



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**O TREINAMENTO DE CAMINHADA NÓRDICA, PROGREDINDO PARA O
SPRINT, MODIFICA OS PARÂMETROS BIOMECÂNICOS E CLÍNICO-FUNCIONAIS
DE PESSOAS COM PARKINSON? UM ESTUDO PILOTO DE UM ENSAIO CLÍNICO
NÃO RANDOMIZADO E QUASI-EXPERIMENTAL**

EDIGAR MENEZES FERREIRA

BELÉM/PA

2025

EDIGAR MENEZES FERREIRA

O TREINAMENTO DE CAMINHADA NÓRDICA, PROGREDINDO PARA O SPRINT, MODIFICA OS PARÂMETROS BIOMECÂNICOS E CLÍNICO-FUNCIONAIS DE PESSOAS COM PARKINSON? UM ESTUDO PILOTO DE UM ENSAIO CLÍNICO NÃO RANDOMIZADO E QUASI-EXPERIMENTAL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano – PPGCMH, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre da linha de pesquisa em Avaliação e Reabilitação Funcional.

Orientadora: Profa. Dra. Elren Passos-Monteiro.

BELÉM/PA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F383t FERREIRA, EDIGAR MENEZES.
O TREINAMENTO DE CAMINHADA NÓRDICA
PROGREDINDO PARA O SPRINT MODIFICA OS
PARÂMETROS BIOMECÂNICOS E CLÍNICO-FUNCIONAIS
DE PESSOAS COM PARKINSON? : UM ESTUDO PILOTO DE
UM ENSAIO CLÍNICO NÃO RANDOMIZADO E QUASI-
EXPERIMENTAL / EDIGAR MENEZES FERREIRA, . — 2025.
80 f. : il. color.

Orientador(a): Prof^a. Dra. Elren Passos-monteiro
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em
Ciências do Movimento Humano, Belém, 2025.

1. Doença de Parkinson. 2. Reabilitação. 3. Avaliação
Clínica. 4. Caminhada Nórdica. 5. Treinamento intervalado de
Sprint. I. Título.

CDD 616.833

EDIGAR MENEZES FERREIRA

**O TREINAMENTO DE CAMINHADA NÓRDICA, PROGREDINDO PARA O SPRINT,
MODIFICA OS PARÂMETROS BIOMECÂNICOS E CLÍNICO-FUNCIONAIS DE
PESSOAS COM PARKINSON? UM ESTUDO PILOTO DE UM ENSAIO CLÍNICO
NÃO RANDOMIZADO E QUASI-EXPERIMENTAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal
do Pará, como parte dos requisitos necessários para a
obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento
Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Elren Passos-Monteiro

Data da Aprovação: __/__/____
Conceito:

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. Elren Passos-Monteiro – Orientadora
(PPGCMH / UFPA)

Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna – Membro Interno
(PPGCMH / UFPA)

Prof. Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti – Membro Externo
(PPGEF-UFSC)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre me abençoar e me dar forças para continuar acreditando e buscando. Mesmo com todas as dificuldades, não desistir, ao contrário, a cada dia era uma nova esperança e uma nova meta.

Agradeço pelo apoio da minha família, em especial, meu pai Edir de Jesus e minha mãe Maria Joana. Eles sempre estão do meu lado, em todas as minhas decisões, trazendo apoio financeiro e incentivo. Apesar da desconfiança relacionado a área Educação Física, eu sempre mostro com palavras e atos porque é a minha escolha.

Agradeço a minha esposa Mônica Loureiro, sempre me incentivando e dando força. Mesmo eu sendo um pouco fechado e muitas vezes fazendo tudo sozinho. Ela me ajudou bastante com carinho e amor e me deu o maior presente: minha filha Maria Luna. Todo esforço e dedicação são para elas.

Agradeço à minha orientadora Elren Passos-Monteiro por todo incentivo, paciência e confiança. Me abraçou desde a graduação, confiou a mim um cargo de liderança dentro do grupo e, mesmo nos meus erros, que são muitos, sempre antes de cada correção, vem um elogio, um incentivo. Obrigado por tudo!!! (Nossa relação de amor e ódio).

Agradeço a cada membro dos grupos PENDULUM e LABMOVER que fazem parte da construção desse trabalho. Vamos colhendo os frutos de todo esforço. Acima de tudo, vamos continuar contribuindo com a comunidade por meio do exercício físico e com nossa área, por meio da Ciência.

Agradeço aos voluntários do projeto Parkinson Pai d'gua, que confiaram em todos professores do projeto, estando sempre dispostos e alegres, mesmo com diversas dificuldades.

Agradeço, também, aos meus amigos, que sempre estão do meu lado, não importa a distância e tempo que passe.

Agradeço à Banca Examinadora, Prof. Dr. Eduardo Macedo Penna e Prof. Dr. Rodrigo Sudatti Delevatti, pela disponibilidade da leitura, correções e contribuições em nosso trabalho.

RESUMO

Introdução: A doença de Parkinson (DP) é um distúrbio neurológico, idiopático, caracterizado pela perda de neurônios dopaminérgicos presentes na substância nigra. Indivíduos nessa condição, apresentam sintomas motores e sintomas não motores. Como possibilidade de tratamento, temos a prática de exercícios físicos (EF). O EF, por sua vez, proporciona diversos benefícios clínicos e mobilidade funcional. Contudo, a progressão da doença está associada a diminuição de força, potência e velocidade, diretamente sintomas motores. **Objetivos:** Com isso, o objetivo do estudo foi avaliar os efeitos de 11 semanas de treinamento de caminhada nórdica e sprint sobre parâmetros biomecânicos, qualidades físicas (força, potência e velocidade), eficiência mecânica (Perfil Força-Velocidade, $RF_{PICO}(\%)$ e DRF) e desempenho durante o sprint, assim como parâmetros clínicos-funcionais, tais como a capacidade de marcha, força de preensão palmar e sintomas motores em PcP. **Métodos:** Esse estudo trata-se de um estudo piloto de um ensaio clínico não randomizado e quasi-experimental, aprovado pelo comitê de Ética e Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde (ICS) (CAAE, nº 67654523.7.0000.0018). O público foi pessoas com Parkinson (PcP) no estadiamento 2 a 3 na escala Hohen Yahr. As pessoas com Parkinson foram avaliadas durante 2 semanas na pré-intervenção (T1), onde coletamos dados sociodemográficos, filmagem dos sprints em uma pista de 40 metros para análise de qualidades físicas e eficiência mecânica, bem como testes clínico-funcionais. A intervenção (T2) foi 11 semanas de treinamento locomotor intervalado de caminhada nórdica, progredindo para o sprint, e, após o treinamento, foi realizada a avaliação pós-intervenção (T3). **Resultados:** A amostra foi composta por 7 PcP, com estadiamento na escala Hoehn and Yahr (1,50-2,50) e tempo de diagnóstico de $(5,50 \pm 3,15)$ anos. Média de idade $(68,6 \pm 7,87)$ anos, massa corporal e estatura foram, respectivamente $(72,2 \pm 15,2$ kg e $167 \pm 8,42$ cm). As PcP apresentaram melhora nas qualidades físicas: Força Máxima Teórica Horizontal $F_0(N)$ ($p=0,038$); velocidade máxima teórica- V_0 (m/s) ($p= 0,011$) e velocidade máxima- V_{MAX} , ($p= 0,013$). A manutenção no tempo de execução correspondeu a ($p= 0,535$) e a potência máxima- P_{MAX} (W/Kg) ($p= 0,199$). Como também, houveram melhoras na eficiência mecânica: Perfil Força-Velocidade- Perfil_FV ($p= 0,019$), Razão de Força ($RF_{PICO}(\%)$) ($p= 0,045$) e a taxa de diminuição de RF- DRF ($p=0,029$) apresentaram manutenção dos valores Capacidades de Clínico-funcionais: velocidade de marcha ($p= 0,057$), mobilidade funcional ($p=0,024$), índice de reabilitação locomotora (IRL), sintomas motores ($p= 0,198$) e a força de preensão palmar, mão direita ($p= 1,00$), mão esquerda ($p= 0,703$). **Conclusão:** A nossa intervenção resultou em melhoras nas

qualidades físicas de força e velocidade, apresentando eficiência mecânica do Perfil F-V, $RF_{PICO\%}$ e DRF. Entretanto, a potência máxima P_{MAX} , os parâmetros de marcha, mobilidade funcional, e variáveis clínicas mantiveram os valores pré-intervenção.

Palavras Chaves: doença de Parkinson; reabilitação; avaliação clínica; caminhada nórdica; treinamento intervalado de sprint.

ABSTRACT

Introduction: Parkinson's Disease (PD) is an idiopathic neurological disorder characterized by the loss of dopaminergic neurons in the substantia nigra. Individuals with this condition present both motor and non-motor symptoms. Physical exercise (PE) is one of the treatment possibilities. PE, in turn, provides several clinical benefits and improves functional mobility. However, disease progression is associated with decreased strength, power, and speed, which are directly linked to motor symptoms. **Objectives:** Thus, the aim of this study was to evaluate the effects of 11 weeks of Nordic Walking and sprint training on biomechanical parameters, physical qualities (strength, power, and speed), mechanical efficiency (Force-Velocity Profile, RFPEAK(%), and DRF), and sprint performance, as well as clinical-functional parameters such as gait capacity, handgrip strength, and motor symptoms in people with Parkinson's disease (PwP). **Methods:** This is a pilot study of a non-randomized, quasi-experimental clinical trial, approved by the Ethics and Research Committee of the Institute of Health Sciences (ICS) (CAAE nº 67654523.7.0000.0018). The target population was people with Parkinson's disease (PwP) in stages 2 to 3 on the Hoehn and Yahr scale. The participants were evaluated over two weeks in the pre-intervention period (T1), during which sociodemographic data were collected, sprints on a 40-meter track were filmed for analysis of physical qualities and mechanical efficiency, along with clinical-functional tests. The intervention (T2) consisted of 11 weeks of progressive interval locomotor training with Nordic walking progressing to sprinting, followed by post-intervention assessment (T3). **Results:** The sample consisted of 7 PwP with Hoehn and Yahr scale stages ranging from 1.50 to 2.50, and a disease duration of (5.50 ± 3.15) years. The mean age was (68.6 ± 7.87) years, body mass and height were (72.2 ± 15.2) kg and 167 ± 8.42 cm, respectively. Participants showed improvements in physical qualities: Theoretical Maximum Horizontal Force $F_0(N)$ ($p = 0.038$); Theoretical Maximum Speed - V_0 (m/s) ($p = 0.011$); and Maximum Speed - V_{MAX} ($p = 0.013$). There was maintenance of execution time ($p = 0.535$) and maximum power - P_{MAX} (W/kg) ($p = 0.199$). Additionally, improvements in mechanical efficiency were observed: Force-Velocity Profile - $FV_Profile$ ($p = 0.019$), Peak Force Ratio - $RFPEAK$ (%) ($p = 0.045$), and Force Decrease Rate - DRF ($p = 0.029$). Clinical-functional capacities were maintained, including gait speed ($p = 0.057$), functional mobility ($p = 0.024$), Locomotor Rehabilitation Index (LRI), motor symptoms ($p =$

0.198), and handgrip strength for the right hand ($p = 1.00$) and left hand ($p = 0.703$). **Conclusion:** Our intervention led to improvements in physical qualities related to strength and speed, as well as mechanical efficiency concerning the F-V Profile, RFPEAK%, and DRF. However, maximum power, gait parameters, functional mobility, and clinical variables remained stable.

Keywords: Parkinson's disease; rehabilitation; clinical assessment; Nordic walking; sprint interval training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Degradação dos Neurônios Dopaminérgicos.....	17
Figura 2 –	Distribuição dos Corpos de Lewy no Sistema Nervoso.....	18
Figura 3 –	Sintomas clínicos associados à progressão da doença de Parkinson.....	19
Figura 4 –	Fenótipo clínico da DP entre homens e mulheres.....	22
Figura 5 –	Ativação Muscular da Caminhada.....	23
Figura 6 –	Pêndulo Invertido.....	24
Figura 7 –	Energias Cinética (KEx) e Potencial Gravitacional (PE) da Caminhada.....	25
Figura 8 –	Modelo Massa Mola.....	26
Figura 9 –	Energias Cinética (KE) e Potencial Gravitacional (PE) da Corrida.....	26
Figura 10 –	Transições da Corrida.....	27
Figura 11 –	Fases da Corrida.....	27
Figura 12 –	CoT de obesos e adultos saudáveis.....	28
Figura 13 –	Comportamento do F0, V0 e PMAX.....	30
Figura 14 –	Razões de Força Horizontal (FH) e Vertical (FV).....	32
Figura 15 –	Desenho do Estudo.....	38
Figura 16 –	Marcação da Pista.....	43
Figura 17 –	Processo de Análise dos Vídeos.....	45
Figura 18 –	Distribuição das Modalidades de Locomoção Dentro das Sessões.....	46
Figura 19 –	Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE 0 a 10).....	47
Figura 20 –	Gráfico de Volume e Intensidade.....	49
Figura 21 –	Organização da Sessão.....	50
Figura 22 –	Fluxograma dos Participantes.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Biomarcadores e Sinais Clínicos nos Estágios da DP.....	20
Tabela 2 –	Avaliações Antropométricas, Clínicas e Testes Funcionais.....	41
Tabela 3 –	Procedimentos de Coleta do Sprint (30 metros).....	43
Tabela 4 –	Equações de Base para Cálculo da Eficiência Mecânica.....	45
Tabela 5 –	Relação entre a PSE (0 a 10) e as Velocidades de Locomoção.....	48
Tabela 6 –	Periodização do Treinamento.....	50
Tabela 7 –	Dados Antropométricos, Clínicos e Sociodemográficos.....	52
Tabela 8 –	Eventos Adversos.....	53
Tabela 9 –	Qualidades Físicas e Efetividade Mecânica da PcP durante o Sprint.....	54
Tabela 10 –	Variáveis Clínico-funcionais.....	56

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Cálculo da Velocidade Ótima de Caminhada (VOC).....	34
Equação 2 – Cálculo do Índice de reabilitação locomotora (IRL).....	34
Equação 3 – Cálculo do Volume Total Sessão (VTS).....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1. Fisiopatologia da doença de parkinson	17
2.2. Fisiomecânica da locomoção	22
2.2.1. Corrida: qualidades físicas e eficiência mecânica.....	29
2.3. Exercício de locomoção na doença de parkinson	32
2.3.1 Índice de reabilitação locomotora (IRL).....	33
3. PERGUNTA DE PESQUISA.....	35
4. HIPÓTESE	35
5. OBJETIVO.....	36
5.1. Objetivo geral.....	36
5.2. Objetivos específicos	36
6. JUSTIFICATIVA	37
7. MATERIAIS E MÉTODOS	38
7.1. Delineamento do estudo.....	38
7.2. População do estudo	38
7.3. Cálculo amostral	39
7.4. Local do estudo.....	39
7.5. Recrutamento	39
7.6. Protocolo de coletas de dados clínicos e funcionais	40
7.6.1 Dados antropométricos	40
7.6.2 Marcha e mobilidade funcional	40
7.6.3 Variáveis clínicas	41
7.7 Coleta do perfil de Sprint.....	42

7.8 Protocolo de coleta do perfil do Sprint	43
7.9 Análise dos vídeos	44
7.10 Protocolo de intervenção do treinamento locomotor caminhada nórdica ao sprint	46
7.10.1 Familiarização: postura, marcha, CN e PSE	46
7.10.2 Intensidade de treinamento	47
7.10.3 Volume de treinamento.....	48
7.10.4 Frequência semanal e organização das sessões	49
8. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	51
9. RESULTADOS	51
9.1. Descrição da amostra.....	51
9.2. Desempenho biomecânico	54
9.3. Desfechos clínico-funcionais.....	56
10. DISCUSSÃO.....	57
11. PONTOS INOVADORES	61
12. LIMITAÇÕES.....	61
13. ESTUDOS FUTUROS.....	62
14. CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXO 1 - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	73
ANEXO 2 - CHECKLIST OF INFORMATION TO INCLUDE WHEN REPORTING A RANDOMISED TRIAL (CONSORT 2010).....	77
ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	78
ANEXO 4 - CÁLCULO AMOSTRAL.....	81
APÊNDICE 1 - Produções Durante o Mestrado: Resumo No 3º Congresso de Ciências do Movimento Humano (1º Autor).....	82

APÊNDICE 2 - Produções Durante o Mestrado: Resumo No 3º Congresso de Ciências do Movimento Humano (Co-Autor).....	82
APÊNDICE 3 - Produções Durante o Mestrado: Resumo 1 Congresso Nacional Multidisciplinar em Ciências da Saúde (1 º Autor)	83
APÊNDICE 4 - Produções Durante o Mestrado: Resumo 1 Congresso Nacional Multidisciplinar em Ciências da Saúde (1 º Autor)	83
APÊNDICE 5 - Produções Durante o Mestrado: Resumo 1 Congresso Nacional Multidisciplinar em Ciências da Saúde (1 º Autor)	84

1. INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é um distúrbio neurológico idiopático, caracterizado pela perda de neurônios dopaminérgicos presentes na substância negra, bem como pelo acúmulo de proteínas alfa-sinucleína, chamados corpos de Lewy (Balestrino; Schapira, 2020; Simon; Tanner; Brundin, 2020). A DP é considerada como doença idiopática e alguns fatores estão associados ao seu desenvolvimento, tais como: a exposição excessiva a pesticidas (Pezzoli; Cereda, 2013), alimentação inadequada e problemas gastrointestinais (Gentile *et al.*, 2020), além de alterações no ritmo circadiano (Leng *et al.*, 2019), a inatividade física e doenças metabólicas com: diabetes, hipertensão e obesidade (LaHue; Comella; Tanner, 2016; Zhang; Tian, 2014).

O aumento da expectativa de vida, associado à industrialização, pode estar relacionado ao crescimento da incidência da doença, além de fatores sociodemográficas, como: raça, sexo e status social (Ben-Shlomo *et al.*, 2024). A DP é considerada a segunda doença neurodegenerativa mais prevalente, principalmente entre a população idosa, sendo classificada como uma pandemia não infecciosa (Dorsey; Bloem, 2018). Em 2015, os registros de diagnósticos aumentaram 118%, atingindo 6,2 milhões de pessoas, e estima-se que, em 2040, esse número possa ultrapassar 17,5 milhões (Dorsey *et al.*, 2019; GBD 2015 Neurological Disorders Collaborator Group, 2017).

Esses dados e diversos fatores associados à DP são preocupantes, pois trata-se de uma condição que apresenta diversos sintomas. Dentre eles, destacam-se os sintomas não motores, principalmente na fase prodrômica da doença, como problemas de sono, ansiedade, depressão e outros que comprometem a cognição e o psicológico (Hayes, 2019; Jankovic, 2008). Além disso, a doença também apresenta sintomas motores cardinais, como rigidez muscular, bradicinesia (lentidão de movimentos), instabilidade postural e congelamento de marcha, entre outros que afetam a mobilidade (Hayes, 2019).

A progressão da doença, associada ao processo de envelhecimento, pode resultar na perda de massa muscular, especialmente de fibras do tipo 2, o que pode levar a diminuição de força, potência e velocidade (Cai *et al.*, 2021; Gamborg *et al.*, 2023). Essas alterações comprometem as respostas motoras eferentes, ocasionando ativação insuficiente das unidades motoras responsáveis pela geração de força para iniciar o movimento (Zanardi *et al.*, 2019). Consequentemente, as perdas de força, potência e velocidade, que podem agravar os sintomas (Allen *et al.*, 2009, 2010; Ni; Signorile, 2017). Dessa forma, a DP não é considerada apenas um distúrbio motor, mas sim uma doença sistêmica (Cabreira; Massano, 2019).

Como forma de tratamento para pessoas com Parkinson (PcP), existem métodos medicamentosos e não medicamentosos. Entre as abordagens não medicamentosas, destaca-se a prática de exercícios físicos, que pode apresentar efeitos semelhantes aos dos fármacos (Gilbert; Khemani, 2022). O exercício físico, por sua vez, oferece diversos benefícios neurológicos, promovendo a manutenção das estruturas cerebrais, melhorias no controle sensorio-motor e em tarefas cognitivas (Johansson *et al.*, 2022a). Além disso, promove melhorias nas funções dopaminérgicas (Sacheli *et al.*, 2019) e o aumento dos fatores de crescimento decorrentes do cérebro (BDNF α), estimulando a neuroproteção (O'Callaghan *et al.*, 2020).

Especificamente, exercícios locomotores, como a caminhada com bastões - conhecida como caminhada Nórdica (CN) - e a Caminhada Livre (sem bastões), demonstram ser aliadas no tratamento dos sintomas motores e não motores e na manutenção do equilíbrio e na melhoria da qualidade de vida de PcP (Franzoni *et al.*, 2018; Monteiro, E. P. *et al.*, 2017; Passos-Monteiro *et al.*, 2020a). A CN proporciona um trabalho de membros superiores, inferiores e tronco (Gomeñuka *et al.*, 2020), auxiliando, assim, nas atividades funcionais de indivíduos com DP (Monteiro, E. P. *et al.*, 2017), além de promover melhorias em parâmetros clínicos da DP (Salse-Batán *et al.*, 2022).

A partir disso, destaca-se a importância das intervenções com exercícios físicos em alta intensidade, que também são alternativas viáveis de tratamento para PcP. Treinamentos em alta intensidade na bicicleta ergométrica e na esteira demonstraram ser seguros e viáveis, oferecendo efeitos semelhantes aos dos medicamentos na neuroproteção e na função motora de PcP (Alberts *et al.*, 2011). Da mesma forma, exercícios físicos em intensidades altas promovem melhorias nas condições clínicas, funcionais, cardiorrespiratórias e neurológicas, contribuindo para a neuroproteção (Salse-Batán *et al.*, 2022).

O estudo de Passos-Monteiro *et al.*, (2020b) demonstrou que os exercícios de corrida em alta velocidade (sprint), realizados de forma aguda, são viáveis e bem aceitos por PcP. Neste estudo, os achados demonstram que as PcP, fisicamente ativas e indivíduos saudáveis, apresentam desempenho no sprint semelhantes, embora o grupo com DP tenha apresentado qualidades físicas biomecânicas, como a força máxima teórica (F0) e Potência máxima (P_{MAX}), superiores em comparação ao grupo saudável. No entanto, o perfil força e velocidade (perfil-FV) indicou um direcionamento mais favorável para as capacidades de velocidade, o que representa uma melhor eficiência mecânica no grupo saudável.

Portanto, observa-se na literatura, que o treinamento de CN e os exercícios em alta intensidade, como a corrida de velocidade (sprint), podem ser alternativas no tratamento para PcP. Diante disso, surge a necessidade de entender e avaliar as variáveis envolvidas no treinamento de sprint. Considerando as qualidades físicas de F_0 , velocidade máxima teórica (V_0) e P_{MAX} , e a eficiência mecânica de perfil-FV podem fornecer parâmetros importantes para determinar a carga de treinamento, bem como as capacidades físicas a serem aprimoradas na corrida (Romero-Franco *et al.*, 2017; Samozino *et al.*, 2016a). Dessa forma, o perfil do sprint permite direcionar o treinamento para as capacidades específicas a serem desenvolvidas (Hicks *et al.*, 2019).

Embora a CN apresente evidências, conforme mencionado anteriormente, quanto aos benefícios clínicos e funcionais na DP, os efeitos deste exercício sobre as variáveis biomecânicas, em destaque as qualidades físicas e eficiência mecânica, ainda são desconhecidas. Outro ponto relevante é que o estudo de Passos-Monteiro *et al.*, (2020b), além de ser um estudo transversal, os participantes eram fisicamente ativos. No sentido de proporcionar uma maior segurança às pessoas com Parkinson sedentárias e com maior comprometimento da doença, uma associação da progressão da caminhada nórdica para o sprint, tornam-se necessárias, o que justificaria a realização do presente estudo.

Ao nosso conhecimento, e até o presente momento, não encontramos na literatura estudos que tenham feito esta associação para compreender as respostas crônicas sobre variáveis biomecânicas: qualidades físicas, eficiência mecânica, desempenho, e parâmetros clínicos como sintomas motores e capacidade de marcha em PcP. Com isso, busca-se compreender quais seriam os efeitos do treinamento de caminhada nórdica, progredindo para o sprint sobre parâmetros biomecânicos e clínico-funcionais de PcP? Portanto, o nosso objetivo foi avaliar os efeitos do treinamento de caminhada Nórdica, progredindo para sprint, sobre parâmetros biomecânicos relacionados às qualidades físicas, à eficiência mecânica e ao desempenho do sprint. Além disso, avaliar os efeitos em parâmetros clínicos-funcionais em PcP. Temos como hipótese que o programa de 11 semanas de treinamento de caminhada nórdica, associado ao sprint, pode proporcionar melhoras biomecânicas de força, potência e velocidade, assim como na eficiência mecânica. Além destes, destacamos resultados nas condições clínicas e capacidade funcional nas pessoas com Parkinson pré e após o período de intervenção.

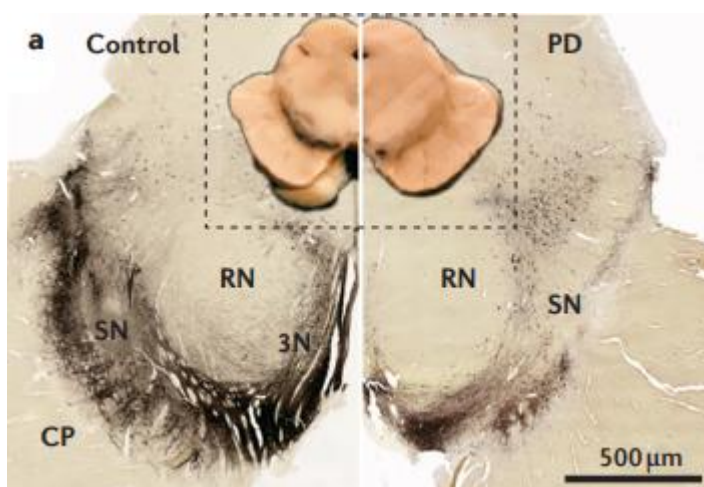
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Fisiopatologia da doença de parkinson

A doença de Parkinson (DP) é uma condição neurodegenerativa, descrita pela primeira vez em 1817 por James Parkinson (Hayes, 2019). Por se tratar de uma patologia neurológica, que promove a degeneração, uma das principais características é a depleção de neurônios dopaminérgicos presentes na substância negra e no estriado (Figura 1), além do acúmulo de proteínas intracelulares denominadas alfa-sinucleína (Balestrino; Schapira, 2020; Simon; Tanner; Brundin, 2020).

O agrupamento de alfa-sinucleína, denominado corpos de Lewy, ocorre inicialmente em neurônios colinérgicos e monoaminérgicos e, à medida que a doença progride, esse acúmulo pode se espalhar para as regiões límbicas e neocorticais, como ilustrado na Figura 2 (Poewe *et al.*, 2017). Outro fator relacionado ao acúmulo de alfa-sinucleína é a disfunção mitocondrial, que resulta em estresse oxidativo e na degradação dos terminais axonais (Devi *et al.*, 2008; Dias; Junn; Mouradian, 2013; Poewe *et al.*, 2017).

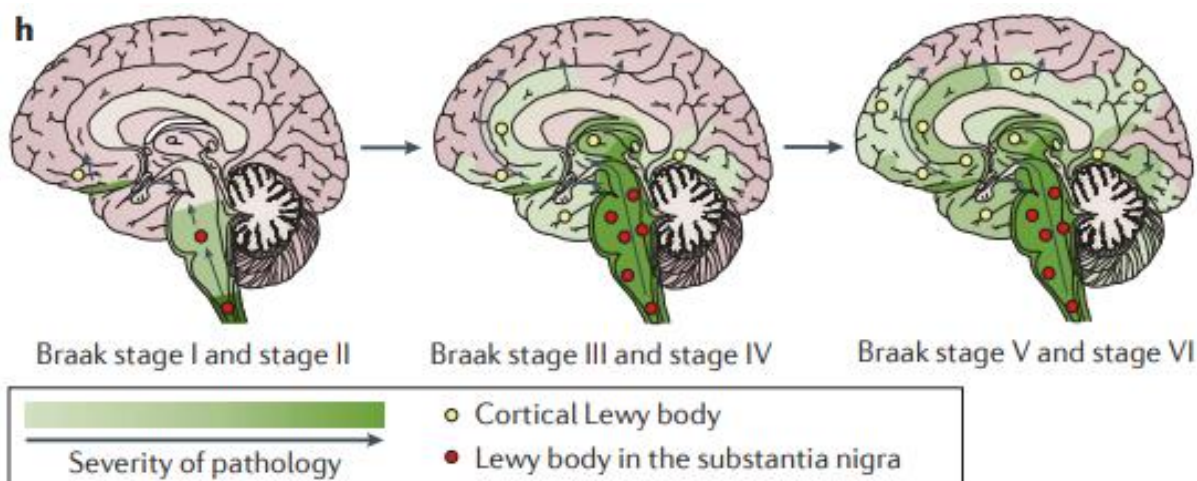
Figura 1- Degradação dos Neurônios Dopaminérgicos



Legenda: Control: Controle Saudável; SN: Substância Negra; PD: Doença de Parkinson

Fonte: Poewe *et al.*, (2017)

Figura 2- Distribuição dos Corpos de Lewy no Sistema Nervoso



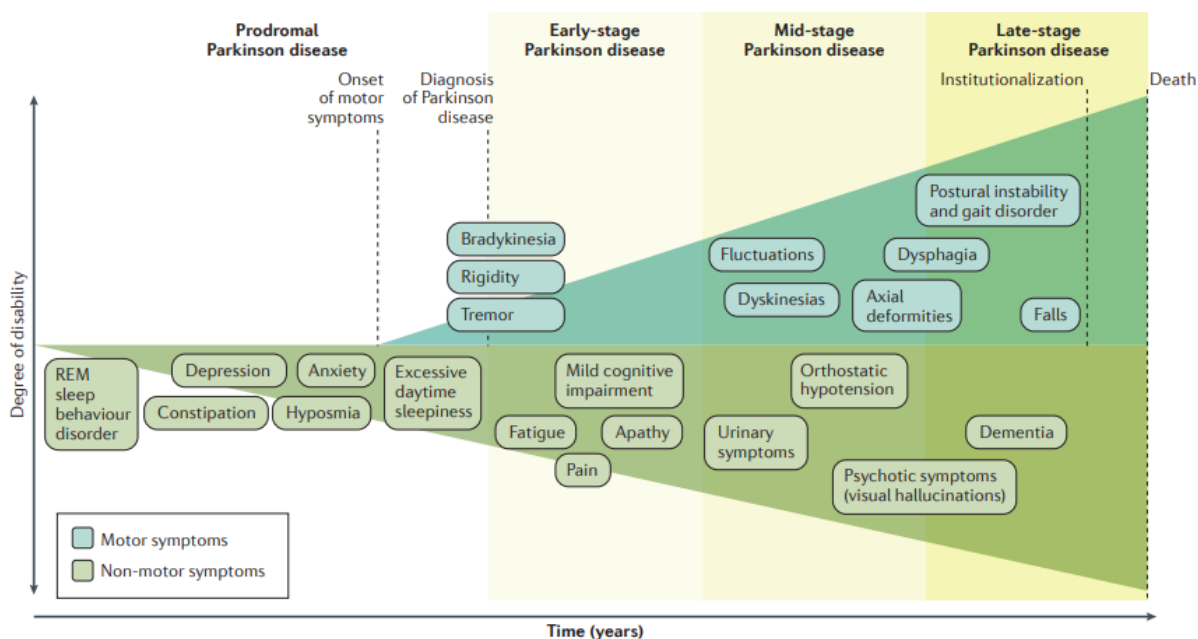
Fonte: Poewe *et al.*, (2017)

Os fatores marcantes dessa condição são os sintomas clínicos, que se dividem em duas categorias: sintomas motores e não motores (Poewe *et al.*, 2017). Esses sintomas são resultantes de alterações nos gânglios da base e no cerebelo, relacionadas à depleção dopaminérgica, além de modificações no hipotálamo, diminuição dos níveis de dopamina, serotonina e hipocretina, ocorrendo mudanças nas células da glia e no locus coeruleus, juntamente com alterações no sistema límbico (Lotankar; Prabhavalkar; Bhatt, 2017; Prakash *et al.*, 2016).

Os sintomas motores cardinais foram descritos inicialmente por Hoehn e Yahr (1967). Entre os sinais cardinais apresentados por pessoas com Parkinson (PcP) estão a bradicinesia, o tremor de repouso e a rigidez muscular, que surgem inicialmente em uma extremidade, como os dedos (Hayes, 2019). Esses sintomas correspondem aos primeiros critérios de diagnóstico da DP (Tolosa *et al.*, 2021). Ainda em relação aos sinais motores, observa-se o comprometimento da marcha, com destaque para o congelamento de marcha, a instabilidade postural e o desequilíbrio, que resultam em um maior risco de quedas (Balestrino; Schapira, 2020; Franzoni *et al.*, 2018). Além disso, as PcP apresentam outros sintomas físicos, como hipomimia, que é uma alteração facial caracterizada pela redução da expressão somada à diminuição do número de piscadas dos olhos, o que pode causar a sensação de 'encarar' (Hayes, 2019; Poewe *et al.*, 2017). Também ocorrem modificações na mandíbula, resultando em menor eficiência na mastigação, além de problemas na fala e na salivação (Hayes, 2019; Poewe *et al.*, 2017).

Por outro lado, os sintomas não motores englobam distúrbios do sono, alterações neuropsiquiátricas, como ansiedade e depressão, disfunções gastrointestinais e comprometimento cognitivo, sendo este último relacionado principalmente às alterações nos gânglios da base, à redução do volume cerebral e à lesões no tálamo (Poewe *et al.*, 2017; Prakash *et al.*, 2016; Samii; Nutt; Ransom, 2004; Tolosa *et al.*, 2021). Na figura 3, são apresentados os demais sintomas da DP de acordo com a progressão e gravidade da doença.

Figura 3 - Sintomas clínicos associados à progressão da doença de Parkinson



Fonte: Poewe *et al.*, (2017)

Ao se analisar os critérios diagnósticos da DP, verifica-se que os sintomas motores cardinais representam os principais parâmetros clínicos para o diagnóstico, entretanto, antes da manifestação desses sinais motores (Figura 3), é possível observar a ocorrência de distintos sintomas não motores. Dessa forma, a identificação de biomarcadores ou sinais clínicos apresentados na fase inicial da doença configura uma estratégia potencial para o diagnóstico antecipado e para a implementação de intervenções que possam retardar a progressão da DP (Lotankar; Prabhavalkar; Bhatt, 2017). Nesse contexto, apresenta-se na Tabela 1 um conjunto de possíveis biomarcadores e sinais associados aos diferentes estágios da DP.

Tabela 1 - Biomarcadores e Sinais Clínicos nos Estágios da DP.

	DP prodrômica	DP pré-clínico	DP clínica
Estado clínico	Inicia com sintomas não-motores precoces, juntamente com sintomas motores sutis	Sem sinais ou sintomas clínicos.	Manifestações de sintomas motores
Biomarcadores ou Sinais Clínicos	Hiposmia (déficits olfativos); Anormalidades visuais; Sintomas neuropsiquiátricos (Depressão, Ansiedade, Anedonia); Transtornos de humor e anormalidades neurocomportamentais; Hipotensão ortostática; Distúrbios do sono; Constipação e outras características disautonômicas; Disfunção urogenital; .	Tomografia computadorizada por emissão de fóton único do transportador de dopamina (DAT-SPECT) e a tomografia por emissão de pósitrons com fluorodopa (F-DOPA PET); Ultrassonografia transcraniana; Imagem por ressonância magnética; Tomografia óptica; Biomarcadores bioquímicos e genéticos (líquido cefalorraquidiano, Proteína ácida fibrilar glial, baixo de ácido úrico, redução Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (BDNF α), Neurosina)	Sintomas motores: Acinesia, Bradicinesia, Hipocinesia, Instabilidade postural, Rigidez, Postura curvada, Tremor em repouso, Rigidez dos braços, pernas e tronco Problemas de equilíbrio e coordenação.

Fonte: Lotankar; Prabhavalkar; Bhatt (2017) (Adaptado)

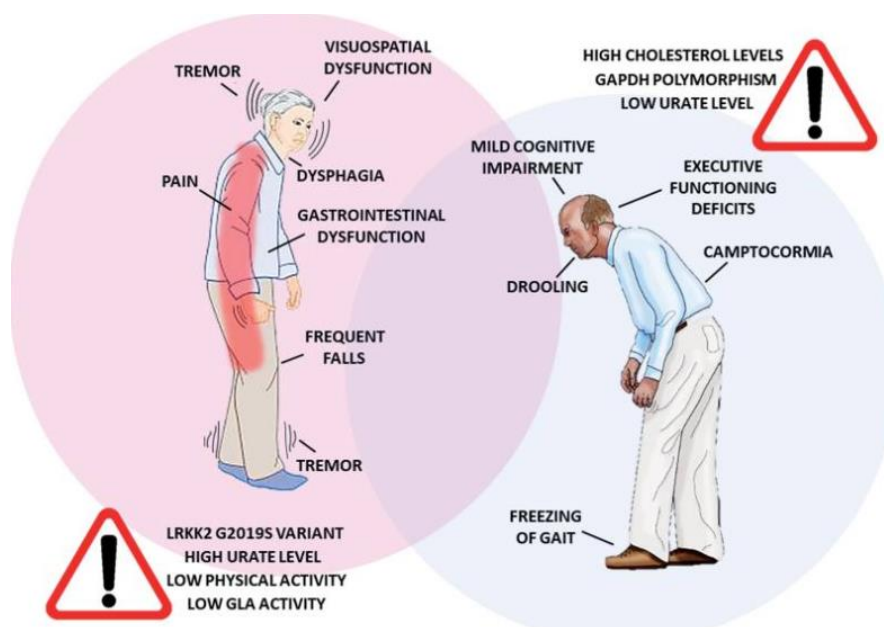
Diante disso, ao analisarmos a prevalência e os fatores de risco da DP, considerando que se trata de uma doença idiopática, ainda sem etiologia claramente definida, observa-se o seguinte cenário: com o avanço do processo de industrialização, especialmente nas atividades de produção de alimentos e extração de minérios, ocorre o aumento da exposição da população a pesticidas e metais pesados, os quais são reconhecidos como potenciais fatores de risco para o desenvolvimento da doença (Chen; Li; Liu, 2020; Pezzoli; Cereda, 2013).

Paralelamente, no contexto da industrialização e urbanização, verifica-se uma redução no tempo destinado ao sono e um aumento do estresse, fatores que levam o risco de desenvolvimento de doenças neurológicas (Schurhoff; Toborek, 2023; Shen *et al.*, 2023). Durante o dia, o organismo humano produz espécies reativas de oxigênio, associadas ao estresse oxidativo e à perda neural, e nesse contexto, o sono exerce um papel importante na “depuração” do sistema, funcionando como um mecanismo antioxidante (Goodman *et al.*, 2024).

Além disso, fatores metabólicos, como diabetes, hipertensão e obesidade, podem estar relacionados ao aumento da incidência da DP (LaHue; Comella; Tanner, 2016; Zhang; Tian, 2014). A síndrome metabólica promove um quadro de inflamação sistêmica no organismo, uma vez que o aumento da adiposidade está associada a uma maior liberação de adipocinas pró-inflamatórias, como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e a interleucina- 6 (IL-6), as quais induzem o estresse oxidativo e o estabelecimento de um estado inflamatório crônico (LaHue; Comella; Tanner, 2016; Welty; Alfaddagh; Elajami, 2016). A diabetes mellitus tem sido apontada como condição precedente à DP e está associada a uma manifestação clínica mais acentuada. Esta é caracterizada por escores mais elevados na seção motora a escala de avaliação da doença de Parkinson (UPDRS), além de perda de receptores de insulina na substância nigra pars compacta (Cereda *et al.*, 2012; Moroo *et al.*, 1994).

Outro fator relacionado à DP refere-se a diferença de gêneros. Os estudos apontam uma maior prevalência da doença em homens, o que pode estar associado a fatores hormonais, à maior exposição a substâncias tóxicas ou ainda a comportamento preventivo menos frequentes em comparação às mulheres (Poewe *et al.*, 2017). Entretanto, observa-se que a progressão da doença tende a ser mais rápida nas mulheres, além de apresentarem sintomas clínicos distintos e maior taxa de mortalidade (Dahodwala *et al.*, 2018; Georgiev *et al.*, 2017). Diante desse contexto, é fundamental considerar as diferenças no fenótipo clínico entre homens e mulheres, conforme ilustrado na figura 4 (Cerri; Mus; Blandini, 2019).

Figura 4 - Fenótipo clínico da DP entre homens e mulheres.



Fonte: Cerri; Mus; Blandini (2019)

2.2. Fisiomecânica da locomoção

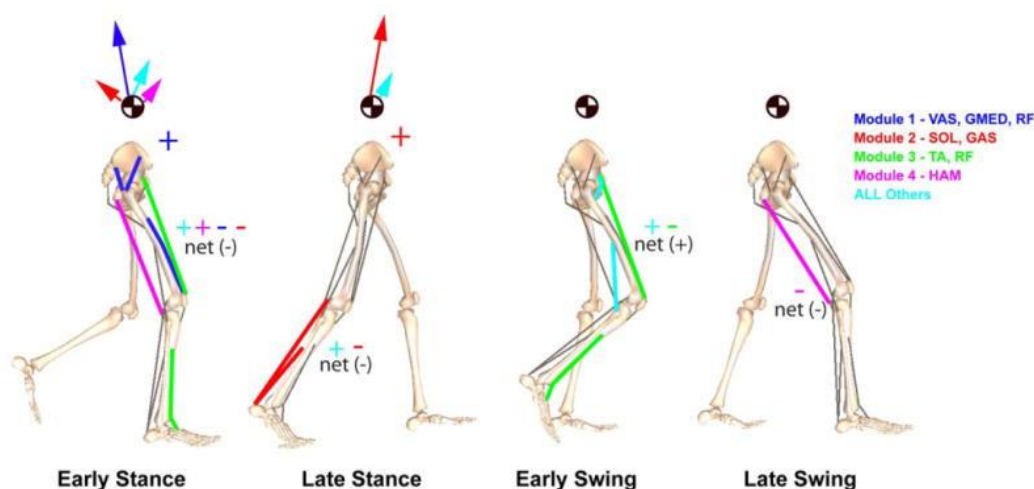
A locomoção humana consiste em duas tarefas principais: a ação de caminhar por longos períodos - que é comum no cotidiano - e o ato de correr, alcançando velocidades de 10 m/s em um sprint (Saibene; Minetti, 2003). Embora essas ações possam parecer semelhantes, elas apresentam demandas neuromusculares e biomecânicas distintas (Cappellini *et al.*, 2006). Como exemplo: diferentes indivíduos realizando a mesma atividade de locomoção podem apresentar padrões de ativação eletromiográfica variados, além de variação de velocidades o mesmo possui padrões de ativação diferentes (Ivanenko; Poppele; Lacquaniti, 2004).

Portanto, a ativação neuromuscular, que corresponde à comunicação eficiente entre o sistema nervoso central (SNC) e o sistema muscular, é essencial para controle adequado da locomoção (Davis *et al.*, 2022). Com isso, o SNC regula as atividades locomotoras por meio de padrões básicos de ativação dos músculos dos diferentes segmentos e esses padrões estão relacionados ao tempo de resposta ou ativação, com isso influenciando ao aumento de velocidade de caminhada ou corrida em relação às diferentes de fases dessas atividades (Cappellini *et al.*, 2006; Lacquaniti; Ivanenko; Zago, 2012).

Durante a caminhada, por exemplo, a fase inicial de apoio é caracterizada por uma maior

ativação dos extensores do quadril. Na fase final de apoio, observa-se o predomínio dos flexores plantares, responsáveis pela propulsão. Já na fase inicial de balanço, os dorsiflexores e flexores do quadril apresentam maior atividade, enquanto na fase final de balanço, os músculos isquiotibiais são mais recrutados. Esse padrão de coordenação muscular e as variações do comportamento do centro de massa ao longo das fases da marcha foram descritos por Lacquaniti; Ivanenko; Zago (2012), bem como Neptune; Clark; Kautz (2009) conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Ativação Muscular da Caminhada



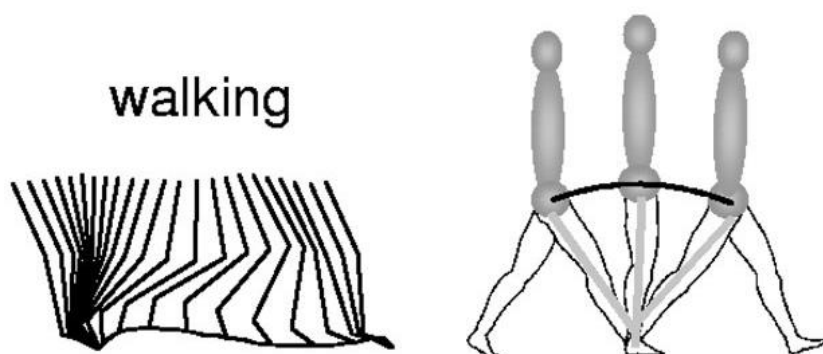
Legenda: VAS: Vastus medialis; GMED: Gluteus medius; RF: Rectus femoris; Sol: Soleus; GAS: Medial and lateral gastrocnemius; TA: Tibialis anterior; HAM: Medial hamstrings, long head of the biceps femoris.
Fonte: Neptune; Clark; Kautz (2009)

Além disso, ao analisarmos a biomecânica da locomoção, devemos levar em consideração outros fatores, como o comportamento do centro de massa (CM) durante o deslocamento, o custo de transporte (CoT) da atividade locomotora e as diferentes formas de energias envolvidas nesse processo, em destaque a energia elástica (EE), a energia cinética (KE) e a energia potencial gravitacional (EP) - que atuam no corpo relação ao solo e ao ambiente, contribuindo para a uma locomoção mais eficiente (Cavagna; Margaria, 1966; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Saibene; Minetti, 2003).

Ao se analisar o comportamento do centro de massa durante a caminhada, observa-se movimentos elevados para cima sobre a perna que está em extensão, descrevendo um arco semelhante a um pêndulo invertido (figura 6) (Cappellini *et al.*, 2006; Cavagna; Thys; Zamboni,

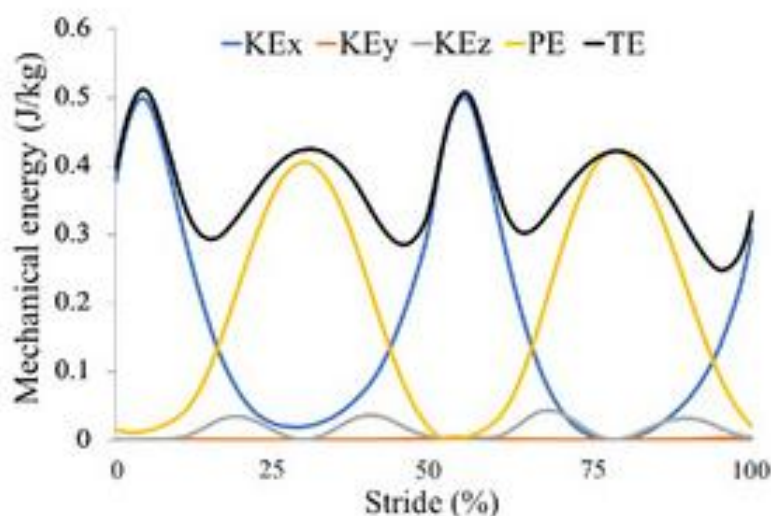
1976). O movimento pendular do CM, aliado às variações de KE e EP, ocorrem de maneira inversamente proporcional (figura 7), ou seja, quando uma dessas energias aumenta, a outra diminui (Cappellini *et al.*, 2006b; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021). Esse mecanismo promove a otimização do custo energético da caminhada, além da recuperação de energia, a qual depende do comprimento de passada e da velocidade de deslocamento (Cavagna; Margaria, 1966; Cavagna; Thys; Zamboni, 1976; Saibene; Minetti, 2003). Entretanto, ao associar esse mecanismo à condições patológicas que interferem na atividade locomotora, observa-se uma redução na eficiência do processo de recuperação de energia, consequentemente, um aumento do custo de transporte (Boyer *et al.*, 2023; Gomeñuka *et al.*, 2020; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Schrack *et al.*, 2016).

Figura 6 - Pêndulo Invertido



Fonte: Cappellini *et al.*, (2006b)

Figura 7 - Energias Cinética (KEx) e Potencial Gravitacional (PE) da Caminhada



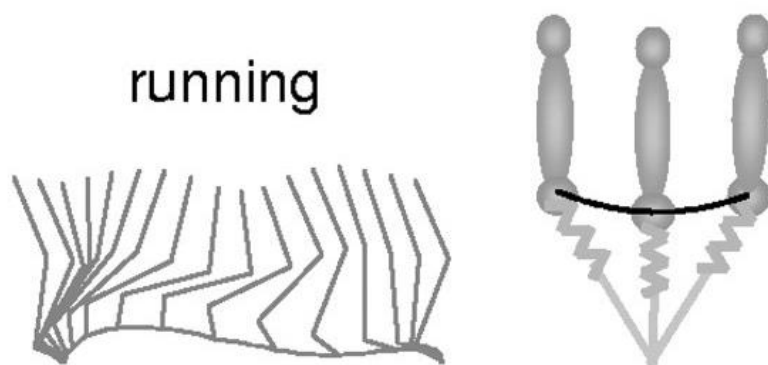
Legenda: TE: Total Energy; PE: Potential Energy; KEy: Kinetic Energy (mediolateral); KEx: Kinetic Energy (Horizontal); KEz: Kinetic Energy (Vertical)

Fonte: Peyré-Tartaruga *et al.*, (2021)

A caminhada e corrida são atividades compostas por fases de movimentos semelhantes, sendo elas: a fase de apoio - na qual o pé permanece em contato com o solo - e a fase de balanço - caracterizada pelo momento em que pé não está em contato com o solo. Contudo, na caminhada, a fase de apoio é mais duradoura e pelo menos um dos pés permanece em contato com o solo (Cappellini *et al.*, 2006b). Já na corrida a fase de apoio tem menor duração, e ocorre uma fase adicional denominada fase de voo, na qual ambos dos pés permanecem simultaneamente sem contato com solo (Saibene; Minetti, 2003).

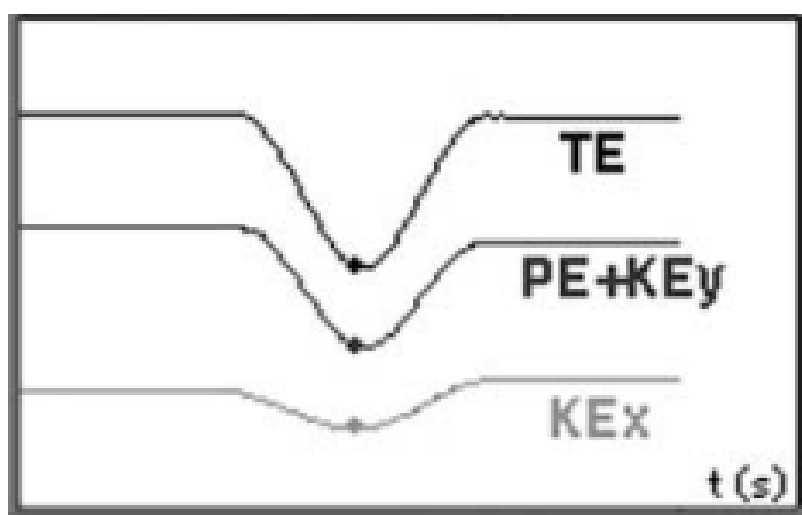
Além disso, o comportamento do CM na atividade da corrida pode ser explicado por uma teoria: a teoria do comportamento do CM como uma bola quicando ou do pogo-stick (brinquedo de pular) (Saibene; Minetti, 2003). Esse conceito está associado ao modelo de massa mola, no qual as estruturas passivas, representadas pelos tendões e estruturas ativas, demonstradas pela massa muscular, atuam de forma integrada na locomoção, conforme apresentamos na Figura 8 (Blickhan, 1989; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Saibene; Minetti, 2003). As energias KE e EP durante a corrida alternam-se em fases específicas no momento em que não há contato dos pés com o solo, esse fenômeno é observado na figura 9 (Saibene; Minetti, 2003)

Figura 8 - Modelo Massa Mola



Fonte: (Cappellini *et al.*, 2006a)

Figura 9 - Energias Cinética (KE) e Potencial Gravitacional (PE) da Corrida

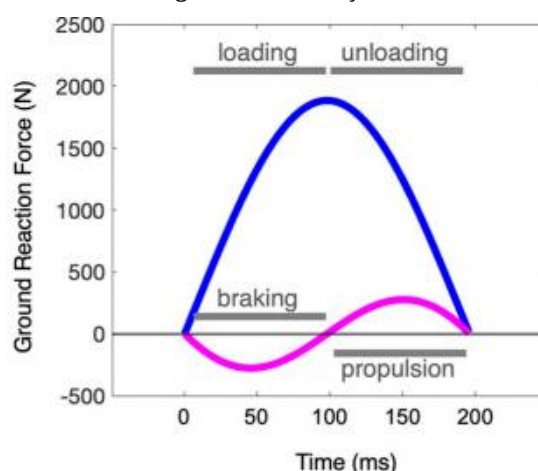


Legenda: TE: Total Energy; PE: Potential Energy; KEy: Kinetic Energy (Vertical); KEx: Kinetic Energy (Horizontal)
 Fonte: Adaptado de Saibene; Minetti (2003)

No modelo bidimensional, o corredor pode ser representado como uma massa conectada em uma mola, que corresponde à sua perna, considerada uma estrutura linearmente elástica, a qual entra em contato com solo e deixa o solo com um determinado ângulo de toque, conservando energia por meio da fase de postura e da fase de voo (Burns *et al.*, 2023). Além disso, Burns *et al.*, (2023) demonstraram que, durante a corrida, os momentos de força horizontal (ântero-posterior) e vertical, variam entre as diferentes fases da corrida, e observa-se uma transição da frenagem para

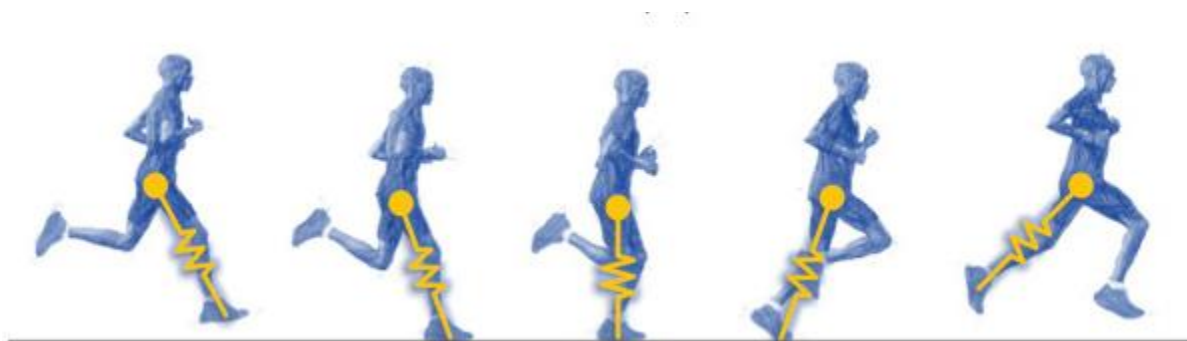
a propulsão no meio da posição intermediária do ciclo de apoio. No mesmo momento, a posição vertical está no mínimo e a massa está em transição de carga para descarga, como é observado na Figura 10. Assim, a corrida pode ser descrita em diferentes, que inclui-se na frenagem, em seguida, a propulsão em direção ântero-posterior, e, na sequência, ocorre a fase de voo, voltando ao momento inicial de frenagem, como podemos ver na figura 11 (Hicks *et al.*, 2019).

Figura 10 - Transições da Corrida



Fonte: Burns *et al.*, (2023)

Figura 11 - Fases da Corrida



Fonte: Burns *et al.*, (2023)

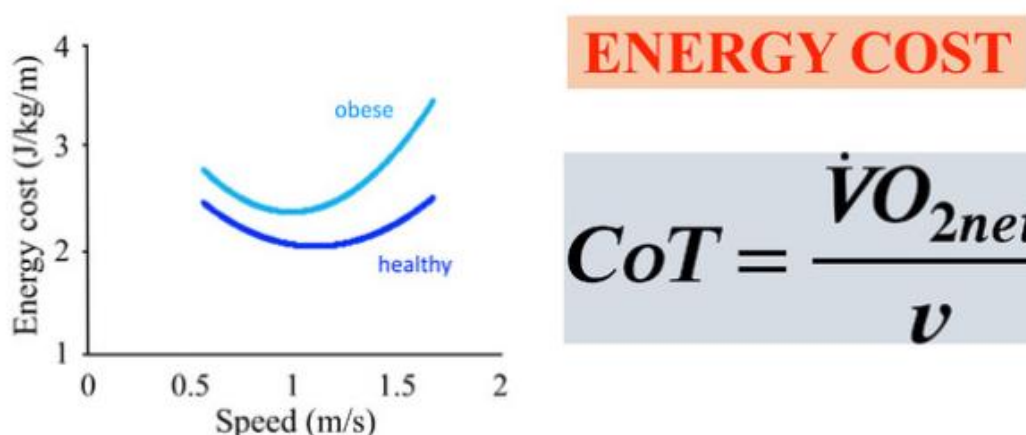
À medida que a velocidade aumenta, acontece um aumento proporcional na taxa de produção de força e nas forças de reação do solo, juntamente com a atuação do sistema muscular, que corresponde de forma antecipatória no processo de alongamento-encurtamento, e, nesse contexto, acontece uma contração excêntrica de alta velocidade, seguida imediatamente por uma contração concêntrica, as quais contribuem no desempenho durante a fase final da locomoção na

absorção de impactos (Burns *et al.*, 2023; Kyröläinen; Belli; Komi, 2001; Nicol; Avela; Komi, 2006). Destaca-se que o equilíbrio entre as contrações excêntricas e concêntricas é fundamental, pois na ação excêntrica, a energia elástica é armazenada no momento da propulsão, e na concêntrica ela é liberada (Burns *et al.*, 2023; Cavagna; Kaneko, 1977) .

Além disso, outro componente relevante na análise do deslocamento do CM, é trabalho mecânico total (W_{tot}), o qual corresponde a soma do trabalho mecânico externo (W_{ext}) e trabalho mecânico interno (W_{int}) (Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021). O W_{ext} é necessário para elevar e acelerar o CM em relação ao ambiente, por meio da soma KE e PE, resultando na energia total (ET), e o W_{int} é responsável em acelerar os membros em relação ao CM pela soma dos incrementos da KE (Cavagna; Kaneko, 1977; Cavagna; Saibene; Margaria, 1963; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021)

Outro fator determinante na locomoção é o custo de transporte (CoT), definido como a quantidade de energia metabólica que o corpo precisa para mover 1kg de massa corporal por 1 metro de distância (Saibene; Minetti, 2003). Durante a caminhada, o CoT em velocidade de 1,1 a 1,4 m/s é de 2 J kg/m; entretanto, e, em velocidades inferiores, esse custo pode ser maior (Margaria, 1938; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021). Por sua vez, a corrida apresenta um CoT próximo de 4 J kg/m independente da velocidade (Margaria *et al.*, 1963; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021). E o CoT pode ser maior em ambas atividades locomotoras em condições patológicas (Mian *et al.*, 2006; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Zamparo *et al.*, 1995), na figura 12 podemos observar o CoT de obesos e adultos saudáveis.

Figura 12 - CoT de obesos e adultos saudáveis



Fonte: Peyré-Tartaruga *et al.*, (2021)

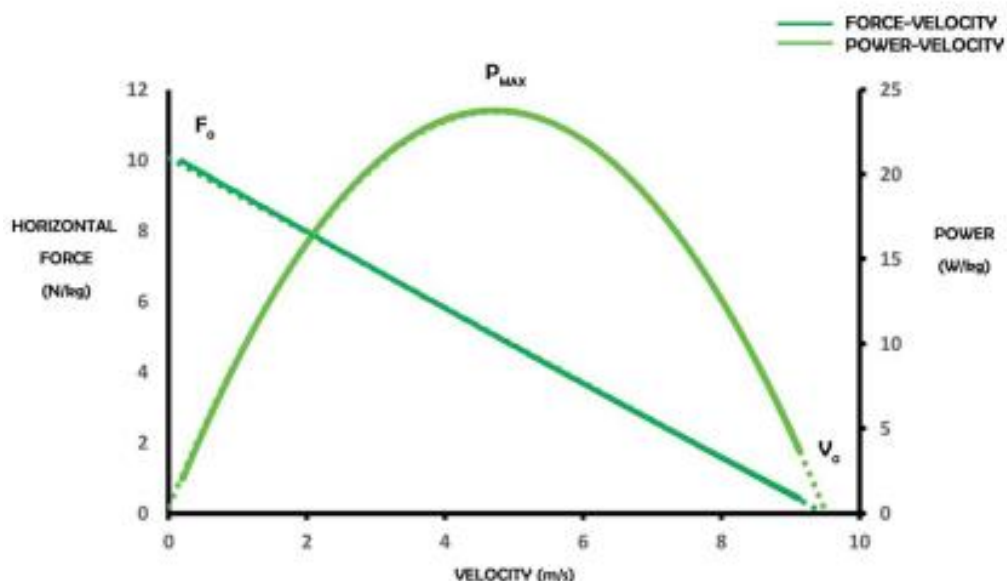
Com isso, por meio da razão entre o W_{tot} e o CoT, é possível definir a chamada energia

aparente, que corresponde ao trabalho positivo nas unidades músculo-tendíneas (Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021). A energia aparente é um parâmetro utilizado para quantificar o armazenamento e a liberação de energia elástica, como um mecanismo de economia de energia das atividades de caminhada e corrida (Alexander, 1991; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021).

2.2.1. Corrida: qualidades físicas e eficiência mecânica

A corrida é uma atividade amplamente utilizada tanto no contexto do esporte profissional, quanto nas atividades físicas recreativas e nas demandas cotidianas, que podem exigir força, velocidade e potência (Samozino *et al.*, 2016a). Portanto, para os profissionais de saúde e do esporte, torna-se relevante quantificar e monitorar as variáveis associadas à corrida de velocidade, por meio de análises biomecânica e de desempenho. Nesse sentido, destaca-se o método de avaliação biomecânica do sprint, denominada método de análise do perfil de sprint, que utiliza estimativas derivadas de dados antropométricos e espaços-temporais, o qual surge como alternativa suprir as limitações dos métodos que utiliza esteiras e plataformas de força, que apesar de serem padrão ouro, não refletem fielmente as condições de corrida no solo e possuem um elevado custo financeiro (Cross *et al.*, 2017; Samozino *et al.*, 2016).

Diante desse contexto, é necessário compreender as variáveis presentes nessa atividade e como avaliar. O corpo humano apresenta uma capacidade mecânica de produzir força horizontal externa durante a corrida de velocidade, sendo esse fenômeno explicado pelas relações inversas entre força-velocidade ($F-v$) e pela relação parabólica potência-velocidade ($P-v$), no qual esse modelo tem foco na aceleração, sendo essas relações em movimentos uniarticulares e músculos isolados (Hicks *et al.*, 2019; Morin *et al.*, 2010; Rabita *et al.*, 2015). Entretanto, essas relações caracterizam movimentos multiarticulares específicos, mostrando os limites mecânicos externo do sistema neuromusculares, resumidos pela força máxima teórica (F_0) e velocidade máxima teórica (v_0), assim desenvolve-se a potência máxima associada (P_{max}) (Cross *et al.*, 2017; Hicks *et al.*, 2019; Samozino *et al.*, 2016b). Na figura 13 é possível observar o comportamento dessas variáveis durante a fase de saída de um sprint.

Figura 13 - Comportamento do F_0 , V_0 e P_{MAX} .

Legenda: F_0 : força máxima teórica; V_0 : velocidade máxima teórica; P_{MAX} : potência máxima associada.

Fonte: Hicks et al., (2019)

De acordo com Samozino et al. (2016) durante o movimento propulsor da corrida, as relações entre $F-v$ e $P-v$ representam a capacidade de aplicação de força externa no solo, denominada como eficácia mecânica, que é uma visão macroscópica e integrativa do perfil mecânica Força-Potência-Velocidade ($P-F-V$) na tarefa de sprint. Essas relações incorporam tanto as propriedades mecânicas e musculares como força e comprimento-tensão, quanto às características morfológicas e os mecanismos neurais de recrutamento de unidades motoras, coordenação e frequência de disparos (Cross *et al.*, 2017).

A variável força na corrida está diretamente relacionada ao momento de propulsão, no qual períodos mais longos de contato com solo, embora permitam maior magnitude de força maior aplicada, pode comprometer o desempenho de aceleração. Por outro lado, tempos de contato reduzidos tendem a proporcionar uma maior eficiência locomotora (Hicks *et al.*, 2019). Durante a aceleração, a força aplicada horizontalmente mostra-se como um dos principais fatores que determinam o bom desempenho de corrida (Morin *et al.*, 2010).

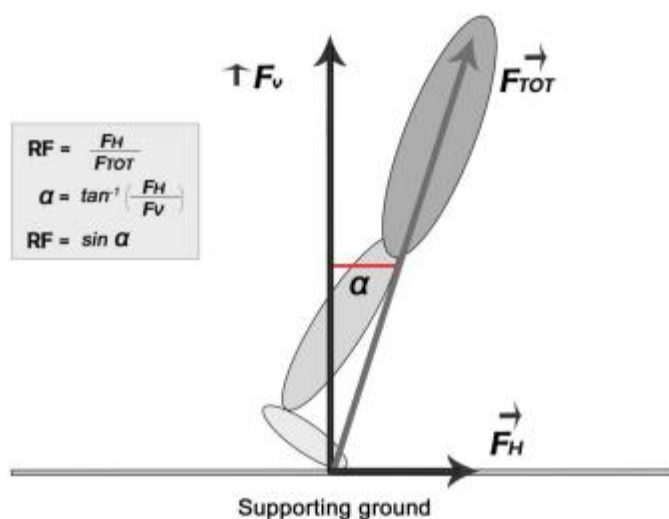
A potência mecânica de saída, considerada como a taxa de execução de trabalho mecânica, é definida pelo produto da força pela velocidade, em que ambas capacidades máximas da musculatura esquelética, responsáveis pela geração de força e velocidade, culminam na produção de potência máxima (Cross *et al.*, 2017).

Na corrida de velocidade, distinguem-se em duas fases principais: aceleração e velocidade máxima. Essa segunda fase de acelerar e atingir a maior velocidade possível no menor intervalo de tempo, é sustentada pelos componentes mecânicos do sistema neuromuscular, força, velocidade e a potência, bem como suas combinações de força e velocidade, denominado perfil força-velocidade (F-v) (Bezodis; Trewartha; Salo, 2015; Samozino, 2018). A relação F-v é a capacidade da musculatura na geração de força em uma determinada velocidade (Cross *et al.*, 2017).

Os principais determinantes na aceleração no sprint, relacionados a eficiência mecânica, incluem as forças de reação do solo (em inglês: ground reaction forces- GRF), Razão de Força (RF), tanto no sentido horizontal, quanto no sentido vertical e o deslocamento do CM (Hicks *et al.*, 2019; Morin *et al.*, 2015). A GRF é influenciada e direcionada pela posição do corpo. Quanto maior a inclinação do corpo em relação ao solo, mais significativo será o componente propulsivo da GRF (Clark; Weyand, 2014).

A RF descreve a orientação das forças no eixo ântero-posterior ao longo da fase de aceleração de sprint, estando diretamente relacionada à capacidade de orientação da força horizontal durante a aceleração (Hicks *et al.*, 2019; Morin *et al.*, 2015). O estudo de Hicks *et al.*, (2019) demonstra que, a partir da análise da orientação da força podemos determinar a eficiência mecânica de cada passo, expressa pelo Razão de Força Pico (RF_{PICO}(%)), calculado pela Força Horizontal (F_H) e Força Total (F_{TOT}): (RF_{PICO}(%)= F_HForça Horizontal / F_{TOT}Força Total). Nesse sentido, valores mais elevados de RF_{PICO}(%), indicam maior eficiência mecânica e maior contribuição do GRF, enquanto uma diminuição de da razão de força, taxa de diminuição de RF (DRF) indica menos eficiência na orientação de força horizontal. Na figura 14, observa-se a representação dos componentes de F_H, Força Vertical (F_V), resultando na F_{TOT}, e GRF representado pelo ângulo alfa.

Figura 14 - Razões de Força Horizontal (FH) e Vertical (FV)



Legenda: RF: Razão de Força; FH: Força Horizontal; FV: Força Vertical; FTOT: Força Total

Fonte: (Hicks *et al.*, 2019)

2.3. Exercício de locomoção na doença de parkinson

A doença de Parkinson é marcada pelo acometimento de múltiplos domínios, que incluem aspectos neurológicos, físicos, cognitivos e sociais (Hayes, 2019; Poewe *et al.*, 2017). Diante desse contexto, constata-se uma crescente no volume de pesquisa científica sobre a prescrição de exercícios para esses indivíduos, destacando-se intervenções como o Tai Chi Chuan e exercício em cicloergômetros (Chang *et al.*, 2024; Hirsch *et al.*, 2018; Johansson *et al.*, 2022b; Song *et al.*, 2017), que têm apresentado melhoras em sintomas motores, neurocognitivos, BDNFα e qualidade de vida.

Adicionalmente, programas de exercícios aquáticos têm contribuído para melhoras motoras e qualidade de vida além da redução do medo de cair (Cugusi *et al.*, 2019; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2022). Outro exemplo, são intervenções com a atividade de dança (Dos Santos Delabary *et al.*, 2020; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2022) e o treinamento resistido, propostos como estratégias para melhorar a lentidão de movimento, níveis de BDNFα, à capacidade funcional, a força e a potência (Filho *et al.*, 2020; Ni; Signorile, 2017; Paul *et al.*, 2014; Ruiz-González *et al.*, 2021).

Portanto, diferentes modalidades de exercício físico como alternativa de prevenção e tratamento DP. Nosso foco, neste momento, são as intervenções que envolvem locomoção de caminhada nórdica (CN) e Corrida de velocidade para PcP. A CN é uma modalidade de locomoção

que utiliza bastões, envolvendo movimento simultâneo de membros superiores, inferiores e tronco (Gomeñuka *et al.*, 2020; Pellegrini *et al.*, 2015). Essa prática tem sido amplamente utilizada em PcP (Franzoni *et al.*, 2018; Monteiro, E. P. *et al.*, 2017; Passos-Monteiro *et al.*, 2020a; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2022; Zanardi, A. P. J. *et al.*, 2019), uma vez que suas características contribuem para o aumento da segurança em indivíduos com risco de quedas, além de promover ganhos de equilíbrio em idosos e PcP (Franzoni *et al.*, 2018; Gomeñuka *et al.*, 2019). A CN pode favorecer um aumento de força global, por trabalhar membros superiores, inferiores e tronco (Pellegrini *et al.*, 2015). Além disso, aumento de velocidade de marcha e do desempenho de atividades funcionais, e propiciar melhoras em parâmetros clínicos (Monteiro, E.P. *et al.*, 2017; Salse-Batán *et al.*, 2022).

A prática da corrida também tem sido adotada como uma estratégia de intervenção que para PcP, sendo aplicada em diferentes formatos, como corrida em esteira em intensidade moderadas e altas, prescritos com base em frequência cardíaca, demonstrando benefícios em parâmetros clínicos da DP (Schenkman *et al.*, 2018). Por outro lado, algumas intervenções de exercícios em esteiras, por exemplo, não apresentaram ganhos fatores neutrófilos em PcP (Soke *et al.*, 2021).

No que diz respeito ao treinamento de sprint ou de corrida de velocidade, essa modalidade de treinamento em maiores intensidades, corrida na máxima velocidade (all out) tem apresentado segurança e bons resultados de eficiência mecânica, mesmo com as limitações motoras proporcionadas pela doença (Passos-Monteiro *et al.*, 2020b). Logo, intervenções de reabilitação locomotora apresentam segurança e viabilidade e proporcionam melhoras em parâmetros clínicos e funcionais (Monteiro, E.P. *et al.*, 2017; Peyré-Tartaruga; Monteiro, 2016).

2.3.1 Índice de reabilitação locomotora (IRL)

Uma das proposta utilizadas para a avaliação o processo de reabilitação locomotora em atividades de marcha é o Índice de Reabilitação Locomotora (IRL), que mensura o quão próximo o indivíduo está da Velocidade Ótima de Caminhada (VOC) e da Velocidade Auto Seleccionada (VAS) (Monteiro, E.P. *et al.*, 2017; Peyré-Tartaruga; Monteiro, 2016). A VOC é calculada por meio da Equação 1. Considerando os seguintes parâmetros, g = aceleração da gravidade; CMI= Comprimento do Membro Inferior entre a Crista Ilíaca até Maléolo Lateral. Por sua vez, a VAS é

determinada a partir do Teste de Caminhada de 10 metros, sendo expressa em metros por segundo (m/s) (Martins *et al.*, 2023; Peyré-Tartaruga; Passos-Monteiro, 2016)

Equação 1- Cálculo da Velocidade Ótima de Caminhada (VOC)

$$VOC = \sqrt{0,25 \cdot g \cdot CMI}$$

Com isso, para determinar o IRL realizamos os cálculos com a dados de VOC e VAS (m/s), conforme a Equação 2.

Equação 2- Cálculo do Índice de reabilitação locomotora (IRL)

$$IRL = \frac{VAS}{VOC} \cdot 100$$

3. PERGUNTA DE PESQUISA

Quais os efeitos do treinamento de caminhada nórdica progredindo para sprint sobre parâmetros biomecânicos e clínico-funcionais de PcP?

4. HIPÓTESE

A nossa hipótese é que o programa de treinamento de caminhada nórdica, progredindo para sprint, vai proporcionar melhoras biomecânicas de força, potência e velocidade e na eficiência mecânica. Além disso, espera-se melhorias das condições clínicas e capacidade funcional nas pessoas com Parkinson pré e após o período de intervenção.

5. OBJETIVO

5.1. Objetivo geral

Avaliar os efeitos do treinamento de caminhada Nórdica, progredindo para sprint, sobre parâmetros biomecânicos relacionados às qualidades físicas, à eficiência mecânica e ao desempenho do sprint. Além disso, avaliar os efeitos em parâmetros clínicos-funcionais em PcP.

5.2. Objetivos específicos

- 1- Analisar os efeitos do treinamento nas qualidades físicas: força, potência e velocidade; e eficiência mecânica: Perfil Força-Velocidade, $RF_{PICO}(\%)$ e DRF após o período de intervenção;
- 2- Observar os efeitos do treinamento em parâmetros clínico-funcionais: sintomas motores da DP, força de preensão palmar, capacidade de marcha e mobilidade funcional após intervenção.

6. JUSTIFICATIVA

A literatura científica evidencia que a modalidade de caminhada Nórdica (CN), se apresenta como alternativa no tratamento dos sintomas clínicos, da manutenção do equilíbrio e da melhoria de qualidade de vida de pessoas com Parkinson (PcP) (Franzoni *et al.*, 2018; Monteiro, E. P. *et al.*, 2017; Passos-Monteiro *et al.*, 2020a; Salse-Batán *et al.*, 2022). Além disso, essa prática auxilia no desempenho de atividades funcionais (Monteiro, E. P. *et al.*, 2017). Outra possibilidade terapêutica, são os exercícios em alta intensidade, como as corridas de alta velocidade (sprint). De acordo com Passos-Monteiro *et al.*, (2020b), essa modalidade de locomoção, quando aplicada de forma aguda, mostra-se bem aceita e com efeitos positivos nesse público. Os resultados desse estudo indicaram que as PcP treinadas apresentaram desempenho semelhante ao grupo controle saudável em parâmetros biomecânicos, como força, potência e velocidade, além de uma eficiência mecânica da atividade.

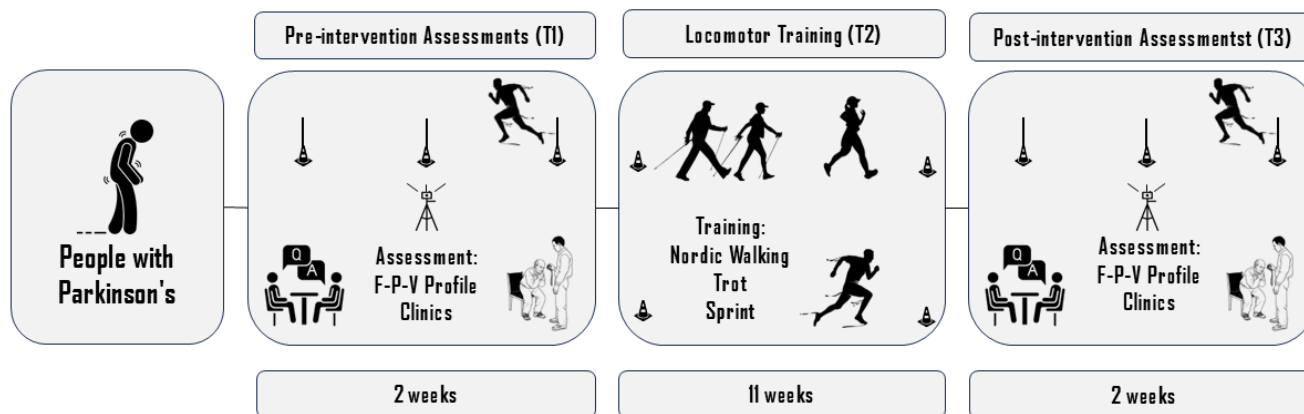
Dessa forma, observa-se, em investigações anteriores, que a CN se configura estratégia não medicamentosa no tratamento de PcP, enquanto o treinamento agudo de sprint com boa viabilidade, confiabilidade e com boas respostas biomecânicas. Entretanto, até o momento, não foram identificados na literatura estudos que associam as duas atividades: CN e Sprint, considerando o objetivo de analisar os efeitos crônicas sobre variáveis biomecânicas: qualidades físicas, eficiência mecânica, desempenho, bem como os parâmetros clínicos e capacidade de marcha de PcP. Partindo dessa lacuna da literatura, justifica-se a realização do presente estudo.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1. Delineamento do estudo

Esse estudo trata-se de um estudo piloto de um ensaio clínico não randomizado e quasi-experimental de 11 semanas de intervenção aprovado pelo comitê de Ética e Pesquisa do instituto de ciências da saúde (ICS)- CAAE, nº 67654523.7.0000.0018(Anexo 1), e segue as diretrizes do checklist do Consolidated Standards of Reporting Trials- CONSORT (Hopewell *et al.*, 2025) , que são diretrizes para ensaios clínicos (Esse checklist está presente no Anexo 2). As pessoas com Parkinson foram avaliadas durante 2 semanas na pré-intervenção (T1), onde coletamos 3 sprints em uma pista de 40 metros para análise de qualidades físicas e eficiência mecânica, assim como testes clínicos e funcionais. A intervenção (T2) foram 11 semanas de treinamento locomotor intervalado de caminhada nórdica, corrida nórdica, trote e progredindo para o sprint. Do mesmo modo, na pós-intervenção (T3), realizamos as coletas de 3 sprints e avaliações clínicas e funcionais com duração de 2 semanas. Mostramos na figura 15 o desenho do estudo.

Figura 15 - Desenho do Estudo



Fonte: os Autores

7.2. População do estudo

A amostra do estudo foram pessoas com Parkinson, que passaram pelos critérios de elegibilidade: Pessoas diagnosticadas com doença de Parkinson com estadiamento de 2 a 3 na escala Hohen and Yahr; ambos os sexos. Os critérios de exclusão foram: Não apresentar alterações

cognitivas de acordo com Mini Exame do Estado Mental-MEEM com os postos de Corte: < 24 Altamente escolarizado, < 18 Ensino Médio, < 14 para analfabetos (Folstein; Folstein; McHugh, 1975); Foram estabelecidos como critérios de exclusão: não alterações auditivas e visuais que impeça de realizar os procedimentos propostos; apresentar a pressão arterial alterada; sem histórico de internação pelo menos seis meses antes do estudo; não possuir disfunções osteomioarticulares e outras doenças neurológicas, bem como não está restrito a cadeiras de rodas. Além destas condições pré-estabelecidas, não assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- TCLE (Anexo 3) ou ter menos de 75% de presença nas sessões.

7.3. Cálculo amostral

Para o cálculo amostral, foi utilizado o Software G*Power versão 3.1.9.7. Dessa forma, para estimar o poder da amostra, com base nos dados preliminares dos participantes pesquisa, foi realizado um teste a posteriori, considerando um tamanho de efeito igual a -1,38 referente aos valores pré e pós-intervenção da variável Velocidade Máxima Teórica- V_0 (m/s), adotando-se um α de 0.05. O poder estatístico obtido foi de 60%, indicando que uma amostra composta por 7 participantes seria insuficiente para detectar um efeito estatisticamente significativo. Entretanto, apesar do baixo poder, foram observados resultados significativos em algumas variáveis. Para atingir um poder estatístico de 80%, a amostra mínima necessária seria de 11 participantes. Os detalhes completos do cálculo encontram-se descritos no Anexo 4.

7.4. Local do estudo

O estudo foi realizado no Laboratório Multidisciplinar de Ensino do Movimento Humano, Exercício e Reabilitação (LABMOVHER) da Universidade Federal do Pará - UFPA, Campus Universitário de Castanhal-PA, com o apoio logístico e intelectual do Grupo de Pesquisa em Fisiomecânica da Locomoção e Reabilitação Neurofuncional – PENDULUM.

7.5. Recrutamento

O recrutamento dos voluntários foi inicialmente por meio de visitas em unidades básicas de saúde para a realização de levantamento de dados quantitativos de pessoas com Parkinson no município de Castanhal-PA. Além de ser realizada a divulgação do projeto em mídias de comunicação: televisão, rádio e por mídias sociais (WhatsApp, Facebook e Instagram). Com isso,

os interessados realizaram o preenchimento de um questionário online com dados de contato telefônico.

7.6. Protocolo de coletas de dados clínicos e funcionais

A intervenção aconteceu no período de 15 semanas: divididas em 2 semanas de avaliações pré-intervenção, 11 semanas de treinamento e 2 semanas com avaliações pós-intervenção. As avaliações foram relacionadas aos desfechos biomecânicos de qualidades físicas do sprint: Força, Potência e Velocidade, e, também, a eficiência mecânica: Razão de Força Horizontal (RF) e Taxa de diminuição de RF com aumento de velocidade durante a aceleração (DRF).

No período de avaliação os voluntários, foram instruídos, antecipadamente: não praticar exercícios físicos pelo menos 48 horas antes das coletas; fazer uso da medicação parkinsoniana (estado “On” da medicação), ingerida pelos menos 3 horas antes das avaliações (Franzoni *et al.*, 2018; Passos-Monteiro *et al.*, 2020b). Com isso, no primeiro dia, os voluntários chegavam no local de coleta e eram instruídos sobre os procedimentos que seriam adotados naquele momento. Seguindo a prática proposta, permaneciam sentados em repouso para coletas de hemodinâmicas de pressão arterial, frequência cardíaca e familiarização com a percepção subjetiva de esforço de 0 a 10 (PSE 0 a 10) (Borg, 1982; Lopes; Pereira; Silva, 2022).

Ainda no primeiro dia, realizamos as avaliações antropométricas, clínicas e os testes funcionais. A sequência dos testes foi organizada pela equipe, sempre com o cuidado de não interferir nos testes subsequentes.

7.6.1 Dados antropométricos

Mensurar medidas antropométricas e de massa corporal, que são solicitadas para cálculos do perfil biomecânico, índice de massa corporal e Índice de Reabilitação Locomotora (Peyré-Tartaruga; Passos-Monteiro, 2016). Desse modo, dados de estatura, massa corporal, comprimento do membro inferior da perna direita (Crista Ilíaca até Maléolo Lateral) e circunferências dos membros inferiores são avaliadas por meio de um estadiômetro fixo, balança digital e fita métrica.

7.6.2 Marcha e mobilidade funcional

Testes de Caminhada de 10 metros (TC10m) é uma ferramenta comumente usada para

avaliar a velocidade da marcha em indivíduos com limitações de marcha, avaliado na velocidade auto selecionada (VAS) e Velocidade Rápida (VR) (Lang *et al.*, 2016); O Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6) mede a distância que um paciente pode caminhar em uma superfície plana durante o período de 6 minutos (ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories, 2002); Timed Up and Go test (TUG: VAS e VR) O TUG é uma medida rápida de capacidade para mobilidade funcional. É uma medida do tempo necessário para se levantar de uma cadeira, andar três metros, virar, andar de volta e sentar-se novamente (Podsiadlo; Richardson, 1991); Índice de Reabilitação Locomotora (IRL), está mensura o quão estão próximos à Velocidade Ótima de Caminhada (VOC) com Velocidade Auto Seleccionada (VAS) (Martins *et al.*, 2023; Peyré-Tartaruga; Passos-Monteiro, 2016).

7.6.3 Variáveis clínicas

A escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson- III (UPDRS- III: Sintomas Motores) é uma escala abrangente de 44 itens na qual os sinais e sintomas de DP são classificados em uma escala ordinal classificada de 0 (ausente) a 4 (grave). O UPDRS tem subdivisões com a seção II (impacto dos sintomas nas atividades da vida diária) e seção III (avaliação objetiva sinais motores) (Fish, 2018). A Escala de Hoehn e Yahr foi desenvolvida em 1967 para compreender os cinco estágios de classificação para avaliar a severidade da DP e abrange, essencialmente, medidas globais de sinais e sintomas que permitem classificar o indivíduo quanto ao nível de incapacidade (Goulart; Pereira, 2005; Hoehn; Yahr, 1967); Força de Preensão Palmar (FPP): uma medida quantitativa e objetiva da força muscular isométrica da mão e do antebraço. Apresenta estimativas de força global do avaliado (Fried *et al.*, 2001).

Na tabela 2, apresentamos, de forma resumida, as avaliações antropométricas, clínicas e os testes funcionais aplicados em nosso estudo.

Tabela 2 - Avaliações Antropométricas, Clínicas e Testes Funcionais

Resultado	Instrumento
Dados Antropométricos	Massa Corporal; Estatura; Comprimento do membro Inferior;
Marcha e Mobilidade Funcional	Testes de Caminhada de 10 metros (TC10m: VAS e VR); Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6: Volume de Treinamento); Timed Up and Go test (TUG: VAS e VR);

Índice de Reabilitação Locomotora (IRL).

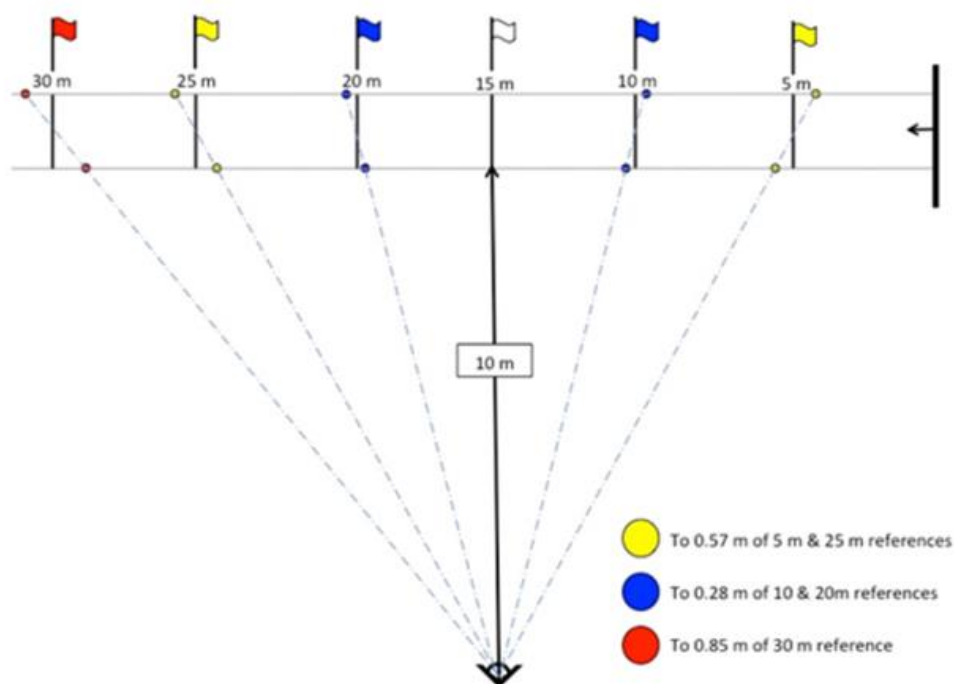
Sintomas Clínicos	Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson- III (UPDRS- III: Sintomas Motores); Força de Preensão Palmar (FPP)
-------------------	--

7.7 Coleta do perfil de Sprint

A coleta do perfil de sprint foi realizada por 5 avaliadores treinados e deu-se de acordo com os estudos (Passos-Monteiro *et al.*, 2020; Romero-Franco *et al.*, 2017; Samozino *et al.*, 2016). Para isso, foi utilizada uma pista de 40 metros (m) de comprimento no ginásio poliesportivo da Universidade Federal do Pará- UFPA, Campus de Castanhal-PA. Entretanto, para as análises, utilizamos apenas 30 m do percurso. Dentro desse percurso de 30 m, foi demarcada a cada 5 metros (5, 10, 15, 20, 25 e 30 metros), com bastões de 1,50 metros de cores amarela e azul, para melhor visualização no momento de análise. Contudo, a demarcação precisa ser ajustada, por motivo do ângulo de filmagem, evitando o efeito paralaxe. Com isso, as marcações são ajustadas com as respectivas distâncias: 5,57 m (5m), 10,28 m (10m), 15 m (15 m), 19,72 m (20 m), 24,43m (25 m) e 29,15 (30m).

O instrumento de filmagem utilizado foi um Smartphone modelo iPhone 12 (versão iOS 17.5.1). O aparelho foi preso em um tripé articulado medindo 1 metro de altura, com rotação para filmagem horizontal para acompanhar toda a trajetória de 30 metros. Esse tripé foi posicionado na distância de 10 metros de forma perpendicular, mais precisamente na direção central da pista. Na figura 16: Marcação da Pista, encontramos mais detalhes sobre a demarcação da pista e posição do tripé. A filmagem foi realizada no modo câmera lenta (240 fps) e iniciada alguns segundos antes do comando de saída: “Prepara, Vai!”. Esse processo é filmado até passar da marcação de 30m.

Figura 16 - Marcação da Pista



Fonte: Romero-Franco *et al* (2017); Samozino *et al* (2016)

7.8 Protocolo de coleta do perfil do Sprint

O protocolo de coleta foi com base no estudo de Passos-Monteiro *et al* (2020) e dividido em 5 etapas, com duração total de 60 minutos, para garantir que os avaliados ficassem bem aquecidos para realizar 3 sprints máximos, configurando uma sessão de treino completa. Como garantia da segurança, foram aferidas a pressão arterial, frequência cardíaca. Mostramos com mais detalhes na tabela 3: procedimentos de coleta do Sprint (30 metros).

Tabela 3 - Procedimentos de Coleta do Sprint (30 metros)

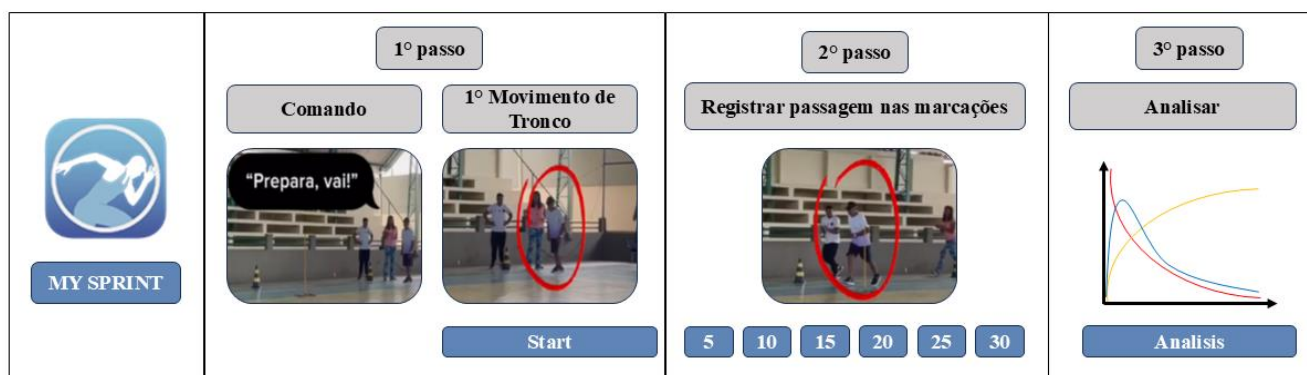
PRÉ- COLETA	1- Aferição da pressão arterial (Segurança) 2- Familiarização a escala subjetiva de esforço (PSE 0 a 10)
AQUECIMENTO	1- 5 minutos de exercícios de mobilidade 2- 5 minutos de caminhada de velocidade autoselecionada

	3- 5 minutos de caminhada de velocidade máxima
COLETA DO SPRINT	1- 2 tentativas de Familiarização de corrida auto selecionada 2- Após o descanso de 90 s entre corridas, a Realização do Primeiro Sprint e PSE, antes e depois de correr. 3- Após o descanso de 5 minutos, a Realização do Segundo Sprint e PSE, antes e depois de correr. 4- Após o descanso de 5 minutos, a Realização do Terceiro Sprint e PSE antes e depois de correr.
VOLTA À CALMA	1- 5 minutos Alongamentos
PÓS- COLETA	1- Aferição da pressão arterial (Segurança) 2- Avaliação da escala subjetiva de esforço (PSE 0 a 10)
REFERÊNCIA: Passos-Monteiro <i>et al</i> (2020)	

7.9 Análise dos vídeos

As análises dos vídeos foram feitas por dois avaliadores de forma imparcial e separada, para uma análise entre avaliadores. Esse processo de análise foi realizado no aplicativo *My Sprint* em um Smartphone modelo iPhone. Portanto, para extração dos dados, os avaliadores seguiram o procedimento: 1º passo: Verificar o primeiro movimento de tronco após a instrução “Prepara, Vai!”. E registrar o “Start”; 2º passo: Acompanhar e registrar o momento exato que centro massa (visão lateral: linha do quadril) passa pelas marcações (5, 10, 15, 20, 25 e 30 metros) e 3º passo: aperta no botão “Análisis” para gerar os resultados. Apresentamos na figura 17 o passo a passo do processo de análise dos vídeos.

Figura 17 - Processo de Análise dos Vídeos



Fonte: Autores

Após as análises dos vídeos, teremos os resultados referentes à qualidade física e à eficiência mecânica, de acordo com as equações baseadas em estudos anteriores (Cross *et al.*, 2017; Pantoja *et al.*, 2016a; Samozino *et al.*, 2016a). Essas equações, que fundamentam os cálculos de eficiência no sprint, estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 -Equações de Base para Cálculo da Eficiência Mecânica

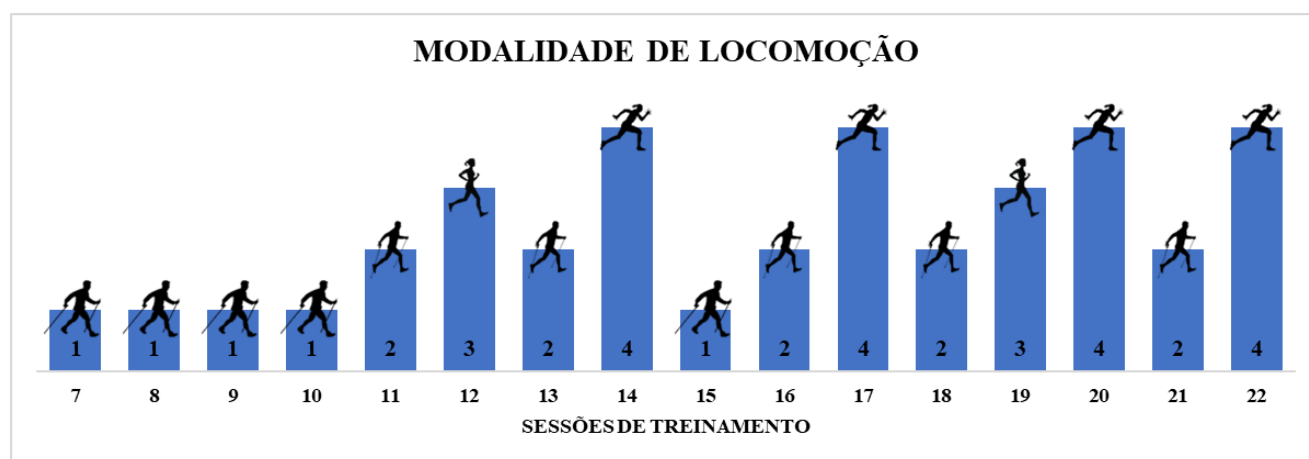
Qualidades Físicas e Eficiência Mecânica	
Força Máxima Teórica Horizontal (F0) N/Kg;	A F0, V0, P _{MAX} , RF e DRF são calculadas de acordo com as equações: Equação RF:
Velocidade Máxima Teórica (V0) m/s;	
Potência Máxima (P _{max}) W/Kg;	
Razão de Força (RF _{PICO} %); Taxa diminuição da RF (DRF); Perfil Força-Velocida (Perfil F-V)	
$RF = \frac{F_H}{F_{RES}} .100 = \frac{F_H}{\sqrt{F_H^2 + F_V^2}} .100$	
Para analisar a direção e reação da Força horizontal (FH), utiliza-se a Equação:	
$F_H(t) = ma_H(t) + F_{air}(t)$	
Para o cálculo da aceleração horizontal é utilizada a Equação:	
$V(t) = V_{MAX}(1 - e^{-t/\tau})$	

Fonte: Cross *et al.*, (2017); Pantoja *et al.*, (2016a); Samozino *et al.*, (2016a)

7.10 Protocolo de intervenção do treinamento locomotor caminhada nórdica ao sprint

O treinamento foi realizado em 11 semanas: dividindo 3 semanas de familiarização do uso de bastões de caminhada nórdica, correções posturais e de marcha e a familiarização com a PSE 0 a 10. Nas 8 semanas restantes, trabalhamos o treinamento de locomoção de caminhada Nórdica, progredindo para corrida, com frequência semanal de 2 semanas. Na figura 18, mostramos a distribuição das modalidades de locomoção dentro das sessões, onde 1= CN; 2= Corrida Nórdica; 3= Trote; 4= Sprint. Neste gráfico, apresentamos as modalidades de acordo com o número correspondente, além das 8 semanas de treinamento. Não foi adicionado o período de familiarização. Vale ressaltar que nos dias de corrida: corrida nórdica, Trote ou Sprint incisivamente a sessão com o uso de bastões caminhando com aquecimento progressivo.

Figura 18 - Distribuição das Modalidades de Locomoção Dentro das Sessões



Legenda: Caminhada Nórdica= 1; Corrida Nórdica= 2; Trote= 3; Sprint= 4;

Fonte: Os Autores

7.10.1 Familiarização: postura, marcha, CN e PSE

No processo de familiarização, de acordo com estudo de Arcila *et al.*, (2018), inicialmente foram realizadas as correções da postura corporal, velocidade e comprimento do passo na caminhada sem o uso de bastões. Nas mesmas sessões, ocorreu o aprendizado do uso dos bastões: aumento de velocidade com uso de bastões, aplicamos a didática de instrução de aplicação de força dos bastões no solo: “aplique uma força de 1/2 kg”; “aplique uma força de 10 kg”; “aplique uma

força de 50 kg”, assim por diante. Soma-se a está prática a posição do braço, agarre do bastão e coordenação da técnica. Para o aumento da velocidade de locomoção, utilizamos as instruções: “Tem 1 Jacaré atrás de você”; “Tem 2 Jacarés atrás de você” e assim por diante. Com o aumento do número de Jacarés, os voluntários deviam aumentar a velocidade de locomoção. O processo de familiarização, conforme a PSE 0 a 10 (Borg, 1982; Pageaux, 2016; Sweet *et al.*, 2004), foi em conjunto com as instruções para aumento de velocidade da locomoção para associar a percepção de esforço. Com isso, perguntamos aos voluntários: “Qual esforço você está sentindo nesse momento?”, era lida as sensações verbais de esforço, e os números respectivamente. Na figura 18: Apresentamos a escala utilizada.

Figura 19 - Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE 0 a 10)

TAXA	DESCRIÇÃO
0	REPOUSO
1	MUITO, MUITO FÁCIL
2	FÁCIL
3	MODERADO
4	UM POUCO DIFÍCIL
5	DIFÍCIL
6	
7	MUITO DIFÍCIL
8	
9	
10	MÁXIMO

Fonte: Borg, (1982); Pageaux, (2016); Sweet *et al.*, (2004).

7.10.2 Intensidade de treinamento

A intensidade de treinamento foi proposta com base na percepção de esforço da locomoção adaptada dos estudos de Peyré-Tartaruga *et al.*, (2022) e Zanardi *et al.*, (2019). Em nosso protocolo, utilizamos diferentes velocidades de locomoção: auto selecionada ou confortável de

caminhada; velocidade intermediária de caminhada; velocidade máxima de caminhada; trote (Corrida moderada); sprint (corrida de velocidade Máxima). Com isso, progredimos a intensidade de acordo com as velocidades locomoção de cada sessão. Com relação ao monitoramento dessa intensidade, aplicamos a escala PSE 0 a 10, buscando relacionar com as velocidades de locomoção e as modalidades propostas. Na tabela 5, apresentamos uma relação entre a PSE e as velocidades de locomoção trabalhadas na intervenção. A figura 21 ilustra a distribuição das intensidades por unidades arbitrárias (PSE x Tempo da Sessão) durante as sessões juntamente com o volume.

Tabela 5 - Relação entre a PSE (0 a 10) e as Velocidades de Locomoção

INTENSIDADE		
Velocidade de locomoção	PSE de 0 a 10	Mediana
Autosselecionada ou confortável	0 a 2	1
Caminhada Intermediária	2 a 4	3
Caminhada Máxima	4 a 6	5
Trote	6 a 8	7
<i>Sprint</i>	8 a 10	9

Fonte: Os Autores

7.10.3 Volume de treinamento

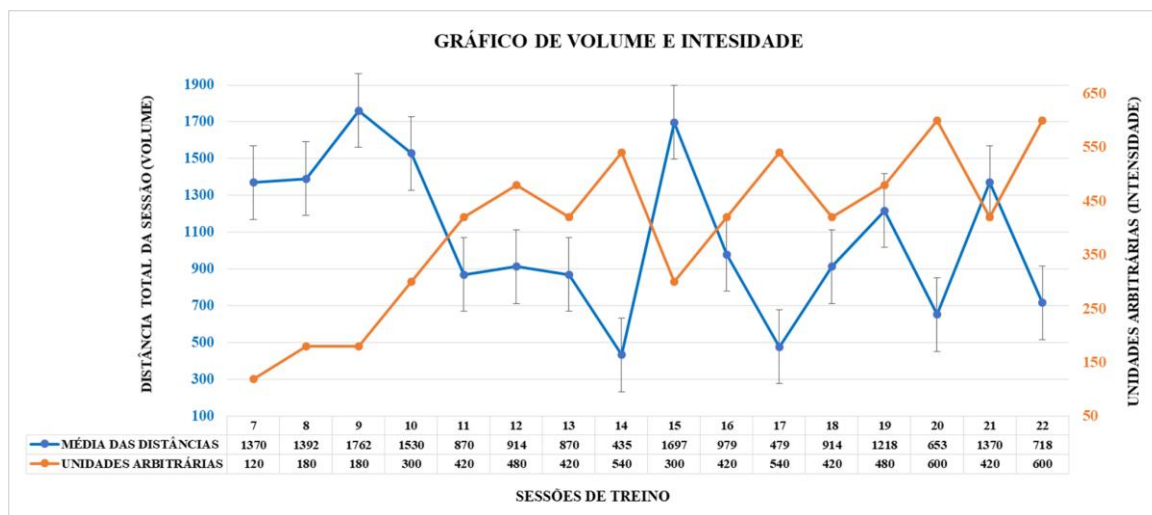
O volume das sessões de treinamento foi prescrito de acordo com as distâncias percorridas no teste de caminhada de 6 minutos (TC6). Vamos utilizar a distância percorrida de forma relativa aos percentuais (%) do desempenho de cada indivíduo dividida entre as séries intervaladas da sessão. Esse método de prescrição é baseado em estudos anteriores de Peyré-Tartaruga *et al.*, (2022) e Zanardi *et al.*, (2019). A exemplo: Se a distância total do teste for de 300 metros e a sessão o percentual é de 45%, calculando $(300 \times 0,45)$ para cada série, a distância será de 135 metros. Portanto, calculamos o volume total (VT), utilizando o número de séries multiplicado pelo

resultado do valor percentual de distância da sessão. Na equação 3, temos um exemplo do cálculo do volume total e, na figura 19, temos as distribuições dos volumes das médias da distância total.

Equação 3- Cálculo do Volume Total Sessão (VTS)

$$VTS = (N^{\circ} \text{ de Séries}) \times (\%TC6)$$

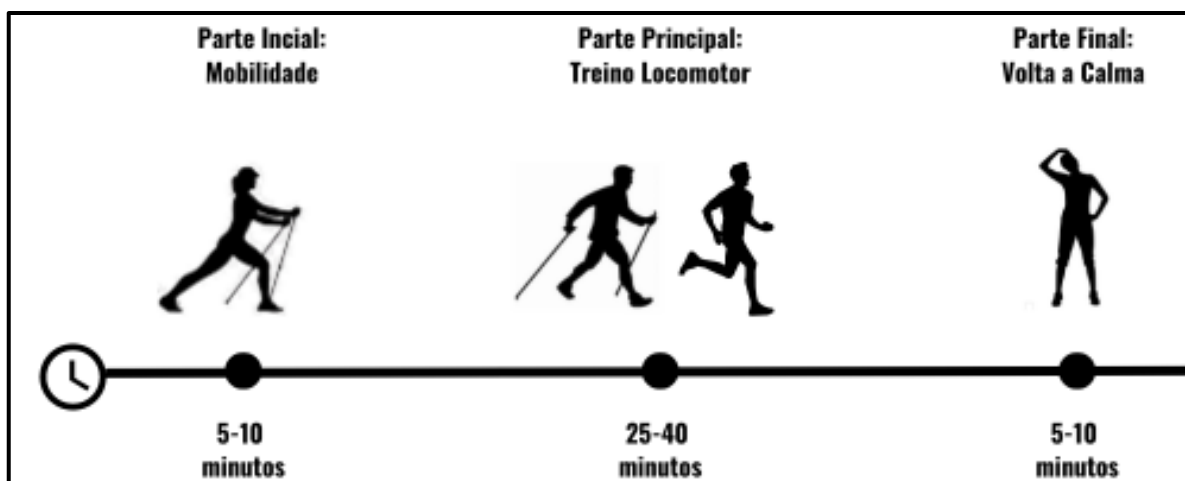
Figura 20 - Gráfico de Volume e Intensidade



7.10.4 Frequência semanal e organização das sessões

A frequência semanal foi de 2 vezes por semana, considerando a seguinte organização da sessão: 5 a 10 minutos de Aquecimento muscular, de 25 a 40 minutos da parte principal com treinamento locomotor e os últimos 5- 10 minutos de parte final com volta à calma de alongamentos musculares, totalizando no máximo 60 minutos de treino. Mostramos tudo na Figura 19: Organização da Sessão e na tabela 6 apresentamos a periodização do treinamento.

Figura 21 - Organização da Sessão



Fonte: Os Autores

Tabela 6 - Periodização do Treinamento

Periodização do Treinamento					
Microciclo Semanal	Familiarização				
1ª Semana	Educativos Posturais e de Marcha, e PSE				
2ª Semana	Introdução A CN e PSE				
3ª Semana	Introdução A CN e PSE				
Microciclo Semanal	Volume (%TC6)	Intensidade (PSE)	Séries	Tempo de Descanso	Modalidade
4ª Semana	30 A 40%	2 - 3	8 - 9	60 - 90s	CN
5ª Semana	45 A 50%	3 - 5	7 - 9	60 - 90s	CN
6ª Semana	25 A 30%	7 - 8	7 - 8	60 - 120s	CON- Trote
7ª Semana	10 A 25%	7 - 9	8 - 10	60 - 120s	CON- Sprint
8ª Semana	25 A 65%	5 - 7	6 - 9	60 - 90s	CN- CON
9ª Semana	10 A 30%	7 - 9	7 - 11	60 - 120s	CON- Sprint
10ª Semana	15 A 35%	8 - 10	8 - 10	60s	Trote- Sprint

Periodização do Treinamento					
11ª Semana	15 A 35%	7 - 10	9 - 11	60s	CON-Sprint
LEGENDA	CN= CAMINHADA NÓRDICA; CON= CORRIDA NÓRDICA; PSE= PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO; S= SEGUNDOS; TC6= TESTE DE CAMINHADA DE 6 MINUTOS.				
OBSERVAÇÃO	EM TODAS AS SESSÕES RELEMBRAMOS OS EDUCATIVOS DE MARCHA, POSTURAS E CN.				

Fonte: Os Autores

8. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em nossa estatística descritiva, vamos apresentar dados de média, desvio padrão e dos dados antropométricos: idade, massa corporal e os dados clínicos da escala UPDRS-III: tempo diagnóstico, e a mediana da escala de estadiamento Hohen Yahr. Além disso, apresentamos os dados sociodemográficos em valores absolutos e relativos de sexo, raça, estado civil, escolaridade e renda. Para a verificação da normalidade dos dados, foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados apresentaram normalidade, com isso, foi aplicado o teste de t student para amostras pareadas nas variáveis principais de qualidades físicas: força teórica (F_0); velocidade máxima teórica (v_0), velocidade máxima (V_{max}) potência máxima - associada (P_{max}), a eficiência mecânica: Perfil F-V; Razão de Força ($RF_{PICO(\%)}$); taxa de diminuição da força de reação do solo (DRF) e variáveis secundárias de Capacidade de Marcha: mobilidade Funcional e Variáveis Clínicas. Adotamos um $p < 0,05$, intervalo de confiança (95%) e os tamanhos de efeito. As análises de dados foram feitas no software Jamovi (versão 2.3).

9. RESULTADOS

9.1. Descrição da amostra

A amostra deste estudo piloto foi composta por 7 PcP, com estadiamento na escala Hoehn and Yahr com a mediana de 2,00 (1,50-2,50). Os voluntários apresentaram média de idade $68,6 \pm 7,87$ anos e tempo de diagnóstico de $5,50 \pm 3,15$ anos. Os dados antropométricos de massa corporal e estatura foram, respectivamente, $72,2 \pm 15,2$ kg e $167 \pm 8,42$ cm. Além disso, a tabela 7 apresenta outras características dos voluntários em maior detalhe, e a tabela 8 descreve os eventos adversos ocorridos durante o programa.

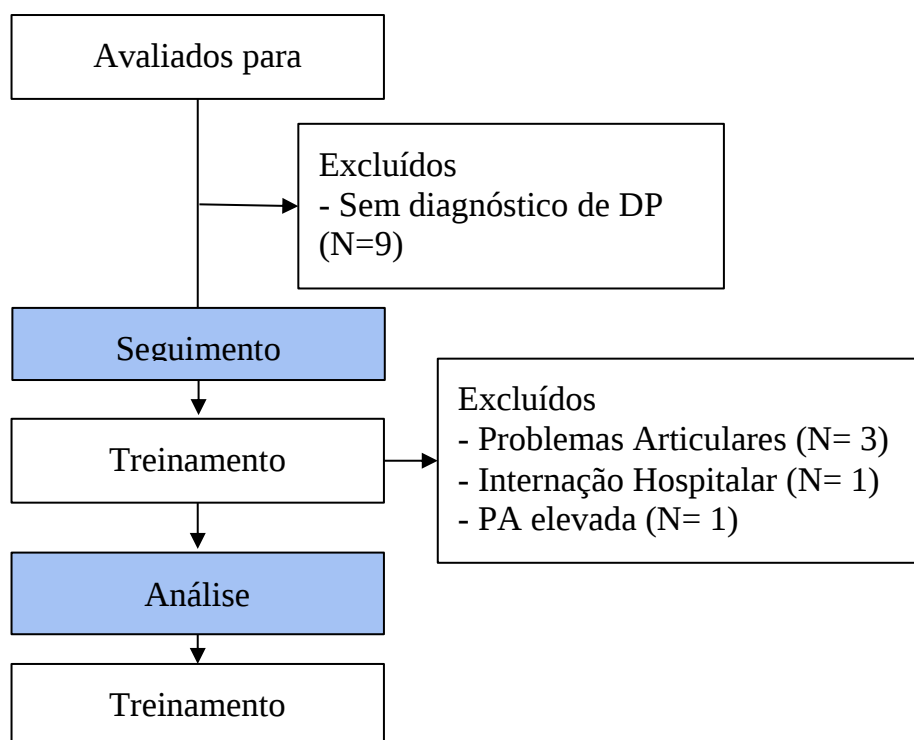
Tabela 7 - Dados Antropométricos, Clínicos e Sociodemográficos

Antropométricos	Média ± DP	IC (95%)	
		Limite Inferior	Limite Superior
Idade (anos)	68,6 ± 7,87	61,3	75,9
Massa Corporal (Kg)	72,2 ± 15,2	58,2	86,2
Estatura (cm)	167 ± 8,42	160	175
IMC	25,5 ± 3,24	21,9	31,1
Clínicos da Doença de Parkinson			
Tempo de Diagnóstico (anos)	5,50 ± 3,15	2,35	7,94
Escala UPDRS-III	24,4 ± 8,26	16,8	32,1
Hoehn and Yahr	2,00	1,50	2,50
Sociodemográficos	Valor Absoluto	Valor Relativo	
Sexo			
Masculino	6	85,71%	
Feminino	1	14,29%	
Raça			
Negros	1	14,29%	
Pardos	3	42,86%	
Brancos	3	42,86%	
Estado Civil			
Solteiro (a)	1	14,29%	
Casado (a)	5	71,43%	
União Estável	1	14,29%	
Viúvo (a)	0	0,00%	
Escolaridade			
1 a 4 anos	4	57,14%	
4 a 8 anos	1	14,29%	
8 a 12 anos	1	14,29%	
> 12 anos	1	14,29%	
Renda			
1 salário	0	0,00%	
1 a 2 salários	7	100,00%	
> 2 salários	0	0,00%	

Legenda: DP: Desvio Padrão; cm: centímetros; IC: Intervalo de Confiança; IMC: Índice de Massa Corporal; UPDRS-III: Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson- III (Sintomas Motores); Escala Hoehn and Yahr: Escala de Estadiamento da Doença (apresentada em mediana, valores mínimo e máximo); Os dados apresentaram normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk.

O processo de seleção da amostra foi de acordo com os critérios de elegibilidade, onde o projeto Inspira Parkinson tinha 26 voluntários. Entretanto, por motivos de não diagnóstico de DP, problemas articulares, cognitivos, metabólicos, internações hospitalares e lesões em atividades cotidianas; os 19 participantes foram excluídos durante o processo e restaram, como amostra, 7 indivíduos. Na Figura 20, apresentamos o fluxograma dos participantes.

Figura 22 - Fluxograma dos Participantes



Fonte: Os Autores

Tabela 8 - Eventos Adversos

Eventos Adversos	Percentual de Eventos (n=7)	Gravidade
Eventos adversos relacionados ao exercício	1 (14,30%)	Leve
Eventos adversos relacionados a quedas	2 (28,57%)	Moderada
Dor na extremidade	3 (42,86%)	Leve
Interrupções por Lesões ou Internações	4 (57,14%)	Moderada
Não conseguir realizar	2 (28,57%)	Moderada
Pressão Arterial Elevada	1 (14,29%)	Leve

Fonte: Os Autores

9.2. Desempenho biomecânico

A tabela 9 apresenta os resultados das variáveis biomecânica analisadas que estão divididas em qualidades físicas e eficiência mecânica.

Tabela 9 - Qualidades Físicas e Efetividade Mecânica da PcP durante o Sprint

Qualidades Físicas	PRÉ	PÓS	IC (95%)		(d de Coehn)	Valor-P
	Média ± dp	Média ± dp	Limite Inferior	Limite Superior		
Desempenho (s)	10,17 ± 2,51	9,99 ± 2,17	-0,51	0,99	0,24	0,535
F0 (N)	241,41 ± 38,74	185,20 ± 58,81	0,05	1,90	1,00	0,038*
F0 (N/Kg)	3,42 ± 0,69	2,52 ± 0,59	0,04	1,88	0,98	0,040*
V0 (m/s)	3,57 ± 0,89	3,95 ± 1,08	-2,42	-0,29	-1,38	0,011*
VMAX	3,49 ± 0,85	3,83 ± 1,03	-2,31	-0,24	-1,30	0,013*
P_{MAX} (W)	218,16 ± 68,08	191,46 ± 83,37	-0,32	1,24	0,474	0,257
P_{MAX} (W/Kg)	3,03 ± 0,93	2,56 ± 1,03	-0,27	1,32	0,545	0,199
Efetividade Mecânica						
Perfil_FV	-70,83 ± 17,57	-47,22 ± 12,52	-2,17	-0,18	-1,20	0,019*
RF_{PICO}(%)	0,24 ± 0,03	0,20 ± 0,04	0,02	1,84	0,955	0,045*
DRF	-0,10 ± 0,04	-0,06 ± 0,01	-2,00	-0,1	-1,07	0,029*

Legenda: IC: Intervalo de Confiança; S: segundos; N: Newton; Kg: Quilogramas; m/s: metros por segundo; F0: força máxima teórica horizontal; V0: velocidade máxima teórica; V_{MAX}: Velocidade Máxima; P_{MAX}: Potência Máxima; Perfil_FV: perfil força-velocidade; O valores com "*" representa diferença significativa (p <0,05); RF_{10m}: Razão de Força Horizontal; DRF: Taxa de diminuição de RF com aumento de velocidade durante a aceleração;

Qualidades Físicas: O desempenho, medido pelo o tempo de execução do sprint em segundos, apresentou manutenção no tempo de execução ($10,17 \pm 2,51$; $9,99 \pm 2,17$; $p = 0,535$), com tamanho de efeito pequeno ($d = 0,24$). A variável Força Máxima Teórica Horizontal (F_0) mostrou diferença significativa entre pré e pós intervenção. Essa diferença foi na Força em Newtons ($F_0(N) = 241,41 \pm 38,74$; $185,20 \pm 58,81$; $p = 0,038$) com tamanho de efeito grande ($d = 1,00$). Houveram, também, diferenças significantes na Força em Newtons por quilogramas ($F_0 \text{ N/Kg} = 3,42 \pm 0,69$; $2,52 \pm 0,59$; $p = 0,040$) assim como um tamanho de efeito grande ($d = 0,98$). Já a velocidade máxima teórica- V_0 (m/s), apresentou diferença significativa entre pré e pós intervenção ($3,57 \pm 0,89$; $3,95 \pm 1,08$; $p = 0,011$). Além disso, o tamanho de efeito foi grande ($d = -1,38$) entre médias e desvio padrão. A Velocidade Máxima- V_{MAX} , também mostrou diferença significativa entre as médias e desvio padrão ($3,49 \pm 0,85$; $3,83 \pm 1,03$; $p = 0,013$). Assim como V_0 , um grande tamanho de efeito ($d = -1,30$). Por outro lado, a qualidade física de potência máxima- P_{MAX} (W) e (W/Kg) não apresentou diferenças significativas, sob os seguintes resultados: ($218,16 \pm 68,08$; $191,46 \pm 83,37$; $p = 0,257$) ($3,03 \pm 0,93$; $2,56 \pm 1,03$; $p = 0,199$) respectivamente. Entretanto, também apresenta um tamanho de efeito médio ($d = 0,47$) e ($0,54$) respectivamente.

Eficiência Mecânica: O Perfil Força-Velocidade- Perfil_FV mostrou-se diferença significativa entre as médias e desvio padrão pré e pós ($-70,83 \pm 17,57$; $-47,22 \pm 12,52$; $p = 0,019$), apresentando um grande tamanho de efeito ($d = 1,20$). A razão força pico $RF_{PICO}(\%)$ também demonstrou diferença significativa entre os tempos avaliados ($0,24 \pm 0,03$; $0,20 \pm 0,04$; $p = 0,045$), com um grande tamanho de efeito ($d = 0,955$). Em relação à taxa de diminuição da razão de força de RF, associada ao aumento de velocidade- DRF, também foi observado um aumento significativo nos valores ($-0,10 \pm 0,04$; $-0,06 \pm 0,01$; $p = 0,029$), apresentando um tamanho de efeito grande ($d = 1,07$).

9.3. Desfechos clínico-funcionais

Tabela 10 - Variáveis Clínico-funcionais

Variáveis	PRÉ	PÓS	IC (95%)			Valor-P
			Limite Inferior	Limite Superior	(d de Coehn)	
Capacidade Marcha	Média ± dp	Média ± dp				
TC10m_{VAS} (m/s)	1,30 ± 0,22	1,39 ± 0,19	-1,33	0,37	-0,50	0,273
TC10m_{VR} (m/s)	1,47 ± 0,34	1,63 ± 0,27	-1,97	0,02	-1,00	0,057
TUG_{VAS} (t)	11,05 ± 2,50	13,14 ± 3,10	-2,07	-0,13	-1,13	0,024*
TUG_{VR} (t)	9,56 ± 2,29	11,40 ± 3,55	-1,48	0,17	-0,67	0,123
IRL (%)	74,99 ± 35,74	90,03 ± 14,86	-2,07	-0,13	-0,58	0,175
Clínico-funcionais						
Sintomas (UPDRS-III)	24,43 ± 8,26	24,14 ± 8,87	-1,32	0,27	-0,55	0,198
FPP_{MD} (Kg)	28,43 ± 7,96	28,43 ± 6,25	-0,74	0,74	0,00	1,00
FPP_{ME} (Kg)	25,71 ± 8,23	26,21 ± 6,68	-0,89	0,60	-0,15	0,703

Legenda: IC: Intervalo de Confiança; m/s: metros por segundo; dp: desvio padrão; TC10m_{VAS}: Teste de Caminhada de 10 metros velocidade auto selecionada; TC10m_{VR}: Teste de Caminhada de 10 metros velocidade rápida; TUG_{VAS}: timed up and Go velocidade auto selecionada; TUG_{VR}: timed up and Go velocidade rápida; FPP_{MD}: força de prensão palmar mão direita; FPP_{ME}: força de prensão palmar mão esquerda; IRL: Índice de Reabilitação Locomotora; UPDRS-III: Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson- III (Sintomas Motores)

Capacidades de Marchas: As capacidades de marcha avaliadas pela velocidade de marcha TC10m_{VAS} (1,30 ± 0,22; 1,39 ± 0,19; p=0,273) e TC10m_{VR} (1,47 ± 0,34; 1,63 ± 0,27; p= 0,057) apresentaram uma manutenção dessa variável, com os tamanhos de efeitos moderado e grande (d= -0,50; d= -1,00) respectivamente. A variável de mobilidade funcional avaliada pelo TUG_{VAS} (11,05 ± 2,50; 13,14 ± 3,10; p=0,024) apareceu com uma diferença significativa, com um aumento

no tempo de execução e um tamanho de efeito ($d = -1,13$), e o TUG_{VR} ($9,56 \pm 2,29$; $11,40 \pm 3,55$; $p = 0,123$), resultando em manutenção dos valores e o tamanho de efeito moderado ($d = -0,67$). O IRL também apresentou manutenção dos resultados ($74,99 \pm 35,74$; $90,03 \pm 14,86$; $p = 0,175$), com o tamanho de efeito moderado ($d = -0,58$).

Clínico-funcional: A escala UPDRS-III, que avalia sintomas motores, apresentou manutenção nos escores ($24,43 \pm 8,26$; $24,14 \pm 8,87$; $d = 0,198$) e um tamanho de efeito moderado ($d = -0,55$). E a variável de FPP_{MD} e FPP_{ME}, também apresentaram nos níveis de força ($28,43 \pm 7,96$; $28,43 \pm 6,25$; $p = 1,00$) e ($25,71 \pm 8,23$; $26,21 \pm 6,68$; $p = 0,703$), e com um tamanho de efeito pequeno ($d = 0,00$) e ($d = -0,15$) respectivamente.

10. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de 11 semanas de treinamento de caminhada Nórdica, progredindo para o sprint sobre parâmetros biomecânicos, qualidades físicas (força, potência e velocidade), eficiência mecânica (Perfil Força-Velocidade, RF_{PICO}(%) e DRF) e desempenho durante o sprint, assim como, os parâmetros clínicos-funcionais, tais como: a capacidade de marcha, força de preensão palmar e sintomas motores em PcP. A nossa hipótese foi que o programa de 11 semanas de treinamento de caminhada Nórdica progredindo para o Sprint proporciona melhoras no desempenho das qualidades físicas de força, potência e velocidade, bem como das condições clínicas e capacidade funcional pré e pós-intervenção.

Os principais achados do estudo indicaram que, após o período de treinamento, houve melhora nas qualidades físicas de força teórica, velocidade teórica e velocidade máxima, e uma melhor eficiência mecânica do sprint. Entretanto, essas melhorias não refletiram em aumentos significativos de potência máxima e alterações em parâmetros clínicos, o que levou a confirmação parcial da hipótese do estudo.

De maneira geral, os nossos achados demonstraram que, em relação às qualidades físicas, o treinamento resultou em uma redução de aplicação de força teórica (F_0), que corresponde a força aplicada ao solo no momento inicial do sprint. E, um aumento da velocidade máxima e teórica, e a manutenção da potência máxima. No que diz respeito às variáveis de eficiência mecânica, observou-se uma redução no Perfil FV, RF_{PICO}(%) e um aumento do DRF, o que indica uma menor eficiência mecânica.

Discutindo nossos resultados de qualidades físicas, verificou-se que a capacidade de

aplicação força no solo (Força Máxima Teórica Horizontal - F_0) está diretamente associada ao momento de impulso horizontal na locomoção, reduz após o treinamento. Por outro lado, constatou-se um aumento da velocidade teórica (V_0) e a máxima (V_{MAX}). Desta forma, os resultados sugerem que as PcPs foram capazes de executar a atividade de sprint de maneira mais rápida e eficiente. Tal eficiência pode ser explicada pelo fato de que, no momento de aplicação de força no solo durante a saída do sprint, existe um maior contato dos pés com o solo, o qual esse tempo de contato tende a diminuir conforme a velocidade aumenta (Hicks *et al.*, 2019). Assim, menores tempos de contato dos pés no solo estão associados à melhor desempenho na aceleração do sprint (Hicks *et al.*, 2019; Morin *et al.*, 2010).

À medida que a velocidade se eleva, ocorre um aumento de taxa produção de força interna, sendo o sistema muscular o responsável em promover uma ação excêntrica de alta velocidade, seguida por uma ação concêntrica, contribuindo para uma absorção de impactos mais eficiente, por meio do ciclo de alongamento e encurtamento (Burns *et al.*, 2023; Kyröläinen; Belli; Komi, 2001; Nicol; Avela; Komi, 2006). Portanto, a diminuição da F_0 , associada ao aumento da velocidade, e, conseqüentemente, maior eficiência mecânica e muscular, evidencia efeitos positivos do treinamento de caminhada Nórdica, progredindo ao sprint na população estudada no presente estudo.

A aplicação de força e o aumento de velocidade de locomoção, que resulta em um melhor desempenho de aceleração, podem refletir diretamente nas atividades diárias de PcP. Isso particularmente é relevante, considerando que esses indivíduos frequentemente apresentam diferentes sintomas motores, por exemplo, a festinação, caracterizada por maior tempo no de contato dos pés com solo, um menor comprimento de passada e dificuldade de iniciar o marcha (Hayes, 2019; Zanardi *et al.*, 2021). Além disso, as PcP apresentam comprometimento neuromuscular e perda de massa muscular, fatores que podem impactar negativamente na produção de força muscular, aumento de velocidade e potência (Cai *et al.*, 2021; Gamborg *et al.*, 2023). Essas limitações de capacidade neuromusculares e morfológicas podem limitar a aplicação de força horizontal, comprometendo o impulso vertical, prejudicando um melhor desempenho locomotor (Cross *et al.*, 2017; Hicks *et al.*, 2019).

As limitações neuromusculares, observadas em PcP, como recrutamento de unidades motoras, alterações nas fibras, podem afetar na produção de P_{MAX} (Cross *et al.*, 2017). A P_{MAX} é resultante da interação entre força-velocidade e comprimento-tensão, fatores que influenciam

diretamente no desenvolvimento de potência, visto que o mecanismo de armazenamento e utilização da energia elástica (corrida), é diretamente responsável no aumento de P_{MAX} (Cormie; McGuigan; Newton, 2011). Dito isso, podemos justificar a ausência de ganhos adicionais de P_{MAX} após intervenção.

Nos que diz respeito a eficiência mecânica, destacam-se as variáveis de Razão de Força- $RF_{PICO}(\%)$, que representa a capacidade que o indivíduo possui de orientar a força vertical e horizontal enquanto o corpo acelera à frente, apresentando relação com GRF (Força de Reação do Solo) e o DRF (taxa de diminuição da RF), refletindo na capacidade de manter o corpo mais horizontal (Hicks *et al.*, 2019; Samozino *et al.*, 2016a). No presente estudo, as PcP apresentaram uma redução do $RF_{PICO}(\%)$ após o período de treinamento. Segundo Hicks *et al.*, (2019) quanto maior o $RF_{PICO}(\%)$, mais orientação de força horizontal de GRF foi alcançada. Assim, nossos resultados sugerem uma menor eficiência na manutenção do corpo inclinado à frente no sprint, com a diminuição do $RF_{PICO}(\%)$ acompanhado pelo aumento do DRF. Esses achados corroboram com os achados de Passos-Monteiro *et al.*, (2020b) que os indivíduos com DP tendem a se posicionar mais verticalizados.

Em relação ao Perfil F-V, foi observado um aumento após o período de intervenção, indicando uma otimização das extensões consecutivas dos membros inferiores, e essa otimização representa integração dos diferentes mecanismos de aplicação de força total movimentos cíclicos (Samozino *et al.*, 2016b). Esse mecanismo envolve diferentes propriedades mecânicas musculares, morfológicas, neurais e segmentares (Bobbert, 2012; Samozino *et al.*, 2016b). Portanto, os resultados obtidos podem indicar uma melhor eficácia dos diferentes mecanismos envolvidos no sprint executados pelas PcP.

Por outro lado, ao analisar os parâmetros funcionais da marcha, por meio do teste TC10m, houve uma manutenção de valores pré e pós. Embora as diferenças não tenham atingido significância estatística, foi possível identificar um moderado para a VAS e tamanho de efeito grande para a VR. Quanto à mobilidade funcional, avaliada pelo o TUG_{VAS}, observou-se uma diferença significativa entre tempos pré e pós-intervenção, com um aumento do tempo de execução e um tamanho de efeito grande. Em contrapartida, o TUG_{VR} apresentou uma manutenção desta variável, com um tamanho de efeito moderado. Da mesma forma, o IRL (%) não mostrou diferenças entre os tempos, mas com um tamanho de efeito moderado. Em relação às variáveis de força de preensão palmar (FPP_{MD} e FPP_{ME}), bem como os sintomas motores, houve uma

manutenção após o período de treinamento, com um tamanho de efeito pequeno e moderado, respectivamente.

Em nossos resultados, os parâmetros funcionais de marcha, mobilidade funcional e IRL apresentaram manutenção do desempenho após o período de treinamento. Por mais que as PcP tenham apresentado um bom desempenho em qualidades físicas e eficiência mecânica na avaliação de sprint, esse bom desempenho não refletiu em ganhos adicionais na velocidade marcha, mobilidade funcional e no IRL. E em relação aos dados clínicos - avaliados pela escala UPDRS-III (Sintomas Motores) e a força de preensão palmar - as PcP também mantiveram as pontuações da escala e os níveis de força de preensão palmar após o período de treinamento.

Existem fatores determinantes que podem influenciar no desempenho de velocidade de caminhada, como a própria condição clínica da DP (Hayes, 2019; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Zanardi *et al.*, 2021) além de condições relacionadas ao próprio envelhecimento, como redução de força e potência, comprometimento neuromuscular e mitocondrial (Conley *et al.*, 2007; Ortega; Farley, 2007; Pantoja *et al.*, 2016b; Papadopoulou, 2020). Além disso, considera-se os problemas no equilíbrio e ajustes posturais antecipatórios e compensatórios (Cruz-Jimenez, 2017; Gerards *et al.*, 2021; Sanders *et al.*, 2019).

Partindo das análises e resultados já expostos, o desempenho da capacidade funcional, também pode ser influenciado pela diferença no modelo de locomoção, pois a caminhada apresenta o movimento pendular do centro de massa (Cavagna; Margaria, 1966; Cavagna; Thys; Zamboni, 1976; Saibene; Minetti, 2003), a qual, em condições patológicas, podem apresentar menor eficiência (Boyer *et al.*, 2023; Gomeñuka *et al.*, 2020; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Schrack *et al.*, 2016). Por outro lado, no sprint, o comportamento do centro de massa é explicado pelo modelo massa mola e conservação de energia elástica (Blickhan, 1989; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Saibene; Minetti, 2003).

As divergências entre os resultados biomecânicos e clínico-funcionais podem se dar pelas características das avaliações e especificidade do treinamento. O treinamento foi executado em longas distâncias, sendo caminhada ou corrida, com período de aceleração mais longo. Portanto, no teste de velocidade de marcha (TC10m), a distância de execução é menor (10 metros), comparado ao treinamento e a própria avaliação da eficiência do sprint (>30 metros). Com isso, em maiores distâncias, o aumento da velocidade ajuda no momento aceleração (Morin *et al.*, 2015), comparando o teste de velocidade de marcha e análise do sprint, sendo IRL uma avaliação

relacionada à velocidade de marcha (TC10m). Afinal, os indivíduos também mantiveram o índice inicial. Quando a mobilidade funcional, que pode ser analisada pelo TUG, é um teste que envolve caminhada e mudança de direção (Podsiadlo; Richardson, 1991). As PcP possuem dificuldade em atividades de mudança de direção (Monteiro, Elren Passos *et al.*, 2017; Suarez *et al.*, 2011), esse pode ser um motivo de não apresentarem mudanças adicionais na mobilidade funcional.

Contudo, outras intervenções, envolvendo CN e exercícios em alta intensidade na esteira e na bike, mostram melhoras em parâmetros clínicos-funcionais de PcP (Alberts *et al.*, 2011; Monteiro, E.P. *et al.*, 2017; Schenkman *et al.*, 2018; Sena *et al.*, 2023). Por sua vez, o modelo de locomoção de corrida de velocidade, conforme os estudos de Passos-Monteiro *et al.*, (2020b) apresenta que as PcP têm bom desempenho de qualidades físicas e eficiência mecânica, em semelhante aos nossos resultados.

Fatores relacionados ao treinamento também podem influenciar nos resultados, como intensidade e volume. Em nossa intervenção, foi proposta uma progressão da intensidade relacionando PSE com as velocidades de locomoção de cada sessão, adaptado dos estudos de Peyré-Tartaruga *et al.*, (2022) e Zanardi *et al.*, (2019). Entretanto, no controle relativo de intensidade por PSE, pode ser relacionada pelo avaliado a diferentes condições além do exercício, como dores articulares e musculares, problemas pessoais, profissionais, situações além do esforço físico e as condições relacionadas aos sintomas motores e não motores, os quais podem interferir na classificação de esforço (Lopes de Lima *et al.*, 2025; Lopes; Pereira; Silva, 2022). Além disso, o volume é estimado pelo teste de caminhada de 6 minutos, por mais que seja levado em consideração a distância total de cada série, a corrida tem diferentes características (Blickhan, 1989; Peyré-Tartaruga *et al.*, 2021; Saibene; Minetti, 2003).

11. PONTOS INOVADORES

- 1- Primeira Intervenção (Caminhada Nórdica e Sprint)
- 2- Progressão visando a segurança (Não treinados)
- 3- Análise Integrativa (Qualidades Físicas; Clínicas; Funcionais).

12. LIMITAÇÕES

- 1- Amostra pequena;
- 2- Homogeneidade entre Homens e Mulheres;

13. ESTUDOS FUTUROS

- 1- Avaliar somente a modalidade Sprint de forma crônica;
- 2- Mais semanas de treinamento;
- 3- Diferentes Frequências semanais

14. CONCLUSÃO

A intervenção de caminhada nórdica, progredindo para o sprint, mostrou ser uma boa opção para o tratamento de PcP. A nossa intervenção trouxe mudanças significativas em diversos parâmetros biomecânicos das qualidades físicas de força e velocidade. No mais, salienta-se a eficiência mecânica do Perfil F-V, $RF_{PICO\%}$ e DRF assim como a manutenção da potência e dos parâmetros de marcha, mobilidade funcional, variáveis clínicas, motoras e funcionais.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, J. L. *et al.* It is not about the bike, it is about the pedaling: forced exercise and Parkinson's disease. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 177–186, 2011.
- ALEXANDER, R. M. Energy-saving mechanisms in walking and running. **The Journal of Experimental Biology**, [s. l.], v. 160, p. 55–69, 1991.
- ARCILA, D. M. C. *et al.* METODOLOGIA E DIDÁTICA PEDAGÓGICA APLICADA AO ENSINO DA CAMINHADA NÓRDICA E LIVRE PARA PESSOAS COM DOENÇA DE PARKINSON I. **Cadernos de Formação RBCE**, [s. l.], v. 8, n. 2, 2018. Disponível em: <http://www.rbce.cbce.org.br/index.php/cadernos/article/view/2265>. Acesso em: 1 abr. 2025.
- ATS COMMITTEE ON PROFICIENCY STANDARDS FOR CLINICAL PULMONARY FUNCTION LABORATORIES. ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, [s. l.], v. 166, n. 1, p. 111–117, 2002.
- BALESTRINO, R.; SCHAPIRA, A. H. V. Parkinson disease. **European Journal of Neurology**, [s. l.], v. 27, n. 1, p. 27–42, 2020.
- BEN-SHLOMO, Y. *et al.* The epidemiology of Parkinson's disease. **Lancet (London, England)**, [s. l.], v. 403, n. 10423, p. 283–292, 2024.
- BEZODIS, N. E.; TREWARTHA, G.; SALO, A. I. T. Understanding the effect of touchdown distance and ankle joint kinematics on sprint acceleration performance through computer simulation. **Sports Biomechanics**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 232–245, 2015.
- BLICKHAN, R. The spring-mass model for running and hopping. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 22, n. 11–12, p. 1217–1227, 1989.
- BOBBERT, M. F. Why is the force-velocity relationship in leg press tasks quasi-linear rather than hyperbolic?. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 112, n. 12, p. 1975–1983, 2012.
- BORG, G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.
- BOYER, K. A. *et al.* Age-Related Changes in Gait Biomechanics and Their Impact on the Metabolic Cost of Walking: Report from a National Institute on Aging Workshop. **Experimental gerontology**, [s. l.], v. 173, p. 112102, 2023.
- BURNS, G. T. *et al.* Assessing spring-mass similarity in elite and recreational runners. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 14, p. 1224459, 2023.
- CABREIRA, V.; MASSANO, J. Doença de Parkinson: Revisão Clínica e Atualização. **Acta Médica Portuguesa**, [s. l.], v. 32, n. 10, p. 661–670, 2019.

CAI, Y. *et al.* Sarcopenia in Patients With Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Neurology**, [s. l.], v. 12, p. 598035, 2021.

CAPPELLINI, G. *et al.* Motor patterns in human walking and running. **Journal of Neurophysiology**, [s. l.], v. 95, n. 6, p. 3426–3437, 2006a.

CAPPELLINI, G. *et al.* Motor Patterns in Human Walking and Running. **Journal of Neurophysiology**, [s. l.], v. 95, n. 6, p. 3426–3437, 2006b.

CAVAGNA, G. A.; KANEKO, M. Mechanical work and efficiency in level walking and running. **The Journal of Physiology**, [s. l.], v. 268, n. 2, p. 467–481, 1977.

CAVAGNA, G. A.; MARGARIA, R. Mechanics of walking. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 271–278, 1966.

CAVAGNA, G. A.; SAIBENE, F. P.; MARGARIA, R. External work in walking. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 18, p. 1–9, 1963.

CAVAGNA, G. A.; THYS, H.; ZAMBONI, A. The sources of external work in level walking and running. **The Journal of Physiology**, [s. l.], v. 262, n. 3, p. 639–657, 1976.

CEREDA, E. *et al.* Clinical features of Parkinson disease when onset of diabetes came first: A case-control study. **Neurology**, [s. l.], v. 78, n. 19, p. 1507–1511, 2012.

CERRI, S.; MUS, L.; BLANDINI, F. Parkinson's Disease in Women and Men: What's the Difference? **Journal of Parkinson's Disease**, [s. l.], v. 9, n. 3, p. 501–515, 2019.

CHANG, C.-L. *et al.* Distinct effects of long-term Tai Chi Chuan and aerobic exercise interventions on motor and neurocognitive performance in early-stage Parkinson's disease: a randomized controlled trial. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**, [s. l.], v. 60, n. 4, p. 621–633, 2024.

CHEN, Z.; LI, G.; LIU, J. Autonomic dysfunction in Parkinson's disease: Implications for pathophysiology, diagnosis, and treatment. **Neurobiology of Disease**, [s. l.], v. 134, p. 104700, 2020.

CLARK, K. P.; WEYAND, P. G. Are running speeds maximized with simple-spring stance mechanics?. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 117, n. 6, p. 604–615, 2014.

CONLEY, K. E. *et al.* Mitochondrial Dysfunction: Impact on Exercise Performance and Cellular Aging. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, [s. l.], v. 35, n. 2, p. 43, 2007.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing Maximal Neuromuscular Power: Part 1 – Biological Basis of Maximal Power Production. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 41, n. 1, p. 17–38, 2011.

CROSS, M. R. *et al.* Methods of Power-Force-Velocity Profiling During Sprint Running: A

Narrative Review. **Sports Medicine**, [s. l.], v. 47, n. 7, p. 1255–1269, 2017.

CRUZ-JIMENEZ, M. Normal Changes in Gait and Mobility Problems in the Elderly. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, [s. l.], v. 28, n. 4, p. 713–725, 2017.

CUGUSI, L. *et al.* 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**, [s. l.], v. 65, n. 2, p. 65–74, 2019.

DAHODWALA, N. *et al.* Sex disparities in access to caregiving in Parkinson disease. **Neurology**, [s. l.], v. 90, n. 1, p. e48–e54, 2018.

DAVIS, L. A. *et al.* Structure and Function of the Mammalian Neuromuscular Junction. **Comprehensive Physiology**, [s. l.], v. 12, n. 4, p. 3731–3766, 2022.

DEVI, L. *et al.* Mitochondrial Import and Accumulation of α -Synuclein Impair Complex I in Human Dopaminergic Neuronal Cultures and Parkinson Disease Brain. **The Journal of Biological Chemistry**, [s. l.], v. 283, n. 14, p. 9089, 2008.

DIAS, V.; JUNN, E.; MOURADIAN, M. M. The Role of Oxidative Stress in Parkinson's Disease. **Journal of Parkinson's disease**, [s. l.], v. 3, n. 4, p. 461, 2013.

DORSEY, E. R. *et al.* The Emerging Evidence of the Parkinson Pandemic. **Journal of Parkinson's Disease**, [s. l.], v. 8, n. Suppl 1, p. S3–S8, 2019.

DORSEY, E. R.; BLOEM, B. R. The Parkinson Pandemic-A Call to Action. **JAMA neurology**, [s. l.], v. 75, n. 1, p. 9–10, 2018.

DOS SANTOS DELABARY, M. *et al.* Can Samba and Forró Brazilian rhythmic dance be more effective than walking in improving functional mobility and spatiotemporal gait parameters in patients with Parkinson's disease? **BMC neurology**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 305, 2020.

FILHO, A. V. de M. *et al.* Progressive Resistance Training Improves Bradykinesia, Motor Symptoms and Functional Performance in Patients with Parkinson's Disease. **Clinical Interventions in Aging**, [s. l.], v. 15, p. 87–95, 2020.

FISH, J. Unified Parkinson's Disease Rating Scale. In: KREUTZER, J. S.; DELUCA, J.; CAPLAN, B. (org.). **Encyclopedia of Clinical Neuropsychology**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 3541–3543. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-57111-9_1836. Acesso em: 1 abr. 2025.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. "Mini-mental state": A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **Journal of Psychiatric Research**, [s. l.], v. 12, n. 3, p. 189–198, 1975.

FRANZONI, L. *et al.* A 9-Week Nordic and Free Walking Improve Postural Balance in

Parkinson's Disease. **Sports Medicine International Open**, [s. l.], v. 02, n. 02, p. E28–E34, 2018.

FRIED, L. P. *et al.* Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. **The Journals of Gerontology: Series A**, [s. l.], v. 56, n. 3, p. M146–M157, 2001.

GAMBORG, M. *et al.* Muscle Strength and Power in People With Parkinson Disease: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Neurologic Physical Therapy**, [s. l.], v. 47, n. 1, p. 3, 2023.

GBD 2015 NEUROLOGICAL DISORDERS COLLABORATOR GROUP. Global, regional, and national burden of neurological disorders during 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. **The Lancet. Neurology**, [s. l.], v. 16, n. 11, p. 877–897, 2017.

GENTILE, F. *et al.* Diet, Microbiota and Brain Health: Unraveling the Network Intersecting Metabolism and Neurodegeneration. **International Journal of Molecular Sciences**, [s. l.], v. 21, n. 20, p. 7471, 2020.

GEORGIEV, D. *et al.* Gender differences in Parkinson's disease: A clinical perspective. **Acta Neurologica Scandinavica**, [s. l.], v. 136, n. 6, p. 570–584, 2017.

GERARDS, M. H. G. *et al.* Perturbation-based balance training to improve balance control and reduce falls in older adults – study protocol for a randomized controlled trial. **BMC Geriatrics**, [s. l.], v. 21, p. 9, 2021.

GILBERT, R.; KHEMANI, P. Treatment of Advanced Parkinson's Disease. **Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology**, [s. l.], v. 35, n. 1, p. 12–23, 2022.

GOMEÑUKA, N. A. *et al.* Effects of Nordic walking training on quality of life, balance and functional mobility in elderly: A randomized clinical trial. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. e0211472, 2019.

GOMEÑUKA, N. A. *et al.* Nordic walking training in elderly, a randomized clinical trial. Part II: Biomechanical and metabolic adaptations. **Sports Medicine - Open**, [s. l.], v. 6, p. 3, 2020.

GOODMAN, L. D. *et al.* Does glial lipid dysregulation alter sleep in Alzheimer's and Parkinson's disease? **Trends in Molecular Medicine**, [s. l.], v. 30, n. 10, p. 913–923, 2024.

GOULART, F.; PEREIRA, L. X. Uso de escalas para avaliação da doença de Parkinson em fisioterapia. **Fisioterapia e Pesquisa**, [s. l.], v. 11, n. 1, p. 49–56, 2005.

HAYES, M. T. Parkinson's Disease and Parkinsonism. **The American Journal of Medicine**, [s. l.], v. 132, n. 7, p. 802–807, 2019.

HICKS *et al.* Improving Mechanical Effectiveness During Sprint Acceleration: Practical

Recommendations and Guidelines. **Improving Mechanical Effectiveness During Sprint Acceleration: Practical Recommendations and Guidelines**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1519/SSC.0000000000000519>. Acesso em: 20 nov. 2024.

HIRSCH, M. A. *et al.* Exercise-induced increase in brain-derived neurotrophic factor in human Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. **Translational Neurodegeneration**, [s. l.], v. 7, p. 7, 2018.

HOEHN, M. M.; YAHR, M. D. Parkinsonism: onset, progression and mortality. **Neurology**, [s. l.], v. 17, n. 5, p. 427–442, 1967.

HOPEWELL, S. *et al.* CONSORT 2025 statement: updated guideline for reporting randomised trials. **BMJ**, [s. l.], v. 389, p. e081123, 2025.

IVANENKO, Y. P.; POPPELE, R. E.; LACQUANITI, F. Five basic muscle activation patterns account for muscle activity during human locomotion. **The Journal of Physiology**, [s. l.], v. 556, n. Pt 1, p. 267–282, 2004.

JANKOVIC, J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. **Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry**, [s. l.], v. 79, n. 4, p. 368–376, 2008.

JOHANSSON, M. E. *et al.* Aerobic Exercise Alters Brain Function and Structure in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. **Annals of Neurology**, [s. l.], v. 91, n. 2, p. 203, 2022a.

JOHANSSON, M. E. *et al.* Aerobic Exercise Alters Brain Function and Structure in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. **Annals of Neurology**, [s. l.], v. 91, n. 2, p. 203–216, 2022b.

KYRÖLÄINEN, H.; BELLI, A.; KOMI, P. V. Biomechanical factors affecting running economy. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 33, n. 8, p. 1330–1337, 2001.

LACQUANITI, F.; IVANENKO, Y. P.; ZAGO, M. Patterned control of human locomotion. **The Journal of Physiology**, [s. l.], v. 590, n. Pt 10, p. 2189–2199, 2012.

LAHUE, S. C.; COMELLA, C. L.; TANNER, C. M. The best medicine? The influence of physical activity and inactivity on Parkinson's disease. **Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 1444–1454, 2016.

LANG, J. T. *et al.* Test-Retest Reliability and Minimal Detectable Change for the 10-Meter Walk Test in Older Adults With Parkinson's disease. **Journal of Geriatric Physical Therapy** (2001), [s. l.], v. 39, n. 4, p. 165–170, 2016.

LENG, Y. *et al.* Association between circadian rhythms and neurodegenerative diseases. **The Lancet. Neurology**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. 307–318, 2019.

LOPES DE LIMA, C. Z. *et al.* Mental fatigue increases perception of effort but does not compromise the inhibitory control of football referees during a match simulation physical task. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. e12222, 2025.

LOPES, T. R.; PEREIRA, H. M.; SILVA, B. M. Perceived Exertion: Revisiting the History and Updating the Neurophysiology and the Practical Applications. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 21, p. 14439, 2022.

LOTANKAR, S.; PRABHAVALKAR, K. S.; BHATT, L. K. Biomarkers for Parkinson's Disease: Recent Advancement. **Neuroscience Bulletin**, [s. l.], v. 33, n. 5, p. 585, 2017.

MARGARIA, R. *et al.* Energy cost of running. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 18, p. 367–370, 1963.

MARGARIA, R. **Sulla fisiologia e specialmente sul consumo energetico della marcia e della corsa a varie velocità ed inclinazioni del terreno**. [S. l.]: Dott. Giovanni Bardi, 1938.

MARTINS, V. F. *et al.* Determinants of age-related decline in walking speed in older women. **PeerJ**, [s. l.], v. 11, p. e14728, 2023.

MIAN, O. S. *et al.* Metabolic cost, mechanical work, and efficiency during walking in young and older men. **Acta Physiologica (Oxford, England)**, [s. l.], v. 186, n. 2, p. 127–139, 2006.

MONTEIRO, Elren Passos *et al.* Aspectos biomecânicos da locomoção de pessoas com doença de Parkinson: revisão narrativa. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [s. l.], v. 39, p. 450–457, 2017.

MONTEIRO, E. P. *et al.* Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 351–358, 2017.

MONTEIRO, E.P. *et al.* Effects of Nordic walking training on functional parameters in Parkinson's disease: a randomized controlled clinical trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 27, n. 3, p. 351–358, 2017.

MORIN, J.-B. *et al.* Acceleration capability in elite sprinters and ground impulse: Push more, brake less?. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 48, n. 12, p. 3149–3154, 2015.

MORIN, J. B. *et al.* Direct measurement of power during one single sprint on treadmill. **Journal of Biomechanics**, [s. l.], v. 43, n. 10, p. 1970–1975, 2010.

MOROO, I. *et al.* Loss of insulin receptor immunoreactivity from the substantia nigra pars compacta neurons in Parkinson's disease. **Acta Neuropathologica**, [s. l.], v. 87, n. 4, p. 343–348, 1994.

NEPTUNE, R. R.; CLARK, D. J.; KAUTZ, S. A. Modular Control of Human Walking: A Simulation Study. **Journal of biomechanics**, [s. l.], v. 42, n. 9, p. 1282, 2009.

NI, M.; SIGNORILE, J. F. High-Speed Resistance Training Modifies Load-Velocity and Load-Power Relationships in Parkinson's Disease. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 10, p. 2866, 2017.

NICOL, C.; AVELA, J.; KOMI, P. V. The stretch-shortening cycle : a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, [s. l.], v. 36, n. 11, p. 977–999, 2006.

O'CALLAGHAN, A. *et al.* Comparing the influence of exercise intensity on brain-derived neurotrophic factor serum levels in people with Parkinson's disease: a pilot study. **Aging Clinical and Experimental Research**, [s. l.], v. 32, n. 9, p. 1731–1738, 2020.

ORTEGA, J. D.; FARLEY, C. T. Individual limb work does not explain the greater metabolic cost of walking in elderly adults. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, [s. l.], v. 102, n. 6, p. 2266–2273, 2007.

PAGEAUX, B. Perception of effort in Exercise Science: Definition, measurement and perspectives. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 16, n. 8, p. 885–894, 2016.

PANTOJA, P. D. *et al.* Sprint Acceleration Mechanics in Masters Athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 48, n. 12, p. 2469–2476, 2016a.

PANTOJA, P. D. *et al.* Sprint Acceleration Mechanics in Masters Athletes. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 48, n. 12, p. 2469, 2016b.

PAPADOPOULOU, S. K. Sarcopenia: A Contemporary Health Problem among Older Adult Populations. **Nutrients**, [s. l.], v. 12, n. 5, p. 1293, 2020.

PASSOS-MONTEIRO, E. *et al.* Nordic Walking and Free Walking Improve the Quality of Life, Cognitive Function, and Depressive Symptoms in Individuals with Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 82, 2020a.

PASSOS-MONTEIRO, E. *et al.* Sprint exercise for subjects with mild-to-moderate Parkinson's disease: Feasibility and biomechanical outputs. **Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)**, [s. l.], v. 72, p. 69–76, 2020b.

PAUL, S. S. *et al.* Leg muscle power is enhanced by training in people with Parkinson's disease: a randomized controlled trial. **Clinical Rehabilitation**, [s. l.], v. 28, n. 3, p. 275–288, 2014.

PELLEGRINI, B. *et al.* Exploring Muscle Activation during Nordic Walking: A Comparison between Conventional and Uphill Walking. **PLoS ONE**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. e0138906, 2015.

PEYRÉ-TARTARUGA, L. A. *et al.* Mechanical work as a (key) determinant of energy cost in human locomotion: recent findings and future directions. **Experimental Physiology**, [s. l.], v. 106, n. 9, p. 1897–1908, 2021.

PEYRÉ-TARTARUGA, L. A. *et al.* Samba, deep water, and poles: a framework for exercise

prescription in Parkinson's disease. **Sport Sciences for Health**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 1119–1127, 2022.

PEYRÉ-TARTARUGA, L.; MONTEIRO, E. A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. **Clinical and Translational Degenerative Diseases**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 86, 2016.

PEYRÉ-TARTARUGA, L. A.; PASSOS-MONTEIRO, E. A new integrative approach to evaluate pathological gait: locomotor rehabilitation index. [s. l.], 2016. Disponível em: <http://www.clinicaltdd.com/text.asp?2016/1/2/86/184750>. Acesso em: 28 mar. 2025.

PEZZOLI, G.; CEREDA, E. Exposure to pesticides or solvents and risk of Parkinson disease. **Neurology**, [s. l.], v. 80, n. 22, p. 2035–2041, 2013.

PODSIADLO, D.; RICHARDSON, S. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 39, n. 2, p. 142–148, 1991.

POEWE, W. *et al.* Parkinson disease. **Nature Reviews Disease Primers**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 17013, 2017.

PRAKASH, K. G. *et al.* Neuroanatomical changes in Parkinson's disease in relation to cognition: An update. **Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 123, 2016.

RABITA, G. *et al.* Sprint mechanics in world-class athletes: a new insight into the limits of human locomotion. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 25, n. 5, p. 583–594, 2015.

ROMERO-FRANCO, N. *et al.* Sprint performance and mechanical outputs computed with an iPhone app: Comparison with existing reference methods. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 17, n. 4, p. 386–392, 2017.

RUIZ-GONZÁLEZ, D. *et al.* Effects of physical exercise on plasma brain-derived neurotrophic factor in neurodegenerative disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews**, [s. l.], v. 128, p. 394–405, 2021.

SACHELI, M. A. *et al.* Exercise increases caudate dopamine release and ventral striatal activation in Parkinson's disease. **Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society**, [s. l.], v. 34, n. 12, p. 1891–1900, 2019.

SAIBENE, F.; MINETTI, A. E. Biomechanical and physiological aspects of legged locomotion in humans. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 88, n. 4–5, p. 297–316, 2003.

SALSE-BATÁN, J. *et al.* Effects of Nordic walking in people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Health & Social Care in the Community**, [s. l.], v. 30, n.

5, p. e1505–e1520, 2022.

SAMII, A.; NUTT, J. G.; RANSOM, B. R. Parkinson's disease. **The Lancet**, [s. l.], v. 363, n. 9423, p. 1783–1793, 2004.

SAMOZINO, P. *et al.* A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 26, n. 6, p. 648–658, 2016a.

SAMOZINO, P. *et al.* A simple method for measuring power, force, velocity properties, and mechanical effectiveness in sprint running. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 26, n. 6, p. 648–658, 2016b.

SAMOZINO, P. Optimal Force-Velocity Profile in Ballistic Push-off: Measurement and Relationship with Performance. In: MORIN, J.-B.; SAMOZINO, P. (org.). **Biomechanics of Training and Testing**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 97–119. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-05633-3_5. Acesso em: 20 nov. 2024.

SANDERS, O. *et al.* Aging changes in protective balance and startle responses to sudden drop perturbations. **Journal of Neurophysiology**, [s. l.], v. 122, n. 1, p. 39–50, 2019.

SCHENKMAN, M. *et al.* Effect of High-Intensity Treadmill Exercise on Motor Symptoms in Patients With De Novo Parkinson Disease: A Phase 2 Randomized Clinical Trial. **JAMA neurology**, [s. l.], v. 75, n. 2, p. 219–226, 2018.

SCHRACK, J. A. *et al.* Rising Energetic Cost of Walking Predicts Gait Speed Decline With Aging. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], v. 71, n. 7, p. 947–953, 2016.

SCHURHOFF, N.; TOBOREK, M. Circadian rhythms in the blood-brain barrier: impact on neurological disorders and stress responses. **Molecular Brain**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 5, 2023.

SENA, I. G. D. *et al.* Feasibility and effect of high-intensity training on the progression of motor symptoms in adult individuals with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **PLOS ONE**, [s. l.], v. 18, n. 11, p. e0293357, 2023.

SHEN, Y. *et al.* Circadian disruption and sleep disorders in neurodegeneration. **Translational Neurodegeneration**, [s. l.], v. 12, p. 8, 2023.

SIMON, D. K.; TANNER, C. M.; BRUNDIN, P. Parkinson Disease Epidemiology, Pathology, Genetics, and Pathophysiology. **Clinics in Geriatric Medicine**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 1–12, 2020.

SOKE, F. *et al.* Effects of task-oriented training combined with aerobic training on serum BDNF, GDNF, IGF-1, VEGF, TNF- α , and IL-1 β levels in people with Parkinson's disease: A randomized controlled study. **Experimental Gerontology**, [s. l.], v. 150, p. 111384, 2021.

SONG, R. *et al.* The impact of Tai Chi and Qigong mind-body exercises on motor and non-

motor function and quality of life in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. **Parkinsonism & related disorders**, [s. l.], v. 41, p. 3–13, 2017.

SUAREZ, H. *et al.* Equilíbrio na doença de Parkinson alterando as informações visuais. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, [s. l.], v. 77, p. 651–655, 2011.

SWEET, T. W. *et al.* Quantitation of resistance training using the session rating of perceived exertion method. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 796–802, 2004.

TOLOSA, E. *et al.* Challenges in the diagnosis of Parkinson's disease. **The Lancet. Neurology**, [s. l.], v. 20, n. 5, p. 385, 2021.

WELTY, F. K.; ALFADDAGH, A.; ELAJAMI, T. K. TARGETING INFLAMMATION IN METABOLIC SYNDROME. **Translational research : the journal of laboratory and clinical medicine**, [s. l.], v. 167, n. 1, p. 257–280, 2016.

ZAMPARO, P. *et al.* The energy cost of level walking in patients with hemiplegia. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 5, n. 6, p. 348–352, 1995.

ZANARDI *et al.* ALTERAÇÕES NEUROMUSCULARES EM IDOSOS COM DOENÇA DE PARKINSON. **Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento**, [s. l.], v. 24, 2019.
Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/RevEnvelhecer/article/view/97740>. Acesso em: 29 mar. 2025.

ZANARDI, A. P. J. *et al.* Effects of Nordic Walking on Gait Symmetry in Mild Parkinson's Disease. **Symmetry**, [s. l.], v. 11, n. 12, p. 1481, 2019.

ZANARDI, A. P. J. *et al.* Gait parameters of Parkinson's disease compared with healthy controls: a systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 11, p. 752, 2021.

ZHANG, P.; TIAN, B. Metabolic syndrome: an important risk factor for Parkinson's disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [s. l.], v. 2014, p. 729194, 2014.

ANEXO 1 - APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PROGRAMA DE PARKINSON PALESTRA

Pesquisador: ELREN PASSOS MONTEIRO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 72924423.9.0000.0018

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.303.852

Apresentação do Projeto:

O produto principal deste projeto será a realização de um Ensaio Clínico Controlado, randomizado, duplo cego, com a elaboração de subprodutos referentes a estudos transversais, com o objetivo de compreender aspectos clínico funcionais em cortes temporais e revisões bibliográficas para o aprimoramento metodológico e contribuição literária. Nesta pesquisa, os participantes serão randomizados em quatro grupos com intervenção durante 24 semanas, conforme os projetos desenvolvidos pelo grupo de pesquisa, constituindo assim: grupo 1 – Caminhada nórdica (G1); grupo 2 – Corrida Nórdica (Sprint) (G2) 3 – Dança regional (G3); grupo 04 – Grupo Controle: Educação em Saúde (G4). O protocolo de Treinamento Locomotor Intervalado (TLI) de Baixa Intensidade (BI) versus Alta Intensidade (AI) nos G1 e G2 investigará diferentes doses de Caminhada Nórdica até o Sprint para pessoas com DP. Assim, investigaremos os efeitos das diferentes intensidades de treinamento nos parâmetros funcionais de Velocidades de Marcha, Equilíbrio, e no Índice de Reabilitação Locomotora em pessoas com DP. Como também, comparar as respostas do Treinamento Locomotor Intervalado na Caminhada Nórdica, da Dança, e Educação em Saúde com variáveis secundárias: cognição, aspectos de humor, qualidade de vida, dor, estágios da doença e variáveis pneumofuncionais.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Desenvolver um projeto guarda-chuva com duração de 02 anos a fim de identificar as respostas de diferentes modalidades de exercícios físicos em parâmetros clínicos-

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ



Continuação do Parecer: 6.303.852

funcionais em pessoas com Parkinson e idosos.

Objetivo Secundário:

- Estudar a biomecânica da caminhada e corrida nórdica em pessoas com Doença de Parkinson, utilizando escalas e instrumentos específicos;
- Analisar o efeito da dança e seus efeitos em relação a aspectos biopsicossociais de Pessoas com Parkinson;
- Analisar os efeitos biopsicossociais e parâmetros relacionados à qualidade de vida através do uso de aplicativos voltados para Educação em Saúde e Conscientização sobre a Doença de Parkinson;
- Avaliar a correlação dos subtipos da Doença de Parkinson com o risco de fragilidade e sarcopenia após 14 semanas de treinamento de Caminhada e Corrida Nórdica;
- Avaliar os efeitos da caminhada nórdica relacionados a frequência e intensidade de dor em Pessoas com Parkinson e suas relações biopsicossociais (mobilidade, qualidade de sono e estado de humor);
- Avaliar o Perfil Força-Potência-Velocidade após um Programa de Treinamento Locomotor.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: O estudo apresenta um risco considerado mínimo pelo constrangimento eventual que o voluntário possa ter ao responder as perguntas dos questionários e algum desconforto na participação nas avaliações. Também existe um risco mínimo durante a execução das aulas, assim como na realização de alguns testes para avaliar postura ou evolução da doença. Dentre estes, estão a alteração de equilíbrio, que caso ocorram serão amenizadas pela supervisão constante dos avaliadores.

Benefícios: O benefício direto do estudo está relacionado à possibilidade do paciente aprimorar seu equilíbrio, postura e qualidade na caminhada, melhorando a sua qualidade de vida e sua aptidão física, visto que as intervenções realizadas podem ser métodos complementares na reabilitação. Além disso, para a comunidade e para os pesquisadores, este projeto fornecerá produtos científicos gerando resultados que possam contribuir a sociedade sobre abordagens, periodização de treino e intervenções aos desfechos avaliados na Doença de Parkinson, quando artigos forem publicados.

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 6.303.852

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O protocolo encaminhado dispõe de critérios definidos conforme resolução 466/12.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Sem recomendações.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto somos pela aprovação do projeto. Este é nosso parecer, SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2163090.pdf	09/08/2023 06:41:03		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TERMO_DE_CONSENTIMENTO_LIVRE_E_ESCLARECIDO.pdf	09/08/2023 06:38:20	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Orçamento	Orcamento.pdf	13/07/2023 09:51:22	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	13/07/2023 09:51:10	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	13/07/2023 09:48:04	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Outros	Apendice_B.pdf	13/07/2023 09:47:35	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Outros	Termo_de_compromisso_do_pesquisador.pdf	13/07/2023 09:47:02	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Outros	Termo_de_aceite_do_orientador.pdf	13/07/2023 09:46:33	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Solicitação Assinada pelo Pesquisador Responsável	Apendice_A.pdf	13/07/2023 09:45:37	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Termo_de_consentimento_da_instituicao.pdf	13/07/2023 09:42:44	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	Declaracao_de_isencao_de_onus_financeiro.pdf	13/07/2023 09:41:49	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO
PARÁ**



Continuação do Parecer: 6.303.852

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	13/07/2023 09:40:20	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	13/07/2023 09:39:25	VINICIUS BAIA DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 15 de Setembro de 2023

Assinado por:

**Wallace Raimundo Araujo dos Santos
(Coordenador(a))**

Endereço: Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.
Bairro: Guamá **CEP:** 66.075-110
UF: PA **Município:** BELEM
Telefone: (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

ANEXO 2 - CHECKLIST OF INFORMATION TO INCLUDE WHEN REPORTING A RANDOMISED TRIAL (CONSORT 2010)

CONSORT 2010 checklist of information to include when reporting a randomised trial*			
Section/Topic	Item No	Checklist item	Reported on page No
Title and abstract	1a	Identification as a randomised trial in the title	_____
	1b	Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions (for specific guidance see CONSORT for abstracts)	_____
Background and objectives	2a	Scientific background and explanation of rationale	_____
	2b	Specific objectives or hypotheses	_____
Trial design	3a	Description of trial design (such as parallel, factorial) including allocation ratio	_____
Participants	3b	Important changes to methods after trial commencement (such as eligibility criteria), with reasons	_____
	4a	Eligibility criteria for participants	_____
Interventions	4b	Settings and locations where the data were collected	_____
	5	The interventions for each group with sufficient details to allow replication, including how and when they were actually administered	_____
Outcomes	6a	Completely defined pre-specified primary and secondary outcome measures, including how and when they were assessed	_____
	6b	Any changes to trial outcomes after the trial commenced, with reasons	_____
Sample size	7a	How sample size was determined	_____
	7b	When applicable, explanation of any interim analyses and stopping guidelines	_____
Randomisation:			
Sequence generation	8a	Method used to generate the random allocation sequence	_____
Allocation concealment mechanism	8b	Type of randomisation; details of any restriction (such as blocking and block size)	_____
	9	Mechanism used to implement the random allocation sequence (such as sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until interventions were assigned	_____
Implementation	10	Who generated the random allocation sequence, who enrolled participants, and who assigned participants to interventions	_____
Blinding	11a	If done, who was blinded after assignment to interventions (for example, participants, care providers, those	_____

CONSORT 2010 checklist

Page 1

		assessing outcomes) and how	_____
Statistical methods	11b	If relevant, description of the similarity of interventions	_____
	12a	Statistical methods used to compare groups for primary and secondary outcomes	_____
	12b	Methods for additional analyses, such as subgroup analyses and adjusted analyses	_____
Participant flow (a diagram is strongly recommended)	13a	For each group, the numbers of participants who were randomly assigned, received intended treatment, and were analysed for the primary outcome	_____
	13b	For each group, losses and exclusions after randomisation, together with reasons	_____
Recruitment	14a	Dates defining the periods of recruitment and follow-up	_____
	14b	Why the trial ended or was stopped	_____
Baseline data	15	A table showing baseline demographic and clinical characteristics for each group	_____
Numbers analysed	16	For each group, number of participants (denominator) included in each analysis and whether the analysis was by original assigned groups	_____
	17a	For each primary and secondary outcome, results for each group, and the estimated effect size and its precision (such as 95% confidence interval)	_____
Outcomes and estimation	17b	For binary outcomes, presentation of both absolute and relative effect sizes is recommended	_____
Ancillary analyses	18	Results of any other analyses performed, including subgroup analyses and adjusted analyses, distinguishing pre-specified from exploratory	_____
	19	All important harms or unintended effects in each group (for specific guidance see CONSORT for harms)	_____
Harms			
Discussion			
Limitations	20	Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision, and, if relevant, multiplicity of analyses	_____
Generalisability	21	Generalisability (external validity, applicability) of the trial findings	_____
Interpretation	22	Interpretation consistent with results, balancing benefits and harms, and considering other relevant evidence	_____
Other information			
Registration	23	Registration number and name of trial registry	_____
Protocol	24	Where the full trial protocol can be accessed, if available	_____
Funding	25	Sources of funding and other support (such as supply of drugs), role of funders	_____

Citation: Schulz KF, Altman DG, Moher D, for the CONSORT Group. CONSORT 2010 Statement: updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *BMC Medicine*. 2010;8:18. © 2010 Schulz et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

*We strongly recommend reading this statement in conjunction with the CONSORT 2010 Explanation and Elaboration for important clarifications on all the items. If relevant, we also recommend reading CONSORT extensions for cluster randomised trials, non-inferiority and equivalence trials, non-pharmacological treatments, herbal interventions, and pragmatic trials. Additional extensions are forthcoming; for those and for up-to-date references relevant to this checklist, see www.consort-statement.org.

CONSORT 2010 checklist

Page 2

ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: Parkinson Pai D'égua: Análise de diferentes protocolos de intervenção nos sintomas motores e não motores de pessoas com a Doença de Parkinson

Pesquisador Responsável: Prof. Elren Passos - Monteiro.

Nome do participante: _____

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa cujo objetivo é promover educação em saúde, através de palestras e orientações sobre qualidade de vida na doença de Parkinson, além de avaliar os efeitos do treinamento de Caminhada Nórdica (CN), Caminhada Livre (CL), Corrida e dança em pessoas com Parkinson.

Caso você aceite participar da pesquisa, inicialmente irá compor um grupo de educação em saúde, e posteriormente, de atividades como Caminhada Nórdica, Caminhada Livre, Corrida ou Dança. Os grupos de participantes serão divididos pelos pesquisadores por meio de um sorteio. As aulas terão duração de 60 minutos, frequência de 2 encontros semanais, durante 12 semanas. Esta pesquisa será realizada na Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus de Castanhal, endereço: Rua dos Universitários, Bairro: Jaderlândia, Castanhal-PA, CEP: 68746-360. Com aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará (CEP - ICS/UFPA). Rua Augusto Corrêa, nº 01, Campus do Guamá. UFPA, Faculdade de Enfermagem do ICS, sala 13, 2º andar, CEP: 66075-110, Belém-Pará. telefone: 3201-7735, e-mail: cepccs@ufpa.br

Inicialmente será realizada uma anamnese para coleta de dados pessoais e medicação utilizada. Para avaliação dos sintomas e não-motores serão aplicados os seguintes questionários e escalas: Mini Exame do Estado Mental (MEEM) que avalia o estado cognitivo, Escala de Humor de Brunel (BRUMS) para avaliação de estados de humor, o Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) que estima o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade, a Escala Internacional de Eficácia de Quedas (FES1) e Escala de Congelamento da Marcha (NFOG), que serão utilizadas para compreender o risco de queda e o fenômeno de congelamento, respectivamente. Além disso, serão aplicadas as escalas *Parkinson's Disease Questionnaire* (PDQ39) para avaliação da qualidade de vida da pessoa com doença de Parkinson, a Escala de Depressão Geriátrica (GDS-15) que avalia sintomas depressivos, bem como a escala *Center of*

Epidemiologic Studies - Depression (CES-D) que acompanha a presença desses sintomas. O questionário *Pittsburgh Sleep Quality Index* será utilizado para estimar a qualidade do seu sono, e o *Brief Pain Inventory (Short Form)* com o objetivo de verificar a presença, localização, tipo (sensações), duração e frequência da dor. Outras escalas e questionários utilizados serão *Minnesota Leisure Time Activities Questionnaire* para avaliar o nível da atividade física, esportes e lazer de acordo com o gasto energético, e o *SARC-F* CC para rastreio da sarcopenia.

Os testes motores clínico-funcionais incluem o teste *Time Up and GO (TUG)* que avalia mobilidade e risco de quedas, Testes de potência de membros inferiores (saltos e corrida em alta velocidade), avaliados e analisados por meio de aplicativos de *Smartphones*, Teste de Caminhada de 10 metros que avalia aspectos da marcha, Teste de Caminhada de 6 minutos para avaliação da capacidade cardiorrespiratória, Escala Mini BesTest que avalia o equilíbrio durante atividade de vida diária, e para descrição do perfil motor e estadiamento da doença de Parkinson serão utilizadas as escalas UPDRS III e Hoehn & Yahr.

Além destes, o projeto contará com avaliação da atividade respiratória para traçar um perfil e compreender os diferentes mecanismos do treino de caminhada sobre a qualidade pneumofuncional. Sendo assim, será avaliada por meio da manovacuometria e espirometria, cujo você deverá conectar um clipe nasal e realizar testes respiratórios através de um bocal acoplado a um leitor de pressão e volume para leitura dos parâmetros necessários.

Você realizará as avaliações antes, durante e após o período de participação na prática das atividades, e ao consentir em participar da pesquisa, esperamos que você cumpra todas as etapas mencionadas anteriormente.

O estudo apresenta um risco considerado mínimo pelo constrangimento eventual que você possa ter ao responder as perguntas dos questionários e algum desconforto na participação nas avaliações. Também existe um risco mínimo durante a execução das aulas, assim como na realização de alguns testes para avaliar postura ou evolução da sua doença. Dentre estes, estão a alteração de equilíbrio, que caso ocorram serão amenizadas pela supervisão constante dos avaliadores. Caso você se sinta constrangido ou desconfortável em alguma das etapas dos procedimentos de coleta de dados, poderá abandonar a pesquisa em qualquer momento.

O benefício direto do estudo está relacionado à possibilidade de você aprimorar seu equilíbrio, postura e qualidade na caminhada, melhorando a sua qualidade de vida e sua aptidão física, visto que as intervenções realizadas podem ser métodos complementares na sua reabilitação.

O presente documento é baseado no item IV das Diretrizes e Normas Regulamentadoras para a pesquisa em saúde, do Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466/12), e será assinado em duas vias, de igual teor, ficando uma via em seu poder ou de seu representante legal e outra com o pesquisador responsável. Os seus dados serão sempre tratados confidencialmente, você não será identificado(a) por nome, e os resultados deste estudo serão usados para fins científicos.

Sua participação no estudo é voluntária, de forma que, caso você decida não participar, você não terá nenhum comprometimento por esta decisão. Você não terá custo e nem receberá alguma ajuda financeira para participar. Sua participação não é obrigatória e, a qualquer momento, poderá desistir e retirar seu consentimento.

Ao concordar você autoriza a utilização da sua imagem para fins acadêmicos como apresentação dos resultados em congressos, artigos científicos e mídias sociais. Os dados são sigilosos e ficaram arquivados durante 5 anos sob domínio da Pesquisadora responsável.

Caso você tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável Prof. Dra. Elren Passos Monteiro, pelo e-mail elren.monteiro@ufpa.br

Declaração do paciente

Eu, _____, CPF: _____ fui informado dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara, tendo tempo para ler e pensar sobre a informação contida no termo de consentimento antes de participar do estudo. Recebi informação a respeito dos procedimentos de avaliação realizados e esclareci minhas dúvidas. O pesquisador responsável pela pesquisa certificou-me também de que todos os dados coletados serão mantidos em anonimato e de que a minha privacidade será mantida. Também sei que caso existam gastos adicionais, estes serão absorvidos pelo orçamento da pesquisa. Caso tenha novas perguntas sobre este estudo, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável pelo projeto, nos telefones e endereço informados acima, para qualquer pergunta sobre meus direitos como participante. Declaro que recebi cópia do presente Termo de Consentimento.

Data: ____/____/____

Assinatura do Participante

ANEXO 4 - CÁLCULO AMOSTRAL

Análise a posteriori para calcular o poder da amostra no software G*Power (3.1.9.7), a partir dos resultados de Velocidade Máxima Teórica- V0 (m/s)

Variável	Média ± dp (PRÉ)	Média ± dp (PÓS)	Limite Inferior	Limite Superior	(d de Coehn)	Valor- P
V0 (m/s)	3,57 ± 0,89	3,95 ± 1,08	-2,42	-0,29	-1,38	0,011*

[1] -- Monday, February 18, 2025 -- 06 :45 :23

t tests - Means: Difference between two dependent means (matched pairs)

Analysis: Post hoc: Compute achieved power

Input: Tail(s) = Two
 Effect size dz = -1,38
 α err prob = 0.05
 Total sample size = 7

Output: Noncentrality parameter δ = -2.6457513
 Critical t = -2.4469119
 Df = 6
 Power (1- β err prob) = 0.6004972

[2] -- Monday, February 18, 2025 -- 07 :00 :32

t tests - Means: Difference between two dependent means (matched pairs)

Analysis: Post hoc: Compute achieved power

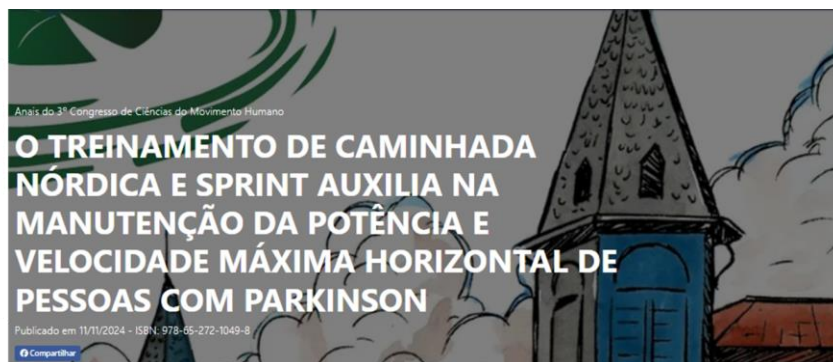
Input: Tail(s) = Two
 Effect size dz = -1,38
 α err prob = 0.05
 Total sample size = 11

Output: Noncentrality parameter δ = -3.3166248
 Critical t = -2.2281389
 Df = 10
 Power (1- β err prob) = 0.8475300

APÊNDICE 1 - Produções Durante o Mestrado: Resumo No 3º Congresso de Ciências do Movimento Humano (1º Autor)

Autores

- Edigar Menezes Ferreira
- Ana Carla de Matos Santos
- ARLISON JOSE DA ROCHA MATOS
- Genilson Pires ferreira
- Evanildo Sabino Borges Rodrigues Junior
- Thayara Maize da Silva Tabayara
- Luma Sabrina da Silva Moraes
- Elren Passos Monteiro



APÊNDICE 2 - Produções Durante o Mestrado: Resumo No 3º Congresso de Ciências do Movimento Humano (Co-Autor)

Autores

- Sabrina Souza Araújo
- JORGE LUAN SANTOS SOUSA
- Jean Carlos Alves Costa
- Vinicius Baia da Silva
- Edigar Menezes Ferreira
- Lucas Meireles Matos
- Natáli Valim Oliver Bento-Torres
- Eduardo Penna
- Elren Passos Monteiro



APÊNDICE 3 - Produções Durante o Mestrado: Resumo 1 Congresso Nacional Multidisciplinar em Ciências da Saúde (1 ° Autor)

Revista Multidisciplinar em Saúde

ISSN: 2675-8008

V. 6, Nº 1, 2025



RESPOSTA AGUDA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE PESSOAS COM PARKINSON EM UMA SESSÃO DE SPRINT

EDIGAR MENEZES FERREIRA; ARLISON JOSÉ DE ROCHA MATOS; ANDRÉ FELIPE PANTOJA DO NASCIMENTO; FRANCISCA MARIA DE ARAUJO OLIVEIRA; ELREN PASSOS-MONTEIRO

Introdução: As pessoas com doença de Parkinson (PcP) apresentam diversos sintomas motores e não motores durante o curso da doença. Além disso, as PcP tem prevalência de manifestar disfunções autonômicas de frequência cardíaca (FC). **Objetivo:** Com isso, o nosso objetivo é avaliar as respostas agudas da FC de PcP em uma sessão de treinamento de sprint. **Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal, aprovado pelo Comitê de

APÊNDICE 4 - Produções Durante o Mestrado: Resumo 1 Congresso Nacional Multidisciplinar em Ciências da Saúde (1 ° Autor)

Revista Multidisciplinar em Saúde

ISSN: 2675-8008

V. 6, Nº 1, 2025



RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS DE ESFORÇO PERCEBIDO DE PESSOAS COM PARKINSON EM UMA SESSÃO DE SPRINT

EDIGAR MENEZES FERREIRA; EVANILDO SABINO BORGES JUNIOR; JEAN CARLOS ALVES COSTA; JORGE LUAN SANTOS SOUSA; ELREN PASSOS-MONTEIRO

Introdução: Na doença de Parkinson (DP) manifestam-se diferentes sintomas, e esses sintomas afetam o dia a dia das pessoas com Parkinson (PcP) de forma física, psicológica e social, que podem afetar a percepção de esforço durante uma sessão de treinamento. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi monitorar as respostas agudas psicofisiológicas de esforço percebido de PcP antes e após uma sessão de sprint.

APÊNDICE 5 - Produções Durante o Mestrado: Resumo 1 Congresso Nacional Multidisciplinar em Ciências da Saúde (1 ° Autor)

Revista Multidisciplinar em Saúde

ISSN: 2675-8008

V. 6, Nº 1, 2025



SATISFAÇÃO E VIABILIDADE APÓS UM PROGRAMA DE TREINAMENTO PROGRESSIVO DE CAMINHADA NÓRDICA (CN) E SPRINT EM PESSOAS COM PARKINSON

EDIGAR MENEZES FERREIRA; ANA CARLA SANTOS; THAYARA MAIZE DA SILVA TABAYARA; LUMA SABRINA DA SILVA MORAES; ELREN PASSOS-MONTEIRO

Introdução: No processo de envelhecimento, em pessoas com doenças neurodegenerativas, como por exemplo a doença de Parkinson, surge um aumento do medo de quedas, e de realizar atividades mais complexas e da vida diária. **Objetivo:** Com isso, o nosso objetivo é analisar a satisfação, viabilidade e segurança de pessoas com Parkinson após um programa de treinamento progressivo de caminhada nórdica (CN) e sprint. **Metodologia:** Trata-se de um estudo longitudinal, aprovado pelo comitê de Ética

