



## Avaliação de marcha e força muscular respiratória em pacientes com doença de Parkinson após protocolo de esteira ergométrica e treinamento muscular respiratório

Evaluation of gait and respiratory muscle strength in patients with Parkinson's disease after ergometric treadmill protocol and respiratory muscle training

Evaluación de la marcha y la fortaleza muscular respiratoria en pacientes con enfermedad de Parkinson después del protocolo ergométrico en cinta corriente y entrenamiento muscular respiratorio

Giovanna Alissa Silva César<sup>1</sup>, Ellen Gabrielli Silva Sousa<sup>1</sup>, Anna Paula Nascimento Sousa<sup>1</sup>, Larissa Salgado de Oliveira Rocha<sup>1</sup>.

### RESUMO

**Objetivo:** Verificar a influência de um protocolo de esteira ergométrica associado ao Treinamento Muscular Respiratório (TMR) sobre a marcha e força muscular respiratória em indivíduos com Doença de Parkinson.

**Métodos:** Estudo clínico, longitudinal, descritivo e prospectivo, com 5 indivíduos com Doença de Parkinson (DP) em estágio 2 a 3 na escala Hoehn & Yahr modificada, de ambos os sexos. O protocolo incluiu treino muscular respiratório com Powerbreathe Plus e esteira ergométrica, realizado três vezes por semana, totalizando 12 sessões, submetidos a avaliação da manovacuometria para aferir a força muscular inspiratória e expiratória, da Escala Unificada da Doença de Parkinson (UPDRS) e do Índice Dinâmico da Marcha (IMD) antes e após o tratamento. **Resultados:** Observou-se um aumento de 16% no escore geral do IMD e melhora em três das variáveis da escala, assim como melhorias na marcha e incremento de 91,8% na pressão inspiratória e 25,6% na expiratória. Na UPDRS, 100% dos participantes apresentaram escore final abaixo de 30, indicando avanços na funcionalidade motora e respiratória. **Conclusão:** O protocolo proposto do presente estudo mostrou melhora nos pacientes com DP, evidenciando a efetividade do tratamento, no entanto, a limitação do estudo sucedeu pelo baixo número de participantes.

**Palavras-chave:** Doença de parkinson, Fisioterapia, Marcha.

### ABSTRACT

**Objective:** To verify the influence of an ergometric treadmill protocol associated with Respiratory Muscle Training (RMT) on gait and respiratory muscle strength in individuals with Parkinson's Disease. **Methodology:** Clinical, longitudinal, descriptive and prospective study, with 5 individuals with PD in stages 2 to 3 on the modified Hoehn & Yahr scale, of both sexes. The protocol included respiratory muscle training with Powerbreathe Plus and an ergometric treadmill, carried out three times a week, totaling 12 sessions, subject to manovacuometry assessment to measure inspiratory and expiratory muscle strength, the Unified Parkinson's Disease Scale (UPDRS) and the Index Gait Dynamics (IMD) before and after treatment. **Results:** There was a 16% increase in the general IMD score and improvement in three of the scale's variables, as well

<sup>1</sup> Centro Universitário do Estado do Pará, Belém – PA.

as improvements in gait and an increase of 91.8% in inspiratory pressure and 25.6% in expiratory pressure. In the UPDRS, 100% of participants had a final score below 30, indicating advances in motor and respiratory functionality. **Conclusion:** The proposed protocol of the present study showed improvement in patients with PD, demonstrating the effectiveness of the treatment, however, the study was limited by the low number of participants

**Keywords:** Parkinson's disease, Physiotherapy, Gait.

---

## RESUMEN

**Objetivo:** Verificar la influencia de un protocolo de cinturón ergométrico asociado con el entrenamiento de los músculos respiratorios (RMT) sobre la marcha y la fuerza de los músculos respiratorios en individuos con enfermedad de Parkinson. **Metodología:** Estudio clínico, longitudinal, descriptivo y prospectivo, con 5 individuos con EP en los estadios 2 a 3 de la escala modificada de Hoehn & Yahr, de ambos sexos. El protocolo incluye entrenamiento de la musculatura respiratoria con Powerbreathe Plus y cinturón ergométrico, realizado tres veces por semana, con un total de 12 sesiones, sujeto a evaluación por manovacuometría para medir la fuerza de la musculatura inspiratoria y respiratoria, en el Unificado de Enfermería. Escala de la Enfermedad de Parkinson (UPDRS) y el Índice de Dinámica de la Marcha. (IMD) antes y después del tratamiento. **Resultados:** Hubo un aumento del 16% en la puntuación general del IMD, mejoras en la marcha y un aumento del 91,8% en la presión inspiratoria y del 25,6% en la presión respiratoria. En la UPDRS el 100% de los participantes obtuvo una puntuación final inferior a 30, lo que indica progreso en la funcionalidad motora y respiratoria. **Conclusión:** El protocolo propuesto en este estudio mostró mejoría significativa en pacientes con EP, demostrando la efectividad del tratamiento, sin embargo, el estudio estuvo limitado por el bajo número de participantes.

**Palabras clave:** Enfermedad de parkinson, Fisioterapia, Marcha.

---

## INTRODUÇÃO

A Doença de Parkinson (DP) consiste em uma patologia idiopática e progressiva, determinada pela degeneração de neurônios dopaminérgicos na substância negra do mesencéfalo, resultando em mudanças fisiopatológicas no circuito dos gânglios basais. A diminuição da dopamina, principal neurotransmissor responsável pela transmissão dos sinais neuronais do cérebro para outros centros motores, causa um dos principais sintomas dessa patologia, a perda do controle dos movimentos (POKUSA M, et al., 2020).

Atualmente, estudos apontam que o desenvolvimento da Doença de Parkinson poderá ser de 17 milhões até 2040 entre os indivíduos, sendo em território brasileiro estimado em torno de 36 mil novos casos por ano, entre as faixas etárias de 50 a 80 anos, entretanto estes números podem não corroborar com a realidade pois, grande parte pode ser considerada subnotificada (POKUSA M, et al., 2020; VASCONCELLOS PRO, et al., 2023).

Considerando essa premissa, dentre os sintomas motores que se destacam nos indivíduos com DP, estão a rigidez muscular, bradicinesia, tremor em repouso e instabilidade postural que influenciam diretamente na funcionalidade destes como no ciclo da marcha, além de sintomas não motores como os cognitivos, aspectos psicossociais e sistêmicos como a depressão, fadiga a pequenos esforços, transtornos do sono somados à perda peso (ERNST M, et al., 2023).

Nesse sentido, o comprometimento em relação ao ciclo de marcha é considerado um dos mais evidentes no que se refere à esta patologia. Diante desse aspecto, questões motoras e biomecânicas se caracterizam pelas disfunções na fase de balanço e apoio, pela redução do comprimento do passo, diminuição da velocidade de locomoção, falta de dissociação entre as cinturas escapular e pélvica, assim como, os problemas com o início da marcha e o aparecimento do fenômeno do congelamento durante a deambulação, verificando-se a perda de estratégias motoras e sensoriais que influenciam um padrão flexor nesses indivíduos (DI BIASE L, et al., 2020).

Essas reações biomecânicas e posturais, então, propiciam o surgimento da marcha “festinada”, caracterizado pelo arrasto do pé no chão, que ocorre na tentativa de alcançar o centro de gravidade, o qual se desloca anteriormente e isso evidencia a incapacidade dos pacientes de desencadear estratégias motoras e sensoriais evitando as quedas (MATOS LM, et al., 2020).

Em virtude deste quadro motor, o sistema respiratório também sofre diversas consequências devido à falta de mobilidade gerada pela rigidez muscular e postura flexora, resultando na baixa expansibilidade torácica, além do comprometimento na realização de funções simples ocasionadas pela fraqueza da musculatura respiratória gerando dispneia a pequenos e médios esforços. Além disso, há restrição da expansão pulmonar e da complacência torácica contribuindo para o aumento do risco de pneumonia aspirativa, uma das principais causas de mortalidade nos estágios avançados da DP (DONGEN VA, et al., 2020; RODRIGUEZ, 2020).

Outrossim, ao observar-se os diferentes níveis de comprometimento à funcionalidade supracitados, faz-se necessário a realização de uma avaliação minuciosa do indivíduo para que haja intervenções adequadas às reais necessidades desses. Para tanto, existem diversas escalas que avaliam sintomas motores e não motores (BAPTISTA R, et al., 2019).

Dentre as escalas mais utilizadas e que contribuem para a elaboração de um plano de reabilitação e avaliação eficaz, estão a Escala de Estágios de Incapacidade de *Hoehn e Yahr* (HY) e a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS). A primeira possibilita que o terapeuta conheça os estágios da doença em que se encontra o paciente, de forma rápida e prática, focando na gravidade do estado clínico do indivíduo, o qual é dividido em 5, sendo o primeiro leve e o último grave (ERNST M, et al., 2023). Já a UPDRS é utilizada para monitorar a progressão da patologia, avaliando os sinais e sintomas da doença por meio do autorrelato e observação clínica, sendo composta por 42 itens que avaliam a função intelectual, humoral e comportamental (REGNAULT A, et al., 2019).

A abordagem farmacológica, com a levodopa oral, é fundamental para controlar os sintomas e melhorar a funcionalidade em pacientes com a doença, liberando dopamina para o controle motor. Contudo, à medida que a doença avança, muitas complicações motoras graves e resistência ao tratamento, tornam a gestão difícil. Nesse contexto, a fisioterapia com esteira ergométrica se destaca como uma ferramenta valiosa de reabilitação, melhorando o desempenho motor e a marcha ao estimular o automatismo do movimento e a aprendizagem motora. Além disso, uma caminhada regular aumenta a força muscular respiratória, beneficiando a função pulmonar durante o exercício (ERNST M, et al., 2023, LUNA NMS, et al., 2020; GABNER H, et al., 2022).

Associado ainda ao treino de marcha, o treinamento muscular respiratório (TMR) é uma modalidade terapêutica consagrada no ganho das pressões máximas inspiratórias e expiratórias, influenciando diretamente na musculatura periférica, favorecendo a prática de atividades físicas, como a própria caminhada para possivelmente condicionar o paciente a longevidade (REGNAULT A, et al., 2019).

Mediante, ao que foi exposto, e sabendo que os problemas na marcha e força muscular respiratória são potencialmente limitantes, fez-se necessário a aplicação de um tratamento efetivo que melhorasse os aspectos da patologia e proporcionasse independência em pacientes com DP. Assim, considerando os benefícios dos protocolos de forma isolada por suas ações fisiológicas e as necessidades destes indivíduos para manter ou ter o retorno a melhor independência em detrimento da doença de Parkinson, é que este estudo teve o objetivo de verificar a influência de um protocolo de esteira ergométrica associado ao TMR sobre a marcha e força muscular respiratória em indivíduos com DP.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo do tipo ensaio clínico com modalidade longitudinal, descritivo e prospectivo, realizado na Clínica Escola de Fisioterapia do Centro Universitário do Estado do Pará, após assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e aprovação do Comitê de Ética em pesquisa com seres humanos (CEP) do Centro universitário do Estado do Pará (CESUPA), sob o parecer de número 7.011.918 e CAAE 78265124.9.0000.5173.

A amostra foi constituída de 15 voluntários escolhidos de acordo com os critérios de inclusão permanecendo 5 voluntários, sendo estes de idade entre 40 a 80 anos, de ambos os sexos, que apresentaram alterações na marcha e força muscular respiratória após diagnóstico da Doença de Parkinson, que estavam em tratamento medicamentoso para a DP, que no Mini exame do Estado Mental, estavam com pontuação maior ou igual a 23 pontos para pessoas alfabetizadas e maior que 15 para analfabetos e que não possuíam patologia respiratória previamente estabelecida. Excluíram-se indivíduos com alterações cognitivas, auditivas e visuais que impedissem o tratamento proposto, doenças cardiológicas e metabólicas, e aqueles que faziam uso de dispositivos auxiliares.

Os voluntários realizaram 12 sessões utilizando o protocolo de esteira ergométrica e treinamento muscular respiratório associado ao resistor linear Powerbreathe durante 3 vezes na semana, contabilizando 4 semanas de atendimento com duração de 50 minutos cada atendimento sendo avaliados pré e pós-tratamento.

Foi realizada triagem, por meio da ficha de avaliação construída pelas pesquisadoras, a Escala de Estágios de Incapacidade de Hoehn e Yahr (HY), que foi responsável em detectar o estágio da doença e selecionar a amostra, bem como foi utilizado o Mini Exame do Estado Mental MEEM para rastreio da função cognitiva (HAFDI M, et al., 2021). Já para avaliação no pré e pós-tratamento a Escala de Avaliação da Doença de Parkinson UPDRS foi utilizada para avaliar a progressão dos sintomas da doença (OLIVEIRA N, et al., 2020).

Para a coleta da força muscular respiratória, foi utilizado um manovacuômetro, instrumento que mede a pressão inspiratória máxima (PI<sub>máx</sub>) e a pressão expiratória máxima (PE<sub>máx</sub>). Durante a avaliação, o paciente foi posicionado em sedestação e equipado com um bocal e clipe nasal, visando a eliminação de dispersão de ar e garantindo a vedação completa. O paciente, então, executou manobras respiratórias máximas, tanto inspiratórias quanto expiratórias, com o apoio do terapeuta, o qual orientou a execução do teste em três tentativas para ambas as medições. O valor final da PI<sub>máx</sub> e PE<sub>máx</sub> foi determinado pela média do valor obtido nas três tentativas, aumentando a precisão da avaliação. Ao final, a média foi calculada para oferecer uma medida representativa da força muscular respiratória, essencial para o acompanhamento da condição respiratória do paciente (MATOS LM, et al., 2020).

Outro instrumento utilizado para a avaliação foi o Índice de Marcha Dinâmico (IMD), uma escala que mede a capacidade funcional de marcha e equilíbrio dinâmico em indivíduos com condições neuromusculares. Composto por oito tarefas funcionais, o teste avalia diferentes aspectos da marcha, como velocidade, mudanças de direção e adaptação a obstáculos, fornecendo pontuações específicas de 0 a 3 para cada tarefa. A pontuação total varia de 0 a 24, sendo que valores abaixo de 19 indicam um comprometimento significativo do equilíbrio dinâmico, com aumento do risco de quedas. Dessa forma, a IMD serve como uma ferramenta de referência para detecção precoce de problemas de mobilidade e prevenção de quedas em pessoas com doença de Parkinson (DE ARAÚJO FR, et al., 2020).

Para a aplicação do protocolo foi utilizada a esteira ergométrica, a qual conta com o sensor de proteção, colocado sobre a roupa do paciente a fim de assegurar movimentos bruscos para que não ocorresse acidentes. O protocolo iniciou-se a partir do teste incremental de membros inferiores, aumentando a velocidade da esteira em 0,5 km a cada 30 segundos, e com 70% da velocidade máxima obtida foi designada a velocidade para o treinamento. O protocolo incluiu 5 minutos de aquecimento, 20 minutos de caminhada na velocidade estipulada e 5 minutos de desaceleração. Faz-se necessário ressaltar, que durante o atendimento foi considerado o cálculo da frequência cardíaca e respiratória de acordo com o esforço para evitar que ocorresse a descompensação dos sinais vitais do paciente. Em conjunto com o protocolo de esteira ergométrica, foi realizado o treinamento muscular respiratório (TMR) baseado no treino muscular inspiratório com uso de resistor de carga linear da marca *PowerBreathe plus*, carga light. O protocolo de carga foi considerado inicialmente 40% da PI<sub>máx</sub> encontrada na avaliação respiratória da manovacuumetria.

Os voluntários realizaram pelo menos 5 séries de 12 repetições, com duração mínima de 25 minutos, utilizando clipe nasal. Durante a realização do TMR, estes permaneceram caminhando na esteira ergométrica, sendo que a série consistia em cinco inspirações profundas consecutivas durante a fase de aceleração.

Os dados foram analisados por estatística descritiva considerando médias, desvio padrão e dados percentuais e foram organizados em tabelas para interpretação

## RESULTADOS

Foram avaliados 15 voluntários, sendo na triagem excluídos 7 voluntários por falta de condução, uso de dispositivo e problemas cardiovasculares como arritmia cardíaca, dando continuidade na pesquisa 8 participantes. Contudo, a amostra remanescente ficou em 5 voluntários, devido à ausência nas sessões pelos participantes em virtude de doenças e à desistência.

Quanto à caracterização da amostra observou-se que a média de idades dos participantes foi de 69,4±14,85 anos, sendo 60% Homens (n=3) e 40% mulheres (n=2), que apresentaram na escala *Hoehn e Yahr* (HY) escore de 2 apenas 40% dos participantes (n=2) e 60% escore de 2,5 (n=3), compondo uma média de 2,2 na HY.

A **Tabela 1** expressa os valores médios e de desvio padrão referentes ao escore geral e variáveis de atividade no *Índice de Marcha Dinâmica* (IMD). Nas atividades 5, 6 e 7, que representam respectivamente as atividades de Marcha com giro sobre o eixo corporal, passar por cima de obstáculos e contornar obstáculos, verificou-se valores médios maiores relevantes no pós-tratamento se comparado ao valor inicial, assim como no escore geral obteve-se 16% de aumento em relação ao pré-tratamento. As demais atividades não apresentaram diferenças entre os períodos de avaliação.

Observou-se individualmente que 40% dos participantes pontuaram abaixo de 20 no escore total da escala, indicando maior risco de quedas e dificuldades na marcha. Ao final do tratamento, 100% dos participantes apresentaram escore acima de 20.

**Tabela 1** - Valores médios e de desvio padrão referente às atividades e escore geral da Escala de avaliação de *Índice da Marcha Dinâmica* no pré e pós-tratamento.

Variável IMD	Pré tratamento (n=5)	Pós-tratamento (n=5)
Atv 1	3 ± 0,54	3 ± 0,0
Atv 2	3 ± 0,54	3 ± 0,0
Atv 3	3 ± 0,44	3 ± 0,54
Atv 4	2 ± 0,0	2 ± 0,54
Atv 5	2 ± 0,54	3 ± 0,44
Atv 6	2 ± 0,54	3 ± 0,44
Atv 7	2 ± 0,44	3 ± 0,0
Atv 8	3 ± 0,44	3 ± 0,0
<b>Escore Total</b>	<b>19,8 ± 1,48</b>	<b>23 ± 1,58</b>

**Legendas:** IMD-Índice de marcha dinâmica; Atv- Atividade; Atv 1- Superfície nivelada para a marcha; Atv 2- Mudanças na velocidade da marcha; Atv 3- Marcha com rotação horizontal de cabeça; Atv 4-Marcha com movimentos verticais de cabeça; Atv 5- Marcha e rotação; Atv 6- Passar por cima de um obstáculo; Atv 7- Andar ao redor de obstáculo. Atv 8- Degraus.

**Fonte:** César GA, et al., 2025.

A **Tabela 2** demonstra os valores médios e desvio padrão referentes ao teste da manovacometria antes e após a aplicação no protocolo. Evidenciou-se por meio dos cálculos uma melhora significativa tanto na pressão inspiratória máxima quanto na pressão expiratória máxima, que sugere o fortalecimento dessa musculatura.

No pré-tratamento, 60% dos participantes obtiveram média de manovacometria na pressão inspiratória menor que o valor de 30 cmH<sub>2</sub>O, o que demonstrou considerável mudança no pós-tratamento, visto que 80% destes alcançaram média acima do valor de 66 cmH<sub>2</sub>O, demonstrando por meio dos cálculos que esta pressão obteve um aumento de 91,8% comparado ao pré-tratamento.

Em relação à pressão expiratória, essa apresentou aumento de 25,6% ao final do protocolo, visto que no início deste 80% dos participantes apresentaram média maior que o valor de 66 cmH<sub>2</sub>O, e no final do treinamento muscular respiratório 100% dos participantes alcançaram média maior que o valor de 70 cmH<sub>2</sub>O. Esse resultado tem implicações clínicas importantes, indicando aprimoramento na capacidade ventilatória e na funcionalidade respiratória dos participantes

**Tabela 2** - Valores médios e de desvio padrão referente a pontuação obtida no teste de Manovacometria no pré e pós-tratamento.

Variável Manovacometria	Pré-tratamento	Pós-tratamento
FM Inspiratória	35,96 ± 23,8	68,96 ± 29,0
FM Expiratória	75,32 ± 30,49	94,64 ± 20,90

**Legenda:** FM- força muscular.

**Fonte:** César GA, et al., 2025.

A **Tabela 3** apresenta os resultados do escore da UPDRS para avaliar a função motora dos pacientes com DP antes e após o tratamento. Cada linha representa os valores do pré e pós-tratamento indicados para cada um dos cinco participantes (n=5).

Os resultados expressam variações individuais na resposta ao protocolo de intervenção, com uma melhora geral nos escores da UPDRS, indicando uma redução dos sintomas motores. Previamente, 60% dos participantes pontuaram igual ou maior que 30, e somente 40% apresentaram escore final inferior a 30. Em contrapartida, ao final do protocolo, 100% dos participantes tiveram diminuição no escore geral, permanecendo todos abaixo dos 30 pontos, o que sugere que a resposta ao tratamento foi diferente para cada indivíduo devido a fatores como estágio da doença e a condição física geral, o que pode ter influenciado na resposta ao protocolo.

**Tabela 3** - Valores o referente à escore geral da Escala de avaliação *Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS)*.

Escore UPDRS/ Paciente	Pré-tratamento (n=5)	Pós-tratamento (n=5)
Paciente 1	30	26
Paciente 2	33	28
Paciente 3	26	24
Paciente 4	28	25
Paciente 5	34	29
MG±DP	30,2 ± 3,34	26,4 ± 2,07

**Legenda:** MG- média geral e DP - desvio padrão

**Fonte:** César GA, et al., 2025.

## DISCUSSÃO

Observou-se por meio dos resultados obtidos que a aplicação de um protocolo que combinou a Esteira Ergométrica e Treinamento de força muscular respiratório foi eficaz para o tratamento dos sintomas motores existentes na Doença de Parkinson, gerando consequentemente melhora no equilíbrio, marcha e capacidade funcional respiratória, aspectos esses cruciais para a funcionalidade desses pacientes.

Os resultados deste estudo estão alinhados com as observações de Kanegusuku H, et al. (2021), que demonstraram as repercussões positivas do exercício aeróbico na resposta motora de pacientes com doença de Parkinson. No estudo mencionado, protocolos de atividade aeróbica foram associados a melhorias significativas no padrão de marcha e na força muscular respiratória, além de auxiliarem na redução da rigidez muscular e na melhora da coordenação motora – aspectos essenciais para a qualidade de vida e funcionalidade diária desses pacientes. De maneira similar, o presente estudo observou resultados semelhantes ao combinar exercício aeróbico de caminhada em esteira ergométrica e treinamento muscular respiratório, fortalecendo o argumento que intervenções múltiplas oferecem benefícios motores e respiratórios em pacientes com DP.

O exercício aeróbico estimula o influxo de cálcio nas sinapses, ativando a potencialização de longo prazo (LTP), essencial para o aprendizado motor e a comunicação sináptica. O cálcio desencadeia a liberação de neurotransmissores, como dopamina e serotonina, que têm um papel importante na modulação da plasticidade sináptica e no sistema de recompensa cerebral, melhorando o automatismo motor, e aspectos particularmente importantes em condições como a Doença de Parkinson (BASTIOLI G, et al., 2024; WANG J, et al., 2024). Além disso, o fortalecimento respiratório promove a adaptação neuromuscular nas áreas motoras do tronco cerebral, aumentando a eficiência respiratória e otimizando a oxigenação cerebral, o que favorece o ambiente fisiológico necessário para a adaptação neural e o desenvolvimento de novas conexões sinápticas.

Para aprofundar a análise, é essencial discutir a velocidade praticada na esteira ergométrica ao longo do protocolo, já que, conforme aponta Franzoni L (2021), o efeito da caminhada com intensidade baseada na velocidade autosselecionada representa um indicador significativo de desempenho e independência funcional. No presente estudo, essa abordagem permitiu avaliar de maneira precisa o que se encontrou estável dentro dos parâmetros de normalidade dos sinais vitais e o que trouxe ganhos concretos para os participantes, como no aumento da expansibilidade torácica e capacidade funcional. Esse tipo de adaptação da intensidade, de acordo com a escolha para cada indivíduo, não apenas respeitou as condições de cada um, como também refletiu nas melhorias de aspectos de resistência e equilíbrio motor, esses fundamentais para pessoas com DP.

No que tange à disfunção respiratória, comumente apresentada pela população em análise, as reduções na força dos músculos respiratórios são condições que podem se manifestar rapidamente na DP, com redução em parâmetros como pressões inspiratória e expiratória máximas, capacidade vital forçada e volume expiratório forçado, mesmo em estágios iniciais da doença (POKUSA M, et al., 2020). Protocolos que incluem o treinamento muscular respiratório a esta população têm demonstrado resultados mais consistentes e satisfatórios, visto que oferecem uma base de evidência necessária para estabelecer abordagens terapêuticas de tratamento mais padronizadas e eficazes (VAN DE WETERING-VAN DONGEN VA, et al., 2020; RODRÍGUEZ MA, et al., 2020).

Após a avaliação da Manovacuometria, os resultados deste estudo mostram alinhamento com a literatura, reforçando a efetividade do treinamento muscular respiratório para o fortalecimento da musculatura respiratória em pacientes com DP. Estudos como o de Rodríguez MA, et al. (2020), evidenciam uma melhora significativa nas pressões máximas inspiratória e expiratória, enquanto pesquisas anteriores, como a de Inzelberg R, et al. (2005), confirmam que o treinamento inspiratório (IMST) melhora a força respiratória e reduz a dispneia em pacientes em estágios intermediários da doença. Da mesma forma, protocolos de treinamento expiratórios (EMST) mostraram melhorias substanciais na força expiratória ao longo de 20 semanas, conforme observado por Saleem AF, et al. (2005), e estudos como o de Kuo YC, et al. (2017) reforçam esses achados em diferentes frequências semanais de treinamento.

De acordo com o que foi estabelecido no estudo, os participantes demonstraram uma resposta significativa no aumento da força muscular respiratória, mantendo uma velocidade pré-determinada e confortável na esteira ergométrica, com o objetivo de evitar desconforto e fadiga. A elegibilidade da velocidade dos participantes foi criteriosamente avaliada tanto antes quanto após o tratamento. Ademais, o uso do resistor de treinamento, associado à esteira ergométrica, foi ajustado de forma adequada ao longo de todo o processo, garantindo a eficácia da intervenção.

Conforme descrito por Zhuang J (2022), o fortalecimento dos músculos respiratórios desempenha um papel fundamental não apenas no controle postural, mas também na melhora do condicionamento cardiorrespiratório em pacientes com DP. A inclusão do treinamento respiratório em protocolos de exercícios na esteira ergométrica tem demonstrado efeitos positivos, como a redução da rigidez muscular e a correção da postura, o que se reflete no equilíbrio e na regularidade dos movimentos. Estes benefícios repercutem nos escores da UPDRS, que avaliam múltiplos aspectos da função motora e não motora, incluindo a fala. Em pacientes com DP, déficits respiratórios podem comprometer a projeção vocal; no entanto, o aumento do volume de inspiração e expiração resultante do fortalecimento muscular respiratório pode melhorar a pressão intratorácica e o fluxo de ar, permitindo uma produção vocal mais forte e clara. Este ganho contribui para a melhoria nos aspectos de comunicação e função motora, avaliados na escala.

Adicionalmente, estudos recentes destacam que intervenções focadas no fortalecimento da musculatura respiratória e na mobilidade torácica, promovem melhorias tanto na postura quanto no equilíbrio, uma vez que a capacidade de manter uma postura mais ereta e alinhada reduz o risco de quedas e a sensação de instabilidade (CHEN X, et al., 2024). Dessa forma, esse quesito avaliado pela escala UPDRS apresentou melhoras no presente estudo, tendo em vista que o protocolo foi eficaz aos pacientes, promovendo assim a maior expansibilidade torácica não só para a mobilidade respiratória, mas também a reabilitação motora e no aumento da funcionalidade em atividades diárias.

Ademais, a melhoria apresentada neste estudo em relação ao IDM nas atividades relacionadas ao equilíbrio, como “a marcha com giro sobre o próprio eixo corporal” e o “passar por obstáculos”, evidenciam o impacto positivo do protocolo na estabilidade e na independência funcional desses pacientes. Esses achados corroboram a importância de exercícios que estimulem o automatismo da marcha, a reaprendizagem e o controle postural na reabilitação do paciente com patologias neurológicas, como a DP, auxiliando na prevenção de quedas e promovendo a autonomia do indivíduo (LUNA NMS, et al., 2020; DANTAS V, et al., 2022). Nesse sentido, o protocolo deste estudo corroborou as evidências da literatura ao destacar a relevância do uso da esteira ergométrica. A prática mostrou-se prazerosa, promovendo o automatismo da marcha, a ativação do sistema límbico e a melhora nos índices de dopamina por aumento na liberação de Cálcio influenciando na estimulação das vesículas contendo este neurotransmissor no terminal pré-sináptico e liberando para a fenda sináptica para maior aderência a membrana pós-sináptica o que facilita maior resposta muscular, potencializando assim os benefícios motores e emocionais dos pacientes.

Em contrapartida, a consistência das médias nas atividades 1, 2, 3 e 8, do IDM, que são menos complexas, sugere uma uniformidade nos resultados, apontando para uma resposta mais padronizada ao protocolo de intervenção. Estudos sobre reabilitação em pacientes com DP indicam que exercícios motores de complexidade variada podem proporcionar respostas diversificadas dependendo do nível de dificuldade da tarefa e da adaptação motora individual. Já a variabilidade observada na atividade 4, que consistia na marcha com movimentos verticais da cabeça, mesmo sem alteração média, destaca o impacto diferencial das intervenções em atividades específicas, reforçando a necessidade de protocolos individualizados para maximizar a funcionalidade motora de cada paciente (GABNER H, et al., 2022).

Diante dessa prerrogativa, a gravidade da doença foi determinada a partir da classificação total dos sintomas dos participantes, avaliada pela escala HY, amplamente utilizada para classificar o avanço do comprometimento neuro motor em doenças degenerativas. A média de 2,2 observados entre os pacientes aponta que este estágio da doença há comprometimento bilateral do equilíbrio, um fator crítico que não apenas aumenta o risco de quedas e limita a mobilidade, mas também interfere na independência e qualidade de vida. Esse dado reforça a urgência de estratégias terapêuticas específicas, focadas em melhorar o controle postural e promover intervenções que otimizem o equilíbrio (AGGARWAL N, et al., 2021).

A relevância da presente pesquisa destaca-se pela aplicação combinada do treinamento muscular respiratório com o treinamento de marcha em esteira ergométrica, uma abordagem ainda pouco padronizada na literatura. A associação entre essas modalidades, conforme demonstrado por estudos recentes Oguz S, et al. (2022), sugere que a combinação pode potencializar os efeitos do treinamento respiratório isolado. Embora esses achados apontem para um aumento significativo da força muscular respiratória, é necessário cautela na interpretação dos resultados, devido ao efeito de aprendizado nos valores de pressão e à variabilidade dos protocolos entre estudos, o que reforça a necessidade de padronização nas diretrizes para potencializar os benefícios do tratamento em pacientes com DP.

Além disso, os resultados apontam para uma melhora nos escores da escala UPDRS entre pacientes submetidos a intervenção combinada, indicando um avanço tanto nos sintomas motores quanto nos não motores. A redução no escore UPDRS reflete um avanço na diminuição dos sintomas debilitantes da doença. Esses achados vão ao encontro das conclusões de Muthukrishnan N, et al. (2019), que ressaltam que abordagens terapêuticas bem direcionadas podem oferecer benefícios clínicos substanciais, especialmente em aspectos de controle motor, mobilidade e equilíbrio. O aprimoramento na avaliação por meio da UPDRS, observada após o protocolo, sugere que a intervenção foi eficaz em abordar limitações funcionais específicas dos pacientes, potencializando a independência destes em suas atividades de vida diária pois a atividade contínua na esteira ergométrica faz com que os pacientes desenvolvam diversos ajustes posturais e adaptações as estratégias motoras e sensoriais que refletem no contexto de suas atividades.

## CONCLUSÃO

Conclui-se, que o protocolo proposto neste estudo resultou em melhorias na força muscular respiratória dos participantes, evidenciada pelo ganho das pressões máximas inspiratórias e expiratórias, bem como melhora na marcha, com conseqüente resposta sobre a UPDRS. Dessa maneira, com os ganhos obtidos no estudo, é possível destacar a importância de mais pesquisas neste tema e uma contínua publicação de novos trabalhos, disponibilizando evidências que tragam novas perspectivas sobre o protocolo, com uma amostra de maior número, para melhores resultados aos indivíduos com DP.

## AGRADECIMENTOS

Reconhecemos com gratidão os pacientes da pesquisa pela disponibilidade e disposição em participar, contribuindo de forma significativa para este estudo. Também expressamos nossa gratidão à Clínica Escola de Fisioterapia do Centro Universitário do Estado do Pará por disponibilizar sua infraestrutura, viabilizando todas as etapas do processo, desde a avaliação inicial, os atendimentos com as intervenções realizadas, até a reavaliação, o que permitiu uma análise enriquecedora para a discussão dos resultados.

---

## REFERÊNCIAS

1. AGGARWAL N, et al. The impact of clinical scales in Parkinson's disease: a systematic review, *The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery*, 2021; 57(174).
2. BAPTISTA R, et al. Idosos com doença de Parkinson: Avaliação do comprometimento e capacidade funcional. *Revista Baiana de Enfermagem*, 2019; 33: e28103.
3. BASTIOLI G, et al. Calcium deregulation in neurodegeneration and neuroinflammation in Parkinson's disease: Role of calcium-storing organelles and sodium-calcium exchanger. *Cells*, 2024; 13(15): e1301.
4. CHEN X, et al. The Role of Calcium and Iron Homeostasis in Parkinson's Disease, *Molecular Mechanism and Pathology of Parkinson's Disease*, 2024; 14(1): e88.
5. DANTAS V, et al. Programa de reabilitação de equilíbrio e marcha em pacientes com doença de Parkinson, *Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba*, 2022; 20(3).
6. DE ARAÚJO FR, et al. Interferência da dupla tarefa no desempenho da marcha em indivíduos com doença de Parkinson, *Revista Pesquisa em Fisioterapia*, 2020; 10(2).
7. DI BIASE L, et al. Gait Analysis in Parkinson's Disease: An Overview of the Most Accurate Markers for Diagnosis and Symptoms Monitoring, *Sensors (Basel, Switzerland)*, 2020; 20(12): e3529.

8. DONGEN VWD, et al. The Effects of Respiratory Training in Parkinson's Disease: A Systematic Review, *Journal of Parkinson's Disease*, 2020; 10(4).
9. ERNST M, et al. Physical exercise for people with Parkinson's disease: A systematic review and network meta-analysis, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2023; 1(1).
10. FRANZONI LT, et al. Effects of treadmill walking training on balance and motor symptoms in Parkinson's disease: A literature review, *Brazilian Journal of Science and Movement*, 2021; 29 (2). GAßNER H, et al. Treadmill training and physiotherapy similarly improve dual task gait performance: A randomized-controlled trial in Parkinson's disease, *Journal of Neural Transmission*, 2022; 129(9).
11. HAFDI M, et al. Multi-domain interventions for the prevention of dementia and cognitive decline, *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2021; 11(11).
12. INZELBERG R, et al. Inspiratory Muscle Training and the Perception of Dyspnea in Parkinson's Disease, *The Canadian journal of neurological sciences*, 2005; 32(2).
13. KANEGUSUKU Hélcio, et al. Effects of resistance training on metabolic and cardiovascular responses to a maximal cardiopulmonary exercise test in Parkinson's disease. *Einstein (São Paulo)*. 2021; 19: eAO5940.
14. KUO YC, et al. Effect of expiratory muscle strength training intervention on the maximum expiratory pressure and quality of life of patients with Parkinson disease. *Neuro Rehabilitation*, 2017; 41(1).
15. LUNA NMS, et al. Efeitos do treinamento em esteira na marcha de idosos com doença de Parkinson: uma revisão da literatura, *Einstein (São Paulo)*, 2020; 18: eRW5233.
16. MATOS LM, et al. Influence of Nordic Walking and Respiratory Muscle Training in Patients with Parkinson: Randomized Clinical Trial, *Health Science Journal*, 2020; 14(1): e0211472.
17. MUTHUKRISHNAN N, et al. Cueing Paradigms to Improve Gait and Posture in Parkinson's Disease: A Narrative Review, *Sensors (Basel)*, 2019; 19(24).
18. OLIVEIRA NO, et al. Análise de qualidade de vida associada à aplicação de protocolo de marcha e equilíbrio em pacientes com Parkinson, *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 2020; 6(7).
19. OGUZ S, et al. Walking training augments the effects of expiratory muscle training in Parkinson's disease, *Acta Neurologica Scandinavica*, 2022; 145(1).
20. POKUSA M, et al. Respiratory Function and Dysfunction in Parkinson-Type Neurodegeneration, *Physiological research*, 2020; 69(Suppl 1).
21. REGNAULT A, et al. Does the MDS-UPDRS provide the precision to assess progression in early Parkinson's disease?, *Journal of Neurology*, 2019; 266(8).
22. RODRÍGUEZ MA, et al. Should respiratory muscle training be part of the treatment of Parkinson's disease? A systematic review of randomized controlled trials, *Clinical Rehabilitation*, 2020; 34(4).
23. SALEEM AF, et al. Respiratory muscle strength training: Treatment and response duration in a patient with early idiopathic Parkinson's disease, *Neuro Rehabilitation*, 2005; 20(4).
24. SILVA TG, et al. Atuação da fisioterapia na doença de Parkinson, *Revista dos Vales*, 2022; 2(2).
25. VAN DE WETERING-VAN DONGEN VA, et al. The Effects of Respiratory Training in Parkinson's Disease: A Systematic Review, *Respiratory Training in Parkinson's Disease*, 2020; 10(4).
26. VASCONCELLOS PRO, et al. Morbidade hospitalar e mortalidade por Doença de Parkinson no Brasil de 2008 a 2020. *Saúde em Debate*, 2023; 47(137).
27. WANG J, et al. O papel da homeostase do cálcio e do ferro na doença de Parkinson. *Ciências do Cérebro*, 2024; 14(1).
28. ZHUANG J, JIA J. Effects of Respiratory Muscle Strength Training on Respiratory-Related Impairments of Parkinson's Disease, *Frontiers in Aging Neuroscience*, 2022; 14.