

## Impacto da utilização de pistas auditivas, visuais e táteis na dupla tarefa na Doença de Parkinson- uma revisão sistemática

### El impacto de la utilización de estimulación audiovisual y táctil en la doble tarea en la enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática

### The impact of auditory, visual and touch cueing on double task performance in Parkinson's Disease – a systematic review

Marlene Rosa, André Pedrosa, Beatriz Magalhães, Laura Nagiller, Domingos Ferreira  
Instituto Politécnico de Leiria

**Resumo.** Objetivo: Caracterizar, através de uma revisão sistemática, a influência de diferentes tipologias de pistas (auditiva, visual, tátil) no desempenho da dupla-tarefa na Doença de Parkinson. Metodologia: A pesquisa primária foi realizada nas bases de dados PubMed, Scopus e Science Direct. Os estudos foram incluídos de acordo com os critérios de elegibilidade: (i) artigos publicados em revistas/jornais científicos; (ii) publicados nos últimos 10 anos; (iii) escritos na língua portuguesa, espanhola e inglesa; (iv) com inclusão de participantes com doença de Parkinson, mesmo que em grupos mistos, mas com dados específicos de desempenho em dupla tarefa; (v) com descrição de intervenção em dupla tarefa. Resultados: 13 artigos foram incluídos nesta revisão sistemática: 5 de boa qualidade, 7 de qualidade razoável, e um de qualidade pobre. Verifica-se maior utilização de pistas visuais, em 6 estudos; 3 estudos com pistas auditivas; 2 com pistas táteis e 2 com pistas audiovisuais. Relativamente à dupla tarefa: 8 estudos realizaram dupla tarefa cognitiva, 2 estudos dupla tarefa motora e 3 efetuaram ambas. Apenas 3 estudos usaram medidas de correlação entre pistas e o desempenho da dupla tarefa. A presente revisão demonstra que as pistas (visuais e motoras) melhoram as características espaciotemporais da marcha na Doença de Parkinson e que a dupla tarefa, por outro lado, representa uma maior exigência no planeamento do movimento. Conclusão: Esta revisão sistemática identificou uma significativa variabilidade nas metodologias usadas. As pistas visuais destacam-se pela sua utilização mais frequente na Doença de Parkinson. De forma geral, a utilização de pistas parece aumentar o desempenho nestes pacientes.

**Palavras-chave:** Doença Neuromuscular; Reabilitação; Terapia pelo Exercício; Retorno; Sensorial

**Abstract.** Objective: To characterize, through a systematic review, the influence of different types of cues (auditory, visual, tactile) on dual-task performance in Parkinson's Disease. Methodology: The primary search was conducted in the PubMed, Scopus and Science Direct databases. The studies were included according to the following eligibility criteria: (i) articles published in scientific journals; (ii) published in the last 10 years; (iii) written in Portuguese, Spanish and English; (iv) with the inclusion of participants with Parkinson's disease, even if in mixed groups, but with specific data on dual-task performance; (v) with a description of a dual-task intervention. Results: 13 articles were included in this systematic review: 5 of good quality, 7 of reasonable quality, and one of poor quality. There was a greater use of visual cues in 6 studies; 3 studies with auditory cues; 2 with tactile cues and 2 with audio-visual cues. Regarding dual tasking: 8 studies performed dual cognitive tasking, 2 performed dual motor tasking, and 3 performed both. Only 3 studies used measures of correlation between cues and dual-task performance. The present review demonstrates that cues (visual and motor) improve the spatiotemporal characteristics of gait in Parkinson's disease and that dual tasking, on the other hand, represents a greater demand in movement planning. Conclusion: This systematic review identified a significant variability in the methodologies used. Visual cues stand out for their more frequent use in Parkinson's Disease. Overall, the use of lanes seems to increase performance

**Key-Words:** Neuromuscular Diseases; Rehabilitation; Exercise Therapy; Feedback; Sensory

**Resumen.** Objetivo: Analizar la evidencia científica sobre la influencia del uso de diferentes recursos (auditivo, visuales, táctiles), durante el desarrollo de una doble tareas, en la Enfermedad de Parkinson. Metodología: La búsqueda primaria se realizó en las bases de datos PubMed, Scopus y Science Direct. Para la inclusión de estudios, se definieron los siguientes criterios de elegibilidad: (i) artículos publicados en revistas científicas/revistas; (ii) publicados en los últimos 10 años; (iii) redactados en portugués, español e inglés; (iv) con la inclusión de participantes con Enfermedad de Parkinson, incluso en grupos mixtos, pero con datos específicos sobre el desempeño de la doble tarea; (v) con descripción de la intervención de doble tarea. Resultados: se incluyeron 13 artículos en esta revisión sistemática: 5 de buena calidad, 7 se consideraron de calidad regular, y uno de mala calidad. Entre los artículos analizados se verificó el uso de pistas: auditivas en 3 estudios, visuales en 6 estudios, audiovisuales en 2 estudios y auditivas y táctiles en 2 estudios. Relativamente a la double tarea: se verificó que 8 han realizado apenas en double tareas cognitivo y solo 1 estudio con double tarea motor, además de 2 estudios donde se realizaron ambos tipos de double tarea. Apenas 3 artículos relacionaron las pistas (visuales e auditivas) directamente con el rendimiento de la doble tarea. Este estudio muestra que las pistas mejoran las características espaciotemporales de la marcha en la Enfermedad de Parkinson y que la doble tarea, por otro lado, impone mayores exigencias en la planificación del movimiento. Conclusión: Esta revisión sistemática identificó variabilidad significativa en las metodologías utilizadas. Las pistas visuales fueron consideradas como las más utilizadas en la intervención de doble tarea. En general, el uso de pistas parece aumentar el rendimiento de la Enfermedad de Parkinson.

**Palabras clave:** Enfermedades Neuromusculares; Rehabilitación; Terapia de ejercicio; Feedback; Sensorial

---

Fecha recepción: 31-07-23. Fecha de aceptación: 09-07-24

Marlene Rosa

marlene.rosa@ipleiria.pt (Instituto Politécnico de Leiria, ciTechCare, Centro de Innovación en Tecnologías y Atención Sanitaria, Politécnico de Leiria)

## Introdução

A Doença de Parkinson (DP) é uma condição neurodegenerativa complexa, cuja incidência tem vindo a aumentar consistentemente ao longo dos últimos anos. De fato, em 2019, a Organização Mundial de Saúde concluiu que existem cerca de 8.5 milhões de utentes com DP, o dobro comparativamente há 25 anos (World Health Organization, 2022). A DP poderá ser causada por mecanismos associados a fatores genéticos e ambientais, à exposição de toxinas ou a mutações genéticas, causando stress oxidativo, disfunção mitocondrial, neuro inflamação ou outros fatores causais da gradual neuro degeneração dos neurónios dopaminérgicos (Dong-Chen et al., 2023).

A DP é caracterizada por sintomas motores e não-motores que provocam elevados níveis de incapacidade. Os primeiros, como a rigidez, a bradicinesia e alterações no padrão de marcha, contribuem, principalmente, para um maior risco de queda, podendo conduzir ao agravamento da qualidade de vida, por perda de autonomia em atividades de locomoção (Fay et al., 2016). Em paralelo, os sintomas não-motores, tais como o declínio cognitivo, a depressão, as perturbações do sono, entre outros, prejudicam a relação interpessoal e a gestão da vida diária (Hayes, 2019; Radder et al., 2020). Existe um progresso diferenciado entre os sintomas motores e não motores, ao longo dos anos. Aparentemente, os sintomas motores conseguem ser mais controlados pelo efeito da medicação, em oposição aos sintomas não motores. Contudo, ao fim de 10 anos de diagnóstico, cerca de 77% dos pacientes revelam baixos indicadores de funcionalidade. Entre três a sete anos depois, as pessoas com DP deixam de apresentar apenas sintomas relacionados à patologia, e passam a apresentar um quadro de dependência (Halli-Tierney et al., 2020).

Como resultado global, ocorre um prejuízo grave do desempenho nas atividades da vida diária (AVDs), contribuindo para um aumento da dependência sobre terceiros e isolamento social, o que afeta a qualidade de vida do indivíduo e dos que o rodeiam, com especial relevo da família próxima e cuidadores (De Freitas et al., 2018; Florin et al., 2023).

As AVDs requerem, frequentemente, o desempenho de uma dupla tarefa (DT). A DT pressupõe a realização de duas tarefas diferentes em simultâneo. A combinação das duas tarefas pode ser muito diferente, como por exemplo, duas tarefas motoras com variações de velocidade, duas tarefas perceptivas, duas tarefas de memória. Todas estas combinações são possíveis e desejáveis em tarefas da vida diárias, como cozinhar ou ir às compras (Rosa et al., 2024; Watanabe & Funahashi, 2018). No desempenho de DT, utentes com DP tendem a adotar inconscientemente a estratégia “postura em primeiro lugar”, dando prioridade ao controlo postural que garante a segurança e o equilíbrio, e evitando a realização de múltiplas tarefas em simultâneo (Teixeira Da Costa et al., 2015; Pereira-Pedro et al., 2023). Mais especificamente, é frequente a ocorrência de episódios de congelamento da marcha (FoG) no início do movimento ou na execução da DT, associados a alterações do padrão de marcha (Conde et al., 2023; Gao, Liu, Tan,

& Chen, 2020; Teixeira Da Costa et al., 2015). As dificuldades em sincronizar os vários estímulos durante uma tarefa podem refletir-se numa diminuição da autonomia do indivíduo e devem ser tidos em conta no processo reabilitativo (De Freitas et al., 2018; Zang et al., 2024).

As pistas externas (estímulos), auditivas, visuais e táteis, são, por vezes, utilizadas na reabilitação, uma vez que substituem o controlo interno no ajuste dos movimentos automáticos e repetitivos (gerados pela depleção de dopamina nos núcleos da base), facilitando o movimento e, portanto, o controlo da marcha e desempenho funcional. Os autores Esculier et al., (2014) implementaram as pistas visuais em diferentes formatos e verificaram o seu efeito nos potenciais musculares evocados dos membros inferiores, com resultados interessantes no uso da imagem motora, da Wii-fit e da imitação. Na revisão conduzida por Ginis et al. (2018) os autores analisam a importância das novas tecnologias na resolução de problemáticas na implementação das pistas em protocolos de reabilitação da pessoa com DP. Em particular, os autores discutem como as tecnologias podem apoiar a escolha da tipologia de pistas, o seu conteúdo ou a dose. No estudo de Rochester et al. (2010) é explorada a retenção das melhorias na aprendizagem motora, revelando o potencial da sua utilização em pessoas com DP com protocolos de apenas 3 semanas de duração. No estudos anteriores, a diversidade de protocolos apresentados é significativa, havendo necessidade de sistematizar a informação e analisar os protocolos com melhor evidência de resultados em pessoas com D, especificamente no que diz respeito ao padrão de marcha (Esculier, Vaudrin, & Tremblay, 2014; Ginis, Nackaerts, Nieuwboer, & Heremans, 2018; Rochester et al., 2010).

Uma vez que o desempenho na DT tem um significativo impacto na qualidade de vida na pessoa com DP, adotar o treino de DT combinado com a utilização de pistas externas pode contribuir significativamente para a qualidade do movimento, incluindo a redução de episódios de congelamento de marcha (FoG), pelo que o enquadramento destas duas componentes na reabilitação da pessoa com DP é cada vez mais preconizado (Baker, Rochester, & Nieuwboer, 2007; Lohnes & Earhart, 2011; Consentino et al., 2023; Russo et al., 2022). Do ponto de vista da aprendizagem motora, a aplicação de pistas em atividades de dupla tarefa permite à pessoa com DP perceber em tempo real e com acesso a feedback aumentado, o seu desempenho. As áreas corticais não afetadas pela DP entram assim em ativação (ex., áreas pré-frontais), auxiliando a aprendizagem (Nieuwboer et al., 2009). No entanto, alguns autores identificam uma necessidade crescente de consolidar informação acerca da utilização de pistas no desempenho da DT, bem como entender os seus efeitos a longo prazo (Ginis et al., 2018; Magdi et al., 2021).

A presente revisão sistemática tem como objetivo caracterizar a influência de cada tipologia de pistas (auditiva, visual, tátil) no desempenho da DT, atendendo à informação disponível na literatura, surgindo a pergunta de

investigação: Qual é a relação entre os tipos de pistas (auditivo, visual, tátil) e o desempenho na dupla-tarefa, na doença de Parkinson?

## Metodologia

### *Critérios de elegibilidade*

Para a inclusão de estudos nesta revisão sistemática foram visados os seguintes critérios: (i) artigos publicados em revistas/jornais científicos; (ii) publicados nos últimos 10 anos; (iii) escritos na língua portuguesa, espanhola e inglesa; (iii) com inclusão de participantes com doença de Parkinson, mesmo que em grupos mistos, mas com dados específicos de desempenho em DT; (iv) com descrição de intervenção em DT. Como critérios de exclusão, foram considerados: (i) estudos não realizados em humanos; (ii) estudos com inclusão de participantes com DP em estadios avançados. Nesta fase, a idade, sexo e estágios da doença não foram tidos em conta.

### *Estratégia de pesquisa*

A presente revisão sistemática tem por base as diretrizes *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) (Page et al., 2020).

A pesquisa primária foi realizada nas bases de dados PubMed, *Scopus* e *Science Direct*, através de palavras-chave relacionadas com Doença de Parkinson e/ou *cueing*, e/ou DT, presentes no título e/ou resumo dos artigos, mais especificamente: *Parkinson Disease*, *cueing*, *dual task*, *rhythmic auditory cues*, *visual feedback*, *visual cues*. De destacar que estas palavras foram combinadas com os operadores booleanos “AND” e “OR”. As palavras foram combinadas das seguintes formas: *Parkinson Disease*, *cueing*, *dual task*, *rhythmic auditory cues*, *visual feedback*, *visual cues*. De ressaltar que estas palavras foram combinadas com operador booleano “AND” e “OR” (“*Parkinson’s Disease AND dual task*”; “*Parkinson’s Disease AND dual task AND cueing*”; “*Parkinson’s Disease AND dual task AND rhythmic auditory cues*”; “*Parkinson’s Disease AND dual task AND visual feedback*”, “*Parkinson’s Disease AND dual task AND visual cues*”, “*Parkinson’s Disease AND dual task AND rhythmic auditory cues AND visual feedback AND visual cues*”; “*Parkinson’s Disease AND dual task AND cueing OR rhythmic auditory cues OR visual feedback OR visual cues*”).

Os autores consideraram ainda a procura de artigos suplementares, no acesso às bases de referências dos estudos selecionados.

Adicionalmente, foram aplicados os seguintes filtros: data da publicação até 10 anos, língua inglesa, portuguesa e espanhola. Foram ainda adicionados os seguintes filtros: *Article title*, *Abstract*, *Keywords*, para a base de dados *Scopus*; e *Researcharticles*, *Physiotherapy*, *Nursing and Health Professions*, para a base de dados *Science Direct*.

Cada base de dados foi consultada pela última vez no dia 11/10/2023.

### *Processo de seleção dos estudos*

Numa primeira fase foram eliminadas manualmente versões duplicadas entre os diversos artigos das bases de dados, e conseqüentemente foi realizada uma validação por título e resumo.

Com base nos critérios de elegibilidade acima descritos, os autores procederam primeiro à revisão dos títulos e resumos dos artigos para inclusão, sendo a principal verificação a utilização de pistas na metodologia e a inclusão de estratégias de DT, na DP. Foram ainda verificados para eliminação os trabalhos em estadios avançados da DP. Em caso de dúvida, procedeu-se-se à revisão do texto completo dos artigos para inclusão na revisão sistemática (Esculier et al., 2014; Isaacson, O’Brien, Lazaro, Ray, & Fluet, 2018).

Os artigos foram analisados individualmente por 2 investigadores.

### *Avaliação da qualidade metodológica dos artigos*

Para avaliação de qualidade metodológica dos estudos, 2 revisores utilizaram o instrumento desenvolvido pela *National Heart, Lung and Blood Institute* (NHLBI), de forma independente. No caso de discordância, recorreu-se a um terceiro revisor (Study Quality Assessment Tools | NHLBI, NIH, 2021).

Este instrumento tem como objetivo avaliar potenciais vieses nos estudos em análise. Após verificação da tipologia de cada artigo em análise, utilizaram-se três *checklists*, nomeadamente, o *Quality Assessment of Controlled Intervention Studies*, *Quality Assessment Tool for Observational Cohort and Cross-Sectional Studies* e *Quality Assessment Tool for Case-Control Studies*, para ensaios clínicos randomizados, estudos de *Cohort*, estudos *cross-sectionals* e estudos caso-controlo, respetivamente. Todas as *checklists* são compostas por itens relativos à avaliação do objetivo de estudo, poder da amostra, descrição do protocolo de avaliação/intervenção, apresentação de resultados, avaliação dos *outcomes measures*, significância estatística, entre outros. Para responder a cada item, foram consideradas as opções, Sim, Não, Não aplicável, Não determinável e Não reportado. Finalmente, a qualidade metodológica dos artigos foi designada através das classificações, Bom, Razoável ou Pobre

De modo a evitar eventuais vieses relativos à avaliação da qualidade dos artigos mediante análise dos revisores, foi avaliada a concordância entre revisores através do cálculo do Kappa de Cohen. Idealmente este valor seria maior que 0,6, indicativo de alta concordância entre revisores (De Raadt, Warrens, Bosker, & Kiers, 2019).

### *Método de síntese da análise do conteúdo dos artigos*

Os dados da amostra dos artigos constam na Tabela 4 através de 6 componentes, nomeadamente: i) tipo de estudo; ii) número da amostra dos sujeitos com DP; iii) número da amostra dos sujeitos saudáveis; iv) média das idades; v) Fase da medicação em que foram testados; vi) estadios segundo a escala de Hoehn & Yahr (H&Y).

A análise do conteúdo dos artigos desta revisão sistemática foi esquematizada através de 9 componentes, nomeadamente: i) Autor (ano); ii) Tipologia do estudo; iii)

Objetivo; iv) Amostra; v) Protocolo de avaliação; vi) Intervenção – Caracterização de pistas; vii) Intervenção – Caracterização da dupla tarefa; viii) Variáveis de estudo; ix) Resultados.

## Resultados

### Seleção de artigos

Nesta revisão sistemática, foram identificados 39 estudos na PUBMED, 54 na *Scopus* e 16 na *Science Direct*, obtendo-se um total de 109 artigos publicados em revistas/jornais científicos, de acordo com os critérios de inclusão acima descritos. De seguida, foram excluídos 57 duplicados. Dos 52 restantes, procedeu-se à leitura do título e resumo, dos quais foram excluídos 37 estudos, restando um total de 15. Procedeu-se à leitura integral e verificação da elegibilidade, com exclusão de 2 estudos, verificando-se um total de 13 estudos incluídos nesta revisão (Figura 1).

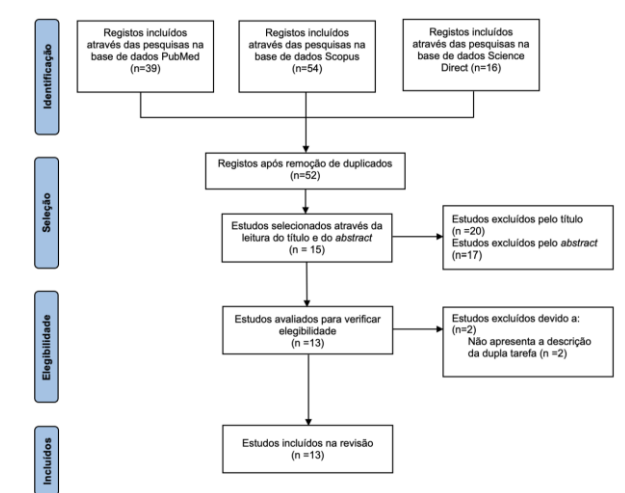


Figura 1. Fluxograma da seleção de artigos

### Qualidade dos artigos

O cálculo do Kappa de Cohen, resultou num valor de  $k= 0,735$ , indicativo de alta concordância entre os revisores. Dos 13 artigos, 7 foram considerados de qualidade razoável (Fino & Mancini, 2020; Gál et al., 2019; Harrison et al., 2017; Pereira et al., 2019; Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015; Yu et al., 2020), 5 de boa qualidade (Harsha Chawla et al., 2014; Kim et al., 2022; Mak et al., 2013; Mancini et al., 2018; Park et al., 2021) e 1 de qualidade pobre (Stuart et al., 2018). De forma geral, verificou-se uma lacuna na descrição de viés dos artigos incluídos, não apresentando dados que os distingam como cegos ou não cegos quanto aos casos/controles nos resultados (Yu et al., 2020; Pieruccini et al., 2014; Pereira et al., 2019; Stuart et al., 2018), e na descrição insuficiente dos sujeitos saudáveis (Tabela 1,2,3). O tamanho da amostra não foi justificado em 7 dos artigos incluídos (Mancini et al., 2018; Harsha et al., 2014; Fino & Mancini, 2020; Yu et al., 2020; Pieruccini et al., 2014; Pereira et al., 2019; Stuart et al., 2018).

Tabela 1.

Avaliação da qualidade dos estudos de coorte prospetivos e cross sectionais pela NHLBI

Critérios	Rochester et al., (2015)	Mancini et al., (2018)	Harsha et al., 2014	Fino & Mancini, 2020	Gál et al., 2019	Mak et al., 2013	Harrison et al., 2017
1. Pergunta de Investigação e objetivos são claros	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
2. A amostra está identificada e descrita?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
3. A participação de membros elegíveis é de, pelo menos, 50%?	Y	Y	Y	Y	NR	NR	NR
4. O recrutamento e seleção foram executados numa população similar? Os critérios de inclusão e exclusão são claros?	Y	Y	Y	CD	Y	Y	Y
5. Foi fornecida uma justificação do tamanho da amostra, descrição do poder ou estimativas de variância e efeito?	Y	N	N	N	NR	Y	NR
6. Para as análises deste artigo, a(s) exposição(ões) de interesse foi(foram) medida(s) antes do(s) resultado(s) ser medido(s)?	N	Y	N	N	N	Y	Y
7. O prazo foi suficiente para que se pudesse razoavelmente esperar uma associação entre exposição e resultado, caso existisse??	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
8.No caso das exposições que podem variar em quantidade ou nível, o estudo examinou diferentes níveis de exposição relacionados com o resultado (por exemplo, categorias de exposição ou exposição medida como variável contínua)?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
9. As medidas de exposição (variáveis independentes) foram claramente definidas, válidas, confiáveis e implementadas de forma consistente em todos os participantes do estudo?	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
10. A(s) exposição(ões) foi(foram) avaliada(s) mais do que uma vez ao longo do tempo?	Y	N	N	Y	N	NA	NA
11. As medidas de desfecho (variáveis dependentes) foram claramente definidas, válidas, confiáveis e implementadas de forma consistente em todos os participantes do estudo?	Y	Y	Y	N	Y	Y	N

12. Os avaliadores dos resultados foram cegos para o estado de exposição dos participantes?	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
13. A perda de seguimento após a linha de base foi de 20% ou menos?	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
14. As principais variáveis potenciais de confusão foram medidas e ajustadas estatisticamente quanto ao seu impacto na relação entre a(s) exposição(ões)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Total	9/14 (Razoável)	8/14 (Bom)	7/14 (Bom)	6/14 (Razoável)	5/14 (Razoável)	8/14 (Bom)	5/14 (Razoável)

Sim (Y), Não (N), Não aplicável (NA), Não determinável (CD) e Não reportado (NR)

Tabela 2.

Avaliação da qualidade dos ensaios clínicos randomizados (controlled intervention studies) pela NHLBI

Critérios	Park & Kim ,	Kim et al.,
	2021	2022
1. O estudo foi descrito como randomizado, um ensaio randomizado ou um ECR?	Y	Y
2. O método de aleatorização foi adequado (ou seja, o uso de atribuição gerada aleatoriamente)?	Y	Y
3. A atribuição de tratamento foi ocultada (de modo que as atribuições não pudessem ser previstas)?	Y	Y
4. Os participantes do estudo e os prestadores de serviços não tinham conhecimento da atribuição do grupo de tratamento?	N	Y
5. As pessoas que avaliaram os resultados foram cegas para os trabalhos de grupo dos participantes?	Y	Y
6. Os grupos eram semelhantes na linha de base em características importantes que poderiam afetar os resultados (por exemplo, demografia, fatores de risco, condições de comorbidade)?	Y	Y
7. A taxa global de abandono do estudo no final foi igual ou inferior a 20% do número atribuído ao tratamento?	N	Y
8. A taxa diferencial de abandono (entre grupos de tratamento) foi igual ou inferior a 15 pontos percentuais?	Y	Y
9. Houve alta adesão aos protocolos de intervenção para cada grupo de tratamento?	Y	Y
10. Outras intervenções foram evitadas ou semelhantes nos grupos (por exemplo, tratamentos de base semelhantes)?	NA	NA
11. Os resultados foram avaliados usando medidas válidas e confiáveis, implementadas de forma consistente em todos os participantes do estudo?	Y	Y
12. Os autores relataram que o tamanho da amostra foi suficientemente grande para ser capaz de detetar uma diferença no desfecho principal entre grupos com pelo menos 80% de poder?	N	Y
13. Os resultados reportados ou os subgrupos analisados foram pré-especificados (ou seja, identificados antes da realização das análises)?	Y	Y
14. Todos os participantes randomizados foram analisados no grupo ao qual foram originalmente atribuídos, ou seja, usaram uma análise de intenção de tratar?	Y	Y
Total	10/14 (Bom)	13/14 (Bom)

Sim (Y), Não (N), Não aplicável (NA), Não determinável (CD) e Não reportado (NR)

Tabela 3.

Avaliação da qualidade dos estudos casos-controlo pela NHLBI

Critérios	Yu et al.,	Pieruccini	Pereira et	Stuart et
	2020	et al., 2014	al., 2019	al., 2018
1. A pergunta ou objetivo da pesquisa neste artigo foi claramente declarado e apropriado?	Y	Y	Y	Y
2. A população do estudo foi claramente especificada e definida?	Y	Y	Y	Y
3. Os autores incluíram uma justificação para o tamanho da amostra?	N	N	N	N
4. Os controlos foram selecionados ou recrutados a partir da mesma população ou de uma população semelhante que deu origem aos casos (incluindo o mesmo período de tempo)?	CD	CD	CD	CD
5. Foram válidas as definições, os critérios de inclusão e exclusão, os algoritmos ou os processos utilizados para identificar ou selecionar casos e controlos?	Y	Y	Y	Y
6. Os casos foram claramente definidos e diferenciados dos controlos?	N	Y	Y	Y
7. Se menos de 100 por cento dos casos e/ou controlos elegíveis foram selecionados para o estudo, os casos e/ou controlos foram selecionados aleatoriamente de entre os elegíveis?	NR	NR	NR	NR
8. Houve utilização de controlos simultâneos?	N	N	N	N
9. Os investigadores conseguiram confirmar que a exposição/risco ocorreu antes do desenvolvimento da condição ou evento que definiu um participante como um caso?	NA	NA	NA	NA
10. As medidas de exposição/risco foram claramente definidas, válidas, fiáveis e implementadas de forma consistente (incluindo o mesmo período de tempo) em todos os participantes no estudo?	N	Y	Y	Y
11. Os avaliadores da exposição/risco foram cegos para o caso ou estado de controlo dos participantes?	NR	NR	NR	NR
12. As principais variáveis potenciais de confusão foram medidas e ajustadas estatisticamente nas análises? Se a correspondência foi usada, os investigadores levaram em conta a correspondência durante a análise do estudo?	N	NA	NA	NA
Total	3/12 (Pobre)	5/12 (Razoável)	5/12 (Razoável)	5/12 (Razoável)

Sim (Y), Não (N), Não aplicável (NA), Não determinável (CD) e Não reportado (NR)

### Descrição da amostra

O número total de participantes nos artigos foi n=545, com n=412 sujeitos com DP e n=133 sujeitos saudáveis. Os artigos Mancini et al., (2018) e Fino & Mancini, (2020) reportaram a participação de diferentes amostras de sujeitos com DP, verificando-se n=47 de sujeitos com FoG e n=39 de sujeitos sem FoG. A idade média dos participantes com DP foi de 66.49 anos e nos sujeitos saudáveis de 65.56 anos. Relativamente à medicação, os sujeitos de 8 artigos

(Harrison et al., 2017; Harsha Chawla et al., 2014; Kim et al., 2022; Mak 2013; Pereira et al., 2019; Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015; Stuart et al., 2018) foram testados em fase *on* da medicação, enquanto apenas 3 artigos (Fino & Mancini, 2020; Mancini et al., 2018; Yu et al., 2020) utilizaram a fase *off*. Dois artigos (Gál et al., 2019; Park et al., 2021) não reportaram a fase de medicação em que os sujeitos foram testados. Sete dos artigos incluídos (Rochester et al., 2015; Park & Kim 2021; Stuart et al.,

2018; Pieruccini et al., 2014; Pereira et al., 2019; Mak et al., 2013; Harrison et al., 2017) apresentam uma amostra num estadio H-Y entre I-III. Apenas um artigo não especificou esta informação (Fino & Mancini, 2020), sendo

que os restantes apresentam estádios entre I-II ou II-IV. Um único artigo apresenta total variação nos estádios (Mancini et al., 2018) (Tabelas 4 e 5).

Tabela 4.

Dados da amostra dos artigos

Estudo	Sujeitos com DP (DP)	Sujeitos saudáveis(SS)	Idade (máxima-mínima) Média e Desvio Padrão	Fase da medicação	EstádiosH&Y
Rochester et al., 2015	n (total) = 60	n (total)= 40	DP: 67.77±7.60 SS: 66.93±10.86	On	I-III
Mancini et al., 2018	n (total) = 43 n (FoG) = 25 n (s/FoG) = 18	Não Aplicável	DP (FoG): 69±7 DP (s/FoG): 70±7	Off	II-IV
Yu et al., 2020	n (total) = 18	n (total)= 18	DP: 64.7±7.1 SS: 64.6 ± 5.7	Off	I-II
Park & Kim, 2021	n (total) = 12 n(experimental)=6 n(controlo) = 6	Não Aplicável	DP (experimental)=61.6 ± 4.9 DP (controlo)= 63.1± 10.1	Não Reportado	II-III
Harsha Chawla et al., 2014	n (total) = 25	Não Aplicável	DP: 57±10.15	On	I-IV
Fino & Mancini, 2020	n (total) = 43 n (FoG) = 22 n (s/FoG) = 21	Não Aplicável	DP: 70±7.3	Off	Não Reportado
Kim et al., 2022	n (total) = 44	Não Aplicável	DP: 68.1±8.1	On	II-IV
Stuart et al., 2018	n (total) = 55	n (total) = 32	DP: 67.93±7.86 SS: 67.03±10.80	On	I-III
Pieruccini et al., 2014	n (total) = 18	n (total) = 15	DP: 71.5±7 SS: 69.5±6	On	I-III
Pereira et al., 2019	n (total) = 15	n (total) = 15	DP: 68.5±5.8 SS: 65.3±6.8	On	I-III
Gál et al., 2019	n (total) = 32	Não Aplicável	DP: 65.4±7.2	Não Reportado	I-IV
Mak et al., 2013	n (total) = 15	n (total) = 13	DP: 63±4.9 SS: 60±7.1	On	I-III
Harrison et al., 2017	n (total) = 23	Não Aplicável	DP: 69.5±7.6	On	II-III
TOTAL	412	133	Média DP = 66.49 Média SS = 65.56	On = 8 Off = 3	

### ***Protocolos com pistas na avaliação da pessoa com DP em tarefa simples e dupla tarefa***

Na tabela 5, encontram-se os dados relativos à utilização de pistas juntamente com a DT.

Nos estudos analisados, quanto à utilização de pistas, é possível dividi-las em 3 tipos: visual, auditivo e tátil. Dentro destes, 3 estudos utilizaram apenas pistas auditivas e 6 utilizaram apenas pistas visuais (Gál et al., 2019; Pereira et al., 2019; Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015; Stuart et al., 2018; Yu et al., 2020). Não foram identificados estudos recorrendo apenas a pistas táteis. Os estudos dos autores Mak et al., (2013) e Kim et al., (2022) analisaram os efeitos das pistas audiovisuais (auditivas e visuais), e os estudos de Mancini et al., (2018) e Fino & Mancini, (2020) recorreram a pistas táteis e auditivas.

Considerando os estudos que utilizaram pistas auditivas, (Harrison et al., 2017; Kim et al., 2022; Mak et al., 2013; Park et al., 2021), os indivíduos ouviram o batimento de um metrónomo, enquanto caminhavam (Fino & Mancini, 2020; Harsha Chawla et al., 2014; Mancini et al., 2018) e um estudo que combinava a atividade de tocar tambor associada ao batimento de um metrónomo (Park et al., 2021). Os autores Mak et al., (2013) descrevem a utilização de pistas auditivas em combinação com pistas visuais, através de batimentos rítmico-auditivos de luz vermelha e verde de semáforos durante a marcha. Verificou-se a aplicação de pistas auditivas nos estudos de Harrison et al. (2017) e Kim et al. (2022) através da música e canto durante

a marcha, no primeiro, e uma pista auditiva na fase de apoio final da marcha, no segundo.

Em relação às pistas visuais, 2 estudos referem a utilização de fitas pretas no chão de modo que cada indivíduo caminhasse por cima destas, e ainda um terceiro estudo utilizou fita fluorescente no chão e nos MI dos indivíduos ou apenas no chão, associando ainda condicionantes sobre a iluminação da sala (Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015; Stuart et al., 2018). No estudo de Kim et al., (2022), o estímulo visual foi fornecido através da projeção de uma mensagem quando o participante atinja uma dada amplitude de flexão da anca, previamente determinada, enquanto realizava marcha. Em Pereira et al., (2019) utilizaram um obstáculo (0.35 m largura x 1.30 m altura) como fonte de feedback visual, que fazia parte de um percurso no qual os participantes caminhavam e contornavam o objeto. No estudo de Yu et al., (2020) foi associado feedback visual na tarefa que envolvia manter a posição horizontal de uma plataforma móvel durante 60 segundos, e na tarefa onde realizaram uma força de precisão utilizando o indicador e polegar direitos. Noutro estudo, foram aplicadas pistas visuais através de 6 padrões, reais ou virtuais, aplicados no chão, pelo que os participantes deveriam caminhar ao longo de 8 metros sobre o padrão escolhido no momento e voltar (Gál et al., 2019). Por fim, um estudo utilizou simultaneamente pistas auditivas e visuais, reproduzidas através da luz (vermelha durante 5 segundos para se preparar para iniciar;

verde, durante o percurso) e som semelhantes (batimentos de 1Hz aquando da luz vermelha, e 13Hz aquando da luz verde) a semáforos reais, enquanto caminham ao longo de 4,6m (Mak et al., 2013).

Quanto às pistas táteis, estas foram aplicadas em 2 estudos, em *closed-loop*, quando um pé entrava em contato com o chão, por via de uma pulseira (Fino & Mancini, 2020; Mancini et al., 2018).

A generalidade dos artigos recorre à marcha, no chão ou numa passadeira (Gál et al., 2019; Mak et al., 2013; Park et al., 2021), como forma de tarefa simples, envolvendo caminhar em frente (Fino & Mancini, 2020; Harsha Chawla et al., 2014; Kim et al., 2022; Mancini et al., 2018; Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015), contornar (Pieruccini-Faria et al., 2014) ou passar por cima de obstáculos ou mudanças de direção (Yu et al., 2020). No estudo de (Mancini et al., 2018), para além da marcha, recorreu-se também à viragem no lugar (360°), à realização de um "8" através do vão de uma porta. Distinguem-se ainda os estudos de Mak et al., (2013) e Park et al., (2021) recorrendo a tarefas de equilíbrio e de controlo de força gerada, ou ainda de tocar instrumentos.

Nos estudos analisados, quanto à intervenção com utilização de pistas na DT, verificou-se que 8 estudos recorreram à realização de apenas DT cognitiva e 2 estudos com apenas DT motora. Três estudos incluíram ambas. Em relação à DT cognitiva, 2 estudos realizaram o teste *Wechsler forward digit span* (Kim et al., 2022; Mancini et al., 2018; Stuart et al., 2018), 1 estudo pediu aos participantes que repetissem o número que ouviam, (Rochester et al., 2015), 2 estudos pediram que contassem o número de vezes que ouviam números previamente escolhidos, (Pereira et al., 2019; Pieruccini-Faria et al., 2014), 4 estudos recorreram à subtração numérica (Gál et al., 2019; Harsha Chawla et al., 2014; Mak et al., 2013; Mancini et al., 2018) e 2 estudos utilizaram letras ou palavras (Fino & Mancini, 2020; Harrison et al., 2017).

Foram registados 4 tipos diferentes de DT motora. Park et al., (2021) recorreu à alternância entre a atividade de tocar tambor e cantar consoante o padrão das pistas auditivas. No estudo de Yu et al., 2020 os indivíduos foram instruídos a manter o ângulo de inclinação da plataforma móvel o mais próximo possível de uma linha alvo, enquanto geravam um pico de força com o indicador e polegar, o mais próximo possível de uma linha alvo. No estudo Kim et al., (2022), os indivíduos executavam o teste de marcha de 10 metros (10mWT) enquanto carregavam dois copos com água. Por fim, no estudo de Harsha Chawla et al., (2014), os indivíduos executavam a marcha com pista auditiva e, simultaneamente, transferiam moedas de um bolso para o outro (DT motora) ou realizavam subtração numérica de 3 em 3 (DT cognitiva).

### **Instrumentos de avaliação e principais resultados**

Na tabela 5 constam igualmente os objetivos, protocolos de avaliação e resultados dos 13 artigos, que foram relacionados com o tipo de pistas associado a cada estudo.

Os estudos que usaram pistas auditivas, revelaram melhorias significativas na marcha em sujeitos com DP. No estudo de Park et al., (2021) o objetivo passou por analisar os efeitos de pistas auditivas no membro superior, demonstrando resultados positivos no controlo motor e na atenção. Harsha Chawla et al., (2014) associou pistas auditivas e DT, verificando melhores resultados na DT cognitiva com pistas, comparando com DT motora com pistas. Para além disto, o estudo de Harrison et al., (2017) teve como intuito perceber o efeito de pistas externas (ouvir música) e internas (cantar alto e cantar mentalmente) na marcha, pelo que as pistas internas apresentaram maiores benefícios em comparação às pistas externas, principalmente quando realizadas mentalmente.

Relativamente aos estudos que usaram pistas visuais, o estudo de Rochester et al., (2015) teve como objetivo perceber a relação entre a visão e cognição na marcha, sob diferentes condições ambientais e pistas visuais, sem reportar resultados em concreto. No estudo de Yu et al., (2020) verificou-se que os mecanismos neurais de feedback postural e força obtiveram efeitos positivos na precisão de força na DT em utentes com DP. Pieruccini-Faria et al., (2014) teve como objetivo compreender as interações entre feedback visual e a DT na marcha, onde a DT associada a uma redução de feedback obteve piores resultados na marcha. Pereira et al., (2019) estudou o efeito da DT cognitiva no número de movimentos oculares rápidos por segundo (*saccade*) na marcha, no qual os sujeitos obtiveram piores resultados, no entanto aumentaram a segurança e estabilidade durante esta. Por fim, o estudo de Gál et al., (2019) teve como objetivo perceber qual o melhor tipo de pistas visuais aplicado em espaços físicos, através de aplicação de azulejos com diferentes padrões, reais ou virtuais, onde se reportou que a aplicação de azulejos virtuais de grandes dimensões foram mais eficazes na marcha. Quanto a Stuart et al., (2018) o objetivo passou por avaliar o efeito de pistas visuais (linhas transversais) em alterações visuais (*saccade*) na marcha, no qual a realização da DT cognitiva obteve melhores resultados quando associado à pista visual.

No que diz respeito aos estudos com pistas audiovisuais, Kim et al., (2022) comparou os efeitos do treino de marcha de Robot Assisted Gait Training (RAGT) com o treino de passadeira (TT) com pistas auditivas (ritmo) e visuais (mensagem projetada) na velocidade da marcha e na DT motora e cognitiva. Neste estudo, verificaram-se resultados positivos na utilização do RAGT na DT quando comparado com o TT. O estudo Mak et al., (2013) investigou se as luzes dos semáforos podem ser utilizadas como pista audiovisual na melhoria do desempenho na DT na DP, pelo que o desempenho melhorou significativamente na marcha com a utilização deste tipo de pistas.

Nos dois estudos com pistas táteis e auditivas, ambos tinham como objetivo perceber o efeito imediato das pistas, em *open-loop* e *closed-loop*, na marcha e mudanças de direção. No caso de Mancini et al., (2018), estas pistas melhoraram significativamente a suavidade das viragens. No caso de Fino & Mancini, (2020), o feedback tátil em *closed-*

loop obteve piores resultados, tal como a utilização da pista tátil juntamente com a pista auditiva em open-loop, que demonstrou um aumento do tempos do passo, quando comparados com o ensaio controlo.

Tabela 5.

Análise descritiva dos estudos incluídos na revisão sistemática

Autor (ano)	Tipologia de estudo	Objetivo	Amostra	Protocolo de Avaliação	Intervenção		Variáveis de estudo	Resultados
					Caracterização pistas	Caracterização dupla tarefa		
Rochester et al., (2015)	Coorte prospetivo	1) Perceber o papel da cognição e visão na marcha, de forma independente 2) Perceber a relação entre cognição e visão (viso-cognição) 3) Perceber o papel da viso-cognição na marcha na DP	Indivíduos com DP (n=60): Idade média: 67,77 H&Y: I-III Fase da medicação: on MoCA $\geq$ 21 Sem alterações auditivas e visuais Autónomos na marcha Sujeitos saudáveis: Idade $\pm$ 66.93 (n=40)	Os indivíduos realizaram marcha sob diferentes condições de atenção (tarefa simples e dupla), e condições ambientais (andar em frente, andar em frente através de uma porta, e virar enquanto atravessa uma porta), com ou sem pistas visuais	Pista visual: linhas transversais de fita preta no chão colocadas a 50cm de distância, pedindo aos indivíduos que passassem por cima das linhas enquanto completam a caminhada.	DT cognitiva: Repetir números referidos enquanto realiza marcha, com base no Wechsler forward digit span realizado anteriormente	1) Frequência de saccade 2) Número de saccade, velocidade, aceleração, amplitude e duração, número de fixação e duração 2) Velocidade, comprimento e duração do passo, tempo de suporte unilateral e bilateral	Não descrito
Mancini et al., 2018	Cross sectional	Investigar fiabilidade de melhorar a viragem e FoG ao aumentar estímulos proprioceptivos na DP Perceber o efeito imediato das pistas, open-loop e closed-loop, na melhoria das características de viragem nas pessoas com DP	Indivíduos com DP c/ FoG (n=25): Idade média: 70 H&Y: II-IV Fase da medicação off Média MoCA: 25,1 MDS-UPDRS parte III: 47,1 PIGD: 8,2 Indivíduos com DP s/ FoG (n=18): Idade média: 69 H&Y: II-IV Fase da medicação: off Média MoCA: 26,2 MDS-UPDRS parte III: 43,6 PIGD: 3,8	Realizar caminhada de dois minutos num corredor de 8 m, rodar no lugar (360° para a direita, 360° para a esquerda) durante 1 minuto, associando dupla tarefa; Realizar um "8" através de uma porta	Pistas closed-loop: vibração sentida no pulso, aquando do contacto do pé com o chão. Pistas open-loop: som proveniente de uma coluna portátil (sincronizar passos com o batimento, o ritmo foi escolhido pelo participante).	DT cognitiva: subtrair de 3 em 3, a partir de um número com 3 dígitos	1) FoG-ratio 2) % de tempo em freezing durante a tarefa 3) número de voltas 4) pico de velocidade média de viragem 5) fluidez das viragens	Os 2 tipos de pistas reduziram FoG na viragem. DT reduziu velocidade de viragem, mas não o número de voltas. Pistas reduziram a velocidade e número de voltas. Os 2 tipos de pistas melhoraram a fluidez de viragem. Pior ensaio base foi associado a melhor benefício das pistas.
Yu et al., (2020)	Estudo caso-controlo	Estudar os mecanismos neurais do feedback de postura e suprapostura visual durante a performance de uma DT posturo-motora	Indivíduos com DP (n=18): Idade média: 64,7 H&Y- II-III MMSE $\leq$ 26 Fase da medicação: off Autónomos a manter a posição de pé Sujeitos-controlo saudáveis (n=18) Idade média: 64.6 Ambos os grupos com visão	Tarefa Postural - manter a posição horizontal da plataforma móvel durante 60 segundos Tarefa Suprapostural - utilizando o dedo indicador direito e o polegar, sem mover a articulação do pulso ou do braço, realizar força equivalente a 50% da	Monitor mostrava movimento da plataforma e força realizada durante os primeiros 10 segundos. No grupo experimental, o monitor mostrava ainda a força realizada após os 10 segundos.	DT motora: Manter o ângulo de inclinação da plataforma o mais próximo possível da linha alvo e gerar um pico de força o mais próximo possível da linha alvo	Inclinação postural (°) Determinismo Postural (%DET) Erro de força (%MVC)	O feedback-força teve um efeito positivo na precisão da força tanto na DP como em indivíduos saudáveis; Efeito benéfico do feedback sobre a postura no equilíbrio não é observado na DP.



			normal/corrigida, destros	contração voluntária máxima (após ouvir um dado som)				
<b>Park &amp; Kim (2021)</b>	Ensaio clínico aleatorizado	Analisar efeitos da utilização das pistas associadas à atividade de tocar tambores no controlo motor e função cognitiva em DP	Indivíduos com DP Idade: 40-60 anos H&Y- II-III K-MMSE > 22 Sem limitações auditivas ou utilização de ortóteses de auxílio na marcha N=12, divididos em 2 grupos de 6	Grupo experimental realizou 12 sessões de 50 minutos, 3 vezes por semana, durante 4 semanas envolvendo atividade de tocar tambores, com adição de pistas auditivas (de forma variável) e dupla tarefa. Grupo controlo realizou sessões de treino de marcha e terapia da fala	Grupo experimental passou por 5 condições: 1) Tocar tambores com pista auditiva regular fornecida por metrônomo 2) Tocar tambores com pista auditiva alternando entre 45 e 105 BPM, de forma previsível 3) Tocar tambores de acordo com ritmo próprio, simultaneamente com batimentos de metrônomo ou música fornecida de forma imprevisível por um piano eletrónico 4) Alternar entre parar e iniciar a atividade de tocar tambores, de acordo com o padrão rítmico fornecido pelo toque de sinos 5) Alternar entre tocar tambores e cantar, de acordo com o padrão da fase 4	DT motora: Alternar entre tocar tambores e cantar de acordo com padrão rítmico fornecido pelo toque de sinos da fase 4	MIDI (avaliar controlo motor) NHPT (avaliar motricidade fina) K-TMT-e (avaliar atenção) KST (avaliar controlo inibitório) Tempo de latência	Aumento do tempo até ao qual os participantes realizavam batimentos de forma regular, sem pista rítmica (45BPM). Aumento do tempo de latência desde início da pista até sincronização do intervalo dos batimentos. Grupo experimental também apresentou melhorias na função cognitiva
<b>Harsha Chawla et al., 2014</b>	Cross sectional	Perceber influência da dupla tarefa na marcha com pistas. Perceber se o tipo de dupla tarefa produz efeitos diferentes na marcha com pistas	Indivíduos com DP Idade: 41-80 anos H&Y: I-IV Fase on da medicação; Autónomos na marcha, sem alterações cognitivas, auditivas ou visuais Nível de educação primária N=25, 18 homens, 7 mulheres	Realizar marcha (10m) com pista auditiva, associando DT motora ou DT cognitiva. Apenas 6 dos 10m foram tidos em conta	Pista auditiva fornecida através de um metrônomo, colocado no pescoço do investigador, que acompanha a marcha do participante	DT motora: Transferência de moedas de bolso para bolso; DT cognitiva: Subtração de números, de 3 em 3, iniciando num número entre 20 e 100 aleatoriamente selecionado pelo examinador;	Velocidade, cadência e comprimento de um ciclo de marcha, número de paragens, custo DT	DT levou a diminuição do comprimento do ciclo de marcha, com aumento da cadência e diminuição da velocidade da marcha e número de paragens, com ênfase na DT cognitiva
<b>Fino &amp; Mancini (2020)</b>	Coorte prospetivo	Perceber se diferentes formas de pistas (open-loop, closed-loop) podem influenciar de forma diferente as 3 fases da marcha em pessoas com DP	Indivíduos com DP Idade média: 70 anos Duração média doença 8,6 anos Fase off da medicação Média do MoCA= 25 Autónomos na marcha, sem alterações cognitivas significativas N=43, 33 homens, 10 mulheres	Cada indivíduo completou 6 vezes um percurso entre duas linhas, separadas por 7,6m, durante 2 minutos, sem ou com pistas associadas	1) Sem pistas (B) 2) Pista auditiva em closed-loop, fornecida por um metrônomo, ajustado de acordo com a preferência do participante (CL) 2) Feedback tátil fornecido no punho em closed-loop (200-300Hz), aquando do contacto com o solo do pé ipsilateral (OL)	DT cognitiva: recitar letras do alfabeto alternadamente (a cada duas) realizada 1 vez por cada condição (1,2,3)	Estabilidade (transferência de peso, fase de balanço inicial, fase de balanço média), velocidade da marcha, comprimento da passada, tempo do passo (variabilidade e assimetria)	A velocidade da marcha diminuiu nos ensaios com pistas (CL e OL) comparado com o ensaio base (B), tanto com ausência como presença de DT. Comprimento da passada diminuiu nos CL e OL comparado com B (sem diferenças entre CL e OL), e na DT comparado com B. Aumento

								do tempo de passo nos ensaios CL e OL comparado com B, aumento do tempo de passo e sua variabilidade na DT comparado com tarefa simples.
<b>Kim et al., 2022</b>	Ensaio clínico aleatorizado	Comparar os efeitos do treino de marcha robot-assistido (RAGT) e o treino de passadeira (TT) na velocidade da marcha, DT na marcha e mudanças na conexão funcional do cérebro em indivíduos com DP	Indivíduos com DP Idade média: 68 anos, Duração média da DP: 108 meses H&Y: II-IV Fase da medicação: on Autónomos na marcha, sem alterações cognitivas N=44, divididos por 2 grupos	Utentes divididos entre grupo com RAGT e grupo com TT 12 sessões de RAGT ou TT, 3x/semana, 4 semanas, 45min com 15min de aquecimento e arrefecimento em ambos os grupos	Durante o RAGT: Pista auditiva no apoio final, para ajudar no ritmo da marcha; Feedback visual dado num ecrã com a mensagem de “bom trabalho” quando dada amplitude de flexão da anca era atingida	DT cognitiva: 10mWT enquanto realiza o <i>Wechsler Forward Digit Span test</i> DT motora: 10mWT enquanto carrega dois copos com água	1) Velocidade da marcha 2) Interferência da DT na marcha, equilíbrio, scores de testes, medo de cair, <i>freezing</i> e mudanças na conexão funcional do cérebro	Na velocidade da marcha e na DT cognitiva não foram notadas diferenças significativas entre RAGT e TT. Contudo, RAGT apresenta melhores resultados na DT motora, no MDS-UPDRS e no BBS quando comparado ao TT. O grupo TT só apresentou melhorias significativas na DT motora
Stuart et al., (2018)	Caso controlo	1) Avaliar o efeito de pista visuais numa frequência saccade na marcha em doentes com DP e adultos mais velhos	Stuart et al., (2018)	Caso controlo	1) Avaliar o efeito de pista visuais numa frequência saccade na marcha em doentes com DP e adultos mais velhos	Stuart et al., (2018)	Caso controlo	1) Avaliar o efeito de pista visuais numa frequência saccade na marcha em doentes com DP e adultos mais velhos
Pieruccini et al., 2014	Estudo caso-controlo	1) Compreender a interação entre o feedback visual e desempenho na DT na marcha;		Pieruccini et al., 2014	Estudo caso-controlo	1) Compreender a interação entre o feedback visual e desempenho na DT na marcha;		Pieruccini et al., 2014
Pereira et al., 2019	Estudo caso-controlo	1) Efeitos DT cognitiva no comportamento do olhar durante a vigília com contorno de obstáculos em pessoas com DP		Pereira et al., 2019	Estudo caso-controlo	1) Efeitos DT cognitiva no comportamento do olhar durante a vigília com contorno de obstáculos em pessoas com DP		Pereira et al., 2019
Gál et al., (2019)	Cross sectional	Perceber que tipo de pistas visuais podem ser facilmente aplicáveis em espaços públicos, para melhorar a marcha em utentes com DP	Indivíduos com DP, Idade média: 67,5 anos Duração média c/ DP: 13 anos;	Gál et al., (2019)	Cross sectional	Perceber que tipo de pistas visuais podem ser facilmente aplicáveis em espaços públicos, para melhorar a marcha em utentes com DP	Indivíduos com DP, Idade média: 67,5 anos Duração média c/ DP: 13 anos;	Gál et al., (2019)
Mak et al.,	Cross	Investigar se as	Indivíduos	Mak et al.,	Cross sectional	Investigar se as luzes	Indivíduos com	Mak et al.,

(2013)	sectional	luzes dos semáforos podem servir de pista audiovisual para melhorar o desempenho na marcha com DT, em pessoas com DP	com DP (n=15)	(2013)	dos semáforos podem servir de pista audiovisual para melhorar o desempenho na marcha com DT, em pessoas com DP	DP (n=15)	(2013)	
Harrison et al., (2017)	Cross sectional	1) Perceber se indivíduos com DP conseguem criar as suas próprias pistas através do canto. 2) Determinar se esta nova técnica pode melhorar a marcha da mesma forma que a utilização de pistas tradicional	Indivíduos com DP Idade média: 69.5 anos	Harrison et al., (2017)	Cross sectional	1) Perceber se indivíduos com DP conseguem criar as suas próprias pistas através do canto. 2) Determinar se esta nova técnica pode melhorar a marcha da mesma forma que a utilização de pistas tradicional	Indivíduos com DP Idade média: 69.5 anos	Harrison et al., (2017)

FoG -Freezing of Gait ; H&Y-escala Hoehn & Yahr KST -Korean Stroop Test; K-MMSE -Korean Mini Mental State Examination; K-TMT-e -Korean trail making test for the elderly; MIDI -Musical Instrument Digital Interface; MoCA -Montreal Cognitive Assessment; MDS-UPDRS Part III: Motor Section (III) of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale NHPT -Nine Hole Peg Test; ; PIGD: Posture Instability and Gait Disability subscore; sig -significativamente; Saccade -número de movimentos oculares rápidos por segundo;

## Discussão

O objetivo desta revisão sistemática foi caracterizar a influência da intervenção através da utilização de pistas auditivas, visuais e táteis no desempenho da dupla-tarefa, na DP, através da análise de 13 artigos incluídos. Considerando os artigos analisados, a grande maioria foi considerada de qualidade razoável (Fino & Mancini, 2020; Gál et al., 2019; Harrison et al., 2017; Pereira et al., 2019; Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015; Yu et al., 2020), apresentando algumas limitações a nível da descrição das metodologias aplicadas. Em específico, foi perceptível uma fragilidade na descrição de viés dos artigos incluídos e na descrição pormenorizada dos sujeitos saudáveis, para além de amostras pouco representativas (N mínimo=15 participantes; N máximo=60 participantes).

Dos 13 estudos incluídos, foi identificada uma variabilidade significativa nos protocolos de avaliação em dupla tarefa em pacientes com DP. A natureza das pistas incluídas, assim como a sua combinação e as dimensões sujeitas a avaliação foram consideravelmente diferentes entre si. Assim, pode-se considerar emergente o desenvolvimento de linhas orientadoras para o estudo da prescrição da DT na funcionalidade do DP, recorrendo a áreas prioritárias na segurança e independência do paciente. A marcha e o estudo das interferências das pistas no padrão motor e no equilíbrio são considerados por diferentes autores áreas fundamentais de futura investigação (Strouwen et al., 2015).

Ainda em relação aos artigos incluídos, a implementação dos protocolos de avaliação decorreu maioritariamente em fase *on* da medicação (8 dos 13 estudos incluídos). A distinção da fase da medicação é um aspeto de alta relevância que pode conduzir a enviesamento dos resultados, visto que afeta o desempenho da pessoa, estando associado a

incapacidade funcional, incluindo sintomas motores e não motores (Armstrong & Okun, 2020). Deste modo, não existe um entendimento do efeito da utilização de pistas no estado *off* da medicação nestes estudos, estado em que os utentes estarão mais vulneráveis, e no qual seria importante entender o impacto deste tipo de intervenção em estudo. Este fator, em conjunto com o reduzido poder da amostra, são limitações a ter em conta na análise dos resultados.

Relativamente à natureza das pistas, foi possível entender que o feedback visual é o tipo de pistas mais utilizado na intervenção na DP, sendo utilizado em 6 dos 13 artigos (Gál et al., 2019; Kim et al., 2022; Pereira et al., 2019; Pieruccini-Faria et al., 2014; Rochester et al., 2015; Yu et al., 2020). Através dos resultados de Pereira et al., (2019) e Pieruccini-Faria et al., (2014), é possível entender que a ausência do feedback visual, contribui para um pior desempenho da DT na marcha, na DP. Assim, importa compreender qual a base científica para a utilização do feedback visual como *trigger* para o desempenho motor, explorando nomeadamente a sua relação com o processamento neuronal. Em conformidade, os autores Shafer et al., (2019) desenvolveram um estudo para compreender com mais profundidade o efeito do feedback visual no desempenho motor, na complexidade motora e no processamento sensoriomotor, utilizando o sinal de eletroencefalografia em jovens adultos saudáveis. Os resultados demonstram que o feedback visual aumenta o aporte de informação disponível para o sistema nervoso central gerar e adaptar novos planos motores, ocorrendo níveis muito satisfatórios de integração sensoriomotora. A integração sensoriomotora é determinante na compensação de sistemas neuronais modificados, como acontece especificamente no funcionamento dos núcleos da base em pessoas com DP (Shafer et al., 2019).

Por outro lado, as pistas auditivas parecem contribuir

para um aumento do desempenho na DT, com maior ênfase na DT motora comparativamente à cognitiva, na pessoa com DP. De facto, segundo o estudo de Schaefer et al., (2014), o movimento aliado a estímulos rítmicos auditivos, está associado a melhor conectividade entre o sistema auditivo e motor a nível cerebral, potencialmente facilitando o movimento. Adicionalmente, este ainda sugere que o sucesso da implementação deste tipo de estratégias poderá depender do tipo de movimento executado, pressupondo diferentes resultados para diferentes tarefas (Shaefer et al., 2014).

Considerando os estudos incluídos, apenas Kim et al., (2022), Pereira et al., (2019) e Pieruccini-Faria et al., (2014) procuram explorar a relação das pistas com o desempenho da DT, evidenciando-se uma lacuna na literatura disponível. É também notável uma inconsistência nos resultados da inclusão de pistas e da sua influência no desempenho da DT. Contudo, em alguns estudos, foi perceptível o benefício da utilização das pistas na DP, incluindo melhorias nas características espaciotemporais da marcha (Muñoz-Hellín, Cano-de-la-Cuerda, & Miangolarra-Page, 2013; Rocha, Porfirio, Ferraz, & Trevisani, 2014; Harrison et al., 2017). De facto, os padrões espaciotemporais têm uma importância fundamental na funcionalidade e segurança da marcha em pessoas idosas, sobretudo naquelas com maiores níveis de fragilidade, como pode ser o caso da pessoa com DP. De acordo com um estudo conduzido por Kilby et al., (2014) é frequente o sistema espaciotemporal permanecer em estado de caos na DP, necessitando de regulação constante, principalmente em pessoas com patologia associada. Por outro lado, esta regulação pode permitir outros ganhos funcionais, nomeadamente no que diz respeito à melhoria da estabilidade postural (Kilby et al., 2014).

Na análise das metodologias usadas para implementar as pistas durante a DT em pessoas com DP, é possível compreender o uso diversificado de equipamentos (alguns de elevada complexidade tecnológica e de difícil implementação em contexto clínico), assim como diferentes formatos, alguns mais semelhantes aos contextos das rotinas diárias das pessoas com DP. Neste sentido, é importante destacar o estudo de Mak et al., (2013) que reporta uma perspetiva muito promissora, implementando pistas numa situação vulgar do dia-a-dia, neste. Em específico, estes autores utilizam um sistema de semáforos como pistas, verificando resultados positivos nas características espaço-temporais da marcha (Mak et al., 2013). A utilização destes sistemas poderá ter uma implicação direta e útil no desenvolvimento de outros equipamentos inspirados nesta utilização, com impacto na participação da pessoa com DP na sociedade, principalmente nos estádios iniciais da doença. Outros estudos recentes (Gini et al., 2018; Zoetewei et al., 2021) têm demonstrado a preocupação em equipamentos promotores de pistas, fáceis e simples de usar e de aplicabilidade em contextos comunitários.

Considerando o potencial na inclusão de pistas durante

o desempenho motor na DP, assim como a importância provável para a sua funcionalidade, importa resumir algumas incertezas encontradas na presente revisão sistemática da literatura, assim como linhas de orientação para futura investigação: (i) é emergente compreender o efeito de pistas nos diferentes estádios de DP, procurando desenhar estudos com clusters significativos de amostra, de acordo com este critério; (ii) futuras linhas de investigação devem procurar caracterizar o seu efeito em processos de recuperação multidisciplinar a longo prazo, por exemplo através da realização de estudos inseridos num contexto em comunidade num período de tempo superior a 6 meses; (iii) na definição de critérios de reabilitação neste contexto, é importante comparar o seu efeito entre condições *on* e *off* de medicação (iv) o cuidado interdisciplinar e personalizado deve ser o modelo de base para a introdução das pistas, sendo fundamental desenvolver modelos de prescrição adequados nesta temática.

Apesar da variabilidade nos resultados obtidos nesta sistematização do conhecimento, existem algumas orientações para a prática da reabilitação na DP, nomeadamente:

(i) a ausência do feedback visual, pode contribuir para um pior desempenho da DT na marcha, na DP;

(ii) as pistas auditivas parecem contribuir para um aumento do desempenho na DT, com maior ênfase na DT motora;

(iii) a inclusão de pistas pode interferir positivamente com os parâmetros espaciotemporais, com impacto para a estabilidade postural;

(iv) a inclusão de pistas pode ter benefícios diferenciados, em relação ao tempo de efeito de medicação e ao estádio da doença.

## Conclusão

Dos 13 estudos incluídos, foi identificada uma variabilidade significativa nos protocolos de avaliação em dupla tarefa em pacientes com DP, incluindo diferentes tipologias de pistas, ou diferentes combinações entre elas, mas também existiu variabilidade na dimensão avaliada (membro superior, membro inferior, marcha) e nas tipologias de dupla tarefa (cognitiva, motora). Esta variabilidade dificulta uma resposta efetiva e concreta ao objetivo desta revisão sistemática. Contudo, foi possível concluir que as pistas visuais são as mais utilizadas na intervenção na DP, sendo que de forma geral, a utilização de pistas parece aumentar o desempenho na DT. Do ponto de vista dos processos de reabilitação direcionados a estas pessoas, é fundamental continuar a desenvolver estudos neste tópico, privilegiando metodologias consensuais e interferência de aspetos como estádios de evolução, efeitos da medicação, entre outros.

## Agradecimentos

Agradecemos ao ciTechCare, Centro de Innovación en

Tecnologías y Atención Sanitaria, Politécnico de Leiria por permitir esta investigação.

### Conflito de Interesses

Os autores não referem nenhum conflito de interesses.

### Referências

- Armstrong, M. J., & Okun, M. S. (2020). Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease: A Review. *JAMA*, 323(6), 548–560. <https://doi.org/10.1001/JAMA.2019.22360>
- Baker, K., Rochester, L., & Nieuwboer, A. (2007). The Immediate Effect of Attentional, Auditory, and a Combined Cue Strategy on Gait During Single and Dual Tasks in Parkinson's Disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(12), 1593–1600. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.07.026>
- Conde, C. I., Lang, C., Baumann, C. R., Easthope, C. A., Taylor, W. R., & Ravi, D. K. (2023). Triggers for freezing of gait in individuals with Parkinson's disease: a systematic review. *Frontiers in Neurology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1326300>
- Cosentino, C., Putzolu, M., Mezzarobba, S., Cecchella, M., Innocenti, T., Bonassi, G., Botta, A., Lagravinese, G., Avanzino, L., & Pelosin, E. (2023). One cue does not fit all: A systematic review with meta-analysis of the effectiveness of cueing on freezing of gait in Parkinson's disease. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 150, 105189. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105189>
- De Freitas, T. B., Leite, P. H. W., Doná, F., Pompeu, J. E., Swarowsky, A., & Torriani-Pasin, C. (2018). *The effects of dual task gait and balance training in Parkinson's disease: a systematic review*. 36(10), 1088–1096. <https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1551455>
- De Raadt, A., Warrens, M. J., Bosker, R. J., & Kiers, H. A. L. (2019). Kappa Coefficients for Missing Data. *Educational and Psychological Measurement*, 79(3), 558–576. <https://doi.org/10.1177/0013164418823249>
- Dong-Chen, X., Yong, C., Yang, X. et al. Signaling pathways in Parkinson's disease: molecular mechanisms and therapeutic interventions (2023). *Sig Transduct Target Ther* 8, 73. <https://doi.org/10.1038/s41392-023-01353-3>
- Esculier, J. F., Vaudrin, J., & Tremblay, L. E. (2014). Corticomotor Excitability in Parkinson's Disease During Observation, Imagery and Imitation of Action: Effects of Rehabilitation Using Wii Fit and Comparison to Healthy Controls. *Journal of Parkinson's Disease*, 4(1), 67–75. <https://doi.org/10.3233/JPD-130212>
- Fay B. Horak, M. M., Patricia Carlson-K, John G. N., Arash S. (2016), Balance and Gait Represent Independent Domains of Mobility in Parkinson Disease, *Physical Therapy*, 96(9), 1364–1371, <https://doi.org/10.2522/ptj.20150580>
- Fino, P. C., & Mancini, M. (2020). Phase-dependent Effects of Closed-Loop Tactile Feedback on Gait Stability in Parkinson's disease. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering: A Publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 28(7), 1636. <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2020.2997283>
- Florijn, B.W., Kloppenborg, R., Kaptein, A.A. et al. (2023) Narrative medicine pinpoints loss of autonomy and stigma in Parkinson's disease. *NPJ Parkinsons Dis*. 1; 9 (1), 152. <https://doi.org/10.1038/s41531-023-00593-y>
- Gál, O., Poláková, K., Hoskovcová, M., Tomandl, J., Čapek, V., Berka, R., ... Růžička, E. (2019). Pavement patterns can be designed to improve gait in Parkinson's disease patients. *Movement Disorders*, 34(12), 1831–1838. <https://doi.org/10.1002/mds.27831>
- Gao, C., Liu, J., Tan, Y., & Chen, S. (2020, April 15). Freezing of gait in Parkinson's disease: Pathophysiology, risk factors and treatments. *Translational Neurodegeneration*, Vol. 9. BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s40035-020-00191-5>
- Ginis, P., Nackaerts, E., Nieuwboer, A., & Heremans, E. (2018). Cueing for people with Parkinson's disease with freezing of gait: A narrative review of the state-of-the-art and novel perspectives. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(6), 407–413. <https://doi.org/10.1016/J.REHAB.2017.08.002>
- Harrison, E. C., McNeely, M. E., & Earhart, G. M. (2017). The feasibility of singing to improve gait in Parkinson disease. *Gait & Posture*, 53, 224. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2017.02.008>
- Harsha Chawla, Shefali Walia, Madhuri Behari, & Majumi M. Noohu. (2014). Effect of type of secondary task on cued gait on people with idiopathic Parkinson's disease. *J Neurosci Rural Pract*, 5. <https://doi.org/doi:10.4103/0976-3147.127865>
- Hayes, M. T. (2019). Parkinson's Disease and Parkinsonism. *American Journal of Medicine*, 132(7), 802–807. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2019.03.001>
- Halli-Tierney AD, Luker J, Carroll DG (2020). Parkinson Disease. *Am Fam Physician*. 1;102(11):679-691. PMID: 33252908.
- Isaacson, S., O'brien, A., Lazaro, J. D., Ray, A., & Fluet, G. (2018). The JFK BIG study: the impact of LSVT BIG® on dual task walking and mobility in persons with Parkinson's disease. *J Phys Ther Sci*, 30. <https://doi.org/doi:10.1589/jpts.30.636>
- Kilby, M. C., Slobounov, S. M., & Newell, K. M. (2014). Postural Instability Detection: Aging and the Complexity of Spatial-Temporal Distributional Patterns for Virtually Contacting the Stability Boundary in Human Stance. *PLOS ONE*, 9(10), e108905. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0108905>
- Kim, H., Kim, E., Yun, S. J., Kang, M. G., Shin, H. I., Oh, B. M., & Seo, H. G. (2022). Robot-assisted gait

- training with auditory and visual cues in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 65(3). <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2021.101620>
- Lohnes, C. A., & Earhart, G. M. (2011). The impact of attentional, auditory, and combined cues on walking during single and cognitive dual tasks in Parkinson disease. *Gait and Posture*, 33(3), 478–483. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2010.12.029>
- Magdi, A., Sayed Ahmed, A. M., Elsayed, E., Ahmad, R., Ramakrishnan, S., & Gabor, M. G. (2021). Effects of cueing techniques on gait, gait-related mobility, and functional activities in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy Reviews*, 26(3), 188–201. <https://doi.org/10.1080/10833196.2021.1908728>
- Mak MK, Yu L, Hui-Chan CW. The immediate effect of a novel audio-visual cueing strategy (simulated traffic lights) on dual-task walking in people with Parkinson's disease. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2013 Apr;49(2):153–9. Epub 2013 Mar 13. PMID: 23480976.
- Mancini, M., Smulders, K., Harker, G., Stuart, S., & Nutt, J. G. (2018). Assessment of the ability of open and closed-loop cueing to improve turning and freezing in people with Parkinson's disease. *Scientific Reports 2018* 8:1, 8(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31156-4>
- Muñoz-Hellín, E., Cano-de-la-Cuerda, R., & Miangolarra-Page, J. C. (2013). Visual cues as a therapeutic tool in Parkinson's disease. A systematic review. *Revista Espanola de Geriatria y Gerontologia*, 48(4), 190–197. <https://doi.org/10.1016/J.REGG.2013.03.002>
- Nieuwboer, A., Rochester, L., Müncks, L.; Swinnen, S. P. (2009). Motor learning in Parkinson's disease: limitations and potential for rehabilitation. *Parkinsonism; Related Disorders* 15, S53–S58. [https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(09\)70781-3](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(09)70781-3)
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas *Rev Panam Salud Publica*. 2022 Dec 30;46:e112. Portuguese. doi: 10.26633/RPSP.2022.112. PMID: 36601438; PMCID: PMC9798848.
- Park, J.-K., Kim, S. J., Hernandez, E., & Mahoney, J. R. (2021). Dual-Task-Based Drum Playing with Rhythmic Cueing on Motor and Attention Control in Patients with Parkinson's Disease: A Preliminary Randomized Study. *Int J Environ Res Public Health*, 18. <https://doi.org/10.3390/ijerph>
- Pereira, V. A. I., Polastri, P. F., Simieli, L., Rietdyk, S., Itikawa Imaizumi, L. F., Moretto, G. F., ... Barbieri, F. A. (2019). Parkinson's patients delay fixations when circumventing an obstacle and performing a dual cognitive task. *Gait & Posture*, 73, 291–298. <https://doi.org/10.1016/J.GAITPOST.2019.07.375>
- Pereira-Pedro, K. P., Machado de Oliveira, I., Cancela Carral, J. M., & Mollinedo Cardalda, I. (2023). Efectos de la terapia de movimiento MOTomed® sobre la función motora y los principales síntomas de pacientes con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática (Effects of MOTomed® movement therapy on the motor function and main symptoms of patients with Parkinson's disease: a systematic review). *Retos*, 47, 249–257. <https://doi.org/10.47197/retos.v47.93936>
- Pieruccini-Faria, F., Ehgoetz Martens, K. A., Silveira, C. R. A., Jones, J. A., & Almeida, Q. J. (2014). Interactions between cognitive and sensory load while planning and controlling complex gait adaptations in Parkinson's disease. *BMC Neurology*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/S12883-014-0250-8>
- Radder, D. L. M., Lígia Silva de Lima, A., Domingos, J., Keus, S. H. J., van Nimwegen, M., Bloem, B. R., & de Vries, N. M. (2020). Physiotherapy in Parkinson's Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 34(10), 871. <https://doi.org/10.1177/1545968320952799>
- Rocha, P. A., Porfírio, G. M., Ferraz, H. B., & Trevisani, V. F. M. (2014). Effects of external cues on gait parameters of Parkinson's disease patients: a systematic review. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, 124, 127–134. <https://doi.org/10.1016/J.CLINEURO.2014.06.026>
- Rochester, L., Baker, K., Hetherington, V., Jones, D., Willems, A. M., Kwakkel, G., ... Nieuwboer, A. (2010). Evidence for motor learning in Parkinson's disease: Acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmic cues. *Brain Research*, 1319, 103–111. <https://doi.org/10.1016/J.BRAINRES.2010.01.001>
- Rochester, L., Stuart, S., Galna, B., & Lord, S. (2015). A protocol to examine vision and gait in Parkinson's disease: impact of cognition and response to visual cues. *F1000Research*, 4. <https://doi.org/10.12688/F1000RESEARCH.7320.2>
- Rosa, M., Lopes, S., Silva, E., & Martins, N. (2024). El juego analógico como sistema de optimización en la evaluación de tareas duales en personas equilibradas – un estudio exploratorio (The Analog Game as an Optimization System in the Evaluation of Dual Task Performance in Elderly People - An Exploratory Study). *Retos*, 51, 856–863. <https://doi.org/10.47197/retos.v51.101271>
- Russo, Y., Stuart, S., Silva-Batista, C., Brumbach, B., Vannozzi, G., & Mancini, M. (2022). Does visual cueing improve gait initiation in people with Parkinson's disease? *Human Movement Science*, 84, 102970.

- <https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.102970>
- Schaefer, R. S. (2014). Auditory rhythmic cueing in movement rehabilitation: Findings and possible mechanisms. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 369. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0402>
- Shafer, R. L., Solomon, E. M., Newell, K. M., Lewis, M. H., & Bodfish, J. W. (2019). Visual feedback during motor performance is associated with increased complexity and adaptability of motor and neural output. *Behavioural Brain Research*, 376, 112214. <https://doi.org/10.1016/J.BBR.2019.112214>
- Strouwen, C., Molenaar, E. A., Múnks, L., Keus, S. H., Bloem, B. R., Rochester, L.; Nieuwboer, A. (2015). Dual tasking in Parkinson's disease: should we train hazardous behavior? Review of Neurotherapeutics 15(9), 1031–1039. <https://doi.org/10.1586/14737175.2015.1077116>
- Stuart, S., Lord, S., Galna, B., & Rochester, L. (2018). Saccade frequency response to visual cues during gait in Parkinson's disease: the selective role of attention. *European Journal of Neuroscience*, 47(7), 769–778. <https://doi.org/10.1111/EJN.13864>
- Study Quality Assessment Tools | NHLBI, NIH. (2021). Retrieved June 23, 2023, from <https://www.nhlbi.nih.gov/health-topics/study-quality-assessment-tools>
- Teixeira Da Costa, T., Josefa, C., Malta, M., Lorena, D., Santos De Almeida, R., Keus, S., ... Nieuwboer, A. (2015). *Versão em Português da Diretriz Europeia de Fisioterapia para a Doença de Parkinson Desenvolvida por vinte associações profissionais europeias e adaptada para Português Europeu e do Brasil*.
- Watanabe, K., & Funahashi, S. (2018). Toward an understanding of the neural mechanisms underlying dual-task performance: Contribution of comparative approaches using animal models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 84, 12–28. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.08.008>
- World Health Organization. (2022). Parkinson disease: A public health approach. *World Health Organization*, 291.
- Yu, S. H., Wu, R. M., & Huang, C. Y. (2020). Attentional Resource Associated With Visual Feedback on a Postural Dual Task in Parkinson's Disease. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 34(10), 891–903. <https://doi.org/10.1177/1545968320948071>
- Zhang, T., Yao, L., Li, T., Tian, H., & Song, G. (2024). The Levels and Associated Factors for Participation and Autonomy Among People with Parkinson's Disease: A Cross-Sectional Study. *Psychology Research and Behavior Management*, 17, 1045–1055. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S448240>
- Zoetewei, D., Herman, T., Brozgot, M., Ginis, P., Thumm, P. C., Ceulemans, E., ... Hausdorff, J. M. (2021). Protocol for the DeFOG trial: A randomized controlled trial on the effects of smartphone-based, on-demand cueing for freezing of gait in Parkinson's disease. *Contemporary Clinical Trials Communications*, 24, 100817. <https://doi.org/10.1016/J.CONCTC.2021.100817>

#### Datos de los/as autores/as:

Marlene Rosa	<a href="mailto:marlene.rosa@ipleiria.pt">marlene.rosa@ipleiria.pt</a>	Autor/a
André Pedrosa	<a href="mailto:a5190536@my.ipleiria.pt">a5190536@my.ipleiria.pt</a>	Autor/a
Beatriz Magalhães	<a href="mailto:5190548@my.ipleiria.pt">5190548@my.ipleiria.pt</a>	Autor/a
Laura Nagiller	<a href="mailto:5190538@my.ipleiria.pt">5190538@my.ipleiria.pt</a>	Autor/a
Domingos Ferreira	<a href="mailto:5190566@my.ipleiria.pt">5190566@my.ipleiria.pt</a>	Autor/a