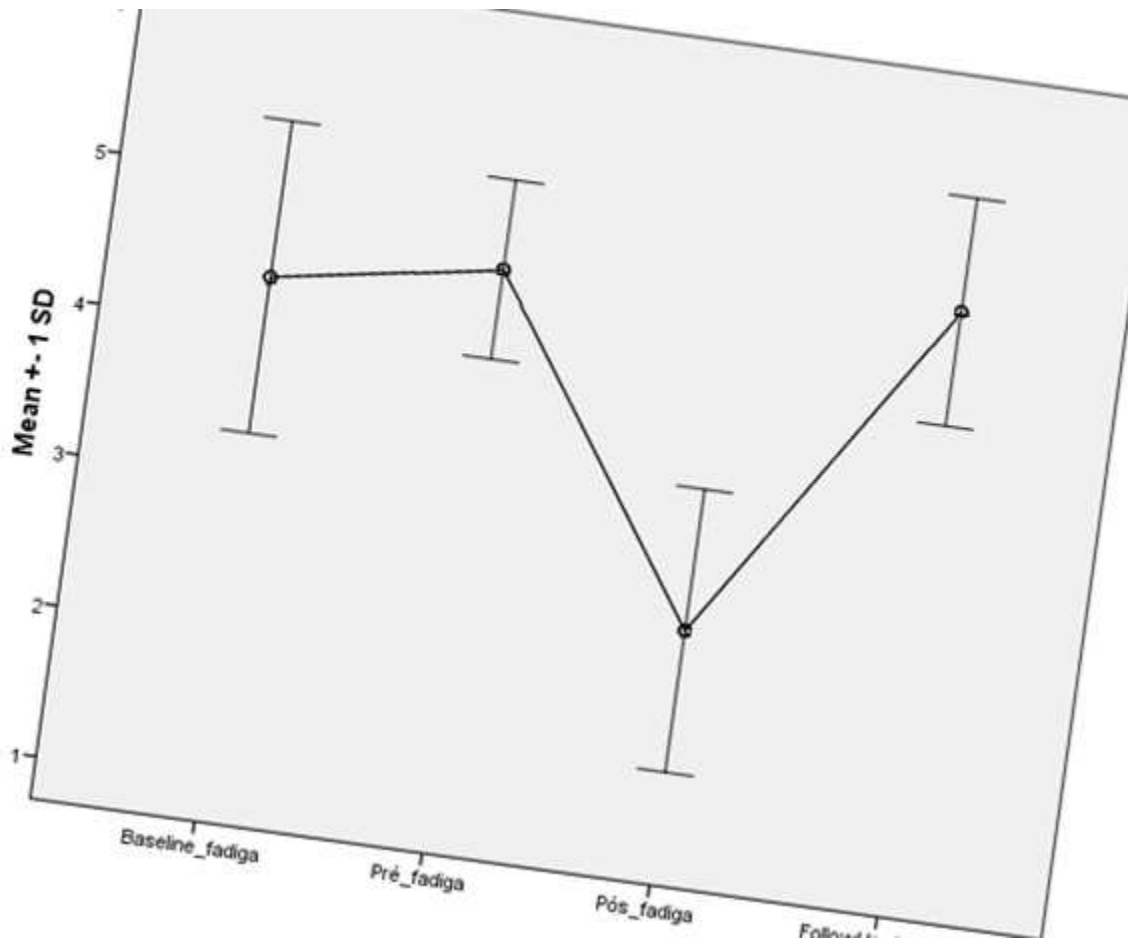
	<i>Avaliação 1</i>	<i>Avaliação 2</i>	<i>Avaliação 3</i>	<i>Avaliação 4</i>	<i>P-valor</i>
	Média ± DesvPad IC 95% (min-máx)	Média ± DesvPad IC 95% (min-máx)	Média ± DesvPad IC 95% (min-máx)	Média ± DesvPad IC 95% (min-máx)	
Escala de Fadiga	4,49 ± 0,93 (3,82 – 5,16)	4,67 ± 0,58* 4,25 – 5,09	2,56 ± 0,93 * & (1,89 – 3,23)	4,81 ± 0,78 & (4,25 – 5,38)	<i>P</i> = 0,009 tamanho do efeito= 0,736 Poder= 0,999
TC6 (m)	400,7 ± 236,15 (231,76 – 569,63)	388,9 ± 206,08 (241,47 – 536,32)	433,1 ± 229,23 (269,11 – 597,08)	372,3 ± 151,54 (263,88 – 480,71)	<i>P</i> = 0,144 ^(GG)
TC6 BORG inicial	8,9 ± 3,14 (6,65 – 11,14)	8,8 ± 3,22 * (6,49 – 11,10)	7,1 ± 2,37 * (5,39 – 8,8)	8,1 ± 3,14 (5,85 – 10,34)	<i>P</i> = 0,047 tamanho do efeito= 0,148 Poder= 0,449
TC6 BORG final	14,5 ± 10,94 (12,13 – 16,86)	14,3 ± 3,3 (11,93 – 16,66)	12,1 ± 3,31 (9,72 – 14,47)	13,7 ± 2,79 (11,7 – 15,69)	<i>P</i> = 0,277
UPDRS AVD	16,1 ± 6,65 (11,33 – 20,86)	16,8 ± 6,59 (12,08 – 21,51)	14,8 ± 6,23 (10,34 – 19,25)	16,5 ± 6,55 (11,81 – 21,18)	<i>P</i> =0,081 ^(GG)
UPDRS motor	21,1 ± 10,91 (13,28 – 28,91)	21,8 ± 11,09 * (13,86 – 29,73)	18,2 ± 10,39 * & (10,76 – 25,63)	21,2 ± 9,44 & 14,44 – 27,95	<i>P</i> < 0,001 tamanho do efeito= 0,627 Poder= 0,75
UPDRS total	37,2 ± 16,21 (25,59 – 48,8)	38,2 ± 16,35 * (26,49 – 49,9)	33 ± 15,19 * & (22,13 – 43,86)	37,7 ± 14,46 & (27,35 – 48,04)	<i>P</i> < 0,001 tamanho do efeito= 0,776 Poder= 0,972

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: TC6: Teste de caminhada de 6 minutos; UPDRS= Unified Parkinson's Disease Rating Scale - Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson; AVD= atividades de vida diária; Desv Pad= Desvio padrão; IC 95%= Intervalo de confiança de 95%; *: diferença estatística entre *Avaliação 2* e *Avaliação 3*; &: diferença estatística entre *Avaliação 3* e *Avaliação 4*; ^{GG}: Esfericidade não assumida, adotada a correção de *Greenhouse-Geisser*.

Para a fadiga observamos as diferenças estatísticas entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($P < 0,001$), demonstrando a redução da queixa de fadiga após o programa de intervenção. Contudo, entre *Avaliação 3* e *Avaliação 4* houve aumento da fadiga relatada ($P = 0,006$). As médias e desvios-padrões estão demonstrados na Figura 22.

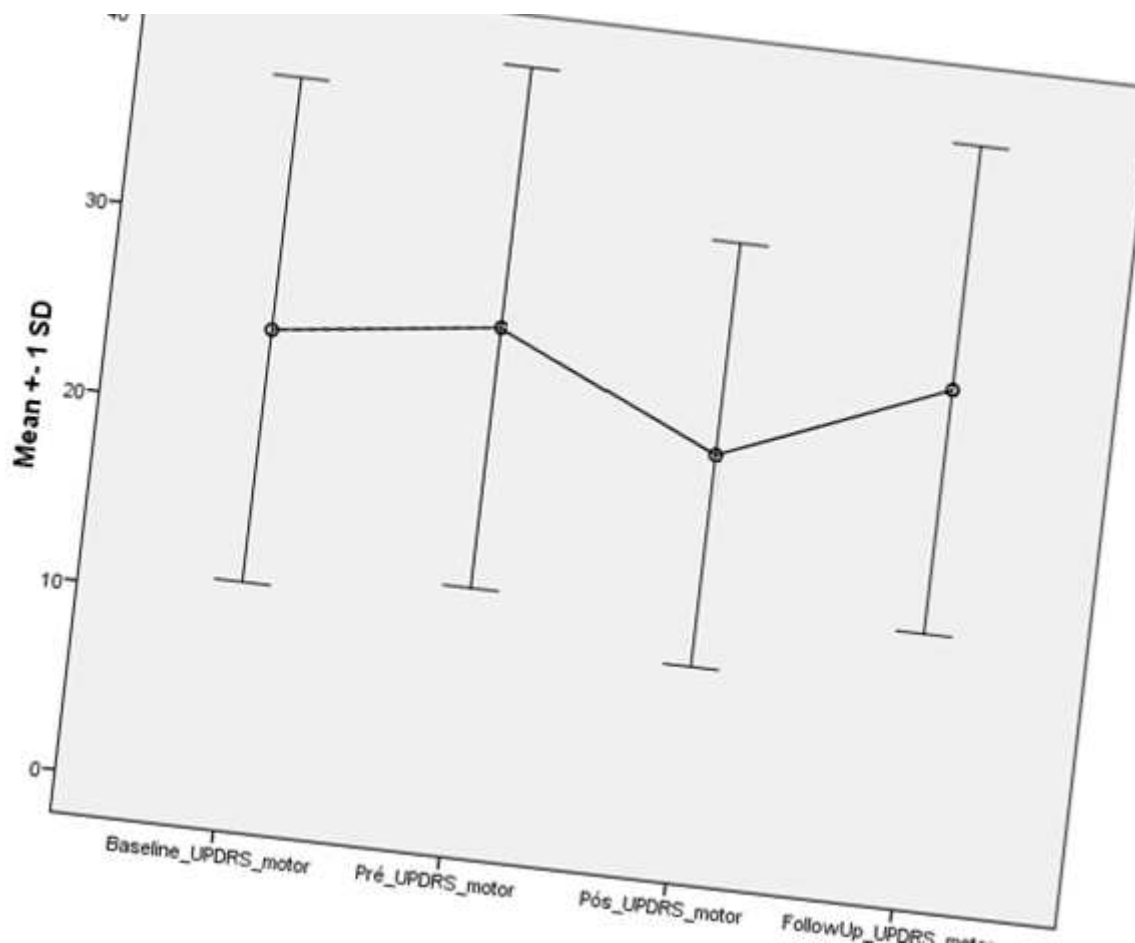
FIGURA 22 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações da fadiga



FONTE: A autora (2020).

Nas variáveis avaliadas pela UPDRS o teste estatístico apontou diferenças para o desfecho motor e total, que é a soma da avaliação motora e AVD. Para a ilustração nos quatro momentos de avaliação motora pela UPDRS o Gráfico da Figura 23 mostra a diferença estatística entre *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($P = 0,013$), demonstrando melhor avaliação motora na DP e diferença estatística entre *Avaliação 3* e *Avaliação 4* ($P = 0,031$) sendo no sentido de perda de função motora avaliada após o período de seguimento em destreino.

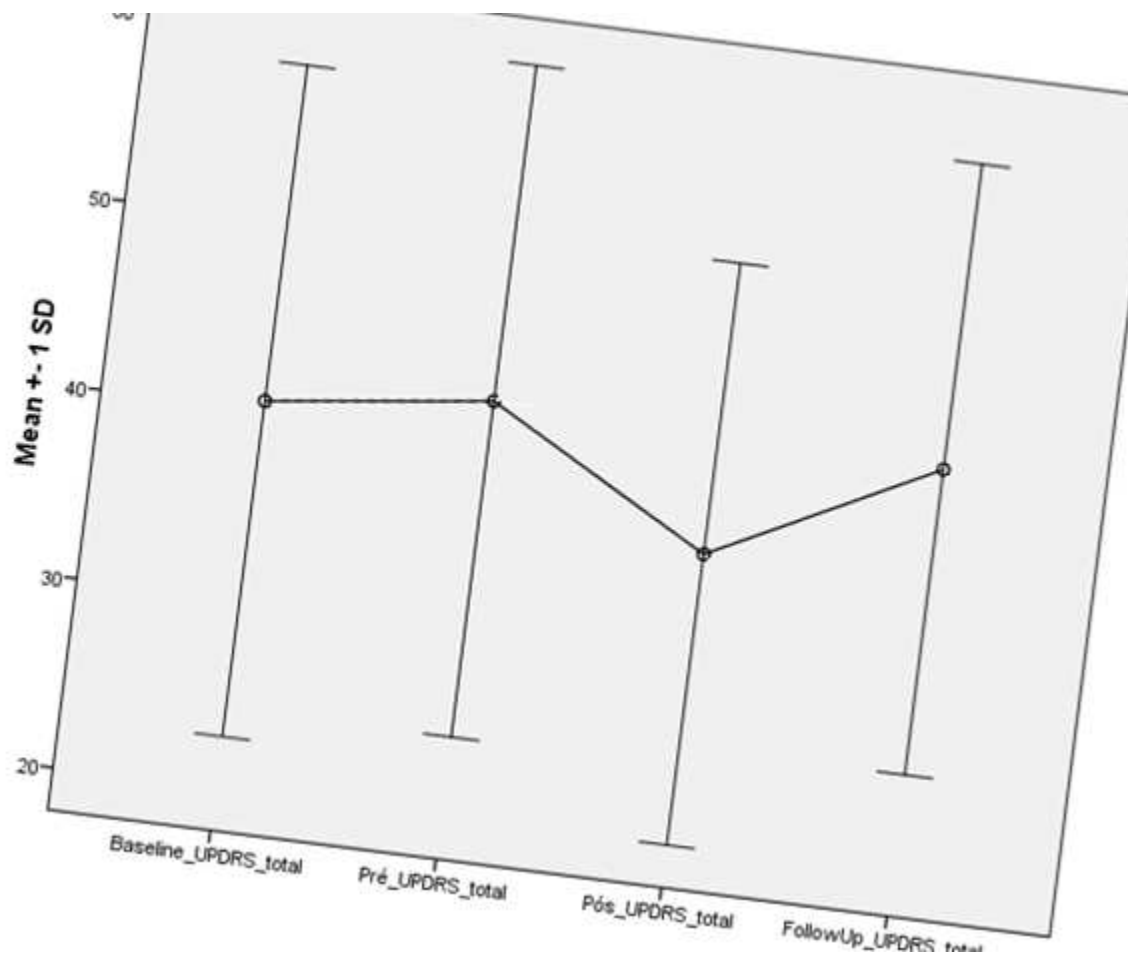
FIGURA 23 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações motoras



FONTE: A autora (2020).

No total da UPDRS observamos as diferenças estatísticas entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3* ($P=0,001$) com incremento na avaliação UPDRS total e entre *Avaliação 3* e *Avaliação 4* perda significativa ($P=0,002$). As médias e desvios-padrões para esse desfecho estão demonstrados na Figura 24.

FIGURA 24 - Gráfico das médias e desvio padrão nas avaliações UPDRS total



FONTE: A autora (2020).

5.2.2.5 Avaliação Aquática

A avaliação aquática AFAS apresentou maiores médias após a intervenção, para a escala geral, assim como para as áreas de ambientação e domínio do meio líquido, como pode ser observada na Tabela 17.

TABELA 17 - Variáveis da avaliação aquática pela AFAS

	Pré-intervenção Média ± desv pad IC 95% [Mín - máx]	Pós-intervenção Média ± desv pad IC 95% [Mín - máx]	<i>P</i> -valor ¹
Ambientação	27,45 ± 6,83 [22,8 – 32,04]	34,72 ± 1,67 [33,59 – 35,85]	<i>P</i> = 0,008*
Domínio do meio líquido	21,18 ± 6,76 [16,63 – 25,72]	30,63 ± 3,66 [28,17 – 33,1]	<i>P</i> =0,009*
Exercícios terapêuticos especializados	31,36 ± 6,36 [27,09 – 35,63]	33 ± 2,93 [33,22 - 35]	<i>P</i> =0,189
Condicionamento orgânico global	23,81 ± 9,02 [17,75 – 29,87]	26,18±6,63 [21,72 – 30,63]	<i>P</i> = 0,07
AFAS TOTAL	103,81 ± 25,09 [86,95 – 120,67]	124,54±7,36 [119,59 – 129,49]	<i>P</i> =0,006*

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: IC: Intervalo de confiança; desv pad: desvio padrão; min: mínimo; máx: máximo; ¹: calculado por teste-*t* pareado; *: valores estatisticamente significativos.

5.3 DISCUSSÃO ESTUDO 3

A intervenção proposta neste Estudo 3, com programa de exercícios físicos aquáticos em piscina aquecida, teve repercussões positivas em diversas variáveis ventilatórias e também nos desfechos de avaliação motora, fadiga e no nível de percepção subjetiva de esforço antes da realização do TC6. Além disso, a avaliação AFAS demonstrou que houve aprendizado motor no ambiente aquático. Destaca-se que na fase controle (primeiros três meses) as variáveis permaneceram estáveis e na fase de destreino (últimos três meses) houve piora significativa dos parâmetros respiratórios e motores. Ressalta-se relevância da intervenção do presente Estudo 3, sendo pioneiro na proposta do programa de exercícios físicos aquáticos, associando aos desfechos ventilatórios e morfofuncionais em pessoas com DP.

5.3.1 Variáveis Ventilatórias

O Estudo 3 demonstra o quanto é necessário requerer maior atenção da clínica e das pesquisas para a qualidade da respiração nas pessoas com DP. Todos os participantes da pesquisa tiveram ao menos uma variável ventilatória menor que o esperado individualmente, sendo que todos os participantes tiveram a Pe máx reduzida para a idade e sexo.

Em outro estudo sobre as variáveis respiratórias na DP, quase 40% da amostra foi de pessoas que relataram, na sua percepção, ter alguma dificuldade respiratória (BAILLE *et al.*, 2019). Foram avaliadas transversalmente 153 pessoas com DP ($63,9 \pm 7,4$ anos de idade), sendo separados em dois grupos, com e sem queixas respiratórias (BAILLE *et al.*, 2019). E ao comparar, ajustando-se a gravidade pela *Hoehn & Yahr*, pode-se verificar que foram mais graves, para o grupo com queixas respiratórias, os desfechos de UPDRS I (aspectos não motores da vida diária), II (AVD) e IV (complicações motoras), além de uma escala de ansiedade e depressão e uma escala de qualidade de vida (BAILLE *et al.*, 2019).

Em relação a intervenção, embora a terapia ventilatória não tenha um protocolo na DP, a elevada demanda requer o acompanhamento, que deveria ser recomendada como obrigatória para a DP (RIBEIRO *et al.*, 2018). Assim como ocorre para os casos de doenças respiratórias obstrutivas, em especial a DPOC, onde o manual técnico GOLD, publicado em 2020, recomenda o tratamento não-farmacológico essencial a reabilitação pulmonar e endossa o aumento dos níveis de atividade física, com especial destaque para exercícios físicos (GOLD, 2020). Pela Diretriz Europeia de Fisioterapia para a doença de Parkinson a terapia deve ser centrada no paciente, ou seja, focada em suas demandas individuais e seu contexto ambiental (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015).

A força muscular respiratória foi um dos desfechos deste presente Estudo 3 que teve resultados positivos na intervenção aquática em pessoas com DP. Para a Pi máx a diferença obtida após a aplicação do programa de exercícios, comparando com o pré-intervenção, foi de incremento de 18,25% na média. Já para a Pe máx teve diferença de 21,18% entre *Avaliação 2 e 3*.

A escolha do meio aquático para intervenção do presente Estudo 3 favoreceu ganhos motores, porque o ambiente aquático propicia estímulos diferenciados do ambiente terrestre para a ventilação: A imersão aquática do tórax gera resistência no

momento da inspiração e, associada a horizontalização do diafragma, a caixa torácica busca se expandir, sofrendo essa pressão (ANDRADE *et al.*, 2013). Os músculos respiratórios responsáveis pela inspiração precisam vencer essa pressão, gerando um estímulo para o treino de força respiratória (MANIU; MANIU; BENGA, 2013). Mas esse mesmo mecanismo favorece a expiração, que exerce força no sentido do tórax e diafragma retornar a postura relaxada (IDE *et al.*, 2005).

Essa pressão é relativa a profundidade e a posição do corpo na piscina (MANIU; MANIU; BENGA, 2013). A profundidade da piscina utilizada em na intervenção foi de cerca de 1,20 m, de forma que submergia, ao menos parcialmente, o tronco superior dos participantes, quando em apoio bipodal.

Esse ajustamento reduz o volume corrente ventilatório, a VEF1 e a Pi máx em imersão, em pessoas saudáveis (ANDRADE *et al.*, 2013). A literatura traz que a pressão hidrostática além do estímulo para incremento das funções respiratórias, gera incrementos de algumas funções associadas, como alimentação e fala (MANIU; MANIU; BENGA, 2013), que não foram mensuradas em nossas avaliações.

A imersão aquática em tronco superior causa essas adaptações agudas da ventilação também por elevação da pressão interna (MANIU; MANIU; BENGA, 2013). Quanto à circulação de sangue, há redistribuição com elevação do volume central devido à vasoconstrição em membros (ANDRADE *et al.*, 2013). Ocorre o deslocamento de volume de sangue periférico, especialmente de membros que se encontram mais na profundidade da piscina, para a área torácica (MANIU; MANIU; BENGA, 2013).

A combinação de treinamento físico e respiratório numa mesma intervenção pode fornecer resultados positivos, como demonstramos neste Estudo 3. Evidencia-se na literatura (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018) que as necessidades de neuroreabilitação são sobrepostas às demandas ventilatórias na DP. Sugere-se que se associe a terapia que busca estimular a função ventilatória com a terapia motora na DP, porque ao unir as duas necessidades de terapia pelo exercício físico, possibilitamos a prevenção e redução de limitações; que atualmente é uma demanda emergente na DP (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018). Essa associação de intervenção ventilatória e motora parece ser válida também para prevenção primária (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015). Justifica-se que a interação e efeitos positivos sobre os sistemas hemodinâmicos, hormonais, metabólicos e respiratórios são indissociáveis nos exercícios físicos (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018).

Um grupo de idosas, sem nenhum diagnóstico neurológico ou respiratório, participou de um estudo que propôs uma intervenção com treinamento da musculatura respiratória (ALVARENGA *et al.*, 2018). Comparou-se exercícios do método Pilates, Pilates mais incentivador inspiratório *Powerbreathes* (incentivador inspiratório para força muscular) e um grupo controle passivo. A composição dos dois grupos experimentais contou com 11 participantes cada, mais 9 idosas no controle. Foi avaliado espirometria, manovacuometria, TC6 e flexão abdominal das participantes deste estudo antes e após intervenção de 20 sessões, 45 minutos por sessão na frequência de 2 vezes na semana (ALVARENGA *et al.*, 2018). Nenhuma das participantes apresentaram qualquer distúrbio ventilatório pela espirometria; houve diferenças significativas para variáveis da manovacuometria nos grupos de intervenção, tanto Pilates mais *Powerbreathes* quanto apenas Pilates, tiveram melhora significativa para a Pi máx, Pe máx e o TC6 comparando pré e pós intervenção (no tempo) e ao comparar os grupos experimentais com o controle (entre grupos experimentais com o grupo controle) (ALVARENGA *et al.*, 2018).

Percebemos, por meio deste relato, que a prática de exercícios físicos organizados, proporcionam o estímulo correto e, dessa forma, a força muscular respiratória pode ser incrementada, mesmo sem uso de incentivadores ventilatórios (grupo Pilates). Os autores alegam que a ativação de músculos estabilizadores e eretores da coluna vertebral, conhecidos como *core*, que proporcionam estabilização central, são bastante recrutadas no método Pilates, isso auxilia no ganho de força, potência, resistência muscular e controle neuromotor (ALVARENGA *et al.*, 2018). Nossos achados também são capazes de reforçar a recomendação da prescrição de exercício físico para incremento da força muscular respiratória, corroborando com os achados de Alvarenga *et al.* (2018), expandindo a possibilidade para a população com DP.

O ganho no desempenho da força expiratória na intervenção aquática parece não ter justificativa na pressão hidrostática, que auxilia a expiração. Contudo, outros fatores, mais relacionados com o próprio exercício físico parecem estimular grupos musculares que auxiliam a expiração forçada. Sabe-se que músculos, como os abdominais, são os que ajudam a promover a força expiratória forçada (RAMOS *et al.*, 2014). Dessa forma, o ambiente aquático requer alteração no controle do próprio corpo, muitas vezes sem ponto de apoio (PORTER; HOGLUND; HENRY, 2018; ISRAEL, 2018), recrutando controle e força de músculos relacionados com o *core* e

abdominais, buscando estabilizar-se no meio aquático, assim como ocorre na prática do Pilates, citado no estudo de Alvarenga *et al.* (2018).

No presente Estudo 3, as rotações treinadas na fase de domínio do meio líquido são as que mais exigem a ativação da musculatura de expiração forçada. Clinicamente, a melhora da $P_{e\text{ máx}}$ é relevante, pois protege o paciente com DP, por meio da força expiratória, em manobras protetivas como a tosse (RAMOS *et al.*, 2014). A relação do citado recrutamento abdominal e o uso de incentivador ventilatório também foi avaliada por Ribeiro *et al.* (2018), em seu estudo randomizado *cross-over*. Os autores mensuraram o volume ventilatório antes, imediatamente depois, 15 minutos e 30 minutos depois de uma única sessão de uso do aparelho *Breathing-Stacking* e incentivador inspiratório (*Voldyne*), em 14 pacientes com DP. A ventilação com *Breathing-Stacking* utiliza uma pressão externa para elevar o volume inspiratório podendo utilizar uma bolsa de reanimação tipo AMBU para elevar volume (MOURA-JÚNIOR; BARROS-FILHO; LUSTOSA, 2013).

Nas duas avaliações de seguimento da manobra, elevaram-se significativamente o volume corrente e a ventilação por minuto, mas o incentivador trabalhou, estatisticamente, mais expansão torácica e abdominal (RIBEIRO *et al.*, 2018). Ou seja, a pressão positiva imposta passivamente (*Breathing-Stacking*), não foi tão efetiva quanto o esforço voluntário para realizar maior volume inspiratório (*Voldyne*). Dessa forma, podemos perceber que os músculos abdominais auxiliam tanto na fase expiratória quanto inspiratória.

Vimos que para incremento das questões respiratórias, em especial a força ventilatória, as intervenções são bastante focadas nos incentivadores ventilatórios. Mesmo nesses modelos mais tradicionais de intervenção ainda não há consensos de protocolos para a terapia (SHULMAN *et al.*, 2010), especialmente relacionado a intervenção respiratória.

Em outros estudos, com populações diversas, foram avaliadas as pressões respiratórias dependentes da intervenção aquática. No estudo de Ide *et al.* (2005) 59 idosos saudáveis com idades entre 60 e 65 anos participaram de uma pesquisa de intervenção sobre a força muscular inspiratória e expiratória. Foram 3 grupos (controle, exercícios aquáticos e exercícios em solo), e as atividades propostas eram de padrões respiratórios e mobilizações, tanto em água quanto no grupo em solo, aplicados três vezes por semanas, durante dez semanas (IDE *et al.*, 2005). Nenhum dos grupos de intervenção (aquático e em solo) apresentaram diferença na variável

expiratória, mas ambos tiveram incremento na Pi máx, sendo estatisticamente superior no grupo aquático (IDE *et al.*, 2005).

Isso reforça o efeito já citado da pressão hidrostática na inspiração. Mais especificamente, a pressão hidrostática resulta em redistribuição dos fluidos, por exemplo sangue e linfa, que são forçados para tronco superior. Isso gera elevação das pressões internas nas próprias estruturas corporais (TORRES-HONDA; ALCAZÁR, 2014). Por outro lado, existe a pressão externa do próprio líquido nas estruturas submersas que age no sentido horizontal, aumentando segundo a profundidade, comprimindo e dificultando a expansão pulmonar. Toda essa sobrecarga interna e externa resulta em elevação o trabalho inspiratório no ambiente aquático, sobretudo com imersão de tronco (TORRES-HONDA; ALCAZÁR, 2014).

Na distrofia de *Duchenne*, que é uma doença neuromuscular, também crônica e progressiva como a DP, mas é relacionada a ausência da proteína distrofina, piorando a qualidade do músculo esquelético, uma série de casos se propôs a avaliar a tolerância dos participantes à submersão (ADAMS *et al.*, 2016). Foi definido o nível de profundidade de forma individualizada, conforme a tolerância de cada indivíduo à imersão, e nenhum efeito adverso foi relatado pelos meninos participantes (ADAMS *et al.*, 2016). Essa pesquisa relatou que os exercícios aquáticos foram compostos de fortalecimento, amplitude de movimento e funcionais de todo o corpo, em grupo, durante 8 semanas, uma hora por semana. Foram avaliadas a função pulmonar e QV de três crianças com distrofia muscular de *Duchenne*, apontando a tendência ao incremento da QV, assim como dos parâmetros de espirometria e pico de fluxo expiratório (*peak flow*) (ADAMS *et al.*, 2016). Relatam a falta de aderência de dois participantes, e o principal achado foi a segurança da imersão em níveis individualizados para pessoas com distrofia de *Duchenne* (ADAMS *et al.*, 2016).

Assim como no estudo com distrofia de *Duchenne*, a presente pesquisa se mostrou segura para os participantes, mesmo que não tenha sido alterada a profundidade de imersão para nossos participantes, utilizando a profundidade padronizada.

O desfecho de CVF, da espirometria, na DP foi reduzida para 5 participantes com DP no pré-intervenção e em 4 indivíduos após a terapia. Infelizmente, não é raro os relatos da CVF estar reduzida em pacientes com DP (WANG *et al.*, 2014; TORSNEY; FOSTH, 2017; BAILLE *et al.*, 2019). Após o exercício aquático, tivemos

uma diferença de 16,45% em média na CVF em comparação pré e pós intervenção (*Avaliação 2 e 3*).

No meio aquático há diferença de capacidade vital, quando comparamos uma submersão em nível de processo xifóide e pescoço, com redução de aproximadamente 7 a 9% (MANIU; MANIU; BENGA, 2013). Essa CVF baixa poderia ter consequências negativas durante a imersão (ANSTEY; ROSKELL, 2000). Contudo, ao se planejar adequadamente os ensaios clínicos, podemos beneficiar nosso paciente (CUGUSI *et al.*, 2019), utilizando essa resistência aquática como estímulo. Uma vez que a ventilação se trata de função realizada por musculatura estriada esquelética, então é passível de responder a programas de intervenção, quando adequadamente planejadas (ALVARENGA *et al.*, 2018).

Ao levar em consideração como a rigidez muscular está presente na DP, especialmente em tronco (BAILLE *et al.*, 2018), ocasionando um enrijecimento da expansibilidade da caixa torácica (OLIVEIRA *et al.*, 2019), podemos associar a algum benefício térmico do meio aquático para a rigidez. A transferência de calor na imersão em piscina é diferente do que ocorre no ar, e leva a interação das temperaturas ocorrer de forma mais intensa (MANIU; MANIU; BENGA, 2013). As temperaturas, como as utilizadas no presente Estudo 3, aproximadas de 33°C, têm influência na regulação do tônus muscular e na queda de frequência do aparecimento de movimentos involuntários, muito recorrentes nos casos neurológicos (MANIU; MANIU; BENGA, 2013). Dessa forma, acredita-se que uma menor rigidez muscular permitiu a expansão torácica de forma mais funcional, respondendo a CVF elevada.

Para a DP, não foram localizados estudos que propunham intervenção em ambiente aquático avaliando as repercussões em variáveis respiratórias. São observados na literatura científica diversos estudos relatando intervenções em piscina para o público com doenças respiratórias crônicas, sobretudo a doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) pela alta prevalência e comprometimentos decorrentes da doença (ARAUJO *et al.*, 2012). A relevância das questões aquáticas foi estudada também em outras populações de doenças neurológicas crônicas. O estudo de Jung *et al.* (2014) verificou os efeitos do exercício físico aquático em 10 participantes, por 8 semanas, 3 vezes na semana, com 1 hora de intervenção por encontro, em pessoas com lesão medular. Comparou com atividades semelhantes, mas em ambiente terrestre, e as variáveis incluíam manovacuometria, CVF, VEF1 e índice de *Tiffeneau*. As pessoas com lesão medular que realizaram exercícios aquáticos tiveram ganho

em todas as variáveis, enquanto que no solo, apenas as manovacuumetrias tiveram aumento (JUNG *et al.*, 2014).

Parece que o padrão encontrado em pessoas com DP se assemelha mais a outros pacientes neurológicos crônicos, como as pessoas que tem lesão medular, do que em distúrbios por doenças pulmonares. Nos neurológicos são observados o enfraquecimento dos músculos respiratórios, muitas vezes decorrente da perda de inervação intercostal, como ocorre na lesão medular, que pode levar ao surgimento de uma doença pulmonar restritiva (JUNG *et al.*, 2014). Semelhante ao observado nos pacientes com DP da presente amostra, que tem os tecidos pulmonares inicialmente íntegros e lesão em SNC. Esta fraqueza, relatada na DP e também na lesão medular, tem estreita relação com a redução do volume pulmonar, refletindo na CVF, o que melhorou no ambiente aquático, ao comparar com grupo de exercícios em solo do estudo de Jung *et al.* (2014).

Quanto aos exercícios utilizados na intervenção, Jung *et al.* (2014) também optam por um modelo que inclui aquecimento, parte principal e resfriamento, assim como nesse Estudo 3. Outro estudo com terapia aquática, da mesma forma, lançou mão da estruturação com aquecimento (*warm up*) e resfriamento (*cool-down*) (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018), ou como denominamos: volta a calma. Essa estruturação favorece a comparação entre os estudos e auxilia a estabelecer as relações de dose e resposta para intervenções de exercícios físicos na DP (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017; CARROLL *et al.*, 2019).

As fases dos exercícios propostos por Jung *et al.* (2014) possuem similaridades com proposta de intervenção utilizada no presente Estudo 3, como exercícios com padrões respiratórios (aquecimento); e resfriamento com exercícios de flexibilidade e respiração. Em relação a parte principal da terapia, houve divergências entre as atividades de Jung *et al.* (2014) e nossa proposta. Por uma necessidade de agregarmos os treinos de funções e atividades motoras na intervenção, propusemos exercícios de marcha, equilíbrio, troca de posturas, função de MMSS, controle corporal no meio líquido e atividades aeróbias. Com essa otimização da terapia físico-motora associada à terapia respiratória, a variedade de estímulos foi mais diversificada no presente Estudo 3, onde só não obtivemos melhora no VEF1 e índice de *Tiffeneau*, quanto aos desfechos respiratórios.

Como descrito, a VEF1 não teve diferença estatisticamente significativa nas avaliações. A VEF1 tem estreita relação com eventos obstrutivos e na DP pode sofrer

influência das alterações parassimpáticas, que podem ser a causa dos distúrbios obstrutivos, relacionados as vias aéreas superiores (RIBEIRO *et al.*, 2018). A obstrução, nesse caso, eleva o trabalho respiratório para vencer os obstáculos, podendo levar a fadiga e hipoxemia (RIBEIRO *et al.*, 2018).

Um estudo (SHARMA *et al.*, 2015) buscou realizar intervenções de exercício físico Yoga sobre as variáveis respiratórias na DP. Incluíram 8 participantes com DP na intervenção e 5 pessoas com DP como controle, com as variáveis de CVF e a VEF1 como desfechos (SHARMA *et al.*, 2015). A intervenção contou com 12 semanas de Yoga, duas vezes na semana, com aumento na CVF após o protocolo de exercícios, tanto quando comparamos o tempo para o grupo intervenção, quanto comparando os grupos após a terapia (SHARMA *et al.*, 2015). Assim como ocorreu em nosso Estudo 3, não obteve diferenças no VEF1 por meio do exercício físico.

Em um estudo brasileiro de DP, randomizado, controlado e simples cego, se propôs duas modalidades de exercícios em solo (funcionais e aeróbios) avaliando expansibilidade torácica, Pi máx, Pe máx, CVF e VEF1 (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018). Participaram 10 idosos com DP em cada grupo (média de 67,5 anos), com *Hoehn & Yahr* 2 e 3, com a proposta de exercícios três vezes na semana, por 8 semanas, cada encontro de 50 minutos. Dividiram as sessões em alongamentos, calistenia, parte principal (exercícios funcionais ou aeróbios, conforme grupo) e exercícios respiratórios (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018). Não houve qualquer diferença entre os grupos, e ao comparar antes e depois em cada grupo, apenas o grupo funcional obteve diferença estatística e somente para CVF (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018). Concluíram então que o programa de exercícios físicos proposto parece ter resultado bastante limitado na função respiratória de pessoas com DP (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018).

Pela experiência com o Estudo 3, e corroborado pelas duas pesquisas anteriormente citadas, a CVF parece ser responsiva a exercícios físicos (seja aquático, Yoga ou funcionais), mas a VEF1 não parece responder da mesma forma. Contudo, para esse Estudo 3, esse não foi um achado preocupante, visto que nenhum paciente foi caracterizado como obstrutivo. Além disso, se observarmos as médias, assim como o intervalo de confiança da 95% para essa variável nas quatro avaliações, percebemos que não é prevalente, em nossa amostra, a VEF1 reduzida.

No estudo já citado de Alvarenga *et al.* (2018) nenhuma das idosas participantes se enquadraram com distúrbios ventilatórios pela avaliação espirométrica. E a intervenção não proporcionou diferença estatística para os desfechos de

espirometria, após os exercícios com o método Pilates e com incentivador inspiratório. No presente Estudo 3, parece haver efeitos benéficos do exercício aquático para VVM, CVF e índice de *Tiffeneau*, na avaliação de espirometria. Podemos hipotetizar, para o estudo de Alvarenga *et al.* (2018), que a função ventilatória poderia já estar adequada para as idosas. Pode ser que a ventilação já era capaz de suportar as demandas das idosas saudáveis, tal como um efeito teto, sendo o exercício um estímulo para manter essa capacidade ideal. Isso nos induz a refletir sobre o limite de ganhos ventilatórios possíveis, por meio do exercício físico. Ao nos depararmos com sujeitos já competentes, pode não ocorrer diferenças estatísticas, o que poderia ter ocorrido no presente Estudo 3 com a VEF1, assim como no de Silveira, R.A. *et al.* (2018) e de Sharma *et al.* (2015).

Diferentemente do encontrado nos 60 participantes com DP nos níveis 2 e 3 da *Hoehn & Yahr* do estudo de Guimarães *et al.* (2018), que tiveram CVF adequadas para o esperado individualmente, e valores baixos de VEF1 e do índice de *Tiffeneau*. Alegam que nos níveis iniciais da DP o mais recorrente são obstruções e com o avançar da DP surge a restrição (GUIMARÃES *et al.*, 2018). A ventilação restritiva, em geral, se relaciona a expansibilidade e a ventilação obstrutiva, com a força expiratória (GUIMARÃES *et al.*, 2018). A P_e máx foi reduzida para toda a amostra, a gravidade da doença mais avançada, e baixa prevalência de VEF1 baixo, o que poderia discordar das afirmações de Guimarães *et al.* (2018).

Para os idosos saudáveis, o grupo de pesquisa de Pascotini *et al.* (2013) realizou um ensaio clínico com 48 idosos, com a idade entre 60 e 84 anos, randomizados em dois grupos de intervenção em que utilizaram incentivadores respiratórios, instrumentos especialmente elaborados para treino de padrões ventilatórios com *feedback* visual, para comparar dois tipos de estímulo ventilatórios: à fluxo e à volume. O método à fluxo teve 25 participantes, à volume 23 participantes, e ambos realizaram o mesmo montante de treinamento, em 12 dias consecutivos, supervisionados por fisioterapeuta.

Dentre as variáveis que coincidem com o Estudo 3, o ensaio clínico de Pascotini *et al.* (2013) teve incremento da P_i máx e P_e máx, CVF e VEF1, apesar da modalidade, volume e distribuição de treinamento diferentes. Também obtivemos incremento, exceto na VEF1, após a intervenção em ambiente aquático. Conforme Pascotini *et al.* (2013), mesmo idosos saudáveis apresentam declínio da função pulmonar por alterações fisiológicas como redução da elasticidade e mobilidade, reduzindo a

complacência torácica, força muscular e eficiência da tosse, o que pode levar a aumento do volume residual e capacidade vital.

Apenas um participante teve VVM adequada na *Avaliação 1*, ou seja, para a VVM 92,3% da amostra encontrava-se abaixo do preconizado. A VVM demonstra a capacidade de *endurance* relacionada ao sistema ventilatório (BONJORNI *et al.*, 2012) e após o programa de intervenção aquática em nosso Estudo 3, os participantes tiveram essa variável incrementada significativamente, sendo também a variável com maior poder estatístico (0,999) e tamanho do efeito moderado (0,596) no grupo de participantes.

O estudo transversal de Bonjorni *et al.* (2012) conseguiu demonstrar a relação existente entre a VVM com a Pe máx e com o TC6, onde observaram correlações diretamente proporcionais entre os três fatores. Pensando que o ambiente hipóxico aumenta a neurodegeneração, promover um volume de ventilação adequada pode atuar no sentido da prevenção de perda neuronal (RIBEIRO *et al.*, 2018).

No estudo transversal comparando pessoas com DP e hígidos quanto a VVM, houve diferença estatística significativa para esse parâmetro entre os grupos (POLATLI *et al.*, 2001). O grupo com DP apresentou 52,83% do esperado individualmente enquanto os hígidos tiveram em média 91,52% para VVM (POLATLI *et al.*, 2001).

Em casos de obstrução é mais comumente encontrada a VVM reduzida, do que em casos de restrição ventilatória (POLATLI *et al.*, 2001). Não foi a relação que pudemos observar em no presente Estudo 3, em que a VVM e a CVF estão também limitadas. Contudo, sabe-se que distúrbios neuromusculares cursam com fraqueza e perda de resistência muscular ventilatória apresentam VVM baixa; e, para a DP, o comportamento motor ao recrutamento das musculaturas agonista-antagonista, rigidez muscular e bradicinesia interferem ainda mais na VVM (POLATLI *et al.*, 2001; SATHYAPRABHA, 2005).

Na literatura científica não foram localizados estudos com intervenção por meio de exercícios para a VVM na DP. Mas um estudo com 6 pacientes paraplégicos, com lesão raquimedular, que participaram de 3 meses de intervenção aeróbia e resistência, com canoagem adaptada, foi possível obter incremento da VVM (ABREU *et al.*, 2016). A diferença da VVM entre antes e após a intervenção foi de 10,4% para Abreu *et al.* (2016), e no presente Estudo 3, com pessoas com DP, a diferença foi de 19,84%. Abreu *et al.* (2016) concluem que os exercícios físicos, sobretudo aeróbios,

elevam a tolerância a atividades de mais alta intensidade e traz repercussão positiva para ventilação.

Outras modalidades de intervenção, que não por exercícios físicos, nos parâmetros ventilatórios são possíveis na DP. Diversos pesquisadores citam a influência do medicamento Levodopa na ventilação (RAMOS *et al.*, 2014; BAILLE *et al.*, 2016; BAILLE *et al.*, 2018; TORSNEY; FORSTH, 2017). O presente Estudo 3 acompanhou a dose diária do fármaco, mas não avaliou a diferença na espirometria das pessoas com DP com e sem o efeito da Levodopa. Contudo, uma pesquisa se dedicou a reconhecer as ações do medicamento nos volumes e fluxos respiratórios (HAMPSON *et al.*, 2017).

Hampson *et al.* (2017) realizaram um ensaio clínico experimental no qual participaram 86 pacientes, o critério de inclusão foi pessoas com DP que também relatavam flutuações motoras devido ao medicamento. Foram divididos em dois grupos iguais, onde o grupo experimental foi avaliado pela espirometria no período “on” do medicamento e os outros 43 participantes utilizavam um placebo (HAMPSON *et al.*, 2017). A CVF, VEF1, VEF1/CVF não apresentaram nenhuma diferença significativa entre o período “on” e “off” dos pacientes (HAMPSON *et al.*, 2017). Observamos, comparando especificamente com este estudo de Hampson *et al.* (2017), que a presente intervenção com exercícios aquáticos, mesmo que em mais longo prazo, traz benefícios superiores ao medicamento para as variáveis ventilatórias. Contudo, é fundamental destacar que a metodologia dos estudos se difere. É esperado que os participantes do estudo de Hampson *et al.* (2017) tenham menos comprometimento ventilatório, visto que nos critérios de inclusão e exclusão a classificação da gravidade da DP foi limitada até três na escala de *Hoehn & Yahr* e a idade da amostra foi de 30 até 80 anos, ou seja, contou com jovens adultos e idosos. Como em nosso Estudo 3, a idade da amostra foi de idosos, é esperado encontrar essas diferenças, além de contar com pessoas com DP de classificação quatro na *Hoehn & Yahr*.

Já o estudo de Monteiro *et al.* (2012) que realizou uma revisão sistemática com metanálise de quatro estudos, somando 73 pacientes com DP, demonstraram que as evidências são a favor da espirometria após a ingestão de Levodopa na função pulmonar. Por hora, segue o embate sobre o papel da Levodopa na função pulmonar, que parece se assemelhar muito com o efeito obtido na função de outras musculaturas periféricas: no período “on” eleva o controle motor, reduz bradicinesia e tremor de

repouso, ao mesmo tempo que pode ocorrer efeito colateral de discinesia. Em contrapartida, o período “off” do medicamento pode limitar o controle da motricidade envolvida com a respiração (MONTEIRO *et al.*, 2012).

O que destacamos da proposta de intervenção descrita é a possibilidade de alcançar ganhos ventilatórios relevantes, com uma modalidade de intervenção alternativa, que foi capaz de abranger outros resultados positivos como redução da fadiga e os aspectos motores da pessoa com DP, de forma segura. É possível que os exercícios aquáticos consigam demandar repercussões positivas na marcha, equilíbrio, mobilidade, quedas e qualidade de vida, conforme a revisão sistemática e metanálise de Carroll *et al.* (2019).

5.3.2 Sarcopenia

Apesar do relato de que os indivíduos com DP apresentaram diminuição da massa muscular magra (BONJORNI *et al.*, 2012), nenhum dos participantes do Estudo 3 apresentou critérios da triagem positiva para sarcopenia nas avaliações. Krenovsky *et al.* (2020), em seu estudo transversal, avaliaram 53 pessoas com DP e apenas 3 (5,7%) apresentaram sarcopenia, enquanto que entre os 30 participantes controle sem DP não houve nenhum caso. A metodologia aplicada no estudo de Krenovsky *et al.* (2020) foi com prensão palmar com dinamômetro, velocidade da marcha e bioimpedância. Além disso, utilizaram a *motor unit number index* (MUNIX) que é uma avaliação não invasiva que estima massa corporal por meio de eletrodos e modelo matemático. Os autores descrevem a sarcopenia na DP como uma “síndrome de sobreposição neurodegenerativa”, e corroboram com esse conceito creditando à DP uma redução da capacidade de brotamento de nervos periféricos, em decorrência da perda neuronal central (KRENOVSKY *et al.*, 2020). Ainda relatam que na DP idiopática podem haver dois fatores que os protegem de desenvolverem um índice maior de sarcopenia. O primeiro deles é baseado no uso de dopamina, que eleva a taxa de hormônios de crescimento, servindo como uma espécie de anabolizante muscular. A outra hipótese é de que o próprio sinal cardinal de rigidez e o tremor elevem a contração muscular e a manutenção de massa muscular na DP (KRENOVSKY *et al.*, 2020).

Levando em consideração que a neurodegeneração central pode se refletir na inervação periférica, pode acelerar a perda de massa muscular, conceito possivelmente aplicável na DP (VETRANO *et al.*, 2018). Dessa forma, ao considerarmos os fatores protetivos *versus* os que indicam risco de sarcopenia, a recomendação de avaliação e acompanhamento do risco de sarcopenia parece relevante para a população com DP. Quando o paciente com DP é idoso, como no presente Estudo 3, somam-se aos cuidados neurológicos específicos da DP, as recomendações brasileiras para população idosa em geral, onde a triagem de risco de sarcopenia é recomendada pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2017) e realizada na atenção básica em saúde (BRASIL, 2006).

Para idosos hígidos, a sarcopenia é um desfecho mais comumente estudado, em comparação com a DP. Dentre as hipóteses da causa da sarcopenia em idosos são citados o aumento da apoptose mitocondrial, devido a disfunções e danos nessas organelas, levando a perda do volume do músculo esquelético, elevação dos fatores de estresse oxidativo, perda de capilaridade circulatória, resistência insulínica, dano na replicação do DNA e elevação de citocinas pró-inflamatórias (YOO *et al.*, 2018; PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015), e poderiam explicar possíveis achados de sarcopenia também em pessoas com DP. Ao traçar um paralelo com a DP, percebemos que elevação de fatores inflamatórios, estresse oxidativo e disfunção mitocondrial estão entre as repercussões comuns na DP, inclusive estão dentre as hipóteses causais da DP (ESPOSITO *et al.*, 2007). Com isso, aliado a baixos níveis de atividade física (ELLIS; ROCHESTER, 2018) inferimos que a sarcopenia pode potencialmente ser mais grave em pessoas com DP que em idosos sem a doença e outras morbidades.

Em relação ao exercício físico, tanto aeróbios quanto resistidos, auxiliam na prevenção de perda e na recuperação da massa muscular (YOO *et al.*, 2018). Os exercícios aeróbios para idosos atuam regulando os fatores metabólicos mitocondriais, sua replicação saudável, evita incapacidade física futura por fatores cardiorrespiratórios e circulatórios e eleva síntese de proteína (YOO *et al.*, 2018; PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015). Já exercícios de resistência atuam na resultante entre síntese e degradação, no sentido de estimular a hipertrofia e força muscular (YOO *et al.*, 2018).

Para a DP, a recomendação do exercício físico está dentro dos cuidados interdisciplinares em saúde (ELLIS; MOTL, 2013; YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL,

2016). Não citam, entretanto, especificamente a sarcopenia. Contudo, sabemos que exercícios físicos são a forma mais eficaz e completa de prevenir e recuperar sarcopenia em idosos, atuando nos três indicadores de sarcopenia mais citados: desempenho físico, massa e força muscular (PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015).

Uma revisão sobre os efeitos do exercício físico em idosos sem a DP e a efetividade dos protocolos voltados à sarcopenia (PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015) conclui que é necessário um cronograma mínimo de três sessões semanais de 30 minutos por 6 meses. Para o ambiente aquático, 17 idosos que participaram de 6 meses de intervenção aquática multimodal, duas vezes na semana por 60 minutos por encontro, obteve redução significativa da massa gorda corporal, especialmente no antebraço e teve incremento estatístico da densidade da massa muscular da panturrilha, avaliado por tomografia do volume muscular transversal (BERGAMIN *et al.*, 2013). Dessa forma, mesmo não tendo nenhum participante com sarcopenia, os exercícios propostos em nossa intervenção aquática não atingiram esse volume total final de intervenção, sendo a recomendação seguir, se possível, as diretrizes da citada revisão sistemática.

A intervenção não teve diferença significativa mesmo quando os indicadores de sarcopenia são avaliados individualmente - circunferência da panturrilha, preensão palmar e velocidade da marcha. Contudo, a força muscular teve 7,19% de incremento médio entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3*. Os autores Bergamin *et al.* (2013) atribuem, em seu ensaio clínico, à força de arrasto hidrodinâmico momentos de treino de força muscular, durante seu protocolo. No caso do Estudo 3, o arrasto poderia ter contribuído na força de preensão manual, visto que diversos exercícios envolviam movimento rápido de MMSS dentro da água. Mas também o empuxo (CARROLL *et al.*, 2019) pode desenvolver essas habilidades motoras em movimentos verticais para baixo e incrementados ao utilizar flutuadores manuais submersos.

Na avaliação da marcha, utilizada também como item na triagem de sarcopenia, é possível perceber diferença, que não foi apontada como significativa no tratamento estatístico, de 1,02% na velocidade da marcha, ou seja, diferença de 0,16 m/s na média entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3*. Na média, chegamos próximos da diferença mínima detectável¹³ que é de 0,18 m/s (STEFFEN; SENEY, 2008) para avaliação da marcha em velocidade usual, e que foi a forma que utilizamos no

13 - Menor alteração perceptível por avaliador ou paciente ou ainda que mude o gerenciamento do caso. Utiliza score de ancoragem, onde se percebe o efeito da mudança (PAGE, 2014).

presente Estudo 3. Com a proposta de intervenção, individualmente, 6 participantes (46,15%) conseguiram atingir a diferença mínima detectável na avaliação da marcha de 10 metros. É relevante relatar ainda que nenhum participante do nosso Estudo 3 teve avaliação da velocidade da marcha menor na *Avaliação 3* comparado a *Avaliação 2*, ainda que 3 (23,07%) participantes não tiveram diferença nas velocidades entre essas avaliações citadas, e considerando que a DP é progressiva, poderia ser esperada perdas nas variáveis ao longo do tempo.

Acreditamos que a redução do comprimento do passo e aumento da cadência, que são bem associados aos comprometimentos da via córtex - núcleos da base - tálamo - córtex, que caracterizam os distúrbios hipocinéticos (PETERSON *et al.*, 2019) e dificuldades no automatismo motor (ELLIS; ROCHESTER, 2018) restringiram a velocidade da marcha nos participantes avaliados. Da mesma forma, o automatismo, sobretudo da marcha, se dá por dificuldade da condição do controle motor dos núcleos da base, em especial do estriado, para regulação de ritmo. Em adultos saudáveis, ritmo e automatismo para a marcha não exige atenção cortical (POCHMANN *et al.*, 2018). Na DP, não somente o estriado está envolvido na automatização da marcha, o núcleo pedunculopontino do tronco encefálico também faz parte do sistema subcortical de controle automático de funções motoras (DIEDERICH; PARENT, 2012; POCHMANN *et al.*, 2018). Além deste, a formação reticular medial tem envolvimento tanto na marcha automatizada quanto na respiração (DIEDERICH; PARENT, 2012). No ambiente aquático, temos diferenças no sistema neuromotor aferente, que prepara um feedback diferenciado, utilizando mecanismos compensatórios regulando a saída motora e favorecendo a execução motora (CARROLL *et al.*, 2019).

Ao ser solicitado a realizar uma marcha mais rápida, o paciente com DP tende a elevar a cadência para fora dos padrões de marcha das pessoas híginas, ao invés de aumentar concomitantemente o comprimento do passo (PETERSON *et al.*, 2019). Ao propor exercícios em um ambiente com maior liberdade e segurança, como o aquático, proporcionamos estímulo para controle e mudanças do metacentro, postura e mobilidade voluntária (ISRAEL, 2018). A estabilidade do tronco, equilíbrio corporal e ritmo são fatores que se também se associam ao sucesso ou dificuldade em caminhar (PETERSON *et al.*, 2019). As propostas de intervenção que incluam estes itens são capazes de incrementar a velocidade e capacidade da marcha nas pessoas com DP até níveis próximos de indivíduos sem DP (PETERSON *et al.*, 2019). Na água, podemos treinar habilidades motoras e recrutar circuitos neuromotores que possam

ser desenvolvidos e reforçados para que o movimento seja possível fora da água (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020), mas o programa não foi capaz de transferir as habilidades treinadas no ambiente aquático posteriormente para o ambiente terrestre.

5.3.3 Fadiga

A avaliação subjetiva da fadiga foi um dos desfechos que teve maior diferença ao comparar antes e depois da intervenção em piscina aquecida. Obtivemos 45,18% de diferença no relato subjetivo de fadiga, com tamanho do efeito 0,736 e poder estatístico de 0,999. Com isso, temos base para concordar com a literatura que diz que o exercício físico tem aplicação em redução da fadiga, melhora da função motora e das capacidades físicas na DP (SABINO-CARVALHO *et al.*, 2018). Um ponto positivo dos estudos com exercício físico sobre a variável de fadiga é o relato da ausência de efeitos adversos, diferentemente do uso de medicamento (ELBERS *et al.*, 2015). Contudo, o Estudo 3 demonstrou que a fadiga voltou a piorar significativamente na *Avaliação 4*, ou seja, após três meses sem o programa de exercícios aquáticos os participantes voltaram a relatar piora estatística em relação a fadiga.

Corroborando com os achados apresentados relacionados a fadiga, um grupo de fisioterapeutas (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018) propuseram intervenção sobre desfechos de fadiga em pessoas com DP (n=23), comparados a um grupo controle (n=23), com oito semanas de intervenção, duas vezes na semana, 60 minutos cada encontro, com exercícios de resistência progressiva especificamente focados em MMII. A proposta se mostrou efetiva para redução de relato de fadiga na amostra estudada, sendo estatisticamente diferente após a intervenção tanto entre grupos no pós intervenção, quanto dentro do grupo intervenção antes e depois (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018).

Ao tratar da subjetividade da fadiga na DP é complexo dissociar de outros achados da DP. A fadiga pode ter relação com as variáveis respiratórias, bastante associada a vasoconstrição periférica, pelo mecanismo do metaborreflexo (PHILLIPS; STICKLAND, 2019). Atualmente pode ser comprovado o metaborreflexo em demandas mais leves de exercícios físicos (PHILLIPS; STICKLAND, 2019), refletindo em dificuldade físico-motora do dia a dia (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). A rigidez

muscular também poderia ter alguma relação com a percepção de fadiga e com a intervenção em piscina aquecida a temperatura age reduzindo essa tensão excessiva (PINTO *et al.*, 2018), e dessa forma poderia influenciar de alguma forma no relato de fadiga.

O exercício físico é capaz de impactar positivamente na fadiga, reduzindo os relatos de exaustão, contudo a execução do exercício físico poderia ser limitada justamente pelo relato de fadiga (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018). Pois sabe-se que há elevação nos relatos de fraqueza e fadiga frente a propostas de exercícios para pessoas com DP (ORTIZ-RUBIO *et al.*, 2018).

O nível relatado no esforço, avaliado pela escala de *Borg* em nosso Estudo 3, antes e após o TC6, demonstrou redução significativa dessa percepção de esforço antes do teste, comparando médias de pré e pós intervenção. Podemos inferir que os participantes se sentiam menos cansados em seus momentos de repouso, contudo, o esforço relatado após o exercício não teve diferença estatística.

Relacionado à capacidade de exercício, há relato de que os valores de captação e utilização de O₂ máximo na DP são atingidos mais precocemente que controles saudáveis (SPEELMAN *et al.*, 2011), possivelmente referindo cansaço antes e com menor esforço. Com isso, percebe-se o motivo de encontrarmos uma tendência das pessoas com DP serem mais sedentárias que idosos com a mesma idade (SPEELMAN *et al.*, 2011). Em idosos saudáveis já são observados índices de nível de atividade física baixo (PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015), nos idosos com DP todos os fatores já citados e a baixa auto eficácia, ou seja, a baixa expectativa de capacidade e de conseguir resultados positivos (ELLIS; ROCHESTER, 2018), ou ainda, a dificuldade de relacionar os ganhos aos exercícios físicos. Para isso, os profissionais prescritores de exercício físico necessitam identificar as barreiras para aderência de forma individualizada (ELLIS; ROCHESTER, 2018).

5.3.4 Capacidade de Marcha, Avaliação Motora e AVD

A velocidade da marcha, desfecho mais estudado para as intervenções com exercícios físicos (TOMLINSON *et al.*, 2014), mostrou que em nenhuma das quatro avaliações do TC6 realizadas no presente Estudo 3, os valores médios alcançaram o preconizado para idosos saudáveis da comunidade, que variam entre 392 m a 572 m, em média, conforme a faixa etária e sexo dos idosos (STEFFEN;

HACKER; MOLLINGER, 2002). As funções corporais envolvidas nas hipóteses que explicam ter um menor desempenho no TC6 são a função pulmonar, função cardíaca, nutrição, funções cognitivas e ortopédicas (CAPATO; DOMINGOS; ALMEIDA, 2015). Como a marcha é resultante de diversas funções, estruturas e outros fatores, sua intervenção precisa atingir todas essas capacidades funcionais.

Para a DP, sabe-se que maiores distâncias atingidas na marcha foram associadas a uma melhor preservação da massa cerebral ao avaliar 9 anos depois; isso também foi associado a um risco significativamente reduzido de comprometimento cognitivo (AHLISKOG, 2011). A comparação entre a *Avaliação 2* e pós intervenção teve diferença média no TC6 foi de 44,2 m de incremento para o pós a intervenção. Esse valor de diferença não atinge, na média, a diferença mínima detectável para esse teste na DP, que é de 83 m (STEFFEN; HACKER; MOLLINGER, 2002).

Uma das hipóteses para justificar a dificuldade na capacidade da marcha é justamente relacionada com as limitações ventilatórias encontradas na nossa amostra. A atividade neural para músculos respiratórios, e outras funções nobres do corpo, pode desencadear o desacoplamento neuromotor, passando a dedicar a energia da parte motora periférica para essas funções essenciais (ARANDA *et al.*, 2016). O desacoplamento neuromotor foi reconhecido inicialmente em pessoas com problemas ventilatórios, como a DPOC. Possivelmente, a pessoa com DP também tem o desacoplamento neuromotor em situações que exigem respostas motoras e cardiorrespiratórias, como nos testes submáximos como o TC6. Isso ocorre principalmente devido a alterações cardiorrespiratórias, com trocas gasosas ineficientes e não capazes de manter a homeostase de O₂ e de CO₂, comumente vistos em aumento de espaço morto e hiperinsuflação pulmonar como na DPOC (ARANDA *et al.*, 2016).

Como o TC6 parece ter elevada relação com condição respiratória, e dessa forma esperávamos que os resultados fossem refletir também no desfecho de capacidade de marcha. Tal incremento ocorreu em outro estudo, em que foram randomizados 32 participantes com DPOC em 3 grupos, sendo dois de exercícios: aquático e em solo, e ainda um grupo controle sedentário (ARAUJO *et al.*, 2012). Avaliaram a força muscular respiratória, as variáveis de espirometria e TC6. Tiveram diferenças no TC6 apenas no grupo aquático ($P = 0,02$); e nas variáveis VEF1, Pi máx e Pe máx comparando antes e depois, tanto para o grupo terrestre quanto para o

exercício aquático (ARAUJO *et al.*, 2012). O meio aquático possui potencial para fornecer estímulos neuromotores para desencadear a marcha, onde as eferências neuromotoras são modificados com relação ao solo. Assim, o paciente com DP sente, em geral, maior facilidade para andar dentro da água pela alteração do padrão central (KURT *et al.*, 2018) que exige maior recrutamento cortical, circuito com menor dependência da dopamina.

Para realizar o TC6, com velocidade auto selecionada, um estudo com 79 pessoas com DP apontou que as pessoas demandaram, em média, 64% do VO₂ máximo, 30% necessitaram utilizar mais de 70% do pico de VO₂ durante marcha e houveram casos de participantes que dispenderam 90% do VO₂ máximo (KATZEL *et al.*, 2012). Essa demanda de energia é bem menor na marcha de pessoas sem a DP, com valores de cerca de 20% menos VO₂ (KATZEL *et al.*, 2012). O que podemos relacionar com os achados descritos anteriormente, de elevada fadiga nos participantes com DP e possivelmente algum grau de desacoplamento neuromotor na performance da pessoa com DP.

Neste sentido, tendo o Estudo 3 resultados considerados positivos para fadiga e achados respiratórios, e não refletidos na capacidade da marcha, dois mecanismos poderiam justificar e explicar parcialmente essa limitação no incremento da capacidade de marcha na DP.

Uma das hipóteses sugere que a função mitocondrial tenha relação com as limitações na DP e deva servir de parâmetro para avaliar a gravidade da DP e antever sua progressão. Milanese *et al.* (2019) avaliaram 47 pacientes e observaram que há defeitos nas mitocôndrias nos pacientes de DP. Isso indica que a respiração a nível celular pode estar comprometida, podendo até mesmo agravar a doença. Os estudiosos que defendem essa hipótese mitocondrial alegam que a mesma ocorre devido a uma resposta do organismo para adaptação protetiva, eliminando organelas lesadas ou com erros na replicação (GOES *et al.*, 2014; MILANESE *et al.*, 2019). Felizmente, chegaram a evidências de que a disfunção mitocondrial destes pacientes com DP pode ser passível de recuperação, com determinadas condições do metabolismo (MILANESE *et al.*, 2019).

Essa afirmação pode ser uma das justificativas para recomendação do exercício físico, evitando maiores complicações por razões respiratórias, tendo em vista que maiores valores de VO₂ máx são associados a melhor performance motora na DP e a longevidade na DP foi associada com maiores engajamentos ao exercício

físico (AHLSSKOG, 2011). Além disso, foi demonstrada a associação inversa entre a gravidade dos sintomas da DP com a produção de ATP e Adenosina Difosfato (ADP) (MILANESE *et al.*, 2019). Dessa forma, os exercícios físicos, que são o principal artefato não farmacológico para reduzir os sintomas da DP (GOES *et al.*, 2014), por promoverem efeitos antioxidativos e anti-inflamatórios, atenuando prejuízos motores e cognitivos (PHU; BOERSMA; DUQUE, 2015; SILVA *et al.*, 2016; ELLIS; MOTL, 2013).

Ainda que os estímulos desencadeados por exercícios físicos aeróbios sejam, em teoria, capazes de promover aumento de quantidade e da qualidade das mitocôndrias, responsáveis pelo fornecimento energético (PEREIRA, 2015), se estas estiverem alteradas na DP, comprometerão o fornecimento de O₂ celular (MAVROMMATI *et al.*, 2017), o que poderia limitar as atividades relacionadas às demandas aeróbias. Mas assim como no estudo de Mavrommati *et al.* (2017), em nosso Estudo 3 também não houve medidas de função mitocondrial para análise de adaptação a exercício e uso periférico de O₂, o que foi apontado pelos autores como uma limitação (MAVROMMATI *et al.*, 2017).

Portanto, a segunda hipótese para os resultados do TC6 é relacionada com processos de aprendizagem e treino motor, e se aplicam, da mesma forma, para os desfechos de AVD e motor, também avaliados em nesse Estudo 3. Os mecanismos de aquisição de habilidades motoras, em geral mais relacionadas com áreas corticais, estão relativamente preservadas, principalmente no início da DP (NIEUWBOER *et al.*, 2009). Obviamente, o potencial de aprendizagem é dependente do estímulo oferecido, contudo, se relata na literatura alguma limitação na transferência destas habilidades (ONLA-OR; WINSTEIN, 2007) com o passar do tempo, na DP. Parece que além de uma taxa mais lenta na aprendizagem motora, poderia existir uma dependência do ambiente no qual a habilidade foi treinada (WANG *et al.*, 2015). Essa barreira pode ser chamada numa tradução livre de “déficit de troca de tarefas”¹⁴ e “inflexibilidade do conjunto”¹⁵ motor (ONLA-OR; WINSTEIN, 2007). Essas informações vão ao encontro dos achados do presente Estudo 3, relacionados à marcha, avaliação motora estendendo-se à avaliação das AVD.

Como destaca Israel (2018), as intervenções baseadas nas fases de aprendizado para independência no meio líquido, como no presente Estudo 3,

14 - Tradução livre de “*set-shifting deficits*”.

15 - Tradução livre de “*stuck-in-set-perseveration*”.

proporcionam aos participantes desfrutarem de um ambiente em que tenham menos limitações, onde eles possam realizar inclusive movimentos que não são possíveis no ambiente terrestre, pela ação de forças, citando principalmente a gravidade. Dessa forma, exploram e podem ativar vias neuromotoras que favorecem a aprendizagem e compensação motora, observado em especial nos estudos relacionados a sequelas neurofuncionais (ISRAEL; PARDO, 2014; ISRAEL, 2018; SILVA; ISRAEL, 2018).

Contudo, precisamos levar em consideração que existe a dificuldade de transferência de habilidade motora entre o meio aquático e o solo (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020). O mecanismo neurofisiológico para demonstrar exatamente de que forma o exercício físico pode ser capaz de compensar as vias motoras, agindo para contrabalançar o envelhecimento e o sedentarismo, na DP se encontra em estudo (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Todavia, se essa melhora ao caminhar, na função motora e de AVD se refletem em atividades e na participação das pessoas, utilizando-se do modelo da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), existe um real impacto na vida da pessoa com DP (OMS, 2015 b; VOJCIECHOWSKI *et al.*, 2016).

A percepção de esforço pela *Borg* antes do início do TC6 foi estatisticamente menor no pós intervenção, porém com limitado tamanho de efeito. Durante a intervenção a intensidade do exercício foi mantida entre 12 a 16 na escala que pontua entre 6 a 20, assim como ocorreu no estudo de Torres-Honda e Alcazár (2014), que é algo pareado entre 55 e 85% do esforço máximo.

A progressão ocorreu, então, pela alteração dos exercícios e não pela percepção do esforço. O dimensionamento do esforço compõe uma prescrição adequada de exercício físico (GRAEF; KRUEL, 2006). Em solo, a escala de *Borg* apresenta ótima correlação direta com a FC e com a porcentagem de VO₂ máxima e concentração de lactato sanguíneo (ACSM, 2011). Por se tratar de um instrumento simples e de baixíssimo custo, a utilização vem sendo recomendada (ALBERTON *et al.*, 2016).

O esforço percebido já foi utilizado para controle de intensidade do exercício aquático para adultos (ALBERTON *et al.*, 2016) e para idosos (BENTO *et al.*, 2012). Ambas as pesquisas de forma semelhante ao presente Estudo 3, controlaram intensidade por meio da escala de percepção subjetiva de esforço de *Borg*. Especialmente em segmentos de exercícios aeróbios, na fase de Condicionamento Orgânico Global, a escala de *Borg* é capaz de demonstrar a intensidade subjetiva,

esforço, desconforto e fadiga. Como o esforço se relaciona a demandas percebidas, a escala de *Borg* pode ser utilizada em exercícios aquáticos, mesmo com as adaptações fisiológicas da imersão, não há contraindicação do seu uso, apresenta como opção confiável e prática, contanto que os participantes compreendam a sua aplicação (GRAEF; KRUEL, 2006).

Em relação à diferença obtida no Estudo 3 para a variável motora, avaliada pela escala UPDRS, tivemos resultados estatisticamente significativos após a intervenção com 16,51%. Contudo, como ocorreu no desfecho da fadiga, o desempenho motor piorou significativamente após 3 meses sem a intervenção. As pesquisas relacionadas aos sintomas motores na DP tem aumentado, considerando tanto intervenções medicamentosas quanto as não-farmacológicas (FOX *et al.*, 2018).

A revisão sistemática e metanálise de Cugusi *et al.* (2019), que analisou efeitos positivos nos desfechos motores em intervenções em meio aquático para pessoas com DP, e verificou que as intervenções duravam entre 4 a 10 semanas, com média de 7 semanas, de 2 a 5 vezes por semana, média de 3 vezes, e tempo de cada sessão entre 45 a 60 minutos. Não se pode ainda recomendar a utilização do exercício aquático para as pessoas com DP, segundo essa mesma metanálise, sendo indicada a necessidade de novas pesquisas, por contar com poucos ensaios clínicos (CUGUSI *et al.* 2019). Em contrapartida, o Estudo 3 vem a contribuir com uma proposta que foi capaz de trazer alterações motoras positivas.

A piora significativa após o período de seguimento nos faz crer que o exercício físico na DP deve ser continuado. A literatura atual não limita a um ou outro tipo específico de exercício (AHLISKOG, 2011). Dessa forma, a variedade de estratégias deve ser apresentada ao paciente, adaptando não apenas aos objetivos, mas a preferência de cada indivíduo, pois este deverá seguir ativo por toda sua vida (AHLISKOG, 2011).

A adesão a programas de intervenção com exercícios físicos para pessoas com DP parece ser um desafio em diversos ensaios clínicos. A equipe de pesquisa de Ellis *et al.* (2013) vinha percebendo e apontando a dificuldade de adesão a exercícios físicos orientados. Em 2013 o grupo publicou seu estudo transversal entrevistando 260 pessoas com DP quanto às barreiras percebidas para a participação no exercício e concluíram que as pessoas com DP que não realizam exercícios físicos regulares apontam a baixa expectativa de que os resultados obtidos reflitam na sua vida, a falta

de tempo para despende com o exercício e o medo de ocorrer queda (ELLIS *et al.* 2013).

Acreditamos que os resultados positivos precisam ser divulgados tanto em meio acadêmico como em veículos de comunicação para a comunidade externa, para que essa impressão de falta de efetividade seja superada. Além disso, cremos que, assim como para indivíduos sem DP, a variedade de exercícios disponíveis como forma de promoção e proteção da saúde do paciente com DP tenha uma gama para que cada sujeito procure por sua preferência, concordando com Ahlskog (2011). Até mesmo um estilo de vida ativo, não necessariamente por meio do exercício físico, mas com atividades físicas nas suas tarefas diárias também parecem trazer benefícios na escala motora da UPDRS (ELLIS; ROCHESTER, 2018)

Quando o paciente percebe a melhora, evidenciada nas avaliações, isso auxilia na aderência. Foi descrita a diferença clinicamente importante para a avaliação UPDRS motor mínima de 2,5; diferença moderada de 5,2 pontos, e grande diferença 10,8 pontos para essa seção (SHULMAN *et al.*, 2010). Já em estudo mais recente, com 260 participantes, a estimativa de diferença para perceber melhora clínica foi de -3,25, e para que se detecte piora 4,63 pontos (HORVÁTH *et al.*, 2017). É necessário destacar que a diferença clinicamente importante pode não ser homogênea nos diferentes estágios da DP, em fases mais precoces a diferença pode necessitar ser maior para ser perceptível (SHULMAN *et al.*, 2010). Na média, a diferença de pontuação entre pré e pós intervenção neste presente Estudo 3 foi de 3,6 pontos, algo que pode ser interpretado como uma diferença nos participantes com DP desta pesquisa.

O incremento de habilidades avaliadas na pesquisa deve ser destacado uma vez que a ênfase dos exercícios foi em atividades aeróbias (fase de condicionamento orgânico global), que potencialmente teriam menor relação de especificidade com as tarefas da UPDRS II e III avaliadas. Contudo, existem os benefícios circulatórios do exercício aeróbio, não apenas no sistema respiratório. Desencadeia uma série de reações no sistema nervoso, capaz de promover a reorganização funcional e morfológica neuronal, formando novas conexões sinápticas e reforçando sinapses existentes, elevam o fluxo sanguíneo para diversas estruturas corporais, estimula a liberação de alguns neurotransmissores, como a própria dopamina e fatores neurotróficos, neurogênese, reforço do sistema imune e responde positivamente ao

potencial de neuroplasticidade (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017; PETZINGER *et al.*, 2015; PETZINGER *et al.*, 2013).

Após três meses realizando exercícios físicos aeróbios é possível perceber mudanças cognitivas associadas aos resultados de melhor aptidão aeróbia (AHLSSKOG, 2011). O que corrobora com o período de intervenção que utilizamos em nosso Estudo 3, cumprindo também três meses de intervenção. Com isso, potencialmente, espera-se modificação do curso da DP (PETZINGER *et al.*, 2015). Aliado a essa informação, observa-se que a avaliação motora, pela escala UPDRS, demonstrou um desempenho melhor após a intervenção aquática no presente Estudo 3.

Esse ganho no desempenho pode ser atribuído ao potencial de neuroplasticidade do exercício aeróbio, uma vez que os mecanismos de aprendizagem motora e de comportamento motor são extremamente dependentes da experiência (PETZINGER *et al.*, 2013).

Sobre a neuroplasticidade, Ellis e Rochester (2018) descrevem como a capacidade do SNC em se adaptar e permanecer com suas funções superando adversidades como doenças, envelhecimento, modificações de tarefas. Com potencial para superar e adaptar o SNC às mudanças internas e externas (ELLIS; ROCHESTER, 2018). A neuroplasticidade, dessa forma, se relaciona aos componentes que compõem a visão contextual de saúde, onde o indivíduo, tarefa e ambiente se relacionam e influenciam uma sobre o outro (ISRAEL, 2018).

Em relação a neuroplasticidade induzida pelo exercício, os argumentos mais consistentes são provenientes de estudos experimentais com modelos animais. Foram executados poucos estudos em humanos, e muitos deles constam na revisão sistemática de Hirsch, Iyer & Sanjak (2016), que contou com 8 estudos (n=144 pessoas com DP), tendo como desfecho a biomarcadores, função ou estrutura encefálica. As evidências reunidas apontam que o exercício físico é capaz de estimular cascatas de reações que culminam em uma potencial plasticidade, seja ela relacionada à otimização de circulação sanguínea, à reforço e advento de novas sinapses, elevação da concentração de níveis de fatores neurotróficos circulantes e de neurotransmissores.

Na comparação do Estudo 3 com outros de exercícios em solo para pessoas com DP, primeiramente relatamos que os exercícios físicos no solo contam com quantitativo maior de pesquisas (CUGUSI *et al.*, 2019). Os estudos em solo que

realizaram Fisioterapia com desfecho motor demonstraram, em revisão sistemática, melhora estatisticamente significativa após intervenção ou com índice de diferença clínica minimamente relevante (TOMLINSON *et al.*, 2014). Também foram percebidos que a UPDRS II e III (AVD e motor, respectivamente) tiveram resultados estatisticamente piores após 2 anos de acompanhamento nas pessoas com DP (TOMLINSON *et al.*, 2014). Sabendo sobre progressão da DP e limitações provenientes do envelhecimento, além de outros fatores, como comorbidades, outro estudo relata que a avaliação UPDRS piorou 2,1% após 2 anos de acompanhamento (BAILLE *et al.*, 2018).

As AVD não tiveram diferenças estatísticas na comparação das quatro avaliações. É relatada que a diferença minimamente importante para a UPDRS II (AVD), definida tanto para perceber a diferença para melhora quanto para uma eventual piora das atividades, foi definida em 3,05 pontos para percepção de melhora e 2,51 pontos para deterioração das AVD (HORVÁTH *et al.*, 2017). Na média entre *Avaliação 2 e 3*, tivemos apenas dois pontos de diferença.

Para realização das AVD nas pessoas com DP diversas estruturas e funções trabalham em conjunto no organismo, para que se tenha sucesso e independência. As AVD, em geral, são demandas de dupla tarefa, a DP possui uma baixa saturação para execução de duas ou mais demandas simultâneas (DIEDERICH; PARENT, 2012; SILVA; ISRAEL, 2018), resultando em limitações em AVD.

Exercícios na água para pessoas com DP são especialmente recomendados para aqueles com instabilidade postural e risco de queda, alguma fraqueza de MMII e distúrbios da marcha (CUGUSI *et al.*, 2019). As AVD teriam um potencial de serem estimuladas no ambiente aquático, contudo, não se refletiu em nossos resultados. Destacamos quatro fatores que podem explicar essa limitação.

A principal causa que se atribui a essa dificuldade é na transferência de habilidade funcional de um meio para outro, como citado anteriormente. Em relação ao meio, o emprego de exercícios no ambiente aquático é tradicionalmente cobrado quanto ao potencial de treinar na piscina e transferir habilidades para o solo (ISRAEL, 2018). Mas isso não ocorre apenas pelo meio onde foi desenvolvida as atividades ser diferente, pois equipes de reabilitação em solo também relatam que há uma certa resistência intrínseca que limita interferências positivas em AVD e até na percepção de QV (TOMLINSON *et al.*, 2013, YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020).

Outro ponto é que ao observar as duas avaliações utilizando a UPDRS realizadas no presente Estudo 3, são realizadas de maneira direta (motor) e auto relatada (AVD). Ao relatar o impacto da intervenção nas AVD os participantes podem não perceberem a mesma magnitude de melhora motora. A percepção da mudança pode não ter sido sensível o suficiente para notarem alguma alteração, ou alguns outros fatores, como depressão e baixa auto eficácia, podem distorcer a percepção relatada, se distanciando da sua capacidade real, minimizada na avaliação direta. Na avaliação motora o avaliador pode perceber algum incremento das atividades que são solicitadas para o participante realizar, onde o participante precisa realizar a atividade/função, e essa é criteriosamente pontuada pelo avaliador.

As avaliações de AVD foram realizadas por auto relato, mas podem ser realizadas por observação direta, simulações das atividades, e assim verificam a dependência de dispositivos auxiliares ou ajuda de outras pessoas, dificuldades, além de outros indicadores de limitação (JONASSON *et al.*, 2017), como destreza e tempo despendido. De toda forma, as medidas repetidas no método de análise estatística das avaliações, bem como empregadas no presente Estudo 3, também auxiliam a limitar as discrepâncias que o sujeito apresenta na sua percepção, já que se houver algum tipo de viés de percepção, ocorre em todas as medidas.

O terceiro fator é que vemos que há uma tendência da *Avaliação 3* apresentar-se com médias e valores de dispersão favoráveis à intervenção, contudo, isso não teve impacto de significância estatística. O que pode ter acontecido, neste caso, foi a ocorrência de um erro de tipo 2, causado pela amostra pequena de 12 participantes.

E por último, o volume de exercício pode ter sido abaixo do necessário. O estudo de Speelman *et al.* (2011) relata que precisamos buscar intervenções mais prolongadas, promovendo mudanças comportamentais nas pessoas com DP. Como o Estudo 3 foi limitado a 3 meses de intervenção, poderia ter influenciado nos resultados. No estudo com 18 pessoas com DP, ao realizar 32 semanas, duas vezes na semana, de intervenção aquática com intervenção focada em aprendizagem motora de atividades funcionais, Yamaguchi, Ferreira e Israel (2020) tiveram diferença estatística para o grupo experimental na avaliação UPDRS AVD. Neste caso, a intervenção também poderia ser um fator discrepante, e os resultados também podem ser divergentes.

5.3.5 Exercício Físico, Exercício Físico Aquático e DP

O exercício físico na DP possui potencial de refletir outros ganhos, que poderiam ser replicados em estudo no ambiente aquático. Se por um lado, parece existir associação da redução de fatores neurotróficos circulantes como o FGN e BDNF em pessoas com DP (ROCHA *et al.*, 2018). Por outro lado, o nível de atividade física parece proteger o SNC, está associado a modulação e síntese de fatores neurotróficos, como BDNF, VEGF, derivado da glia e de crescimento do nervo, que retardam a progressão da DP e até mesmo sua recuperação neurofuncional, subsidiando a prática de exercícios físicos na DP (AHLISKOG, 2011; ROCHA *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2016; SPEELMAN *et al.*, 2011; MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017), mesmo em exercícios agudos (RAHMANI *et al.*, 2018).

Um único estudo foi localizado na literatura, em que se abordam os fatores neurotróficos no exercício em piscina aquecida. Verificou-se que existem efeitos de exercícios físicos aquáticos no nível de BDNF circulante no sangue em curto e longo prazo em 9 pessoas com DP (GERMANOS *et al.*, 2019). A proposta de intervenção foi de um mês, com atendimentos de uma hora, duas vezes na semana. Quanto a avaliação do BDNF as coletas ocorreram antes e depois da primeira intervenção, após 48 horas da primeira sessão e após um mês de intervenção. Foi observado que a concentração plasmática periférica teve uma redução significativa entre a avaliação após a sessão e 48 horas após a sessão, ou seja, os efeitos do exercício físico no BDNF parecem se dar de forma aguda, sem efeito em longo prazo (GERMANOS *et al.*, 2019).

Ainda que não se consiga ao todo entender e demonstrar as vias fisiológicas dos fatores neuroprotetores, e que seja extremamente necessária esta investigação, o exercício físico deve ser recomendado e continua sendo clinicamente relevante (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Lembrando que além dos desfechos de motricidade e plasticidade cerebral, adaptativamente o exercício crônico gera também redução da FC e respiratória (KATZEL *et al.*, 2012), reduz risco de desenvolver comorbidades vasculares, cardíacas, endócrinas e cerebrais, como diabetes mellitus, hipertensão arterial sistêmica, dislipidemia, obesidade e osteoporose, são responsivas ao exercício físico (AHLISKOG, 2011) e respiratórias (GUIMARÃES, 2018).

A literatura científica também demonstra a carência de avaliações no meio aquático, que é necessário para conseguir desenvolver objetivos e estratégias para o

movimento funcional (IUCKSCH *et al.*, 2020). A escala de avaliação no ambiente aquático (AFAS) teve 16,64% de incremento pelo exercício aquático. Atribuímos o sucesso do programa de exercícios na piscina aos processos de aprendizagem motora, associados aos conceitos de neuroplasticidade. Pois os neurotransmissores dopaminérgicos têm estreita relação com o controle motor, mediados pelos núcleos da base (SILVA; ISRAEL, 2018). Numa outra pesquisa (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020) também foi avaliada a AFAS antes e após 32 encontros, duas vezes na semana, durante 50 minutos de intervenção aquática focada na transferência da aprendizagem motora entre o ambiente aquático e o solo. Os 11 participantes tiveram incremento de 8,47% na AFAS, que foi refletido no solo por diferença significativa na velocidade da marcha, nas avaliações do UPDRS AVD e motor (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020).

Na seção da AFAS que verifica a Ambientação tivemos diferença estatística, entre a *Avaliação 2* e *Avaliação 3*, de 20,94%. A ambientação permite compreender as diferenças entre o ambiente aquático e o solo, buscando promover a segurança do paciente. Na literatura, os exercícios físicos são descritos sem dar ênfase nas questões de segurança do paciente, sendo consideradas, em geral, como aceitável o risco ao qual o participante ou paciente é submetido, ao realizar exercício físico, com poucas medidas preventivas de quedas (FOX *et al.*, 2018). Alguns estudos relatam risco de aumento da ocorrência de quedas quando a pessoa com DP é submetida a exercícios físicos (SHEN; MAK, 2015; WONG-YU; MAK, 2015), por isso a redução sistemática do risco de quedas na proposta de exercício físico é preconizada.

Outros efeitos colaterais relacionados aos exercícios físicos em solo para DP são arrolados a lesões ortopédicas agudas e crônicas, cardíacas e determinadas rotinas que são mais suscetíveis às quedas (AHLISKOG, 2011). Liberação clínica e avaliação de rotina, como realizado no presente Estudo 3, podem reduzir esses riscos. O meio aquático se sobressai neste sentido por ser essencialmente redutor de risco de queda e de lesões ortopédicas (PINTO *et al.*, 2018).

O risco de quedas responde de forma positiva devido ao empuxo, que atrasa movimentos em direção ao fundo da piscina, proporcionando maior tempo de reação; além da pressão hidrostática estabilizar o corpo em repouso, como um suporte que comprime todos os segmentos imersos, por exercer uma pressão laterolateralmente e maior conforme a profundidade (ADAMS *et al.*, 2016; PINTO *et al.*, 2018). Com aumento da pressão também cria uma resistência a deslocamentos neste mesmo

sentido laterolateral (ADAMS *et al.*, 2016; PINTO *et al.*, 2018). A pressão hidrostática ainda estimula proprioceptores no corpo imerso (MANIU; MANIU; BENGA, 2013).

Em relação a segurança e efeitos colaterais das pesquisas com DP, Silveira, R. A. *et al.* (2018) tiveram cuidados como monitoramento de FC, saturação e pressão arterial antes durante e depois do exercício. Muito semelhante aos nossos cuidados, que sistematicamente aferiram pressão arterial, FR e FC antes e após cada dia de intervenção. E ainda, monitoraram esforço percebido pela escala de *Borg* (SILVEIRA, R. A. *et al.*, 2018). Assim como realizamos durante o período de intervenção e avaliações do Estudo 3, e não tivemos a ocorrência de nenhuma intercorrência ou de reações adversas notificadas pelos participantes, relacionada aos atendimentos. Dessa forma, indicamos o protocolo do Estudo 3 é de possível replicação em prática clínica e em ensaios clínicos, e potencialmente seguro.

Na seção de avaliação aquática de Domínio do Meio Líquido tivemos diferença no presente Estudo 3, entre pré e pós intervenção, de 30,85%, a diferença mais marcante entre todas as fases de aprendizado de habilidades motoras aquáticas. Em nossa proposta de intervenção, o Domínio do Meio Líquido foi uma estratégia desafiadora, pois propunha muitas atividades de rotação na água, sobretudo, sem o apoio dos pés no solo, contando com progressão de complexidade com o passar do tempo. Possivelmente foi a fase de intervenção que mais desafiou os processos de aprendizagem motora.

Acreditamos que o ambiente aquático proporciona oportunidade de movimentos, embasando-se na literatura que estuda a relação de habilidade motora e o meio aquático, acreditamos que devido às peculiaridades do ambiente aquático, onde podemos lançar mão de artefatos, como flutuadores (TORRES-HONDA; ALCAZÁR, 2014), e de outras estratégias corporais, como a flutuação corporal. Favorece ainda os ajustes posturais, além de estimular sistema proprioceptivo (PINTO *et al.*, 2018). Assim, podemos proporcionar um “ruído” na estabilidade do domínio motor, buscando induzir a aprendizagem motora (BERTOLDI; ISRAEL; LADEWIG, 2011), possivelmente desencadeado por mecanismos de neuroplasticidade. Desta forma, o encéfalo que sofreu lesão pode reaprender e responder positivamente à reabilitação (PETZINGER *et al.*, 2015; PETZINGER *et al.*, 2013).

A avaliação dos Exercícios Terapêuticos Especializados teve a menor média entre as seções: 4,97% de incremento após a intervenção. Os exercícios aquáticos, por meio da Fisioterapia aquática, parecem ser capazes de incrementos significativos

para mobilidade funcional. Em estudo de metanálise, a hidroterapia se mostrou com qualidade moderada nos estudos e podemos concluir que a hidroterapia associada a terapia em solo é mais efetiva que apenas terapia tradicional em solo para mobilidade funcional, para participantes com escala de *Hoehn & Yahr 2 e 3* (PINTO *et al.*, 2018).

No estudo de Pèrez-de La Cruz (2018), a intervenção aquática consistiu em 22 encontros na frequência de 2 vezes na semana, sendo 14 pessoas com DP no grupo experimental e 15 no controle ativo, que realizou Fisioterapia em solo. Obtiveram diferença relacionada com o tempo para teste *timed up and go*, sentar e levantar cinco vezes e para escala de dor. Mas não tiveram efeitos significativos em nenhum dos grupos para avaliação da QV pela escala *Parkinson's Disease Questionnaire* (PDQ-39).

Um estudo que utilizou *Ai Chi* e outro grupo com exercício terrestre, em 5 semanas de intervenção, o grupo de *Ai Chi* teve diferença estatística sobre os exercícios de solo para equilíbrio corporal, mobilidade funcional, QV e avaliação motora (KURT *et al.*, 2018). O *Ai Chi* parece ser positivo para os idosos com DP, abrange a movimentação ativa, flexibilidade e equilíbrio corporal (VILLEGAS; ISRAEL, 2014; KURT *et al.*, 2018; CUGUSI *et al.*, 2019), favorecendo os desfechos motores e, além disso, a forma de instrução com padrão de ventilação profunda e prolongada poderia ter auxiliado nos ótimos resultados ventilatórios no Estudo 3 aqui apresentado.

A AFAS Condicionamento Orgânico Global não teve diferença estatística, apesar de ter incremento de 9,05% entre pré e pós intervenção. Para a DP, entre diversas modalidades de exercício físico, o exercício aeróbio se destaca pelo aumento da circulação e suprimentos para o encéfalo, que eleva o potencial de neurogênese e outros tipos de plasticidade neuronal, por estimular fatores de crescimento e liberação de neurotransmissores (serotonina, noradrenalina e dopamina). Além disso, o exercício físico aeróbio contribui para redução da progressão e do risco de desenvolver doenças neurodegenerativas progressivas, como a DP (HIRSCH; IYER; SANJAK, 2016). Em um modelo animal, mas da doença de Alzheimer, exercícios aeróbios por cinco meses reduziram significativamente as concentrações de placas beta-amilóide no encéfalo dos animais (AHLSSKOG, 2011).

O exercício aeróbio no ambiente aquático tem suas peculiaridades. Precisamos compreender as diferenças em repouso para em seguida perceber como o meio age ao exercício. Ao comparar as diferenças entre os ambientes em repouso percebe-se que o ambiente aquático tem menor consumo de energia (PORTER; HOGLUND;

HENRY 2018), pela ação de princípios e propriedades físicas, principalmente empuxo. Diferentemente do movimento, o corpo estático imerso em água possui a sustentação parcial do seu peso pelo empuxo e diferença de densidade.

Em relação ao movimento, um estudo comparou a diferença entre a realização do cicloergômetro dentro e fora da água, sem carga, com 50w de carga e com 100w. Foram avaliadas algumas variáveis respiratórias (FC, O₂, CO₂, esforço percebido e ventilação minuto), em 30 adultos hígidos (PORTER; HOGLUND; HENRY 2018). Todas as variáveis, nas mesmas cargas, aumentaram no ambiente aquático, sendo que a eficiência, no geral, decaiu em 4,61%. Para uma mesma atividade dentro e fora da água, as forças de arrasto do ambiente aquático geram resistências nos segmentos em movimento, que gera maior gasto e esforço (PORTER; HOGLUND; HENRY 2018).

Assim, percebe-se que para que o exercício físico traga algum incremento a prescrição ideal é aquela que possui especificidade, volume e intensidade suficiente para sobrecarregar e forçar a saída da estase dos sistemas corporais de forma controlada (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Demonstrando as potencialidades do exercício físico aquático, pode-se apontar uma interessante opção para a pessoa com DP (CUGUSI *et al.*, 2019). Com mais dados científicos à disposição, a decisão clínica tem mais chances de ser adequada e mais opções podem ser oferecidas para as pessoas com DP saírem da zona de sedentarismo.

5.3.6 Limitações e Estudos Futuros

Por fim, quanto a metodologia, gostaríamos de destacar alguns pontos metodológicos da presente pesquisa, assim como enfatizar certos pontos positivos e também limitações, que serão apontadas para aprimorar estudos futuros sobre o tema.

A ausência de fatores de risco na triagem que caracterize sarcopenia, e aqui registramos a ciência de que se trata de uma amostra reduzida, parece num primeiro momento algo positivo na amostra estudada. Contudo, nos questionamos se a prevalência da sarcopenia pode ser de fato baixa ou se pessoas com DP e sarcopenia participam menos de propostas de exercícios físicos.

O nível de atividade física, e conseqüentemente a adesão, em pessoas mesmo com *Hoehn & Yahr* 1, por exemplo, são mais baixas do que idosos da mesma faixa etária sem o diagnóstico (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Speelman *et al.* (2011)

chamam numa tradução livre de “círculo vicioso da inatividade física na DP”¹⁶. As limitações intrínsecas da DP dificultam a execução dos exercícios físicos, o que vemos refletido na adesão as propostas, que seriam um meio de limitar as perdas funcionais e até retardar a progressão das restrições físicas da DP (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Barreiras comportamentais, psicossociais e físicas são relatadas na DP, levando a baixa adesão, além da baixa auto eficácia (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Outros estudos, do mesmo modo, destacaram a dificuldade de recrutamento de participantes (GERMANOS *et al.*, 2019).

Em relação a participação, o número de participantes que aderiram e as perdas amostrais foram apontadas como limitações do estudo experimental com pessoas com DP de Reyes *et al.* (2018) a fim de incrementar as variáveis ventilatórias, com treino de 2 meses em domicílio, com incentivadores ventilatórios (REYES *et al.*, 2018).

A perda amostral no presente Estudo 3 foi elevada (50%), por diversos fatores expostos num fluxograma nos resultados do Estudo 3, que incluíam perda por desistência ou falta de adesão, além de outros como falecimento. De forma semelhante, uma limitação relatada por Carroll *et al.* (2017) foi o tamanho da amostra no ensaio clínico com pessoas que tem DP, em que propôs intervenção em piscina aquecida. A questão do recrutamento foi destacada como um desafio, pois apenas 48% dos participantes elegíveis aderiram à pesquisa (CARROLL *et al.*, 2017). Ainda relata que as perdas amostrais foram devido a alteração de medicamento, dificuldade em transporte do participante, medo da água e incapacidade para andar, assim, finalizando com o grupo de exercícios aquáticos com 10 participantes e 8 no grupo de controle, durante sua intervenção de seis semanas, duas vezes na semana (CARROLL *et al.*, 2017). Orientam sessões de confiança na água, similar ao que se aborda no método *Halliwick* (CARROLL *et al.*, 2017). O presente Estudo 3 conta com esse tipo de abordagem, na fase de ambientação e de domínio do meio líquido, minimizando possíveis riscos por medo ou ansiedade do participante.

Por isso, o objetivo de propor diferentes propostas de atividades para a DP, também são para verificar as atividades que possuem mais alta aderência e adesão dos participantes (GERMANOS *et al.*, 2019). Estudos relatam que a imersão na água proporciona às pessoas um ambiente alternativo para o exercício de interesse para pessoas com DP (CARROLL *et al.*, 2019; YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020).

16 - Tradução livre de “The vicious circle of physical inactivity in PD” (Speelman *et al.*, 2011).

Além de proporcionar opções de escolha para adesão, o desafio a partir de agora são os pesquisadores serem capazes de desenvolver definições que resguardem um padrão de “dose-resposta” (MACKAY; KUYS; BRAUER, 2017). Nos medicamentos esse efeito é muito mais usual, até mesmo pelo grande risco de efeitos colaterais. Agora no exercício físico a variabilidade de aplicações, volumes e intensidades tão variadas dificultam estabelecer uma dose mínima para benefícios em cada classificação e em cada conjunto de sinais e sintomas na DP.

Ainda em relação à amostra, existe relação direta entre o tamanho da amostra e o tamanho do efeito, isso pode estar influenciando nos resultados do Estudo 3. Amostras limitadas são capazes de detectar apenas grandes efeitos (PÉREZ-DE LA CRUZ, 2018). Aumenta-se a chance de um erro tipo II, onde se assume a hipótese nula quando a mesma deveria ser rejeitada. O poder estatístico também se relaciona com o tamanho da amostra (YAMAGUCHI; FERREIRA; ISRAEL, 2020), e o cálculo amostral poderia influenciar nesse poder. Para garantir o poder de uma análise estatística, o ideal é que antecipadamente se realize o cálculo amostral (APENDICE 7), que irá previamente fornecer o quantitativo ideal de amostras para um estudo representar uma população (PAGE, 2014). Pelo cálculo amostral deveriam participar 30 pessoas com DP no presente Estudo 3. Contudo, não houve adesão de participantes.

No Estudo 3 houve recrutamento por conveniência. Esse tipo de amostragem, assim como realizado no ensaio clínico de Porter, Høglund e Henry (2018), sendo criticado pelos mesmos autores citados, pois torna os achados não extrapoláveis para a população. Pérez-de La Cruz (2018) recomendam a randomização dos participantes. Contudo, houve um período de controle em nosso Estudo 3, desenhado para possibilitar o uso de medidas repetidas, mas com período de controle do próprio paciente. Participantes com DP podem ter valores bastante diversos em algumas avaliações, e para não haver perda desses indivíduos (como descrito sobre *outlier*), a proposta do Estudo 3 foi comparar de forma pareada.

Pochmann *et al.* (2018) realizaram intervenções aquáticas em pessoas com DP e relatam que a ausência de um grupo controle sem a atividade aquática foi uma das limitações relacionadas ao seu estudo. Em nossa pesquisa, da mesma forma, não tivemos um grupo controle. Concordamos que efeitos favoráveis da proposta de intervenção, aliado ao baixo efeito colateral negativo do exercício e aos cuidados na intervenção, o benefício para a população com DP deveria ser proposto a todos os

interessados. Reinoso *et al.* (2014) relatam que, em seu ponto de vista, acompanhar pacientes não tratados poderia ter alguma implicação ética, sobretudo em intervenções comprovadamente benéficas, como no uso de medicamentos (REINOSO *et al.*, 2014).

Os exercícios descritos na metodologia foram realizados em pequenos grupos de 7 a 8 participantes. Os grupos geram a convivência dos pacientes com DP parecem trazer um fator positivo que extrapola os efeitos da atividade física, desenvolvem nos participantes um espírito de camaradagem, com grande interação social, contudo podem correr o risco de não atingirem uma dose determinada individualmente (ELLIS; ROCHESTER, 2018). Em relação a isso, discutimos a seguir o controle de intensidade individual pela *Borg*.

Com o monitoramento do esforço percebido utilizando a escala de *Borg*, que tem sido a primeira escolha de estudos (RAE; WHITE, 2009; LOTSHAW *et al.*, 2007) como substituição ao monitoramento da FC, personalizamos a intensidade do exercício físico aquático. As medidas de controle das atividades funcionais foram recomendadas para que sejam utilizadas afim de entender as repercussões físico-funcionais do esforço no participante (GOLD, 2020), como uso da escala de *Borg* para controle de esforço percebido no presente Estudo 3. O emprego da escala de *Borg* foi vital para possibilitar a atividade em ambiente aquático, na qual a equipe de pesquisa não teve condições de aferição direta por outros métodos, durante o exercício físico aquático. A equipe do presente Estudo 3 não tinha disponibilidade de frequencímetros à prova de água em quantidade suficiente, mesmo para os pequenos grupos de intervenção.

Na presença de frequencímetros, o uso de FC para parâmetro de monitoramento de esforço despendido e do exercício incremental no ambiente aquático não possui equivalência direta com o exercício em solo (ALBERTON *et al.*, 2016). Krueel *et al.* (2014) avaliaram a diferença de FC em diferentes níveis de imersão e ambos os sexos em diferentes idades, a adaptação se comporta de forma semelhante para diferentes idades e sexos, sendo proposto, dessa forma, uma fórmula única para adaptação da FC individual à imersão. Para utilizar o controle por FC seria necessário verificar a FC em solo e em imersão individualmente, subtrair a FC de solo da FC em imersão e com esse valor corrigir a FC máxima. Como exemplo, ao usar fórmula genérica de FC máx= 220 – idade, ter-se-ia: FC máx prevista: 220 -

idade - (FC solo - FC água). A partir disso, se aplicaria a fração da FC máxima recomendada para o exercício.

Sobre o critério de inclusão, o presente Estudo 3 estende até o estadiamento quatro da DP pela escala de *Hoehn & Yahr*, e é tido como um ponto positivo do Estudo 3, assim como ocorreu na pesquisa de Tonial *et al.* (2019) com intervenção em piscina aquecida na DP. Determinamos a inclusão de participantes com *Hoehn & Yahr* = 4, no sentido de incluir pessoas com maiores limitações em exercícios físicos, e seguimos recomendando para estudos futuros. Além disso, parece que o exercício aquático é recomendado mais intensamente para os sujeitos com distúrbios de equilíbrio corporal (CUGUSI *et al.*, 2019).

Ellis e Rochester (2018) criticam as intervenções focadas apenas em estratos leves, segundo as autoras, isso exclui a fase mais crítica da doença, que necessita de cuidados interdisciplinares. Por isso, o Estudo 3 vai ao encontro dessas afirmações da inclusão, propondo atividade para incluir as pessoas com a DP mais avançada. Contudo, não fomos capazes de propor as atividades para pessoas com *Hoehn & Yahr* = 5 pelo elevado risco nos ambientes ao redor da piscina e por inviabilizar a avaliação de desfechos relacionados a marcha. A revisão de exercícios aquáticos na DP de Carroll *et al.* (2019) incluiu estágios 1 a 4 da DP, sem apresentar efeitos adversos nos participantes durante a intervenção em terapia aquática (CARROLL *et al.*, 2019). Lembrando a estudos futuros que pessoas com pontuações elevadas na *Hoehn & Yahr* podem assumir um perfil discrepante, elevando os valores de dispersão, tendo características de *outlier*¹⁷ (FERREIRA, 2015) o que pode dificultar a inclusão no exercício em grupo.

Em relação ao medicamento Levodopa, um estudo avaliou os participantes na fase “*off*” da DP, com 12 horas após a última ingesta de medicamento baseado em Levodopa (PÉREZ-DE LA CRUZ, 2018). Segundo o autor, as 12 horas foram determinadas para que qualquer efeito de flutuação motora, decorrente do efeito colateral periférico da doença fosse minimizado (PÉREZ-DE LA CRUZ, 2018). No Brasil, não é usual que a equipe multidisciplinar não-médica modifique o uso do medicamento, sendo possível caso a pesquisa conte com um neurologista acompanhando o estudo. Ainda por questões bioéticas não foi uma opção da presente

17 - *Outlier* são valores que se diferem e distorcem uma amostra, elevam o desvio padrão e dificultam a ocorrência de normalidade dos dados, muitas vezes levam a retirada criteriosa desses indivíduos (FIELD, 2009).

pesquisa retirar ou modificar o esquema de medicamento dos participantes, sendo todos avaliados dentro do período “on” da droga. Contudo, o critério de exclusão para modificação da dose de Levodopa foi adotado, para evitar fatores de confusão entre efeito do medicamento e da terapia, apesar dos pacientes continuarem realizando as intervenções do projeto. É inviável retirar o uso da droga, mas também é inviável impedir a alteração de dose medicamentosa. As modificações na terapia medicamentosa são consideradas um fator de confusão dos resultados obtidos (AHLSSKOG, 2011), por isso é um critério de exclusão.

Os estudos com DP têm buscado avaliar os participantes no período “on” do medicamento (CARROLL *et al.*, 2019). Pérez-De La Cruz (2018) recomenda a avaliação dos participantes em uso do medicamento Levodopa (fase “on”). As flutuações motoras decorrentes do uso da Levodopa, impõe a necessidade de avaliação e intervenção no mesmo horário e no mesmo efeito da dose (CARROLL *et al.*, 2017). Portanto, tal qual nosso Estudo 3, o de Carroll *et al.* (2017) optou pela avaliação e intervenção no período “on” do medicamento. Seguimos esta recomendação, que promove o treino na melhor função motora, otimizando os benefícios do exercício físico e aproxima o sujeito da pesquisa da sua realidade, onde utiliza o medicamento como um fator ambiental facilitador (OMS, 2015 b).

Em comparação a outros estudos, a presente pesquisa se destaca por apresentar valores de seguimento após a intervenção. É recomendado que os estudos experimentais apresentem uma avaliação de seguimento após a intervenção nas pesquisas com exercícios aquáticos (MARINHO-BUZELLI, BONNYMAN, VERRIER, 2015). Apenas alguns estudos (VIVAS *et al.* 2011; VOLPE *et al.*, 2014; SAGE, PEREZ DE LA CRUZ, 2018; SILVA; ISRAEL, 2018) realizaram esse *follow-up*. Reyes *et al.* (2018) destacam como ponto para ser aprimorado nas próximas pesquisas fazer avaliações de seguimento após a intervenção com exercício respiratório na DP, para acompanhar a possibilidade de manutenção ou destreino ocorrerem.

Assim como Pérez-de La Cruz (2018), que recomenda o uso do teste *Timed up and go* para desfechos, em especial para intervenções, concordamos, pois sua praticidade eleva o uso clínico e realiza simulação de atividades comuns no dia a dia como passar para em pé e sentar, andar e virar-se (PÉREZ-DE LA CRUZ, 2018). Além do teste *Timed up and go*, as medidas de avaliação direta são preferíveis, quando disponíveis (GARATACHEA; TORRES-LUQUE; GONZALEZ-GALLEGO, 2010). A carência de avaliações diretas é uma limitação metodológica ao estudar pessoas com

DP (PÉREZ-DE LA CRUZ, 2018), pois a baixa alto-eficácia comum na DP (ELLIS; MOTL, 2013) pode levar a auto relato subestimado das suas capacidades.

Um estudo (SHULMAN *et al.*, 2006) comparou o modo de avaliação, direta ou por auto relato, empregado para verificar a execução das AVD em pessoas com DP. As atividades avaliadas foram a caminhada, a capacidade de realizar a alimentação e vestuário, situações para lidar com dinheiro e medicamentos. Os participantes superestimaram suas funções quatro das cinco atividades analisadas, apenas na caminhada não houve diferença significativa entre as formas de avaliação (SHULMAN *et al.*, 2006). A avaliação UPDRS para AVD utilizada no presente estudo foi analisada por relato do participante, o que pode sofrer interferências semelhante ao citado estudo. Em pesquisas de intervenção como dos dados da presente análise, essa discrepância de entendimento da AVD apresenta menor influência, pois o objetivo é a comparação entre os tempos. Já nas pesquisas transversais, principalmente de caracterização, a influência pode ser mais relevante. Dessa forma, estudos em que seja possível avaliar ambiente real, preferencialmente, ou simulação da atividade pode apresentar dados mais fiéis das AVD.

Ainda são restritos estudos que incluem aspectos não vinculados a mobilidade, como os desfechos não-motores, apesar de terem um grande potencial não explorado. São recomendados estudos que tenham essa abordagem (ELLIS; ROCHESTER, 2018).

5.4 CONCLUSÃO ESTUDO 3

O programa de intervenção de exercícios físicos aquáticos para pessoas com DP foi capaz de incrementar positivamente a força respiratória, CVF, VVM, avaliação motora e da fadiga, rejeitando a Hipótese 7 de que os exercícios físicos aquáticos não modificariam tais parâmetros. Houve o incremento das habilidades motoras aquáticas após o programa de intervenção, sendo, dessa forma rejeitada a Hipótese 8, sobre os exercícios não modificarem as habilidades motoras pela avaliação AFAS. No período inicial de controle nenhum desfecho teve diferenças, demonstrando que a progressão da DP não modificou os parâmetros estudados em 3 meses. Após o período de seguimento, 3 meses depois da intervenção, a força respiratória, CVF, VVM e fadiga pioraram estatisticamente, retornando aos níveis próximos da avaliação pré

intervenção. Dessa forma, a Hipótese 9 foi parcialmente aceita, visto que não houve mudanças no período de controle, mas houve no seguimento.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pessoas com DP que participaram dos Estudos apresentam a função respiratória prejudicada, tanto em termos de força, quanto de volumes e capacidades. Tanto a avaliação inicial quanto o acompanhamento desses parâmetros devem fazer parte da estratégia de saúde do paciente com DP. A medida de força de preensão palmar foi capaz de prever função física e também respiratória e deve ser recomendada nas triagens da pessoa com DP. Além disso, o monitoramento da fadiga, pela elevada frequência, também deve fazer parte da conduta dos profissionais envolvidos com o atendimento da pessoa com DP.

Os exercícios físicos aquáticos foram seguros para as pessoas com DP, capazes de incrementar a função motora, ventilatória e a percepção de fadiga, contudo, deve ser mantida para que, da mesma forma, haja manutenção dos benefícios citados. Destaca-se ainda a valorização do profissional em planejar a intervenção aquática centrada no paciente, baseando-se em avaliações, dentro e fora da água. Além disso, realizar o controle da evolução de cada participante, para adequadas prescrições de exercícios físicos aquáticos, em especial para pessoas com DP.

7 REFERÊNCIAS

ABREU, E. M. C.; ALVES, R. S.; PEREIRA, L. O.; LIMA, F. P. S.; PAULA JÚNIOR, A. R.; LIMA, M. O. Efeitos da Canoagem Adaptada Sobre o Sistema Cardiopulmonar de Paraplégicos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 22, n. 5, p. 386-392, 2016.

ADAMS, S.; HUTTON, S.; JANSZEN, A.; RAWSON, R.; SISK, C.; STENGER, S.; ENNIS, B. Effects of an Individualized Aquatic Therapy Program on Respiratory Muscle Function in Adolescents with Muscular Dystrophy. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v. 97, n. 10, p. E130-E131, 2016.

AHLSKOG, J. E. Does vigorous exercise have a neuroprotective effect in Parkinson disease? **Neurology**. v. 77, p. 288–294, 2011.

AKINOĞLU, B.; KOCAHAN, T.; ÖZKAN, T. The relationship between peripheral muscle strength and respiratory function and respiratory muscle strength in athletes. **J Exerc Rehabil**. v. 15, n.1, p. 44–49, 2019.

ALBERTON, C. L.; PINTO, S. S.; GORSKI, T.; ANTUNES, A. H.; FINATTO, P.; CADORE, E. L.; BERGAMIN, M.; KRUEL, L. F. M. Rating of perceived exertion in maximal incremental tests during head-out water-based aerobic exercises. **Journal of Sports Sciences**. v. 34, n.18, p. 1691–1698, 2016.

ALBUQUERQUE, L. C. A.; SILVA, H. J. Características do percurso da movimentação mandibular dos diferentes tipos de Doença de Parkinson. **CoDAS**. v. 28, n. 2, p. 193–196, 2016.

ALEXANDRE, T. S. *et al.* Prevalência e fatores associados à sarcopenia, dinapenia e sarcodinapenia em idosos residentes no Município de São Paulo - Estudo SABE. **Rev. bras. epidemiol.** v. 21, n. 2, p. e180009, 2018.

ALMEIDA, M. H. M.; PACHECO, S.; KREBS, S.; OLIVEIRA, A. M.; SAMELLI, A. M.; AVEJONAS, D. R.; TOLDRÁ, R. C.; OLIVER, F. C. Avaliação da atenção primária em saúde por usuários com e sem deficiência. **CoDAS**, v.29, n.5, 2017.

ALVARENGA, G. M.; CHARKOVSKI, S. A.; SANTOS, L. K.; SILVA, M. A. B.; TOMAZ, G. O.; GAMBA, H. R. The influence of inspiratory muscle training combined with the Pilates method on lung function in elderly women: A randomized controlled trial. **Clinics**. v. 73, n. e356. 2018.

ALVES, L. A.; COELHO, A. C.; BRUNETTO, A. F. Fisioterapia Respiratória na Doença de Parkinson Idiopática: Relato de Caso. **Fisioterapia e Pesquisa**. v.12, n. 3, p. 46–9, 2005.

ALVES, W. M; ALVES, T. G; FERREIRA, R. M; LIMA, T. A; PIMENTEL, C. P; SOUSA, E. C; ABRAHIN, O.; ALVES, E. A. Strength training improves the respiratory muscle strength and quality of life of elderly with Parkinson disease. **J Sports Med Phys Fitness**. v. 59, n.10, p. 1756-1762, 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). A quantidade e o tipo recomendados de exercícios para o desenvolvimento e a manutenção da aptidão cardiorrespiratória e muscular em adultos saudáveis. **Rev Bras Med Esporte**. v.4, n.3, 1998.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; CHODZKO-ZAJKO, W. J.; PROCTOR, D. N.; SINGH, M. A. F.; MINSON, C. T. *et al.* American College of Sports Medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. **Med Sci Sports Exerc**. n. 41, v. 7, p. 1510-30, 2009.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE; GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I. M.; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal,

and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Med Sci Sports Exerc.** v. 43, n.7, p. 1334-59, 2011.

ANDRADE, A. D.; JÚNIOR, J. C.; LINS, B. M.O. T. L.; RATTES, L. C. S. F.; BRANDÃO, D. C.; MELO, B. J. Influence of Different Levels of Immersion in Water on the Pulmonary Function and Respiratory Muscle Pressure in Healthy Individuals: Observational Study. **Physiotherapy Research International**, v. 19, n.3, p.140–146, 2013.

ANDRZEJEWSKI, K.; BUDZIŃSKA, K.; KACZYŃSKA, K. Effect of 6-OHDA on Hypercapnic Ventilatory Response in the Rat Model of Parkinson's Disease. **Physiol. Res.** v. 68, p. 285-293, 2019.

ANSTEY, K. H.; ROSKELL, C. Hydrotherapy: Detrimental or beneficial to the respiratory system? **Physiotherapy.** v. 86, n. 1 p. 5-13, 2000.

ARANDA, L. C.; SABINO-CARVALHO, J. L. C.; MIRANDA-SILVA, T.; PAULA-RIBEIRO, M. Abnormal muscle metaboreflex control of ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease: what mechanisms should be blamed? **J Physiol.** v. 594, n. 24, p. 7173–7174, 2016.

ASCHERIO, A; SCHWARZSCHILD, M. A. The epidemiology of Parkinson's disease: risk factors and prevention. **Lancet Neurol.** v. 15, p. 1257–72, 2016.

ASHWELL, M.; HSIEH, S. D. Six reasons why the waist-to-height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity. **Int J Food Sci Nutr.** v. 56, p. 303-7. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTROLOGIA. Curso nacional de Nutrologia. Antropometria. 2015. Disponível em: http://www.abran.org.br/cnnutro2016/areadoaluno/arquivos_aula_pratica/antropometria.pdf Acesso em: 28 de janeiro de 2017.

AYÁN, C. CANCELA, J. Feasibility of 2 different water-based exercise training programs in patients with Parkinson's disease: a pilot study. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 93; n. 10, p. 1709-14. 2012.

AYRES, A.; JACINTO-SCUDEIRO, L. A.; OLCHIK, M. R. Instrumentos de avaliação clínica para disfagia orofaríngea na doença de Parkinson: revisão sistemática. **Audiol Commun Res.** v. 22, n.1814, 2017.

BACH, J. R.; ISHIKAWA, Y.; KIM, H. Prevention of pulmonary morbidity for patients with Duchenne muscular dystrophy. **Chest.** v. 112, n. 4, p. 1024-1028. 1997.

BACH, J. R.; GONÇALVES, M.; HAMDANI, I.; WINCK, J. Extubation of Patients With Neuromuscular Weakness - A New Management Paradigm. **American College of Chest Physicians.** v. 137, n.5, p. 1033-9, 2009.

BAILLE, G., PEREZ, T., DEVOS, D., DEKEN, V., DEFEBVRE, L., & MOREAU, C. Early occurrence of inspiratory muscle weakness in Parkinson's disease. **PLOS ONE**, v.13, n.1, p. e0190400, 2018.

- BAILLE, G.; CHENIVESSE, C.; PEREZ, T.; MACHURON, F.; DUJARDIN, K.; DEVOS, D.; DEFEBVRE, L.; MOREAU, C. Dyspnea: An underestimated symptom in Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord.** v. 60, n. 62–166, 2019.
- BAILLE, G.; JESUS, A. M.; PEREZ, T.; DEVOS, D.; DUJARDINA, K.; CHARLEY, C. M.; DEFEBVRE, L.; MOREAU, C. Ventilatory Dysfunction in Parkinson's Disease. **Journal of Parkinson's Disease.** n. 6, p. 463–471, 2016.
- BARICHELLA, M.; PINELLI, G.; IORIO, L.; CASSANI, E.; VALENTINO, A.; PUSANI, C.; FERRI, V.; BOLLIRI, C.; PASQUA, M.; PEZZOLI, G.; FRAZZITTA, G.; CEREDA, E. Sarcopenia and dynapenia in patients with parkinsonism. **J Am Med Dir Assoc.** v. 17, p. 640–646, 2016.
- BARONE, P.; ANTONINI, A.; COLOSIMO, C.; PRIAMO STUDY GROUP. The PRIAMO study: A multicenter assessment of nonmotor symptoms and their impact on quality of life in Parkinson's disease. **Mov Disord.** v. 24, n. 11, p. 1641-9, 2009.
- BECKER, B. E. Aquatic Therapy: Scientific Foundations and Clinical Rehabilitation Applications. **Physical Medicine and Rehabilitation.** v. 1, p. 859-872, 2009.
- BENTO, P. C. B.; PEREIRA, G.; UGRINOWITSCH, C.; RODACKI, A. L. F. The effects of a water-based exercise program on strength and functionality of older adults. **J Aging Phys Act.** v. 20, n. 4, p. 469-83, 2012.
- BERGAMIN, M.; ERMOLAO, A.; TOLOMIO, S.; BERTON, L.; SERGI, G.; ZACCARIA, M. Water- versus land-based exercise in elderly subjects: effects on physical performance and body composition. **Clin Interv Aging.** v. 8, p. 1109–1117, 2013.
- BERRIOS, G. E. Introdução à “Paralisia agitante”, de James Parkinson (1817). **Rev. latinoam. psicopatol. fundam.** São Paulo, v. 19, n. 1, p. 114-121, 2016.
- BERTOLDI, A. L. S.; ISRAEL, V. L.; LADEWIG, I. O papel da atenção na fisioterapia neurofuncional. *Revista Fisioterapia e Pesquisa*, v. 18, p. 195-200, 2011.
- BESSA, E. J. C.; LOPES, A. J.; RUFINO, R. A importância da medida da força muscular respiratória na prática da pneumologia. **Pulmão RJ.** v. 23, n.3, p. 37-41, 2014.
- BHALSING, K. S.; ABBAS, M. M.; TAN, L. C. S. Role of Physical Activity in Parkinson's Disease. **Ann Indian Acad Neurol.** v. 21, n.4, p. 242-249, 2018.
- BHARDWAJ, R.; DESHMUKH, R. Neurotrophic factors and Parkinson's disease. **Clinical Investigation.** v. 8, n. 1, 2018.
- BLOEM, B. R.; MARINUS, J.; ALMEIDA, Q.; DIBBLE, L.; NIEUWBOER, A.; POST, B.; RUZICKA, E.; GOETZ, C.; STEBBINS, G.; MARTINEZ-MARTIN, P.; SCHRAG, A.; MOVEMENT DISORDERS SOCIETY RATING SCALES COMMITTEE. Measurement instruments to assess posture, gait, and balance in Parkinson's disease: Critique and recommendations. **Movement Disorders.** v. 31, n. 9, p. 1342–1355, 2016.
- BONJORNI, L. A.; JAMAMI, M.; DI LORENZO, V. A. P.; PESSOA, B. V. Influência da doença de Parkinson em capacidade física, função pulmonar e índice de massa magra corporal. **Fisioter. Mov.** Curitiba, v. 25, n. 4, p. 727-736, 2012.

BRASIL - CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 466: diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**, de 12 de dezembro de 2012. Brasília, 2012.

BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Caderneta de Saúde da Pessoa Idosa**. 4ª ed. Brasília: editora do ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Envelhecimento e saúde da pessoa idosa**. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica – Brasília: editora do Ministério da Saúde, 2006.

BUENO, D. R.; MARUCCI, M. F. N.; ROEDIGER, M. A.; GOMES, I. C.; DUARTE, Y. A. O.; LEBRÃO, M. L. Nível de Atividade Física, por Acelerometria, em Idosos do Município de São Paulo: Estudo SABE. **Rev Bras Med Esporte**. v. 22, n. 2, p. 108-112, 2016.

BURINI, D.; FARABOLLINI, B.; IACUCCI, S.; RIMATORI, C.; RICCARDI, G.; CAPECCI, M.; PROVINCIALI, L.; CERAVOLO, M. G. A randomised controlled cross-over trial of aerobic training versus Qigong in advanced Parkinson's disease. **Eura Medicophys**, v. 42, n. 3, p. 231-8, 2006.

CAPATO, T. T. C.; DOMINGOS, J. M. M; ALMEIDA, L. R. S. Versão em português da **Diretriz Europeia de Fisioterapia para a doença de Parkinson**. 1ª ed. São Paulo: editora Omnifarma, 2015.

CARROLL, L. M.; VOLPE, D.; MORRIS, M. E.; SAUNDERS, J.; CLIFFORD, A. M. Aquatic Exercise Therapy for People with Parkinson's disease: a Randomized Controlled Trial. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. 2017.

CARVALHO, J. A. **Órteses: um recurso terapêutico complementar**. 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2013.

CESTARO, EVELISE JULIANE, DI LORENZO, VALÉRIA AMORIM PIRES, MARINO, DIEGO MARMORATO, WALSH, ISABEL, RUAS, GUALBERTO, JAMAMI, MAURÍCIO, & MARRARA, KAMILLA TAYS. Fatores que influenciam a capacidade física de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. **Fisioterapia e Pesquisa**. v. 17, n.4, p. 332-336, 2010.

ARAUJO, Z. T. S.; NOGUEIRA, P. A. M. S.; CABRAL, E. E. A.; SANTOS, L. P.; SILVA, I. S.; FERREIRA, G.M. H. Effectiveness of low-intensity aquatic exercise on COPD: A randomized clinical trial. **Respir Med**. v. 106, n. 11, p. 1535-1543, 2012.

CHATTERJI. S.; BYLES, J.; CUTLER, D.; SEEMAN, T.; VERDES, E. Health, functioning, and disability in older adults - present status and future implications. **Lancet**. v. 385, n. 9967, p. 563-75, 2014.

CHEN, C.; TURNBULL, D. M.; REEVE, A. K. Mitochondrial Dysfunction in Parkinson's Disease-Cause or Consequence? **Biology**. v. 8, n. 2, p. 38, 2019.

COHEN, J. E. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2º ed. Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (BRASIL). Resolução nº 466: **diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos**, de 12 de dezembro de 2012. Brasília, 2012.

CORREA, T. V.; PAZ, T. S. R.; SILVA, A. E. L.; VIEIRA, G. P.; LEITE M. A. A.; ALLODI, S.; ORSINI, M.; CORREA, C. L. Avaliação dos membros superiores na doença de Parkinson: implicações para a Reabilitação Física. **Rev Bras Neurol.** v. 52, n.2, p. 12-16, 2016.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; LANDI, F.; TOPINKOVÁ, E.; MICHEL, J. P. Understanding sarcopenia as a geriatric syndrome. **Curr Opin Clin Nutr Metab Care.** v. 13, n. 1, p. 1–7, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; BAEYENS, J. P.; BAUER, J. M. *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis, Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. **Age Ageing.** v. 39, n.4, p. 412–23, 2010.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; LANDI, F.; SCHNEIDER, S. M. *et al.* Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). **Age and Ageing.** v. 43, p. 748–759, 2014.

CUGUSI, L.; MANCA, A.; BERGAMIN, M.; DI BLASIO, A.; MONTICONE, M.; DERIU, F.; MERCURO, G. Aquatic exercise improves motor impairments in people with Parkinson's disease, with similar or greater benefits than land-based exercise: a systematic review. **Journal of Physiotherapy.** v. 65, p. 65-74. 2019.

CULLEN, S.; MONTERO-ODASSO, M.; BHERER, L.; ALMEIDA, Q.; FRASER, S.; MUIR-HUNTER, S.; LI, K.; LIU-AMBROSE, T.; MCGIBBON, C. A.; MCILROY, W.; MIDDLETON, L. E.; SARQUIS-ADAMSON, Y.; BEAUCHET, O.; MCFADYEN, B. J.; MORAIS, J. A.; CAMICOLI, R.; CANADIAN GAIT AND COGNITION NETWORK. Guidelines for Gait Assessments in the Canadian Consortium on Neurodegeneration in Aging (CCNA). **Canadian Geriatrics Journal.** v. 21, n. 2, p. 157–165, 2018.

DASSO, N. A. How is exercise different from physical activity? A concept analysis. **Nursing Forum.** p.1-8, 2018.

DEL DIN, S.; ELSHEHABI, M.; GALNA, B.; HOBERT, M.; WARMERDAM, E.; SUENKEL, U.; BROCKMANN, K.; METZGER, F.; HANSEN, C.; BERG, D.; ROCHESTER, L.; MAETZLER, W. Gait analysis with wearables predicts conversion to Parkinson's disease. **Annals of Neurology.** v. 86, p. 357–367, 2019.

DIEDERICH, N. J; PARENT, A. Parkinson's disease: acquired frailty of archaic neural networks? **J Neurol Sci.** v. 314, n.2, p. 143-51, 2012.

ELBERS, R. G. VERHOEF, J.; VAN WEGEN, E. E. H.; BERENDSE, H. W.; KWAKKEL, G. Interventions for fatigue in Parkinson's disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews.** v. 8, n. 10, 2015.

ELLIS, T.; MOTL, R. W. Physical Activity Behavior Change in Persons With Neurologic Disorders: Overview and Examples From Parkinson Disease and Multiple Sclerosis. **JNPT.** v. 37, 2013.

ELLIS, T; ROCHESTER, L. Mobilizing Parkinson's Disease: The Future of Exercise. **Journal of Parkinson's Disease**. v. 8, p. S95–S100, 2018.

ESPOSITO, E., DI MATTEO, V., BENIGNO, A., PIERUCCI, M., CRESCIMANNO, G., & DI GIOVANNI, G. Non-steroidal anti-inflammatory drugs in Parkinson's disease. **Experimental Neurology**. v. 205, n. 2, p. 295–312, 2007.

FAHN, S.; COHEN, G. The oxidant stress hypothesis in Parkinson's disease: Evidence supporting it. **Annals of Neurology**. v. 32, n. 6, p. 804–812, 1992.

FAHN, S.; OAKES, D.; SHOULSON, I.; *et al.* The Parkinson Study Group. Levodopa and the progression of Parkinson's disease. **N Engl J Med.**, v. 351, p. 2498–2508, 2004.

FARÍAS-ANTÚNEZ, S.; FASSA, A. G. Prevalência e fatores associados à fragilidade em população idosa do Sul do Brasil, 2014. **Epidemiol. Serv. Saúde**. v.28, n.1, p. e2017405, 2019.

FERREIRA, F. V.; CIELO, C. A.; TREVISAN, M. E. Aspectos Respiratórios, Posturais e Vocais da Doença de Parkinson: Considerações Teóricas. **Rev. CEFAC**. v.13, n. 3, p. 534-540, 2011.

FERRO, A. M.; BASSO-VANELLI, R. P.; MELLO, R. L. M.; GARCIA-ARAUJO, A. S.; MENDES, R. G.; COSTA, D.; GIANLORENÇO, A. C. Effects of inspiratory muscle training on respiratory muscle strength, lung function, functional capacity and cardiac autonomic function in Parkinson's disease: Randomized controlled clinical trial protocol. **Physiotherapy Research International**, p. e1777. 2019.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. 2ª edição. tradução Lorí Viali. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FIGUEIREDO-FILHO, D. B.; SILVA-JÚNIOR, J. A. Desvendando os mistérios do coeficiente de correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**. v. 18, n. 1, p. 115-46, 2009.

FORSYTH, D; TORSNEY, K. M. Respiratory dysfunction in Parkinson's disease. **J R Coll Physicians Edinb**. v. 47, n.1, p.35-39, 2017.

FOX, S.H.; KATZENSCHLAGER, R.; LIM, S. Y.; BARTON, B.; BIE, R. M. A.; SEPPI, K.; COELHO, M.; SAMPAIO, C. International Parkinson and Movement Disorder Society Evidence-Based Medicine Review: Update on Treatments for the Motor Symptoms of Parkinson's Disease. **Mov Disord**. v. 33, n. 8, n. 1248-1266, 2018.

FRAZÃO, M.; CABRAL, E.; LIMA, I.; RESQUETI, V.; FLORÊNCIO, R.; ALIVERTI, A.; FREGONEZI, G. Assessment of the acute effects of different PEP levels on respiratory pattern and operational volumes in patients with Parkinson's disease. **Respir Physiol Neurobiol**. v. 198, p. 42-7, 2014

FRIED, L. P.; TANGEN, C. M.; WALSTON, J. *et al.* Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**. v. 56, n. M146–56, 2001.

FREITAS, S.; SIMÕES, M. R.; MARTINS, C.; VILAR, M.; SANTANA, I. Estudos de adaptação do Montreal Cognitive Assessment (MoCA) para a população portuguesa. **Avaliação Psicológica**. v. 9, n. 3, n. 345-357, 2010.

- FUJITA, K. A.; OSTASZEWSKI, M.; MATSUOKA, Y.; GHOSH, S.; GLAAB, E.; TREFOIS, C.; CRESPO, I.; PERUMAL, T. M.; JURKOWSKI, W.; ANTONY, P. M.; DIEDERICH, N.; BUTTINI, M.; KODAMA, A.; SATAGOPAM, V. P.; EIFES, S.; DEL SOL, A.; SCHNEIDER, R.; KITANO, H.; BALLING, R. Integrating pathways of Parkinson's disease in a molecular interaction map. **Mol Neurobiol.** v. 49, n.1, p. 88-102, 2014.
- GARATACHEA, N.; TORRES-LUQUE, G. Â; GONZALEZ-GALLEGO, J. Physical activity and energy expenditure measurements using accelerometers in older adults. **Nutr. Hosp.** v. 25, n. 2, p. 224-230, 2010.
- GARCIA-RUIZ, P. J; ESPAY, A. J. Parkinson Disease: An Evolutionary Perspective. **Front Neurol.** v.8, n. 157, p. 1-5, 2017.
- GERMANOS, S. S.; VIEIRA, B.; SILVA, I. R. V.; CUNHA, J. J.; NIQUE, S.; STRIEBEL, V.; POCHMANN, D.; ROSTIROLA, E. V. The impact of an aquatic exercise program on BDNF levels in Parkinson's disease patients: short-and long-term outcomes. **Funct Neurol.** v. 34, n. 2, p. 65-70, 2019.
- GOES, A.T.; SOUZA, L.C.; FILHO, C.B.; DEL FABBRO, L.; GOMES, M. G.; BOEIRA, S. P.; JESSE, C. R. Neuroprotective effects of swimming training in a mouse model of Parkinson's disease induced by 6-hydroxydopamine. **Neuroscience.** v. 3, n. 256, p. 61-71, 2014.
- GOLD - Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. 2020. Available at: <http://www.goldcopd.org/gold-around-the-world.html>.
- GOULART, F.; PEREIRA, L. X. Uso de escalas para avaliação da doença de Parkinson em fisioterapia. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 11, n. 1, p. 49-56, jan-abr., 2005.
- GRAEF, F. I.; KRUEL, L. F. M. Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício - uma revisão. **Rev Bras Med Esporte.** v. 12, n. 4, p. 221-228, 2006.
- GUIMARÃES, D.; DUARTE, G.; TRIPPO, K.; FURTADO, G.; OLIVEIRA FILHO, J.; FERRAZ, D. D. Using the spirometry to indicate respiratory exercises for elderly with Parkinson's disease. **Fisioterapia em Movimento**, v. 31, e003122, 2018.
- HAGELL, P.; BRUNDIN, L. Towards an understanding of fatigue in Parkinson's disease. **Journal of neurology neurosurgery and psychiatry.** v. 9, n. 1-9, 2009.
- HAMPSON, N. B.; KIEBURTZ, K. D.; LEWITT, P.A.; LEINONEN, M.; FREED, M. I. Prospective evaluation of pulmonary function in Parkinson's disease patients with motor fluctuations. **International Journal of Neuroscience.** v. 127, n. 3, p. 1-9, 2017.
- HIRSCH, M. A.; IYER, S. S.; SANJAK, M. Exercise-induced neuroplasticity in human Parkinson's disease: What is the evidence telling us? **Parkinsonism Relat Disord.** v. 1, n. S78-81, 2016.
- HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology.** v. 17, n. 5, p. 427-42, 1967.

HORWATH, K.; ASCHERMANN, Z.; ÁCS, P. et al. Minimal clinically important difference on the Motor Examination part of MDS-UPDRS. **Parkinsonism and Related Disorders**.v. 21, n. 1421-426, 2015.

HUGHES, A. J.; DANIEL, S. E.; KILFORD, L.; LEES, A. J. Accuracy of clinical diagnosis of idiopathic Parkinson's disease: a clinico-pathological study of 100 cases. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**. v. 55, p.181-184, 1992.

IBM Corp. Released 2013. **IBM SPSS Statistic for Windows**, Version 22.0 Armonk, NY: IBM Corp. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/bibliotecacatalogo?view=detalhes&id=254598> Acesso em: 14/02/2020.

ISRAEL, V. L. Aquatic Physical Therapy: The Aquatic Functional Assessment Scale (AFAS) in Muscular Dystrophy. **The Journal of Aquatic Physical Therapy**. v. 26, n. 1, 2018.

ISRAEL, V. L.; PARDO, M. B. L. Hydrotherapy: a teaching program to develop aquatic motor skills of injured spinal cord in thermal pool. **rev. Fisioter. Mov.** n.1, v.13, p. 111-127, abr-set., 2000.

ISRAEL, V. L.; PARDO, M. B. L. Hydrotherapy: Application of an Aquatic Functional Assessment Scale (AFAS) in Aquatic Motor Skills Learning. **American International Journal of Contemporary Research**, v. 4, n. 2, 2014.

JANG, Y., KOO, J. H., KWON, I., KANG, E. B., UM, H. S., SOYA, H. *et al.* Neuroprotective effects of endurance exercise against neuroinflammation in MPTP-induced Parkinson's disease mice. **Brain Research**. v. 1655, p. 186–193, 2017.

JANKOVIC, J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. **J Neurol Neurosurg Psychiatry**. v. 79, n.4, n. 368–376, 2008.

JONASSON, S. B.; HAGELL, P.; HARIZ, G. M.; IWARSSON, S.; NILSSON, M. H. Psychometric Evaluation of the Parkinson's Disease Activities of Daily Living Scale. **Hindawi Parkinson's Disease**. ID 4151738, 2017.

JUNG, J.; CHUNG, E.; KIM, K.; LEE, B. H.; LEE, J. The Effects of Aquatic Exercise on Pulmonary Function in Patients with Spinal Cord Injury. **J Phys Ther Sci**. v. 26, n.5, p. 707–709, 2014.

KARAMPITSAKOS, T.; DIMAKOU, K.; BOUROS D. Role of aquatic therapy and speleotherapy as complementary therapies in the respiratory system. **PNEUMON**. n. 4, v. 29, p.269-73, 2016.

KATZEL, L. I.; IVEY, F. M.; SORKIN, J. D.; MACKO, R. F.; SMITH, B.; SHULMAN, L. M. Impaired Economy of Gait and Decreased Six-Minute Walk Distance in Parkinson's Disease. **Parkinson's Disease**. p. 1-6. 2012

KEGELMEYER, et al. Measurement Characteristics and Clinical Utility of Parkinson Disease. **Archives of Physicay Medicine and Rehabilitation**. n. 96, p.1367-8, 2015.

- KEUS, S. H. J.; MUNNEKE, M.; GRAZIANO, M. *et al.* **European Physiotherapy Guideline for Parkinson's Disease**. 1 ed. KNGF/ParkinsonNet, The Netherlands, Dezembro de 2014.
- KHAN, W.; NAZ, S.; RANA, A. Q. Shortness of breath, a 'wearing-off' symptom in Parkinson's disease. **Clin Drug Investig**. v. 29, n. 689–691. 2009.
- KIM, H. *et al.* Sarcopenia: Prevalence and associated factors based on different suggested definitions in community-dwelling older adults. **Geriatr Gerontol Int**. v. 16, n. 1, p. 110-22, 2016.
- KRENOVSKY, J. P.; BÖTZEL, K. CEBALLOS-BAUMANN, A.; FIETZEK, U. M.; SCHOSER, B.; MAETZLER, W.; FERRARI, U.; DREY, M. Interrelation between Sarcopenia and the Number of Motor Neurons in Patients with Parkinsonian Syndromes. **Gerontology**. v. 21, n.1-7, 2020.
- KRONBAUER, G. A.; CASTRO, F. A. S. Estruturas Elásticas e Fadiga Muscular. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**. v. 35, n. 2, p. 503-520, 2013.
- KRUEL, L. F. M.; PEYRÉ-TARTARUGA, L. A.; COERTJENS, M.; DIAS, A. B. C.; DA SILVA, R. C.; RANGEL, A. C. B. Using Heart Rate to Prescribe Physical Exercise During Head-Out Water Immersion. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 1, p. 281–289, 2014.
- KUO, YU-CHI; CHAN, JOMEI; WU, YU-PING; BERNARD, JEFFREY R; LIAO, YI-HUNG. Effect of expiratory muscle strength training intervention on the maximum expiratory pressure and quality of life of patients with Parkinson disease. **NeuroRehabilitation**. v. 41, n.1, p. 219-226, 2017.
- KURT, E. E.; BÜYÜKTURAN, B.; BÜYÜKTURAN, Ö.; ERDEM H. R.; TUNCAY, F. Effects of Ai Chi on balance, quality of life, functional mobility, and motor impairment in patients with Parkinson's disease. **Disability and Rehabilitation**. v. 40, n. 7, p. 791-797, 2018.
- LAMOTTE G, RAFFERTY MR, PRODOEHL J, KOHRT WM, COMELLA CL, SIMUNI T, CORCOS DM. Effects of Endurance Exercise Training on The Motor and Non-Motor Features of Parkinson's Disease: A Review. **Journal of Parkinson's Disease**. n.5, p. 21–41, 2015.
- LAZAROTTO, L. Polimorfismos no gene LRRK2 e respostas ao exercício físico aquático em pessoas com Doença de Parkinson. Tese (doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. 2019.
- LEE, A.; GILBERT, R. M. Epidemiology of Parkinson Disease. **Neurol Clin**. v. 34, n. 4, p. 955-965, 2016.
- LEE, S. Y.; KIM, S. K.; CHEON, S. M.; SEO, J. W.; KIM, M. A. H.; KIM, J. A. E. W. Activities of daily living questionnaire from patients' perspectives in Parkinson's disease: a cross-sectional study. **BMC Neurol**. v. 16, n. 73, 2016.
- LINDHOLM, P. *et al.* Novel neurotrophic factor CDNF protects and rescues midbrain dopamine neurons in vivo. **Nature**, v. 448, n. 7149, p. 73–77, 2007.
- LIMA-COSTA, M. F.; ANDRADE, F. B. O. F.; SOUZA, P. R. B.; LIBERALESSO, N. A.; OLIVEIRA, Y. A. D.; CASTRO-COSTA, E.; OLIVEIRA, C. The Brazilian

Longitudinal Study of Aging (ELSI-BRAZIL): Objectives and Design. **Am J Epidemiol.** v. 187, n. 7, p. 1345-1353, 2018.

LOPES, R.B.; BRITO, R.R.; PARREIRA, V.F. Padrão Respiratório durante o exercício - revisão literária. **R. bras. Ci e Mov.** v. 13, n. 2, p. 153-160. 2005.

LOTSHAW A, THOMPSON M, SADOWSKY S, HART M, MILLARD M. Quality of life and physical performance in land- and waterbased pulmonary rehabilitation. **J Cardiopulm Rehabil Prev.** v. 27, p. 247-51. 2007.

MACKAY, C. P.; KUYS, S.S.; BRAUER, S. G. The Effect of Aerobic Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor in People with Neurological Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Neural Plast.** 4716197, 2017.

MAETZLER, W.; DREY, M.; JACOBS, A. H. Sarcopenia and frailty in neurology. **Nervenarzt.** v. 86, v.4, p. 420-30, 2015.

MANSOUR, K. M. K.; GOULART, C. D. L.; CARVALHO-JUNIOR, L. C. S.; TRIMER, R.; BORGHI-SILVA, A.; SILVA, A. L. G. D. Pulmonary function and functional capacity cut-off point to establish sarcopenia and dynapenia in patients with COPD. **J Bras Pneumol.** v. 45, n. 6, p. e20180252, 2019.

MANIU, D. A.; MANIU, E. A.; BENGA, I. Effects of an aquatic therapy program on vital capacity, quality of life and physical activity index in children with cerebral palsy. **HVM Bioflux.** v. 5, n. 3, p. 117-24, 2013.

MANTRI, S.; FULLARDA, M. E.; DUDA, J. E.; MORLEYA, J. F. Physical Activity in Early Parkinson. Disease. **Journal of Parkinson's Disease.** v. 8, p. 107-111, 2018.

MARINHO-BUZELLI, A. R.; BONNYMAN, A. M.; VERRIER, M. C. The effects of aquatic therapy on mobility of individuals with neurological diseases: a systematic review. **Clinical Rehabilitation.** v. 29, n. 8, p. 741-751. 2015.

MARTY, E.; LIU, Y.; SAMUEL A, O. R. O.; LANE, J. A review of sarcopenia: Enhancing awareness of an increasingly prevalent disease. **Bone.** v. 105, p. 276-286, 2017.

MATSUDO, S; ARAUJO, T; MATSUDO, V; ANDRADE, D; ANDRADE, E; OLIVEIRA, L. C.; BRAGGION, G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): Estudo de Validade e Reprodutibilidade no Brasil. **Rev atividade física e saúde.** v. 06, n. 2, p. 5-18, 2001.

MAVROMMATI, F.; COLLETT, J.; FRANSSEN, M.; ANDY, M.; CLAIRE, S.; ANDREA, D. W.; JILL, F. B.; HOOSHANG, I.; MARKO B.; MARTIN, T.; ANDREW, F.; HELEN, D. Exercise response in Parkinson's disease: insights from a cross-sectional comparison with sedentary controls and a per-protocol analysis of a randomised controlled trial. **BMJ Open.** v. 7, n.e017194, 2017.

MCKNAMARA, R. J.; ALISON, J. A.; MCKEOUGH, Z. J. Water-based exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Physical Therapy Reviews.** v. 16, n. 1, 2011.

MEHANNA, R.; JANKOVIC, J. Respiratory problems in neurologic movement disorders. **Parkinsonism Relat Disord.** v. 16, n. 10, p. 62838. 2010.

MELAMED, E.; DJALDETTI, R. Camptocormia in Parkinson's disease. **J Neurol.** v. 253, n. 7, p. 14-16. 2006.

MIDDLETON, A.; FRITZ, S. L.; LUSARDI, M. Walking speed: the functional vital sign. **J Aging Phys Act.** v. 23, n. 2, p. 314-22. 2015.

MILAGRES, L. C.; MARTINHO, K. O.; MILAGRES, D. C.; FRANCO, F. S.; RIBEIRO, A. Q.; NOVAES, J. F. Relação cintura/estatura e índice de conicidade estão associados a fatores de risco cardiometabólico em idosos. **Ciênc. saúde coletiva.** v. 24, n. 4, p. 1451-1461, 2019.

MILANESE, C.; PAYÁN-GÓMEZ, C.; GALVANI, M.; MOLANO, G. N.; TRESINI, M.; NAIT, A. S.; VAN ROON-MOM, W. M. C.; FIGINI, S.; MARINUS, J.; VAN HILTEN, J. J.; MASTROBERARDINO, P. G. Peripheral mitochondrial function correlates with clinical severity in idiopathic Parkinson's disease. **Mov Disord.** 2019.

MILLER MR, HANKINSON J, BRUSASCO V, BURGOS F, CASABURI R, COATES A, et al. Standardisation of spirometry. **Eur Respir J.** v. 26, n. 2, p. 319-38, 2005.

MIRANDA, E. A.; PEREIRA, L. W. P.; MONTSERRAT, P. M.; OLIVEIRA, G. H. M. Proceeding of the cardiac of the heart rate, perception subjective effort and blood pressure in walker of two cities of Minas Gerais. **Revista Conexão Ciência.** v. 11, n. 1, p. 27-33, 2016.

MONTEIRO, L.; SOUZA-MACHADO, A.; VALDERRAMAS, S.; MELO, A. The effect of levodopa on pulmonary function in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. **Clin Ther.** v. 34, p. 1049–1055, 2012.

MONTGOMERY, R. M. Fragilidade e doença de Parkinson [tese]. São Paulo: Faculdade de medicina, Universidade de São Paulo; 2018.

MORALES-BRICENO, H. et al. Excesso de peso é mais frequente em pacientes com doença de Parkinson. **Arq. Neuro-Psiquiatr.** v.70, n.11, p. 843-846, 2012.

MORLEY, J. E. Sarcopenia: diagnosis and treatment. **J Nutr Health Aging.** v. 12, n. 7, n. 452–456, 2008.

MORLEY, J. E. Treatment of sarcopenia: the road to the future Journal of Cachexia, **Sarcopenia and Muscle.** v. 9, n. 1196–1199. 2018.

MOURA-JÚNIOR, J. B.; BARROS-FILHO, R. J. S.; LUSTOSA, J. B. Breath Stacking e Air Stacking na Prática Clínica Fisioterapêutica. **Movimento & Saúde Revista Inspirar.** v. 6, n. 4, 2013.

MOXHAM, J. Tests of respiratory muscle strength. Up To Date 2015. www.uptodate.com.

NASCIMENTO, L. R. Different instructions during the ten-meter walking test determined significant increases in maximum gait speed in individuals with chronic hemiparesis. **Rev Bras Fisioter.** v.15, 2011.

NIWBOER, A. DE WEERDT, W.; DOM, R.; BOGAERTS, K.; NUYENS, G. Development of an Activity Scale for Individuals with Advanced Parkinson Disease: Reliability and “On-Off” Variability. **Physical Therapy,** v. 80, n. 11, p. 1087-96, 2000.

NISHIGORI, T.; OKABE, H.; TANAKA, E.; TSUNODA, S.; HISAMORI, S.; SAKAI, Y. Sarcopenia as a predictor of pulmonary complications after esophagectomy for thoracic esophageal cancer. **J Surg Oncol.** v. 113, n.6, p. 678-84, 2016.

- NOYCE, A. J. *et al.* Estimating the causal influence of body mass index on risk of Parkinson disease: A Mendelian randomisation study. **PLoS Med.** v. 14, n. 6, p. e1002314, Jun, 2017.
- NOVAES, R. D., MIRANDA, A. S., & DOURADO, V. Z. Velocidade usual da marcha em brasileiros de meia idade e idosos. *Brazilian Journal of Physical Therapy.* v. 15, n.2, p. 117-122, 2011.
- O'CALLAGHAN, A.; WALKER, R. A review of pulmonary function in Parkinson's disease. **Journal of Parkinsonism and Restless Legs Syndrome.** v. 8, n. 13–23, 2018.
- OKURO RT, MORCILLO AM, SAKANO E, SCHIVINSKI CIS, RIBEIRO MAGO, RIBEIRO JD. Exercise capacity, respiratory mechanics and posture in mouth breathers. **Braz. j. otorhinolaryngol. (Impr.)**, São Paulo, v. 77, n. 5, p. 656-662, 2011.
- OLIVEIRA, L. M., OLIVEIRA, M. A., MORIYA, H. T., MOREIRA, T. S., & TAKAKURA, A. C. Respiratory disturbances in a mouse model of Parkinson's disease. **Experimental Physiology.** v. 104, n. 5, p. 729-739, 2019.
- ONLA-OR, S.; WINSTEIN, C. J. Determining the Optimal Challenge Point for Motor Skill Learning in Adults With Moderately Severe Parkinson's Disease. **Neurorehabilitation and Neural Repair.** v. 22 n. 4, p. 385–395, 2007.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **CIF Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde.** Versão em português. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Relatório Mundial de Envelhecimento e Saude.** 2015.
- OWOLABI, L. F.; NAGODA, M.; BABASHAN, M. Pulmonary function tests in patients with Parkinson's disease: A case-control study. **Nigerian Journal of Clinical Practice**, v. 19, n.1, 2016.
- OZER, F. F.; AKIN, S.; GULTEKIN, M.; ZARARSIZ, G. E. Sarcopenia, dynapenia, and body composition in Parkinson's disease: are they good predictors of disability? a case–control study. **Neurological Sciences.** v. 41, n. 2, p. 313-320. 2019.
- PAGE, P. Beyond statistical significance: clinical interpretation of rehabilitation research literature. **Int J Sports Phys Ther.** v. 9, n. 5, n. 726-36, 2014.
- PANDEY, S.; SRIVANITCHAPOOM, P. Levodopa-induced Dyskinesia: Clinical Features, Pathophysiology, and Medical Management. **Ann Indian Acad Neurol.** v. 20, n. 3, p. 190–198, 2017.
- PARRA, B. F. C. S.; MATOS, L. B. N.; FERRER, R.; TOLEDO, D. O. SARCPRO: Proposta de protocolo para sarcopenia em pacientes internados. **BRASPEN J.** v. 34, n. 1, p. 58-63. 2019.
- PARREIRA VF, et al. Padrão respiratório em pacientes portadores da doença de Parkinson e em idosos assintomáticos. **Acta Fisiátrica.** v. 10, n.2, p.61-66, 2003.
- Parkinson, J. An Essay on the Shaking Palsy. **The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences.** v. 14, n.2, p. 223–236, 2002.

- PASCOTINI, F. S.; RAMOS, M. C.; SILVA, A. M. V.; TREVISAN, M. E. Espirometria de incentivo a volume versus a fluxo sobre parâmetros respiratórios em idosos. **Fisioter. Pesqui.** v. 20, n. 4, p. 355-360, 2013.
- PILLAY, J. D.; VAN DER PLOEG, H. P.; KOLBE-ALEXANDER, T. L.; PROPER, K. I.; VAN STRALEN, M.; TOMAZ, S. A.; VAN MECHELEN, W.; LAMBERT, E. V. The association between daily steps and health, and the mediating role of body composition: a pedometer-based, cross-sectional study in an employed South African population. **BMC Public Health.** v. 15, n. 174, p. 1-12, 2015.
- PENNINGTON, S.; SNELL, K.; LEE, M.; WALKER, R. The cause of death in idiopathic Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord.** v. 16, n. 7, p. 434-437, 2010.
- PEREIRA, B. Biogênese mitocondrial e exercício físico: hipótese do acoplamento elétrico-transcricional. **Rev Bras Educ Fís Esporte.** v. 29, n. 4, p. 687-703, 2015.
- PEREIRA, C. A. C. Espirometria. **J Pneumol.** v. 28, n. 3, 2002.
- PEREIRA, C. A. C. **Teste de função pulmonar.** Projeto diretrizes. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina. 2001.
- CRAIG, C. L.; MARSHALL, A. L.; SJOSTROM, M. et al. International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. **Med Sci Sports Exerc.** v. 35, n. 8, p. 1381-1395, 2003.
- PÉREZ-DE LA CRUZ, S. A bicentric controlled study on the effects of aquatic Ai Chi in Parkinson. Disease. **Complementary Therapies in Medicine.** v. 36, 147-153, 2018.
- PERFEITO, R.; REGO, A. C. Papel da alfa-sinucleína e da disfunção mitocondrial associada à doença de Parkinson. **Rev Neurocienc.** v. 20, n. 2, p. 273-284, 2012.
- PETERSON, D. S.; MANCINI, M.; FINO, P. C.; HORAK, F.; SMULDERS, K. Speeding Up Gait in Parkinson's Disease. **Journal of Parkinson's Disease.** p. 1-9, 2019.
- PETZINGER, G. M.; FISHER, B. E.; VAN LEEUWEN, J. E.; VUKOVIC, M.; AKOPIAN, G.; MESHUL, C. K.; JAKOWEC, M. W. Enhancing neuroplasticity in the basal ganglia: the role of exercise in Parkinson's disease. **Mov Disord.** v. 25, n. 1, p. S141-S145, 2010.
- PETZINGER, G. M.; FISHER, B. E.; MCEWEN, S.; BEELER, J. A.; WALSH, J. P.; JAKOWEC, M. W. Exercise-enhanced neuroplasticity targeting motor and cognitive circuitry in Parkinson's disease. **Lancet Neurol.** v.12, n.7, p.716-26, 2013.
- PETZINGER, G. M.; HOLSCHNEIDER, D. P.; FISHER, B. E.; MCEWEN, S.; KINTZ, N.; HALLIDAY, M.; TOY, W.; WALSH, J. W.; BEELER, J.; JAKOWEC, M. W. The Effects of Exercise on Dopamine Neurotransmission in Parkinson's Disease: Targeting Neuroplasticity to Modulate Basal Ganglia Circuitry. **Brain Plast.** v. 1, n. 1, n. 29-39, 2015.
- PHILLIPS, D. B.; STICKLAND, M. K. Respiratory limitations to exercise in health: a brief review. **Current Opinion in Physiology.** v. 10, p. 173-179, 2019.
- PÍCOLI, T. S; FIGUEIREDO, L. L.; PATRIZZI, L. J. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioter. Mov.** v. 24, n. 3, p. 455-462, 2011.

- PILLAY, J. P.; VAN DER PLOEG, H. P.; KOLBE-ALEXANDER, T. L.; PROPER, K. I., *et al.* The association between daily steps and health, and the mediating role of body composition: a pedometer-based, cross-sectional study in an employed South African population. **BMC Public Health**. v. 22, n.15, p.174, 2015.
- PINTO, C.; SALAZAR, A. P.; MARCHESI, R. R.; STEIN, C.; PAGNUSSAT, A. S. Is hydrotherapy effective to improve balance, functional mobility, motor status, and quality of life in subjects with Parkinson's disease? A systematic review and meta-analysis. **PM&R**. v. 11, p. 278–291, 2018.
- POSTUMA, R. B.; BERG, D.; STERN, M.; POEWE, W.; C OLANOW, W.; OERTEL, W.; OBESO, J.; MAREK, K.; LITVAN, I.; LANG, A. E.; HALLIDAY, G.; GOETZ, C. G.; GASSER, T.; DUBOIS, B.; CHAN, P.; BLOEM, B. R.; ADLER, C. H.; DEUSCHL, G. MDS Clinical Diagnostic Criteria for Parkinson's Disease. **Mov Disord**. v. 30, n. 12, p. 1591-601, 2015.
- VILLEGAS, I. L. P.; ISRAEL, V. L. Effect of the Ai-Chi Method on Functional Activity, Quality of Life, and Posture in Patients With Parkinson Disease. **Topics in Geriatric Rehabilitation**. v. 30, n. 4, p. 282-289, 2014.
- PHU, S.; BOERSMA, D.; DUQUE, G. Exercise and Sarcopenia. **Journal of Clinical Densitometry**. v. 18, n.4, p. 488–492, 2015.
- PITANGA, F. J. G.; LESSA, I. Prevalência e fatores associados ao sedentarismo no lazer em adultos. *Cad Saúde Pública*. v. 21, n. 3, p. 870-7, 2005.
- PLECASH, A. R.; LEAVITT, B. R. Aquatherapy for neurodegenerative disorders. **J Huntingtons Dis**. v. 3, n. 1, p. 5-11, 2014.
- POCHMANN, D.; PECCIN, P. K.; DA SILVA, I. R. V.; DORNELES, G. P.; PERES, A.; NIQUE, S.; STRIEBEL, V.; ELSNER, V. R. Cytokine modulation in response to acute and chronic aquatic therapy intervention in Parkinson disease individuals: A pilot stud. **Neurosci Lett**. v. 674, n. 01, p. 30-35, 2018.
- POLATLI, M.; AKYOL, A.; CILDAG, O.; BAYULKEM, K. Pulmonary function tests in Parkinson's disease. **European Journal of Neurology**. v. 8, n. 4, p. 341–345, 2001.
- PORTER, K. M.; HOGLUND, C. A.; HENRY, S. The Difference in Efficiency and Pulmonary Function While Performing Cycle Ergometry on Land and in Water. **International Journal of Undergraduate Research and Creative Activities**. v. 10, n. 1. 2018.
- PRIME, M., MCKAY, J. L., BAY, A. A., HART, A. R., KIM, C., ABRAHAM, A., & HACKNEY, M. E. Differentiating Parkinson Disease Subtypes Using Clinical Balance Measures. **Journal of Neurologic Physical Therapy**. v. 44, n.1, p. 34–41. 2020.
- RAE, S.; WHITE, P. Swimming pool-based exercise as pulmonary rehabilitation for COPD patients in primary care: feasibility and acceptability. **Prim Care Respir J**. v. 18, p. 90–4, 2009.
- RAHMANI, F.; SAGHAZADEH, A.; RAHMANI, M.; TEIXEIRA, A. L.; REZAEI, N.; AGHAMOLLAEI, V.; ARDEBILI, H. E. Plasma Levels of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Patients with Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Brain Research**. 2018.

RAJPUT, A. H.; RAJPUT, M. L.; FERGUSON, L. W.; RAJPUT, A. Baseline motor findings and Parkinson disease prognostic subtypes. **Neurology**. v. 89, n. 2, p. 138-143, 2017.

RAMOS, L.; NEVES, D. R.; LIMA, V. P.; ORSINI, M.; MACHADO, D.; BASTOS, V. H. V.; SANTOS, A. P. Análise de parâmetros pneumofuncionais em pacientes com doença de Parkinson: estudo piloto. **Rev Bras Neurol**. v. 50, n. 2, p. 38-43, 2014.

REINOSO, G.; ALLEN, J. C.; AU, W. L.; SEAH, S. H.; TAY, K. Y.; TAN, L. C. Clinical evolution of Parkinson's disease and prognostic factors affecting motor progression: 9-year follow-up study. **Eur J Neurol**. v. 22, n. 3, p. 457– 63, 2015.

REN, WEI-YING; LI, LI; ZHAO, RONG-YA; ZHU, LEI. Age-associated changes in pulmonary function: a comparison of pulmonary function parameters in healthy young adults and the elderly living in Shanghai. **Chin Med J (Engl)**. v. 125, n. 17, p. 3064-8, 2012.

REYES, A.; CASTILLO, A.; CASTILLO, J.; CORNEJO, I. The effects of respiratory muscle training on peak cough flow in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled study. **Clinical Rehabilitation**. 2018.

RIBEIRO, R.; BRANDÃO, D.; NORONHA, J.; LIMA, C.; FREGONEZI, G.; RESQUETI, V.; DORNELAS, A. A. Breath-stacking and incentive spirometry in Parkinson's disease: Randomized crossover clinical trial. **Respir Physiol Neurobiol**. v. 255, p. 11-16, 2018.

ROCHA, N. P.; FERREIRA, J. P. S.; SCALZO, P. L.; BARBOSA, I. G.; SOUZA, M. S.; CHRISTO, P. P.; REIS, H. J.; TEIXEIRA, A. L. Os níveis circulantes de fatores neurotróficos não estão alterados em pacientes com doença de Parkinson. **Arq. Neuro-Psiquiatr.**, v. 76, n. 5, p. 310-315, 2018.

ROSENBERG, I. H. Sarcopenia: origins and clinical relevance. **J Nutr**. v. 127, p. 990S–991S. 1997.

SABINO-CARVALHO, J. L., TEIXEIRA, A. L., SAMORA, M., DAHER, M., & VIANNA, L. C. Blunted Cardiovascular Responses to Exercise in Parkinson's disease Patients: Role of the Muscle Metaboreflex. **Journal of Neurophysiology**. v. 120, n. 4, p. 1516-1524, 2018.

SALBACH, N. M. *et al.* Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. **Arch Phys Med Rehabil.**, v.82, n.9, p.1204-12, 2001.

SAMPAIO, T. B.; SAVALL, A. S.; GUTIERREZ, M. E. Z.; PINTON, S. Neurotrophic factors in Alzheimer's and Parkinson's diseases: implications for pathogenesis and therapy. **Neural regeneration research**. v. 12, n. 4, p. 549-557, 2017.

SANCHES, V. S.; SANTOS, F. M.; FERNANDES, J. M.; SANTOS, M. L.; MULLER, P. T.; CHRISTOFOLETTI, G. Neurodegenerative disorders increase decline in respiratory muscle strength in older adults. **Respir Care**. v.59, n.12, p.1838-45, 2014.

SATHYAPRABHA, T. N.; KAPAVARAPU, P. K.; PALL, P. K.; THENNARASU, K.; RAJU, T. R. Pulmonary functions in Parkinson's disease. **Indian J Chest Dis Allied Sci** v. 47, n. 4, p. 251-7, 2005.

SECCOMBE, L. M.; ROGERS, P. G.; HAYES, M. W.; FARAH, C. S.; VEITCH, E. M.; PETERS, M. J. Reduced hypoxic sympathetic response in mild Parkinson's disease: Further evidence of early autonomic dysfunction. **Parkinsonism & Related Disorders**. v. 19, n. 11, p. 1066–1068, 2013.

SECCOMBE, L. M.; GIDDINGS, H. L.; ROGERS, P. G.; CORBETT, A. J.; HAYES, M. W.; PETERS, M. J.; VEITCH, E. M. Abnormal ventilatory control in Parkinson's disease - further evidence for non-motor dysfunction. **Respir Physiol Neurobiol**. v. 15, n. 179, p. 300-4, 2011.

SHARMA, N. K.; ROBBINS, K.; WAGNER, K.; COLGROVE, Y. M. A randomized controlled pilot study of the therapeutic effects of yoga in people with Parkinson's disease. **Int J Yoga**. v. 8, n. 1, p. 74-9, 2015.

SHEN, X.; MAK, M. K. Technology-assisted balance and gait training reduces falls in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled trial with 12-month follow-up. **Neurorehabil Neural Repair**. v. 29, p. 103 – 111, 2015.

SHU, H. F.; YANG, T.; YU, S. X.; HUANG, H. D.; JIANG, L. L.; GU, J. W.; KUANG, Y. Q. Aerobic exercise for Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **PLoS One**. v. 9, n.7, p. e100503, 2014.

SHULMAN, L. M.; PRETZER-ABOFF, I.; ANDERSON, K. E.; STEVENSON, R.; VAUGHAN C. G.; GRUBER-BALDINI, A. L.; REICH, S. G.; WEINER, W. J. Subjective report versus objective measurement of activities of daily living in Parkinson's disease. **Movement disorders**. v. 21, n.6, p. 794-799, 2006.

SHULMAN, L. M.; GRUBER-BALDINI, A. L.; ANDERSON, K. E.; FISHMAN, P. S.; REICH, S. G.; WEINER, W. J. The clinically important difference on the unified Parkinson's disease rating scale. **Arch Neurol**. v. 67, n1, p. 64-70, 2010.

SICILIANO, M.; TROJANO, L.; SANTANGELO, G.; DE MICCO, R.; TEDESCHI, G.; TESSITORE, A. Fatigue in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Mov Disord**. v. 33, n.11, p. 1712-1723, 2018.

SILVA, A. Z.; ISRAEL, V. L. Effects of dual-task aquatic exercises on functional mobility, balance and gait of individuals with Parkinson's disease: A randomized clinical trial with a 3-month follow-up. **Complement Ther Med**. v. 42, p.119-124, 2018.

SILVA, J. V. F.; SILVA, E. C.; RODRIGUES, A. P. R. A.; MIYAZAWA, A. P. A Relação entre o Envelhecimento Populacional e as Doenças Crônicas Não-Transmissíveis: Sério Desafio de Saúde Pública. **Ciências Biológicas e da Saúde**. v. 2, n.3, p. 91-100, Maceió, Mai., 2015.

SILVA, P. G.; DOMINGUES, D.D.; CARVALHO, L. A.; ALLODI, S.; CORREA, CL. Neurotrophic factors in Parkinson's disease are regulated by exercise: Evidence-based practice. **J Neurol Sci**. v. 15, n. 363, p. 5-15, 2016.

SILVEIRA, C. R. A.; ROY, E. A.; INTZANDT, B. N.; ALMEIDA, Q. J. Aerobic exercise is more effective than goal-based exercise for the treatment of cognition in Parkinson's disease. **Brain Cogn**. v. 122, p. 1-8, 2018.

SILVEIRA, R. A.; TRIPPO, K. V.; DUARTE, G. P.; NETO, M. G.; FILHO, J. O.; FERRAZ, D. D. The effects of functional training and stationary cycling on respiratory

function of elderly with Parkinson disease: a pilot study. **Fisioterapia em Movimento**, v. 31, p. e003119, 2018.

STUCKI, G.; BICKENBACH, J. Functioning: the third health indicator in the health system and the key indicator for rehabilitation. **Eur J Phys Rehabil Med**. v. 53, p.134-8, 2017.

HORVÁTH, K.; ASCHERMANN, Z.; KOVÁCS, M.; MAKKOS, A.; HARMAT, M.; JANSZKY, J.; KOMOLY, S.; KARÁDI, K.; KOVÁCS, N. Minimal clinically important differences for the experiences of daily living parts of movement disorder society-sponsored unified Parkinson's disease rating scale. **Mov Disord**. v. 32, n.5, p. 789-793, 2017.

SKINNER, J. S.; HUTSLER, R.; BERGSTEINOVA, V. *et al.* The validity and reliability of a rating scale of perceived exertion. **Med Sci Sports**, v. 5, p. 94-6, 1973.

SKINNER, A. T.; THOMSON, A. M. **Duffield: Exercícios na água**, ed. 3, São Paulo, Manole, 1985.

SOARES, A. V.; MARCELINO, E. MAIA, K. C.; BORGES JUNIOR, N. G. Relação entre mobilidade funcional e dinapenia em idosos com fragilidade. **Einstein**. v. 15, n.3, p. 278-82, 2017.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Bras Pneumol**. v. 28, 2002.

SOUZA, A.C.; MAGALHAES, L.C.; TEIXEIRA-SALMELA, L.F. Cross-cultural adaptation and analysis of the psychometric properties in the Brazilian version of the Human Activity Profile. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n.12, p.2623-36, 2006.

SPEELMAN, A. D.; VAN DE WARRENBURG, B. P.; VAN NIMWEGEN, M.; PETZINGER, G. M.; MUNNEKE, M.; BLOEM, B. R. How might physical activity benefit patients with Parkinson disease? **Nat. Rev. Neurol**. v. 7, n. 9, p. 528–534, 2011.

STUDENSKI, S.; PERERA, S.; PATEL, K. *et al.* Gait Speed and Survival in Older Adults. **JAMA**. v. 305, n. 1, p. 50-58, 2011.

STOCCHI, F.; TAGLIATI, M.; OLANOW, C. W. Treatment of Levodopa-Induced Motor Complications. **Movement Disorders**. v. 23, n. 3, p. S599–S612, 2008.

STOCCHI, F., ABBRUZZESE, G., CERAVOLO, R., CORTELLI, P., D'AMELIO, M.; DE PANDIS, M. F. FABBRINI, G.; PACCHETTI, C.; PEZZOLI, G.; TESSITORE, A.; CANESI, M.; ZAPPIA, C. I. M. Prevalence of fatigue in Parkinson disease and its clinical correlates. **Neurology**. v. 83, n.3, p. 215–220, 2014.

LOU, J. S.; DIMITROVA, D. M.; PARK, B. S.; JOHNSON, S. C.; EATON, R.; ARNOLD, G.; NUTT, J. G. Using Modafinil to Treat Fatigue in Parkinson Disease: A Double-Blind, Placebo-Controlled Pilot Study. **Clinical Neuropharmacology**. v. 32, n. 6, p. 305-310, 2009.

STEFFEN, T. M.; HACKER, T. A.; MOLLINGER, L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. **Phys Ther**. v. 82, n. 2, p. 128-37, 2002.

STEFFEN, T.; SENEY, M. Test-retest reliability and minimal detectable change on balance and ambulation tests, the 36-item short-form health survey, and the unified Parkinson disease rating scale in people with parkinsonism. **Phys Ther.** v. 88, n.6, p. 733-46, 2008.

NASSIF, D. V.; PEREIRA, J. S. Fatigue in Parkinson's disease: concepts and clinical approach. **Psychogeriatrics.** v. 18, n. 2, p. 143–150, 2018.

ORTIZ-RUBIO, A., CABRERA-MARTOS, I., TORRES-SÁNCHEZ, I., CASILDA-LÓPEZ, J., LÓPEZ-LÓPEZ, L., & VALENZA, M. C. Effects of a resistance training program on balance and fatigue perception in patients with Parkinson's disease: A randomized controlled trial. **Medicina Clínica.** v. 150, n. 12, p. 460–464, 2018.

SULLIVAN, A. M.; TOULOUSE, A. Neurotrophic factors for the treatment of Parkinson's disease. **Cytokine & Growth Factor Reviews.** v. 22, n. 3, p. 157–165, 2011.

TAMBASCO, N.; MURGIA, N.; NIGRO, P.; PAOLETTI, F.P.; ROMOLI, M.; BRAHIMI, E.; FILIDEI, M.; SIMONI, S.; MUZI, G.; CALABRESI, P. Levodopa-responsive breathing discomfort in Parkinson's disease patients. **J Neural Transm.** v. 125; n.7, n. 1033–1036, 2018.

TAN, A. H.; HEW, Y. C.; LIM, S. Y.; RAMLI, N. M.; KAMARUZZAMAN, S. B.; TAN, M. P.; GROSSMANN, M.; ANG, B. H.; TAN, J. Y.; MANAP, M. A. A. A.; TAY, T. K.; TAN, S. L.; NEW, R. P.; FADZLI, F.; YEE, E. J.; MOY, F. M.; MAHADEVA, S.; LANG, A. E. Altered body composition, sarcopenia, frailty, and their clinico-biological correlates in Parkinson's disease. **Parkinsonism Relat Disord.** v. 13, 2018.

TAN, D.; DANOUDIS, M.; MCGINLEY, J.; MORRIS, M. E. Relationships between motor aspects of gait impairments and activity limitations in people with Parkinson's disease: A systematic review. **Parkinsonism and Related Disorders.** v. 18, p. 117-124, 2012.

TEIVE, H. A. G. O papel de Charcot na doença de Parkinson. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria.** v. 56, n.1, p. 141-145, 1998.

THAKUR, P.; BREGER, L. S.; LUNDBLAD, M.; WAN, O. W.; MATTSSON, B.; LUK, K. C.; LEE, V. M. Y.; TROJANOWSKI, J. Q.; BJÖRKLUND, A. Modeling Parkinson's disease pathology by combination of fibril seeds and α -synuclein overexpression in the rat brain. **PNAS.** v. 114, n. 39, E8284-E8293, 2017.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. **Métodos de pesquisa em atividade física.** 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

THOMÉ, J. S.; OLMEDO, L.; SANTOS, F. M.; MAGNANI, K. L.; MÜLLER, P. T., CHRISTOFOLETTI, G. Pacientes com doença de Parkinson sob assistência fisioterapêutica apresentam parâmetros pulmonares melhores do que controles sedentários. **Fisioter. pesqui.** v. 23, n.1, p.30-37, 2016.

THORP, J. E.; ADAMCZYK, P. G.; PLOEG, H. L.; PICKETT, K. A. Monitoring Motor Symptoms During Activities of Daily Living in Individuals With Parkinson's Disease. **Front Neurol.** v. 9, artigo 1036, p. 1-18, 2018.

TOMLINSON, C. L.; HERD, C. P.; CLARKE, C. E.; MEEK, C.; PATEL, S.; STOWE, R.; DEANE, K. H.; SHAH, L.; SACKLEY, C. M.; WHEATLEY, K.; IVES, N. Physiotherapy

for Parkinson's disease: a comparison of techniques. **Cochrane Database of Systematic Reviews**. v. 6, n. CD002815, p. 1-119, 2014.

TOMLINSON CL, PATEL S, MEEK C, CLARKE CE, STOWE R, SHAH L, SACKLEY CM, DEANE KH, HERD CP, WHEATLEY K, IVES N. Physiotherapy versus placebo or no intervention in Parkinson's disease. **Cochrane Database Syst Rev**. v. 11, n. 7, 2012.

TONIAL, L. P.; MOCELIN, T. K.; SILVA, A. Z.; YAMAGUCHI, B.; ISRAEL, V. L. Efeitos de exercícios físicos aquáticos na flexibilidade e alcance funcional de indivíduos com Doença de Parkinson. **R. bras. Ci. e Mov**. v. 27, n.4, p. 13-19, 2019.

TORQUATO, E.; ALINE GERAGE, A.; MEURER, S.; BORGES, R.; SILVA, M.; BENEDETTI, T. Comparação do nível de atividade física medido por acelerômetro e questionário IPAQ em idosos. **Rev Bras Ativ Fís Saúde**. v. 21, n.2, p. 144-153, 2016.

TORRES-RONDA, L.; ALCÁZAR, X. S. The Properties of Water and their Applications for Training. **J Hum Kinet**. v. 9, n. 44, p. 237–248, 2014.

TORSNEY, K. M.; FORSYTH, D. Respiratory dysfunction in Parkinson's disease. **J R Coll Physicians Edinb**. v. 47, n.1, p. 35-39, 2017.

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

ULUBAY, G.; UYANIK, S.; ER DEDEKARGINOGLU, B.; SERIFOGLU, I.; KUPELI, E.; SAVAS BOZBAS, S.; SEZER, S.; HABERAL, M. Peripheral Muscle Strength Indicates Respiratory Function Testing in Renal Recipients. **Exp Clin Transplant**. v. 5, n. 1, p. 249-253, 2017.

VALDERRAMAS, S.; FERES, A. C.; MELO, A. Validação e reprodutibilidade da versão brasileira da escala de gravidade de fadiga em pacientes com doença de Parkinson. **Arq. Neuro-Psiquiatr**. v.70, n.7, p. 497-500, 2012.

VAN DER KOLK, N. M.; KING, L. A. Effects of Exercise on Mobility in People With Parkinson's Disease. **Movement Disorders**. v. 28, n. 11, 2013.

VAN DER MARCK, M. A.; DICKE, H.C.; UC, E. Y.; KENTIN, U. C.; BORM, G. F.; BLOEM, B. R.; OVEREEM, S.; MUNNEKE, M. Body mass index in Parkinson's disease: a meta-analysis. **Parkinsonism Relat Disord**. v.18, p. 263–7, 2012.

VETRANO, D. L.; PISCIOTTA, M. S.; LAUDISIO, A.; LO MONACO, M. R.; ONDER, G.; BRANDI, V.; FUSCO, D.; DI CAPUA, B.; RICCIARDI, D.; BERNABEI, R.; ZUCCALÀ, G. Sarcopenia in Parkinson Disease: Comparison of Different Criteria and Association With Disease Severity. **J Am Med Dir Assoc**. v. 19, n. 6, p. 523-527, 2018.

VIJAYAN, S.; SINGH, B.; GHOSH, S.; STELL, R.; MASTAGLIA, F. L. Brainstem Ventilatory Dysfunction: A Plausible Mechanism for Dyspnea in Parkinson's Disease? **Movement Disorders**. 2020.

VILLEGAS I. L. P.; ISRAEL, V. L. Effect of the Ai-Chi method on quality of life activities in patients with Parkinson's disease. **Topics in Geriatric Rehabilitation**. v. 30, n. 4, p. 282-289, 2014.

VIVAS, J.; ARIAS, P.; CUDEIRO, J. Aquatic therapy versus conventional land-based therapy for Parkinson's disease: an open-label pilot study. **Arch Phys Med Rehabil.** v. 92, n. 8, p. 1202-10, 2011.

VOJCIECHOWSKI, A. S.; ZOTZ, T. G. G.; LOUREIRO, A. P. C.; ISRAEL, V. L. The International Classification of Functioning, Disability and Health as Applied to Parkinson's Disease: A Literature Review. **Advances in Parkinson's Disease.** v. 05, p. 29-40, 2016.

VOLPE, D.; GIANTIN, M. G.; MAESTRI, R.; FRAZZITTA, G. Comparing the effects of hydrotherapy and land-based therapy on balance in patients with Parkinson's disease: a randomized controlled pilot study. **Clinical Rehabilitation.** v. 28; n. 12, p. 1210-7, 2014.

VORKAPIC-FERREIRA, C.; GÓIS, R. S.; GOMES, L. P.; BRITTO, A.; AFRÂNIO, B.; DANTAS, E. H. M. Born to Run: The Importance of Exercise for the Brain Health. **Rev Bras Med Esporte.** v.23, n. 6, p. 495-503, 2017.

WANG, Y.; SHAO, W. B.; GAO, L.; LU, J.; GU, H.; SUN, L., TAN, Y.; ZHANG, Y. Abnormal Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength Findings in Chinese Patients with Parkinson's Disease and Multiple System Atrophy—Comparison with Normal Elderly. **PLoS ONE.** v.9, n.12, p.e11612, 2014.

WANG, Y.; ZHANG, Y. D.; GAO, L.; LU, J.; GU, H.; SUN, L. H.; TAN, Y.; LIU, Y.; ZHANG, J. P. The pulmonary function and respiratory muscle power in multiple systemic atrophy and Parkinson's disease. **Zhonghua Nei Ke Za Zhi.** v. 52, n. 7, p.558-61, 2013.

WANG, Z.; GUO, Y.; MYERS, K. G.; HEINTZ, R.; HOLSCHNEIDER, D. P. Recruitment of the prefrontal cortex and cerebellum in Parkinsonian rats following skilled aerobic exercise. **Neurobiol Dis.** v. 77, p. 71-87, May, 2015.

WEI-YING, R.; LI, L.; RONG-YA, Z.; LEI, Z. Age-associated changes in pulmonary function: a comparison of pulmonary function parameters in healthy young adults and the elderly living in Shanghai. **Chin Med J (Engl).** v. 125, n. 17, p. 3064-8, 2012.

WINKLHOFER, K. F.; HAASS, C. Mitochondrial dysfunction in Parkinson's disease. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular Basis of Disease.** v. 1802, n. 1, p. 29–44, 2010.

WITJAS, T.; KAPHAN, E.; AZULAY, J. P.; BLIN, O.; CECCALDI M, POUGET, J.; PONCET, M.; CHÉRIF, A. A. Nonmotor fluctuations in Parkinson's disease: Frequent and disabling. **Neurology,** v. 3, p. 408–413, 2002.

WONG-YU, I. S.; MAK, M. K. Multi-dimensional balance training programme improves balance and gait performance in people with Parkinson's disease: a pragmatic randomized controlled trial with 12-month follow-up. **Parkinsonism Relat Disord.** v. 21, p. 615- 621, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Physical status: the use and interpretation of anthropometry, Report of a WHO Expert Committee. **World Health Organ Tech Rep Ser.** v. 854, 1995.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global Recommendations on Physical Activity for Health. Recommended levels of physical activity for adults aged 65 and

above. 2010. Disponível em:
https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_olderadults/en/ Acesso em: 30
novembro de 2018.

YAMAGUCHI, B.; FERREIRA, M. P.; ISRAEL, V. L. A multidisciplinaridade na redução da levodopa na pessoa com doença de Parkinson avançada. **Acta fisiátrica**. v: 23, n: 4, 2016.

YAMAGUCHI, B., FERREIRA, M. P.; ISRAEL, V. L. Aquatic Physiotherapy and Parkinson's Disease: Effects on Functional Motor Skills. **Advances in Parkinson's Disease**. v. 9, p. 1-12. 2020.

YAMAGUCHI, B.; IUCKSCH, D. D.; ISRAEL, V. L. Parâmetros Ventilatórios na Doença de Parkinson – Revisão De Literatura. **Revista Inspirar Movimento e Saúde**. v. 19, n. 02, 2019.

YAZAR, T.; YAZAR, H. O.; ZAYIMOGLU, E.; ÇANKAYA, S. Incidence of sarcopenia and dynapenia according to stage in patients with idiopathic Parkinson's disease. **Neurol Sci**. v.39, n. 8, p. 1415–1421, 2018.

YOO, S. Z.; NO, M. H.; HEO, J. W.; PARK, D. H.; KANG, J. H.; KIM, S. H.; KWAK, H. B. Role of exercise in age-related sarcopenia. **Journal of Exercise Rehabilitation**. v. 14, n. 4, p. 551–558, 2018.

YULUG, B.; OZANSOY, M.; CANKAYA, S. A different view on the pathophysiology of Parkinson's disease: a descendent neurochemical hypothesis? **Neural Regen Res**. v. 14, n. 10, p. 1717-1718, 2019 .

8 APENDICES

APÊNDICE 1 – Resumo das variáveis avaliadas nos três estudos da tese:

Variável (<i>Instrumento de avaliação</i>)	Estudo 1	Estudo 2	Estudo 3
Classificação da gravidade da DP (<i>Escala de Hoehn & Yahr</i>)	X	X	X
Pressão inspiratória máxima (Pi máx) (<i>Manovacuômetro</i>)	X		X
Pressão expiratória máxima (Pe máx) (<i>Manovacuômetro</i>)	X		X
Pico de fluxo Expiratório (<i>Peak flow meter</i>)	X		
Capacidade Vital Forçada (CVF) ¹ (<i>Espirometria</i>)		X	X
Volume Expiratório Forçado no 1ºs (VEF1) ¹ (<i>Espirometria</i>)		X	X
Índice de Tiffenau (VEF1/CVF) ¹ (<i>Espirometria</i>)		X	X
Ventilação Voluntária Máxima (VVM) (<i>Espirometria</i>)		X	X
Massa corporal (<i>Balança</i>)	X	X	X
Estatuta corporal (<i>Estadiômetro</i>)	X	X	X
Circunferência cintura (<i>Perimetria</i>)	X		X
Perímetro da panturrilha ² (<i>Perimetria</i>)	X		X
Força manual ²	X		X

<i>(Dinamometria de preensão palmar)</i>			
Velocidade da Marcha ² <i>(Avaliação da marcha em 10 metros)</i>	X		X
Capacidade de marcha <i>(Teste de Caminhada de 6 minutos)</i>		X	X
Atividade Física <i>(International Physical Activity Questionnaire - IPAQ)</i>		X	
Fadiga <i>(Escala de Gravidade de Fadiga - FSS)</i>		X	X
Atividades de vida diária (AVD) <i>(Unified PD Rate Scale - UPDRS II)</i>		X	X
Avaliação motora <i>(Unified PD Rate Scale - UPDRS III)</i>		X	X
Avaliação aquática <i>(Aquatic Functional Assessment Scale - AFAS)</i>			X

- 1- instrumentos que compõe a avaliação de teste de função pulmonar
2- instrumentos indicadores de risco de sarcopenia

APENDICE 2 – Programa de Intervenção

Exercícios físicos aquáticos

FASE AMBIENTAÇÃO

1º mês

EXERCÍCIO

VOLUME

AQUECIMENTO: Marcha em roda com mãos dadas (ambos os lados, frente e costas)

2 min

Alça de balde: Em pé, MMII afastados e em semiflexão. Exercício inspiratório com associação de abdução/ adução de MMSS até a lâmina de água, expiração prolongada freno labial

2 x 5 repetições,
intervalo de
1min

Alavanca de bomba: Em pé, MMII afastados e em semiflexão. Exercício inspiratório com associação de flexão/extensão de MMSS expiração prolongada freno labial	2 x 5 repetições intervalo de 1min
Flutuar com apoio	2 min

2º mês

EXERCÍCIO	VOLUME
AQUECIMENTO: Marcha em roda com mãos dadas com flutuadores nos MMII (ambos os lados, frente e costas)	2 min
Exercícios respiratórios de soluços inspiratórios com expiração prolongada em imersão na piscina	2 x 5 repetições, intervalo de 1min
Exercícios respiratórios 2:1 com a expiração prolongada em imersão na piscina	2 x 5 repetições intervalo de 1min
Flutuar sem apoio (c/ adaptações, se necessário)	2 min

3º mês

EXERCÍCIO	VOLUME
AQUECIMENTO: Marcha em roda sem dar as mãos, mas manter padrão de roda com bola em MMSS e flutuador em MMII, caminhar ambos os lados, frente, “trem” e costas	2 min
Exercícios respiratórios 3:1 com a expiração prolongada em imersão na piscina	2 x 5 repetições intervalo de 1min
Deslizar em prono	-
Mergulhar até tocar o piso da piscina	-

FASE DOMÍNIO DO MEIO LÍQUIDO

VOLUME	1º mês	2º mês	3º mês
4 min	Rotação transversal	Flutua na posição vertical	Rola livremente na água
4 min	Rotação sagital	Rotação longitudinal	Rotação mista/combinada

FASE EXERCÍCIOS TERAPÊUTICOS ESPECIALIZADOS

(4 min cada)

1º mês

Marcha tandem frente e costas transportando bola pequena

Equilíbrio de tronco: sentado em flutuador, sem tocar pés no chão. Manter-se ou deslocar-se com movimentos de MMSS

2º mês

Marcha com obstáculo (subir e descer)

Coluna superior: em prono, segurando em barra ou flutuador com MMSS estendidos estende parte superior de coluna, associa com treino respiratório

Coluna inferior e glúteo: em supino, contrai abdome, segurando em barra com MMSS e com flutuador em MMII vai levar os MMII para o fundo da piscina

3º mês

Marcha tandem frente e costas com flutuador em MMII

Passagem de posturas ajoelhado semi-ajoelhado e em pé

Bola e bastão: na horizontal (supino ou prono) abraçar os joelhos (em posição bola), em seguida estender coluna MMSS e MMII (em posição bastão)

Alongamentos ao final (2x de 30 segundos cada membro cada exercício)

EXERCÍCIO

Alongamento isquiostibiais e gastrocnêmio com um dos MMII estendidos para frente, em apoio unipodal.

Alongamento quadríceps e iliopsoas com um dos MMII em flexão de joelho e extensão de quadril, segurando o tornozelo atrás do corpo, em apoio unipodal.

Alongamento grande dorsal em pé, mãos unidas acima da cabeça, inclina lateralmente o tronco.

Alongamento peitorais apoia um membro superior em parede e gira o tronco para lado contrário ao alongamento

FASE DE CONDICIONAMENTO ORGÂNICO GLOBAL

(\cong 12 min de exercício)

EXERCÍCIO	1º mês	2º mês	3º mês
Bicicleta ergométrica	x	x	x
Jump com movimento antero-posterior MMSS e MMII	x	x	x
Polichinelo com MMSS até o nível da água	x		
Nado com flutuador em MMSS realiza movimento de MMII de nado crawl	x		
Dissociação de cintura em pé com flutuador em MMSS “empurrando” lateralmente a lamina de água		x	x
“Nado” com flutuador entre MMII realiza movimento de MMSS para deslocamento		x	
Deslocamento (Nado) livre sem artefatos flutuadores			x

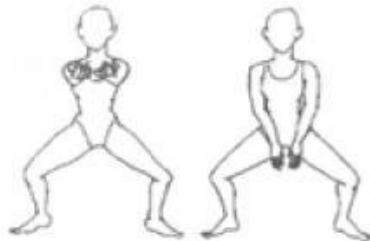
Usar a *BORG* a cada 4' – quem está fora cronometra e anota de cada participante

FASE DE RELAXAMENTO

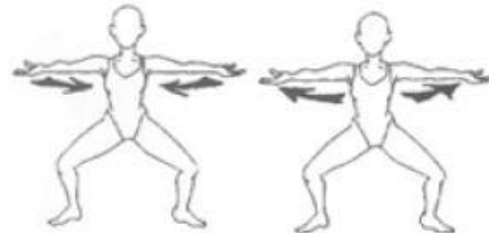
1º 2º e 3º mês

Ai Chi: pontos 2 a 5. 2 x cada.

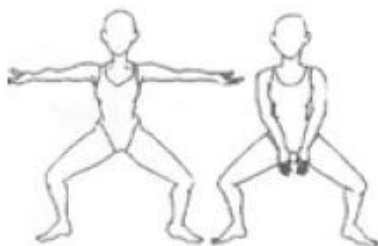
2 Flutuando (insp: fazendo flexão
Exp: fazendo extensão)



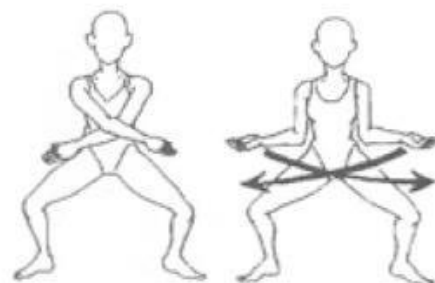
4 – Fechando (insp: fazendo abdução horiz
Exp: fazendo adução horiz)



3 – Elevando (insp: fazendo abdução
Exp: fazendo adução)



5 – cruzando (insp: fazendo rotação externa
Exp: fazendo rotação interna)



APENDICE 3 – Dados não-normais do Estudo 2

TABELA 18- Características descritivas, expostas em mediana e intervalos interquartis de 25% e 75%

Desfechos	Mediana (50%) Intervalo interquartil 25% - 75%	
	DP	Hígidos
Estatura (m)	1,63 1,54 – 1,74	1,63 1,53 – 1,67
TC6 distância (m)	335 214,25 – 442,5	415,5 375,5 – 463,75
TC6 velocidade (m/s)	0,92 0,59 – 1,22	1,15 1,02 – 1,28
TC6 <i>Borg</i> inicial	8 7 – 11	7 6 – 9,5
TC6 <i>Borg</i> final	13,5 11 – 16	12 9,25 – 14
Fadiga	4,38 4 – 5,22	2,61 2,02 – 3,66
VVM (%)	65,5 47 – 76,5	79 71,25 – 83,75

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: DP: doença de Parkinson; m: metros; m/s: metros por segundo; TC6: teste de caminhada de seis metros; VVM: ventilação voluntária máxima.

TABELA 19- Valores medianos e de dispersão para os grupos e sexos, nas variáveis não normais

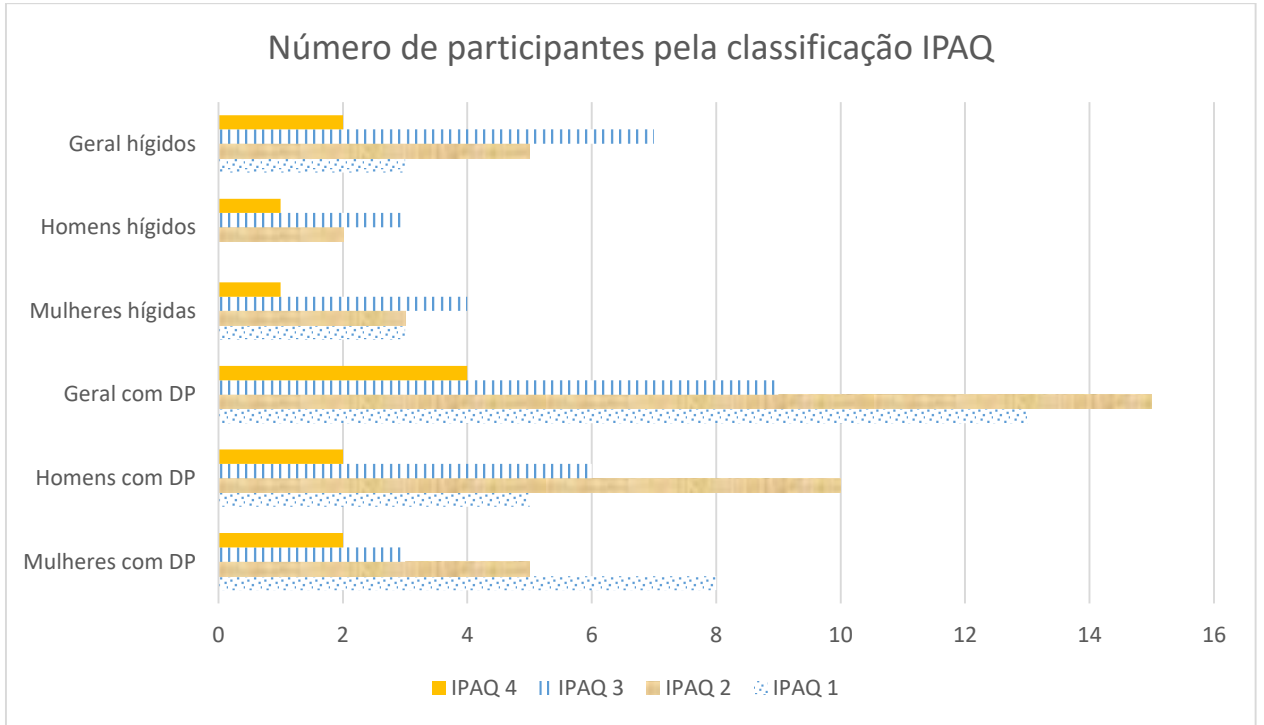
	Mediana (50%) Intervalo interquartil 25% - 75%			
	DP		Hígidos	
	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens
Estatura (m)	1,55 1,47 – 1,59	1,72 1,64 – 1,78	1,57 1,51 – 1,65	1,67 1,65 – 1,79
TC6 distância (m)	274,5 274,5 – 335,75	358,5 226 – 465,62	398 370 - 455	460 356 – 550
TC6 velocidade (m/s)	0,76 0,57 – 0,98	0,99 0,62 – 1,28	1,11 1,02 – 1,26	1,28 0,98 – 1,52
TC6 <i>Borg</i> inicial	9 6,25 – 11,75	8 7,25 – 11	8 6 - 10	6 6 – 8
TC6 <i>Borg</i> final	14,5 11,5 – 16	13 11 – 16,5	12 9 - 14	10 8,5 – 14
Fadiga	4,33 4,22 – 5,22	4,47 3,74 – 4,94	3,78 2,44 – 3,78	2,11 1,94 – 3,39
VVM (%)	61,5 47 – 76,5	66,5 46,25 – 76,5	79 48 – 80,6	83 73 – 104

FONTE: A autora (2020).

LEGENDA: DP: doença de Parkinson; m: metros; m/s: metros por segundo; TC6: teste de caminhada de seis metros; VVM: ventilação voluntária máxima.

APÊNDICE 4 – Figura do estudo 2

FIGURA 25 – Quantitativo de pessoas, pela presença ou ausência de DP e pelo sexo, classificadas em cada nível de atividade física, pelo IPAQ



APENDICE 5 - Artigos Científicos Publicados

MÉLO, T. R.; **YAMAGUCHI, B.**; ANTONIACONI, G.; FIALHO, T. S. M.; AMORIM, R. C.; LUCCHESI, V. O.; SIGNORELLI, M. C. Gravidez, Obesidade e Saúde da Mulher: Uma Análise Transversal de Dados do Período Pré-Natal do Município de Paranaguá, Paraná. *Revista inspirar movimento e saúde*. v. 20; n. 1, p. 1-16, 2020.

SILVA, F.; **YAMAGUCHI, B.**; ALMEIDA, K. C.; COSTIN, A. C. M. S.; MALTAURO, L.; NEVES, E. B.; MÉLO, T. R. Efeitos imediato, agudo e crônico da Kinesio Taping associada à terapia Neuromotora intensiva na postura sentada de crianças com paralisia cerebral. *Arq. Cienc. Saúde UNIPAR*, v. 24, n. 1, p. 47-52, jan./abr. 2020.

IUCKSCH, D. D.; ARAUJO, L. B.; NOVAKOSKI, K. R. M.; **YAMAGUCHI, B.**; CARNEIRO, C.; MELO, T. R. ; ISRAEL, V. L. Decoding Aquatic Motor Behavior According ICF. *ACTA SCIENTIARUM. HEALTH SCIENCES (ONLINE)*, v. 42, p. e47129, 2020.

YAMAGUCHI, B., FERREIRA, M.P. AND ISRAEL, V.L. Aquatic Physiotherapy and Parkinson's Disease: Effects on Functional Motor Skills. *Advances in Parkinson's Disease*, 9, 1-12, 2020.

YAMAGUCHI, B.; IUCKSCH, D. D.; ISRAEL, V. L. PARÂMETROS VENTILATÓRIOS NA DOENÇA DE PARKINSON: REVISÃO DE LITERATURA. *REVISTA INSPIRAR*, v. 19, p. 1-16, 2019.

YAMAGUCHI, BRUNA; SILVA, ADRIANO ZANARDI; ARAUJO, LUIZE BUENO; GUIMARÃES, ANA TEREZA BITTENCOURT; ISRAEL, VERA LÚCIA. Psychomotor evaluation of children attending Child Education Centers in the south of Brazil. *EARLY CHILD DEVELOPMENT AND CARE*, v. xx, p. 1-8, 2019.

TONIAL, L. P.; MOCELIN, T. K.; SILVA, A. Z.; **YAMAGUCHI, B.**; ISRAEL, V. L. Efeitos de exercícios físicos aquáticos na Flexibilidade e Alcance Funcional de Indivíduos com Doença de Parkinson. *REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIA E MOVIMENTO*, v. 27, p. 13-19, 2019.

MÉLO, TAINÁ RIBAS; ARAUJO, LUIZE BUENO; **YAMAGUCHI, BRUNA**; FERREIRA, MANOELA DE PAULA; ISRAEL, VERA LÚCIA. Early intervention program by ICF model for babies of 4-18 months frequenting daycare center: protocol for clinical trial. *Motriz*, v. 25, p. 1-9, 2019.

MELO, T. R.; ARAUJO, L. B. ; **YAMAGUCHI, B.**; FERREIRA, M. P.; ISRAEL, V. L. Quality of life and neuropsychomotor development of infants between 4-18 months in daycare center. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 25, n. 3, p. 1-9, 2019.

NOVAKOSKI, K. R. M.; VALDERRAMAS, S. R.; ISRAEL, V. L. ; **YAMAGUCHI, B.**; ANDREAZZA, M. G. Back to the liquid environment: effects of aquatic physiotherapy intervention performed on preterm infants. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, v. 20, p. 566-575, 2018.

MÉLO, TAINÁ RIBAS; **YAMAGUCHI, BRUNA**; CHIARELLO, CLAUDIANA RENATA; COSTIN, ANA CLÁUDIA SZCZYPIOR; ERTHAL, VANESSA; ISRAEL, VERA LÚCIA;

NEVES, EDUARDO BORBA. Intensive neuromotor therapy with suit improves motor gross function in cerebral palsy: a Brazilian study. *Motricidade*, v. 13, p. 54-61, 2018.

MÉLO, TAINÁ RIBAS; **YAMAGUCHI, BRUNA**; SILVA, ADRIANO ZANARDI; ISRAEL, VERA LÚCIA. Motor abilities, activities, and participation of institutionalized Brazilian children and adolescents with cerebral palsy. *Motriz*, v. 23, p. 1-8, 2017.

SILVA, A. Z.; VOJCIECHOWSKI, A. S.; **YAMAGUCHI, B.**; MELO, T. R.; TOUCHAN, A. S.; SERIO, A. B.; ISRAEL, V. L. Avaliação neuropsicomotora e classificação funcional em escolares de 10 a 12 anos da rede pública. *Revista de Terapia Ocupacional da Universidade de São Paulo*, v. 27, p. 52-62, 2016.

YAMAGUCHI, BRUNA; FERREIRA, MANOELA DE PAULA; ISRAEL, VERA LÚCIA. Multidisciplinary care and the reduction of Levodopa intake of patients with advanced Parkinson's disease. *Acta Fisiatrica (USP)*, v. 23, p. 197-200, 2016.

APÊNDICE 6 - Apresentação de resumos em congresso

YAMAGUCHI, B.; IUCKSCH, D. D.; SILVA, A. Z.; SIEGA, J.; ISRAEL, V. L. AQUATIC PHYSICAL THERAPY: AQUATIC FUNCTIONAL ASSESSMENT SCALE (AFAS) FOR SUBJECTS WITH PARKINSON DISEASE. 2019. Apresentação de Trabalho, Congresso: WCPT Congress – Genebra, Suíça.

ISRAEL, V. L.; **YAMAGUCHI, B.**; FERREIRA, M. P.; VALDERRAMAS, S. R. PULMONARY FUNCTION IN PATIENTS WITH PARKINSON'S DISEASE. 2019. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

ISRAEL, V. L.; **YAMAGUCHI, B.**; SILVA, A. Z.; IUCKSCH, D. D.; SIEGA, J. PARKINSON'S DISEASE, RESPIRATORY CAPACITY AND FUNCTIONALITY: A PERSPECTIVE OF PHYSIOTHERAPY. 2019. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

ISRAEL, V. L.; ARAUJO, L. B.; MELO, T. R.; NOVAKOSKI, K. R. M.; **YAMAGUCHI, B.**; SILVA, A. Z. PROPOSAL FOR ADAPTATION OF AQUATIC FUNCTIONAL ASSESSMENT SCALE FOR BABIES. 2019. Apresentação de Trabalho, Congresso: WCPT Congress – Genebra, Suíça.

YAMAGUCHI, B.; CARVALHO, B. K.; FERREIRA, G.; LEVECK, G. C.; CUNHA, L. G.; CHRISTINELLI, T.; SIEGA, J.; IUCKSCH, D. D.; ISRAEL, V. L. RELATO DE EXPERIÊNCIA NO APRENDIZADO EM PESQUISA COM INTERAÇÃO DO ENSINO E EXTENSÃO NA FISIOTERAPIA DA UFPR. 2019. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, B.; HARTMAN, B. C.; CASTRO, E. S.; FERREIRA, G.; LEVECK, G. C.; FELTRIN, M. I.; ISRAEL, V. L. RELATO DE EXPERIÊNCIA DO PROGRAMA DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA FISIOTERAPIA DA UFPR. 2019. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, B.; IUCKSCH, D. D.; SILVA, A. Z.; FERREIRA, M. P.; ISRAEL, VERA LÚCIA. Doença de Parkinson: Transferindo habilidades motoras da água para funcionalidade no solo. 2018. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

SILVA, A. Z.; **YAMAGUCHI, B.**; IUCKSCH, D. D.; ISRAEL, V. L. Exercícios aquáticos cognitivos melhoram a dupla-tarefa em indivíduos com Doença de Parkinson?. 2018. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, B.; IUCKSCH, D. D.; ARAUJO, L. B.; NOVAKOSKI, K. R. M.; CARNEIRO, C. F.; MELO, T. R.; ISRAEL, V. L. DESVENDANDO O COMPORTAMENTO MOTOR AQUÁTICO: DESCRIÇÃO E REFLEXÃO SOBRE O MOVIMENTO FUNCIONAL. 2018. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

MELO, T. R.; **YAMAGUCHI, B.**; SIGNORELLI, M. C. PARA ALÉM DA LINGUAGEM: ATUAÇÃO INTERDISCIPLINAR DA FONOAUDIOLOGIA NO NASF DE PARANAGUÁ. 2018. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

MELO, T. R.; **YAMAGUCHI, B.**; ISRAEL, V. L. Physical Therapy: Intensive Neuromotor Therapy in Gross Skills of Brazilian Children with Cerebral Palsy. 2017. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, BRUNA; Motter, A. A.; ISRAEL, V. L. TRIAGEM DE RISCO DE SARCOPENIA E REPERCUSSÕES RESPIRATÓRIAS NA DOENÇA DE PARKINSON. 2017. (Apresentação de Trabalho/Conferência ou palestra).

SIEGA, J.; SILVA, A. Z.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; ISRAEL, V. L. EFEITOS NA CONDIÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA DE PACIENTES COM DOENÇA DE PARKINSON APÓS INTERVENÇÃO DA FISIOTERAPIA AQUÁTICA. 2017. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

ISRAEL, V. L.; Souza, A. C. F.; ALMEIDA, N.; SILVA, A. Z.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; NOVAKOSKI, K. R. M.; ARAUJO, L. B. PARTICIPAÇÃO DISCENTE NO PROGRAMA DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA: UMA FORMAÇÃO PEDAGÓGICA E SOCIAL. 2017. (Apresentação de Trabalho/Outra).

HARTMAN, B. C.; LEVECK, G. C.; CASTRO, E. S.; ZEFERINO, A. C.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; NOVAKOSKI, K. R. M.; ALMEIDA, N.; ISRAEL, V. L. PANORAMAS DA FISIOTERAPIA: PROBLEMATIZANDO A FISIOTERAPIA SOCIAL. 2017. (Apresentação de Trabalho/Outra).

MOCELIN, T. K.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; ISRAEL, V. L. Efeitos da Fisioterapia Aquática em um Paciente com Síndrome de Guillán Barré: Relato de Experiência. 2017. (Apresentação de Trabalho/Outra).

MOCELIN, T. K.; SIEGA, J.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; SILVA, A. Z.; ISRAEL, V. L. AQUATIC PHYSICAL THERAPY IN PEOPLE WITH PARKINSON'S DISEASE: REPERCUSSIONS IN FUNCTIONAL MOBILITY AND BALANCE. 2017. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

SIEGA, J.; MOCELIN, T. K.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; SILVA, A. Z.; ISRAEL, V. L. AQUATIC PHYSICAL THERAPY IN PEOPLE WITH PARKINSON'S DISEASE: EFFECTS ON CARDIORESPIRATORY FITNESS. 2017. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

ISRAEL, V. L.; **YAMAGUCHI, B.**; SILVA, A. Z. Aquatic Funcional Assessment Scale in Parkinson Disease. 2017. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, B.; SILVA, A. Z.; ISRAEL, V. L. Avaliação da Motricidade em Crianças de Centros de Educação Infantil do Litoral do Paraná. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, B.; ISRAEL, V. L. Troca de Experiências sobre o Desenvolvimento Neuropsicomotor com Famílias de Crianças atendidas em CEI de Matinhos/PR: integração de saberes comunidade-universidade. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

MELO, T. R.; **YAMAGUCHI, B.**; ARAUJO, L. B.; SILVA, A. Z.; ISRAEL, V. L. AVALIAÇÃO E INTERVENÇÃO PRECOCE DA FISIOTERAPIA NA CRIANÇA PEQUENA NO PROGRAMA DE ESTRATÉGIA DE SAÚDE DA FAMÍLIA: RELATOS DE CASOS DO MUNICÍPIO DE PARANAGUÁ. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

SILVA, A. Z.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; ISRAEL, V. L. PRIMARY HEALTH CARE IN PHYSICAL THERAPY: EVALUATION OF CHILDREN ATTENDING CHILD EDUCATION CENTERS. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, BRUNA; ISRAEL, V. L. Aquatic physical therapy: Functional motor skills in people with Parkinson disease. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

YAMAGUCHI, BRUNA; ISRAEL, V. L. Interdisciplinary Allied health Care in a southern Brazil service. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

LOUREIRO, A. P.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; ISRAEL, V. L. . Predicting risk of sarcopenia in people with Parkinson's disease. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

STONOGA, E; PEREZ, J; SANTOS, E. G.; MIRANDA, F. C.; ISRAEL, V. L.; **YAMAGUCHI, BRUNA**. CONSTRUÇÃO DE SABERES: UMA EXPERIÊNCIA NA APRENDIZAGEM POR PROJETOS BUSCANDO O PANORAMA DA FISIOTERAPIA NA SAÚDE COLETIVA. 2016. (Apresentação de Trabalho/Outra).

ALMEIDA, N.; BORGES, I.; SOUZA, N. S. P.; ISRAEL, V. L.; **YAMAGUCHI, BRUNA**. PANORAMAS DA FISIOTERAPIA: INTERFACES DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. 2016. (Apresentação de Trabalho/Outra).

REIS, C. C.; RICETO, I.; PASSOS, J.; SANTOS, J. L.; MOLLER, L.; FURLAN, L.; ISRAEL, V. L.; **YAMAGUCHI, BRUNA**. MAPA DE CONCEITOS: UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM SOBRE LEGISLAÇÃO E GESTÃO EM FISIOTERAPIA. 2016. (Apresentação de Trabalho/Outra).

MELO, T. R.; **YAMAGUCHI, BRUNA**; SILVA, A. Z.; ISRAEL, V. L. IMPACTO DA INSTITUCIONALIZAÇÃO SOBRE A (IN)DEPENDÊNCIA FUNCIONAL NA PARALISIA CEREBRAL. 2016. (Apresentação de Trabalho/Congresso).

APENDICE 7 – Cálculo amostral

Para ensaios clínicos experimentais, ou quase experimentais, a proposta do cálculo amostral indica o número de participantes que representam a população para inferência no próprio grupo. Para o cálculo foi necessário delimitar a prevalência da DP na cidade de Curitiba/PR, intervalo de confiança de 95% e erro de 0,05 (ou 5%). Para a população foi utilizado os valores encontrados no CENSO 2010 para idosos e na prevalência utilizamos 2%.

O cálculo amostral foi realizado conforme consta na equação a seguir (EQUAÇÃO 1):

Equação 1: Estabelece o cálculo amostral do estudo.

$$n = N.p.q.(Z_{\alpha/2})^2 / p.q.(Z_{\alpha/2})^2 + (N-1).E^2$$

onde:

N= população;

P= Prevalência de Parkinson;

q= 1-p;

Z= valor crítico de intervalo de confiança de 95%;

E= erro amostral.

Para cumprir a cálculo amostral o n da pesquisa teria que ser de 30 pessoas.

APÊNDICE 8 – Quantidade de casos abaixo do esperado para os desfechos ventilatórios, nas 4 avaliações do Estudo 3

FIGURA 26 - Quantidade de casos abaixo do esperado, nos desfechos ventilatórios, para os homens do estudo

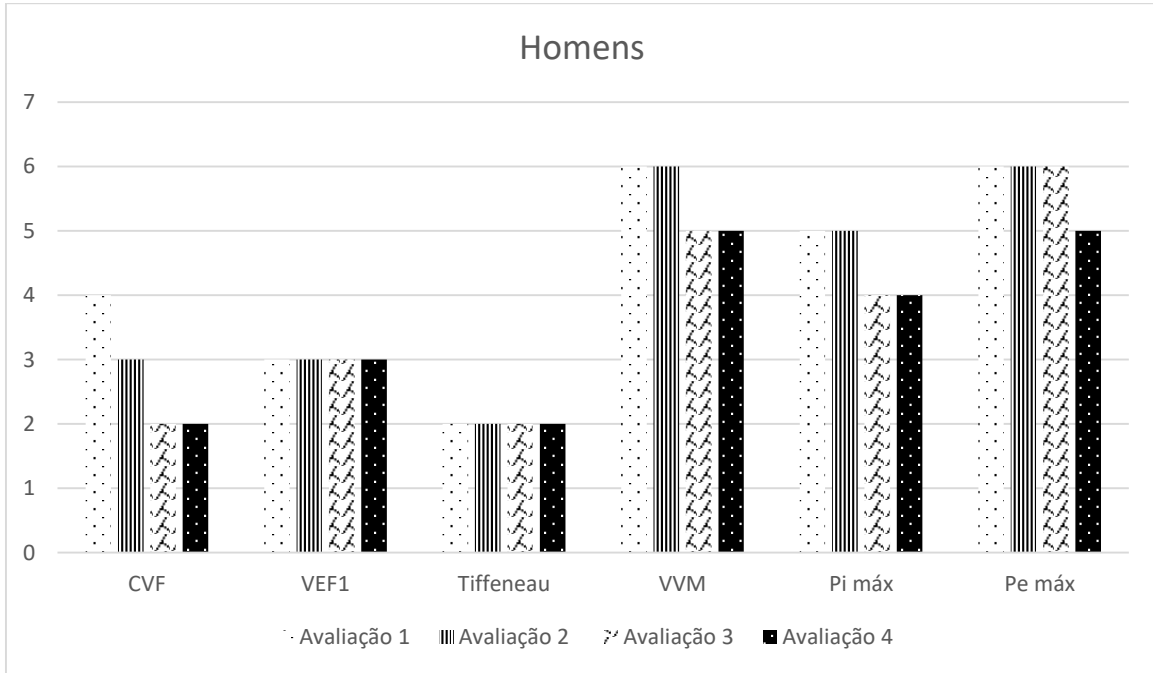


FIGURA 27 - Quantidade de casos abaixo do esperado, nos desfechos ventilatórios, para as mulheres do estudo

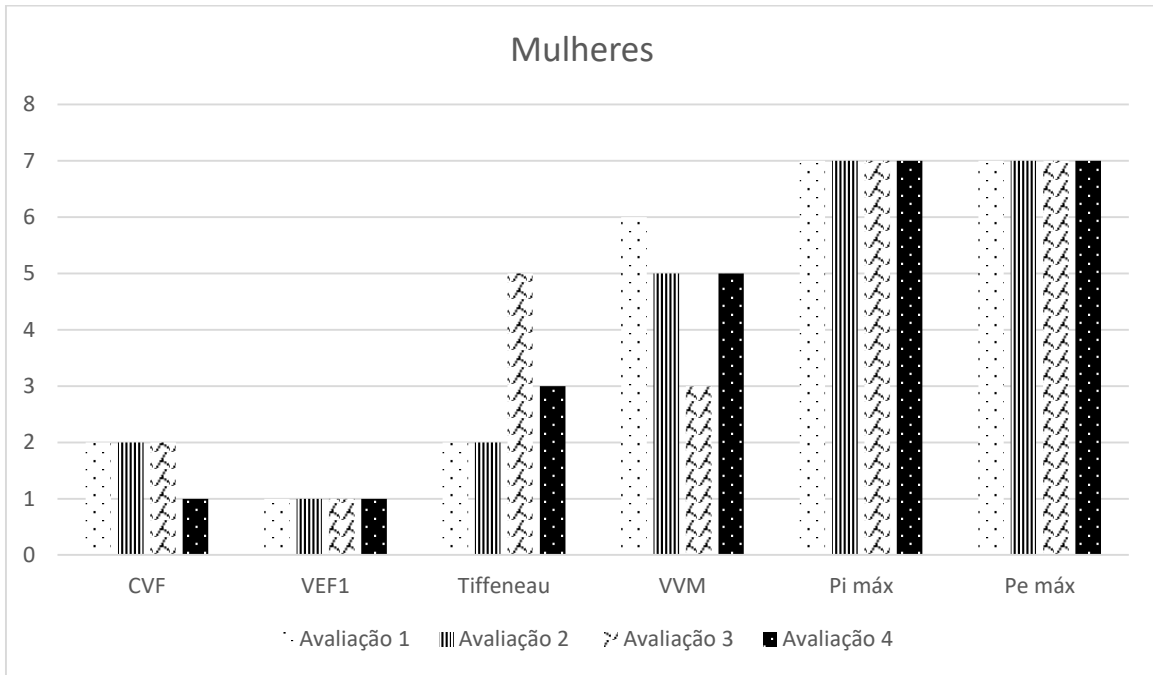
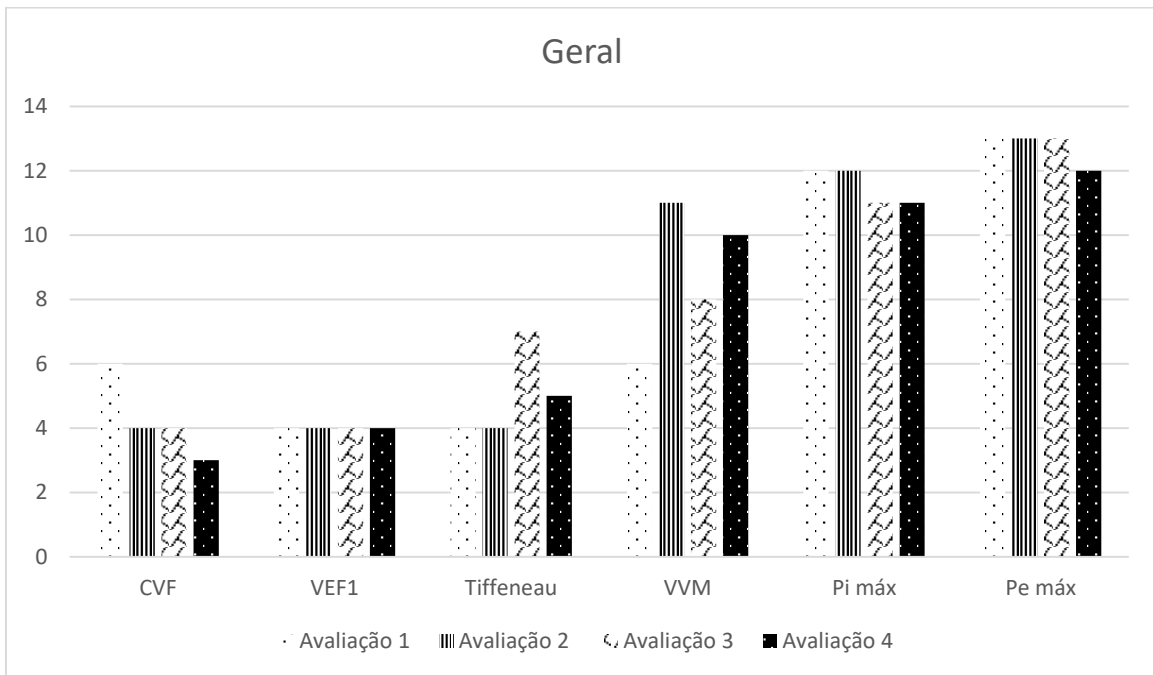



FIGURA 28 - Quantidade de casos abaixo do esperado, nos desfechos ventilatório, incluindo ambos os sexos



9 ANEXOS

ANEXO 1 – Aprovação da Pesquisa pelo Comitê de Ética

<p>UFPR - SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ -</p> 								
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP								
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA								
Título da Pesquisa: DOENÇA DE PARKINSON E FISIOTERAPIA: ANÁLISE DA REPERCUSSÃO DE PROGRAMAS DE INTERVENÇÕES COM ATIVIDADES FÍSICAS TERRESTRES E AQUÁTICAS - FISIOPARK								
Pesquisador: Vera Lúcia Israel								
Área Temática:								
Versão: 3								
CAAE: 08781417.4.0000.0102								
Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Educação Física								
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio								
DADOS DO PARECER								
Número do Parecer: 2.200.372								
 Apresentação do Projeto:								
Trata-se do projeto intitulado "DOENÇA DE PARKINSON E FISIOTERAPIA: ANÁLISE DA REPERCUSSÃO DE PROGRAMAS DE INTERVENÇÕES COM ATIVIDADES FÍSICAS TERRESTRES E AQUÁTICAS - FISIOPARK", sob orientação da Profa. Dra. Vera Lúcia Israel, e das alunas Manoela de Paula Ferreira, Bruna Yamaguchi e Isabela Lúcia Pelloso Villegas. Este estudo caracteriza-se como ensaio clínico intervencional quase-experimental pareado do tipo antes-depois, com grupo controle (GC) e grupo experimental (GE), com amostra selecionada aleatoriamente (n=30). Os participantes serão convidados a participar de programas de intervenção em hidroterapia, dança, terapia manual e treino de marcha.								
 Objetivo da Pesquisa:								
Objetivo Geral								
Verificar em pessoas com Doença de Parkinson (DP) a repercussão de programas de atividades físicas terrestres e aquáticas sobre saúde, função físico-motora e pulmonar.								
Objetivos Específicos								
Investigar os sinais cardinais, a percepção de saúde, a qualidade de vida, a condição cognitiva, emocional, a função pulmonar, a dor, a agilidade, a funcionalidade, a fragilidade, equilíbrio corporal, a marcha e a postura estática antes e após aplicação de programas de intervenções de								
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Térreo</td> <td style="border: none;">CEP: 80.060-240</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Bairro: Alto da Glória</td> <td style="border: none;">Município: CURITIBA</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">UF: PR</td> <td style="border: none;">E-mail: cometica.saude@ufpr.br</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Telefone: (41)3360-7259</td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table>	Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Térreo	CEP: 80.060-240	Bairro: Alto da Glória	Município: CURITIBA	UF: PR	E-mail: cometica.saude@ufpr.br	Telefone: (41)3360-7259	
Endereço: Rua Padre Camargo, 285 - Térreo	CEP: 80.060-240							
Bairro: Alto da Glória	Município: CURITIBA							
UF: PR	E-mail: cometica.saude@ufpr.br							
Telefone: (41)3360-7259								

ANEXO 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Bruna Yamaguchi, Manoela de Paula Ferreira, Isabela Lúcia Peloso Villegas e Vera Lúcia Israel, alunas de pós-graduação e professora da Universidade Federal do Paraná, estamos convidando o Senhor(a), que tenha Doença de Parkinson ou tenha mais de 60 anos e se considere saudável a participar de um estudo intitulado “A repercussão de um programa de intervenções com exercícios físicos aquáticos, marcha, dança e terapia manual sobre a percepção em saúde, função físico-motora e respiratória da pessoa com Doença de Parkinson”. Esta pesquisa tem relevância para podermos ofertar terapias mais apropriadas para pessoas com a Doença de Parkinson, para assim, podermos contribuir por meio do exercício para a funcionalidade motora.

a) O objetivo desta pesquisa é verificar a repercussão de um programa exercícios físicos aquáticos, dança e terapia manual sobre a percepção em saúde, função físico-motora e pulmonar de pessoas com Doença de Parkinson.

b) Caso você participe da pesquisa, será necessário que o senhor (a) possa participar de grupos de práticas físicas envolvendo hidroterapia, dança, terapia manual e caminhadas orientadas.

c) Para tanto você deverá comparecer na Universidade Federal do Paraná, no Setor Biológicas, Centro Politécnico, endereço: Av. Coronel Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas para realizar as atividades práticas e as avaliações. Somente a Hidroterapia será realizada na Unidade Básica de Saúde localizada na praça Ouvidor Pardini e nos dias destas atividades o Senhor (a), será avisado. As atividades levarão aproximadamente 1h30 e ocorreram 2 vezes por semana pelo período de um ano.

d) É possível que o senhor (a) experimente algum desconforto, principalmente relacionado a rotina de atividades físicas, mas isso será minimizado com a adaptação a rotina e com a verificação dos sinais vitais e acompanhamento de profissionais da saúde.

e) Alguns riscos relacionados ao estudo podem ser aumento ou queda da pressão arterial, aumento e queda de frequência respiratória e cardíaca, dores musculares que serão ajustadas ao longo das atividades físicas e serão monitoradas por profissionais da saúde. Talvez algum momento de constrangimento em responder algum questionário, para isso todas as entrevistas serão feitas de forma individual e o Senhor (a) poderá a todo momento escolher se aceita ou não responder às perguntas.

f) Os benefícios esperados com essa pesquisa são melhora na funcionalidade, na caminhada, fazer as atividades de casa, melhora da condição respiratória, prevenção de complicações pulmonares, relaxamento, sensação de melhor bem-estar. Nem sempre você será diretamente beneficiado com o resultado da pesquisa, mas poderá contribuir para o avanço científico.

g) Os pesquisadores Bruna Yamaguchi, Manoela de Paula Ferreira, Isabela Lúcia Peloso Villegas e Vera Lúcia Israel responsáveis por este estudo poderão ser localizados na Universidade Federal do Paraná –

Centro Politécnico, Setor Biológicas, Av. Coronel Francisco H. dos Santos, 100, Jardim das Américas no horário das 14h até as 18h da segunda-feira ou por e-mail manoeladpferreira@gmail.com, brunayamaguchi@hotmail.com, veral.israel@gmail.com ou pelo telefone (41) 9699-9328 para esclarecer eventuais dúvidas que Senhor (a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

h) A sua participação neste estudo é voluntária e se o Senhor (a) não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado. O seu [atendimento e/ou tratamento] está garantido e não será interrompido caso o Senhor (a) desista de participar.

i) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas, como o orientador desta pesquisa. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a **sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade**.

j) O material obtido – amostras biológicas, questionários, imagens e vídeos – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado sendo excluído dos computadores e celulares e os papéis serão picados e queimados ao término do estudo, após 5 anos.

k) As despesas necessárias para a realização da pesquisa com relação às atividades físicas não são de sua responsabilidade e o Senhor (a) não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

l) O senhor (a) terá a garantia de que problemas como alteração da pressão ou frequência cardíaca ou respiratória, ou dores musculares fortes decorrentes do estudo serão tratados na Unidade Básica de Saúde ou Pronto Atendimento mais próximo ao local da realização das atividades desta pesquisa.

m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim e sem que esta decisão afete meu tratamento. Eu entendi o que não posso fazer durante a pesquisa relativo a outros tratamentos e sei que devo informar todas as atividades que eu estiver fazendo neste período. Fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum dos problemas relacionados no item l.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

[Curitiba, ___ de _____ de ____]

[Assinatura do Participante de Pesquisa ou Responsável Legal]

[Assinatura do Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE]

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da UFPR | CEP/SD
Rua Padre Camargo, 285 | térreo |
Alto da Glória | Curitiba/PR | CEP 80060-240 | cometica.saude@ufpr.br – telefone (041) 3360-7259

ANEXO 3 – Escala de *Hoehn & Yahr***Estágios de Incapacidade de Hoehn e Yahr: _____**

- 1-Doença unilateral;
- 2-Doença bilateral sem déficit de equilíbrio;
- 3-Doença bilateral leve a moderada; alguma instabilidade postural; capacidade para viver independente;
- 4-Incapacidade grave, ainda capaz de caminhar ou permanecer de pé sem ajuda;
- 5-Confinado à cama ou cadeira de rodas a não ser que receba ajuda.

(HOEHN; YAHR, 1967).

ANEXO 4 - ESCALA UPDRS – MOTOR E AVD

REPARK-BR Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)					
Nome:					
Estado:					
Código:					
Data:					
DOPA mg/dia		Última dose			
UPDRS AVD		ON	OFF		
5	Fala				
6	Salivação				
7	Deglutição				
8	Escrita				
9	Corte de alimentos				
10	Vestir				
11	Higiene				
12	Giro na cama				
13	Quedas				
14	Freezing				
15	Marcha				
16	Tremor				
17	Sintomas sensoriais				
Subtotal (5-17): máx 52					
UPDRS MOTOR					
18	Fala				
19	Expressão facial				
20	Tremor repouso...face				
	MSD				
	MSE				
	MID				
	MIE				
21	Tremor de ação	D			
		E			
22	Rigidez	face			
		MSD			
		MSE			
		MID			
		MIE			
23	Mov. digital	D			
		E			
24	Abrir e fechar mão	D			
		E			
25	Pronar/supinar Mão...	D			
		E			
26	Agilidade das pernas	D			
		E			
27	Levantar da cadeira				
28	Postura				
29	Marcha				
30	Estabilidade postural				
31	Bradicinesia				
Subtotal (18-31): máx 108					
TOTAL AVD + MOTOR					

Membro mais afetado pela DP: MSD() MSE() MID() MIE()
--

UPDRS - “Unified Parkinson’s Disease Rate Scale”**II - ATIVIDADES DE VIDA DIÁRIA (Especificar para ON/OFF)****5. Linguagem falada.**

0= Normal

1= Levemente afetada. Sem dificuldades para ser compreendido.

2= Alteração moderada. Em algumas ocasiões é necessário pedir para repetir o que disse.

3= Alteração grave. Frequentemente é necessário pedir para repetir o que está falando.

4= Ininteligível na maioria das vezes.

6.Sialorréia

0= Normal

1= Aumento leve da saliva, mas evidente na boca; pode ocorrer noturna

2= Aumento moderado da saliva, pode ter uma baba mínima.

3= Aumento marcante da saliva com alguma baba.

4= Baba marcante que requer uso de lenços.

7.Deglutição

0= Normal

1= Engasga raramente.

2= Engasga de forma esporádica.

3= Requer alimentos macios.

4= Requer alimentação por sonda nasogástrica ou gastrotomia.

8.Escrita

0= Normal

1= Ligeiramente lenta ou pequena.

2= Moderadamente lenta ou pequena. Todas as palavras são legíveis.

3= Alteração grave, nem todas as palavras são legíveis.

4= A maioria das palavras são ilegíveis.

9.Corte de alimentos e manejo de talheres

0= Normal

1= Um pouco lento e desajeitado, mas não necessita de ajuda.

2= Pode cortar a maioria dos alimentos, ainda que de um modo desajeitado e lento; precisa de certa ajuda.

3= Os alimentos devem ser cortados por outra pessoa, porém, pode alimentar-se lentamente.

4= Necessita que o alimentem.

10.Vestir-se

0= Normal

1= um pouco lento, apesar de não necessitar de ajuda.

2= Em algumas ocasiões necessita ajuda para abotoar e colocar os braços nas mangas.

3= Requer uma ajuda considerável, porém consegue fazer algumas coisas sozinho.

4= Precisa de ajuda completa.

11.Higiene

0= Normal

- 1= Um pouco lento, mas não precisa de ajuda.
- 2= Precisa de ajuda para se barbear ou tomar banho, ou é muito lento nos cuidados de higiene.
- 3= Requer ajuda para lavar-se, escovar os dentes, pentear-se e ir ao banheiro.
- 4= Precisa de cateter de Foley e outras medidas mecânicas.

12. Virar na cama ou arrumar os lençóis

- 0= Normal
- 1= Um pouco lento e desajeitado, mas não precisa de ajuda.
- 2= Pode dar a volta sozinho ou arrumar os lençóis, ainda que com grande dificuldade.
- 3= Pode tentar, mas não dá a volta nem arruma os lençóis sozinho.
- 4= Ajuda total.

13. Quedas (sem relação com bloqueio/ congelamento ou "freezing")

- 0= Nenhuma
- 1= Quedas infrequentes.
- 2= Quedas Ocasionais, menos de uma vez por dia.
- 3= Quedas uma vez por dia em média.
- 4= Quedas mais de uma vez por dia.

14. Bloqueio / congelamento durante a marcha:

- 0= Nenhum.
- 1= Bloqueio /congelamento pouco frequente durante a marcha; pode experimentar uma vacilação ao começar a andar ("start-hesitation")
- 2= Bloqueio /congelamento esporádico durante a marcha.
- 3= Bloqueio /congelamento frequente, que ocasionalmente levam a quedas.
- 4= Quedas frequentes causadas por bloqueio /congelamento

15. Marcha

- 0= Normal.
- 1= Dificuldade leve. Pode não ocorrer balanceio dos braços ou tender a arrastar o pé.
- 2= Dificuldade moderada, porém necessita de pouca ou nenhuma ajuda.
- 3= Alterações graves da marcha, com necessidade de ajuda.
- 4= A marcha é impossível, ainda que com ajuda.

16. Tremor

- 0= Ausente.
- 1= Leve e pouco frequente.
- 2= Moderado, incomodo para o paciente.
- 3= Grave, dificulta muitas atividades.
- 4= Marcante, dificulta a maioria das atividades.

17. Moléstias sensitivas relacionadas com o parkinsonismo.

- 0= Nenhuma.
- 1= Em algumas ocasiões, tem edema, formigamento ou dor leve.
- 2= Frequentemente tem edema, formigamento ou dor, não preocupantes.
- 3= Frequentes sensações dolorosas.
- 4= Dor muito intensa.

III - EXPLORAÇÃO MOTORA

18. Linguagem falada

- 0= Normal.
- 1= Leve perda de expressão dicção e/ou volume da voz.

- 2= Monótona, arrastada, mas compreensível; alteração moderada.
- 3= Alteração marcada, difícil de entender.
- 4= Ininteligível

19. Expressão facial

- 0= Normal
- 1= Hiponímia mínima; poderia ser normal ("cara de jogador de pôquer").
- 2= Diminuição leve mas claramente anormal da expressão facial.
- 3= Hiponímia moderada; lábios separados em algumas ocasiões.
- 4= Face fixa ou em máscara com perda grave ou total da expressão facial, lábios separados 0,6cm ou mais.

20. Tremor em repouso;

- 0= Ausente.
- 1= Leve e pouco frequente
- 2= De pequena amplitude e contínuo ou de amplitude moderada e aparição intermitente.
- 3= De amplitude moderada e presente quase continuamente.
- 4= De amplitude marcada e presente quase continuamente.

21. Tremor de ação ou postural das mãos:

- 0= Ausente
- 1= Leve; presente durante a atividade
- 2= De amplitude moderada, presente durante a atividade.
- 3= De amplitude moderada, presente ao manter uma postura assim como durante a atividade.
- 4= De amplitude marcada, dificulta a alimentação.

22. Rigidez: (Avaliada através da mobilização passiva das articulações maiores, com o paciente sentado e relaxado. Não avaliar o fenômeno da roda dentada).

- 0= Ausente
- 1= Leve só percebida quando ativada por movimentos contralaterais ou outros movimentos.
- 2= Leve a moderada.
- 3= Marcada, mas permite alcançar facilmente a máxima amplitude de movimento.
- 4= Grave, a máxima amplitude do movimento é alcançada com dificuldade.

23. Destreza digital. (O paciente bate o polegar contra o indicador rápida e sucessivamente com a maior amplitude possível; cada mão separadamente).

- 0= Normal
- 1= Ligeiramente lento e/ou redução da amplitude.
- 2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.
- 3= Alteração grave. Frequente indecisão ao iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.
- 4= Apenas pode realizar o exercício.

24. Movimentos das mãos. (O paciente abre e fecha a mão rápida e sucessivamente com a maior amplitude possível; cada mão separadamente).

- 0= Normal
- 1= Lentidão leve e/ou redução da amplitude.
- 2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Frequente indecisão em iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

25.Movimentos das mãos rápidos e alternantes: (Movimentos de pronação-supinação, vertical ou horizontalmente com a maior amplitude possível e ambas as mãos simultaneamente).

0= Normal

1= Lentidão leve e/ou redução da amplitude

2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Frequente indecisão ao iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

26.Agilidade das pernas: (Paciente bate o calcanhar contra o solo em sucessão rápida, levantando a perna por completo. A amplitude deveria situar-se em 7 a 8 cm.)

0= Normal

1= Lentidão leve e/ou redução da amplitude.

2= Alteração moderada. Fadiga clara e precoce. O movimento pode se deter ocasionalmente.

3= Alteração grave. Frequente indecisão ao iniciar o movimento ou paradas enquanto realiza o movimento.

4= Apenas pode realizar o exercício.

27.Levantar de uma cadeira. (O paciente tenta levantar-se de uma cadeira de madeira ou metal de encosto vertical mantendo os braços cruzados sobre o tórax)

0= Normal

1= Lento ou necessita de mais de uma tentativa.

2= Levanta-se com apoio nos braços da cadeira.

3= Tende a cair para trás e pode tentar várias vezes ainda que se levante sem ajuda.

4= Não pode se levantar da cadeira sem ajuda.

28.Postura

0= Erguido normalmente.

1 = Não totalmente erguido, levemente encurvado, pode ser normal em pessoas idosas.

2= Postura moderadamente encurvada, claramente anormal, pode estar inclinado ligeiramente para um lado.

3= Postura intensamente encurvada com cifose; pode estar inclinado moderadamente para um lado.

4= Flexão marcada com extrema alteração postural

29.Marcha

0= Normal

1= A marcha é lenta, pode arrastar os pés e os passos podem ser curtos, mas não existe propulsão nem festinação.

2= Caminha com dificuldade, mas necessita pouca ou nenhuma ajuda; pode existir certa festinação, passos curtos ou propulsão.

3= Grave transtorno da marcha que exige ajuda.

4= A marcha é impossível, ainda que com ajuda.

30.Estabilidade postural (Observa-se a resposta a um deslocamento súbito para trás, provocado por um empurrão nos ombros, estando o paciente em pé com os olhos abertos e os pés ligeiramente separados. Avisar o paciente previamente)

0= Normal

1=Retropulsão, ainda que se recupera sem ajuda.

2=Ausência de reflexo postural; poderia ter caído se o avaliador não impedisse.

3= Muito instável; tendência a perder o equilíbrio espontaneamente.

4= Incapaz de manter-se de pé sem ajuda.

31.Bradicinesia e hipocinesia. (Combinação de lentidão, indecisão, diminuição da oscilação dos braços, redução da amplitude dos movimentos e escassez de movimentos em geral).

0= Ausente

1= Lentidão mínima, dando ao movimento um caráter decidido; poderia se normal em algumas pessoas. Amplitude possivelmente reduzida.

2= Grau leve de lentidão e escassez de movimentos; evidentemente anormal. Pode haver diminuição da amplitude.

3= Lentidão moderada, pobreza de movimentos ou amplitude reduzida dos mesmos.

4= Lentidão marcada e pobreza de movimentos com amplitude reduzida dos mesmos.

(FAHN; ELTON, 1986).

ANEXO 5 – IPAQ *International Physical Activity Questionnaire* - Questionário Internacional de Atividade Física



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA –
VERSÃO CURTA -

Nome: _____
Data: ____ / ____ / ____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por **pelo menos 10 minutos contínuos** em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias ____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por **pelo menos 10 minutos contínuos** quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

horas: ____ Minutos: ____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por **pelo menos 10 minutos contínuos**, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL- CELAFISCS -
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL
Tel-Fax: – 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

_____ horas ____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____ horas ____ minutos

(MATSUDO *et al.*, 2001).

ANEXO 6 – BORG

ESCALA DE BORG 6 - 20

Durante o exercício, preste atenção no quão forte é a sua taxa esforço. Essa sensação deve refletir a quantidade total de esforço e fadiga, combinando todas as sensações de stress físico, esforço e fadiga. Não se preocupe com outros fatores como dor nas pernas, falta de ar ou a própria intensidade do exercício e foque no seu esforço para dar essa resposta. Seja o mais preciso possível.

- | | |
|----|----------------------|
| 6 | Sem nenhum esforço |
| 7 | |
| 8 | Extremamente leve |
| 9 | Muito leve |
| 10 | |
| 11 | Leve |
| 12 | |
| 13 | Um pouco intenso |
| 14 | |
| 15 | Intenso (pesado) |
| 16 | |
| 17 | Muito Intenso |
| 18 | |
| 19 | Extremamente intenso |
| 20 | Máximo esforço |

Escala RPE de Borg
© Gunnar Borg, 1982

ANEXO 7 – Escala de Gravidade da Fadiga

Discordo – Concordo

Durante a semana passada,

Minha motivação é menor quando eu estou cansado	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

Exercício me causa cansaço	1	2	3	4	5	6	7
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---

Eu me canso facilmente	1	2	3	4	5	6	7
------------------------	---	---	---	---	---	---	---

Fadiga interfere no meu funcionamento físico	1	2	3	4	5	6	7
--	---	---	---	---	---	---	---

Fadiga causa problemas frequentes para mim	1	2	3	4	5	6	7
--	---	---	---	---	---	---	---

Minha fadiga impede um funcionamento físico mantido	1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---	---

Fadiga interfere na realização de certos deveres e responsabilidades	1	2	3	4	5	6	7
--	---	---	---	---	---	---	---

A fadiga é um dos meus três sintomas mais incapacitantes	1	2	3	4	5	6	7
--	---	---	---	---	---	---	---

Fadiga interfere no meu trabalho, vida familiar e social	1	2	3	4	5	6	7
--	---	---	---	---	---	---	---

Pontuação total:

(VALDERRAMAS; FERES; MELO, 2012)

ANEXO 8 - AFAS - *Aquatic Functional Assessment Scale*

Hydrotherapy Phases in Swimming Pool- Motor Behaviors Observed

*ADAPTATION (A)

- A1= enters the pool
- A2= puts the face in the water
- A3= puts the face in the water and breathes
- A4= dips the whole body into the water
- A5= slides immerse in water
- A6= floats supine position
- A7= floats in prone position
- A8= on the plateau, passes from prone to sitting position

* MASTERING OF THE LIQUID MEDIUM (D)

- D1= floats upright in water with the aid of upper limbs ("kneeling position")
- D2= keeps the balance sitting on the water
- D3= changes from supine to prone position (vertical rotation, now called transverse)
- D4= changes from prone to supine position (vertical rotation, now called transverse)
- D5= changes from supine to prone position (horizontal rotation, now called longitudinal)
- D6= changes from prone to supine position (horizontal rotation, now called longitudinal)
- D7= performs mixed rotation (vertical and horizontal rotation, now called transversal longitudinal)
- D8= rolls freely in the water

*ESPECIALIZED THERAPEUTIC EXERCISES (E)

- E1= on the plateau, while sitting, goes from sitting to standing
- E2= on the bar, goes to standing
- E3= stands (with or without splint in lower limbs)
- E4= walks (with or without splint in lower limbs)

*GLOBAL FITNESS (Cd)

- Cd1= swims utility backstroke
- Cd2= swims adapted backstroke (with bilateral strokes)
- Cd3= swims adapted backstroke (with alternate strokes)
- Cd4= swims adapted crawl
- Cd5= swims adapted breaststroke
- Cd6= swims adapted butterfly stroke

Observation: if it is necessary, when spasticity influences patient's motor performance, include the Relaxation phase (R)*

(ISRAEL; PARDO, 2014).

ANEXO 9 – MoCA – Montreal Cognitive Assessment

MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) Versão Experimental Brasileira		Nome: _____ Estado: _____																			
		Código: _____ Anos de estudo: _____ Data: _____																			
VISUOSPACIAL / EXECUTIVA																					
	<p>Copiar o cubo</p>	<p>Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez minutos) (3 pontos)</p>	Pontos																		
[]	[]	[] [] [] Contorno Números Ponteiros	_/5																		
NOMEAÇÃO																					
			_/3																		
[]	[]	[]																			
MEMÓRIA	<p>Leia a lista de palavras, O sujeito de repeti-la, faça duas tentativas. Evocar após 5 minutos</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Rosto</td> <td style="text-align: center;">Veludo</td> <td style="text-align: center;">Igreja</td> <td style="text-align: center;">Margarida</td> <td style="text-align: center;">Vermelho</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1ª tentativa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2ª tentativa</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	1ª tentativa						2ª tentativa						Sem Pontuação	
	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho																
1ª tentativa																					
2ª tentativa																					
ATENÇÃO	<p>Leia a seqüência de números (1 número por segundo)</p>	<p>O sujeito deve repetir a seqüência em ordem direta [] 2 1 8 5 4</p> <p>O sujeito deve repetir a seqüência em ordem indireta [] 7 4 2</p>	_/2																		
	<p>Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que ouvir a letra "A". Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros.</p> <p>[] F B A C M N A A J K L B A F A K D E A A A J A M O F A A B</p>		_/1																		
	<p>Subtração de 7 começando pelo 100 [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65</p> <p>4 ou 5 subtrações corretas: 3 pontos; 2 ou 3 corretas 2 pontos; 1 correta 1 ponto; 0 correta 0 ponto</p>		_/3																		
LINGUAGEM	<p>Repetir: Eu somente sei que é João quem será ajudado hoje. []</p>	<p>O gato sempre se esconde embaixo do Sofá quando o cachorro está na sala. []</p>	_/2																		
	<p>Fluência verbal: dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra F (1 minuto). [] _____ (N ≥ 11 palavras)</p>		_/1																		
ABSTRAÇÃO	<p>Semelhança p. ex. entre banana e laranja = fruta [] trem - bicicleta [] relógio - régua</p>		_/2																		
EVOCAÇÃO TARDIA	<p>Deve recordar as palavras SEM PISTAS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Rosto</td> <td style="text-align: center;">Veludo</td> <td style="text-align: center;">Igreja</td> <td style="text-align: center;">Margarida</td> <td style="text-align: center;">Vermelho</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> <td style="text-align: center;">[]</td> </tr> </table>	Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho	[]	[]	[]	[]	[]	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS	_/5								
Rosto	Veludo	Igreja	Margarida	Vermelho																	
[]	[]	[]	[]	[]																	
OPCIONAL	<p>Pista de categoria</p> <p>Pista de múltipla escolha</p>																				
ORIENTAÇÃO	<p>[] Dia do mês [] Mês [] Ano [] Dia da semana [] Lugar [] Cidade</p>		_/6																		
<p>© Z. Nasreddine MD www.mocatest.org Versão experimental Brasileira: Ana Luisa Rosas Sarmento Paulo Henrique Ferreira Bertolucci - José Roberto Wajman (UNIFESP-SP 2007)</p>			<p>TOTAL Adicionar 1 pt se ≤ 12 anos de escolaridade</p> <p style="font-size: 1.2em;">_/30</p>																		