

# Metrônomo ou Groove: a Musicoterapia e o uso do RAS no tratamento do Parkinson

*Metronome or Groove: music therapy and the use of RAS in the treatment of Parkinson's*

*Metrónomo o Groove: musicoterapia y el uso de RAS en el tratamiento del Parkinson*

Carlos Henrique Vieira Peixoto<sup>1</sup>, Rita de Cássia dos Reis Moura<sup>2</sup>

1. Musicoterapeuta e Educador Musical, Especialista em Musicoterapia Aplicada, Departamento de Música, Faculdade Santa Marcelina. São Paulo-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-003-2677-5293>

2. Doutora. Coordenadora e Professora do curso de Pós-Graduação em Musicoterapia Aplicada, Departamento de Música, Faculdade Santa Marcelina. São Paulo-SP, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0150-7586>

## Resumo

**Introdução.** A Doença de Parkinson (DP) consiste numa redução de células dopamínérgicas na substância negra dos núcleos da base, que causa disfunções motoras e cognitivas. A utilização de RAS (*Rhythmic auditory stimulation*) tem apresentado inúmeros resultados e é muito promissora. **Objetivo.** Investigar a diferença na utilização da técnica de RAS com música e RAS com metrônomo no tratamento da DP. **Método.** Foi realizado levantamento de literatura nacional e internacional em publicações encontradas nas bases de dados Pubmed, Bireme, Google comparando protocolos de intervenções utilizando RAS em pessoas com DP. **Resultados.** Dos 19 artigos encontrados, três foram excluídos por serem repetidos, três foram excluídos por não tratarem de musicoterapia como foco de tratamento, e 13 foram utilizados para análise. **Conclusão.** O RAS com metrônomo bem como o RAS com groove (música) são eficazes no tratamento da DP, contudo a música possui o benefício adicional de melhorar o prazer do paciente e a adesão ao protocolo RAS.

**Unitermos.** Musicoterapia; doença de Parkinson; RAS; estimulação auditiva rítmica; groove

## Abstract

**Introduction.** Parkinson's Disease (PD) consists of a reduction of dopaminergic cells in the substantia nigra of the basal ganglia, which causes motor and cognitive dysfunctions. The use of RAS (rhythmic auditory stimulation) has shown varied results and is very promising.

**Objective.** To investigate the difference in the use of the RAS technique with music and RAS with a metronome in the treatment of PD. **Method.** A revision of national and international literature was carried out in publications found in the Pubmed, Bireme, Google databases, comparing intervention protocols using RAS in people with PD. **Results.** Of the 19 articles found, three were excluded because they were repeated, three were excluded because they did not deal with music therapy as a treatment focus, and 13 were used for analysis.

**Conclusion.** RAS with metronome as well as RAS with groove (music) are effective in the treatment of PD, but music has the added benefit of improving patient enjoyment and adherence to the RAS protocol.

**Keywords.** Music therapy; Parkinson's disease; rhythmic auditory stimulation; groove

## Resumen

**Introducción.** La enfermedad de Parkinson (EP) consiste en una reducción de las células dopamínergicas en la sustancia negra de los ganglios basales, lo que provoca disfunciones motoras y cognitivas. El uso de RAS (estimulación auditiva rítmica) ha mostrado resultados variados y es muy prometedor. **Objetivo.** Investigar la diferencia en el uso de la técnica RAS con música y RAS con metrónomo en el tratamiento de la EP. **Método.** Se realizó un levantamiento de la literatura nacional e internacional en publicaciones encontradas en las

bases de datos Pubmed, Bireme, Google, comparando protocolos de intervención mediante RAS en personas con EP. **Resultados.** De los 19 artículos encontrados, 3 fueron excluidos por ser repetidos, 3 fueron excluidos por no tratar la musicoterapia como foco de tratamiento y 13 fueron utilizados para análisis. **Conclusión.** RAS con metrónomo, así como RAS con *groove* (música), son efectivos en el tratamiento de la EP, pero la música tiene el beneficio adicional de mejorar el disfrute del paciente y la adherencia al protocolo RAS.

**Palabras clave.** Musicoterapia; enfermedad de Parkinson; estimulación auditiva rítmica; groove

---

Trabalho realizado na Faculdade Santa Marcelina. São Paulo-SP, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 01/12/2023

Aceito em: 17/07/2024

Endereço de correspondência: Rita CR Moura. R. Emílio Ribas 89. Perdizes. São Paulo-SP, Brasil. Email: [rita.moura@santamarcelina.edu.br](mailto:rita.moura@santamarcelina.edu.br)

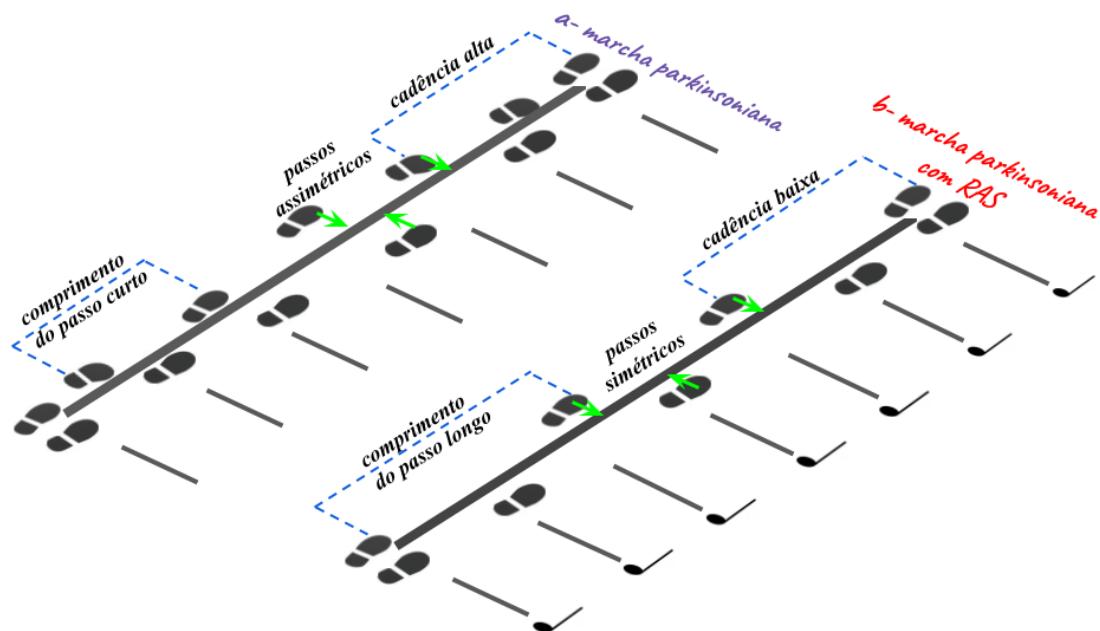
---

## INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP), transtorno neurodegenerativo caracterizada por uma perda progressiva de células dopaminérgicas, acomete preferencialmente indivíduos após os 50 anos de idade<sup>1,2</sup> causando disfluências gerais nos movimentos de caminhada e postura<sup>3</sup>.

Além do uso de levodopa e da estimulação cerebral profunda (DBS)<sup>4</sup>, a partir dos anos 90 a Musicoterapia Neurológica, através da técnica de Estimulação Auditiva Rítmica (RAS), passa a ser utilizada para facilitar a reabilitação, desenvolvimento e manutenção de movimentos intrinsecamente e biologicamente rítmicos<sup>5,6</sup>. Esse processo ocorre por conta do *entrainment*, que é o fenômeno de arrastamento ou adesão no qual o movimento corporal é estimulado por um sinal sonoro rítmico regular de metrônomo ou de música<sup>7</sup>. Aliás, a primeira teoria motora passiva de ser testada utilizando-se ritmo e música em terapia deve-se ao arrastamento rítmico<sup>8</sup> (Figura 1).

Figura 1. O esquema abaixo mostra as diferenças nos parâmetros de marcha em pacientes com DP: **a** - marcha parkinsoniana sem o treino de RAS caracterizada por passos curtos, alta cadência e assimetria dos passos; **b** - marcha parkinsoniana com o treino de RAS onde ocorre o arrastamento (*entrainment*) da marcha para as batidas rítmicas, com comprimento de passo mais longo, cadência mais baixa e passos mais simétricos, típicos de uma marcha mais estável.



O RAS utilizando o click do metrônomo é uma técnica relativamente simples para melhorar a marcha em pacientes com DP, mas pode também incluir pistas rítmicas com música e fornecer um contexto cultural e motivacional ao paciente<sup>6</sup>. Entretanto, um aspecto muito importante que esta música deve ter é o *groove*.

A sensação de *groove* pode ser definida como o desejo prazeroso de se mover ao som da música, o que sugere que estejam envolvidos nessa experiência tanto a estimulação motora por meio do tempo/pulso, quanto os processos de recompensa por meio do prazer gerado pela música<sup>9-11</sup>.

A nossa hipótese é a de que o uso do RAS com *groove* no tratamento do Parkinson seria mais eficaz do que o RAS com metrônomo, por ativar os processos de recompensa do sistema mesolímbico, gerando maior prazer ao paciente para participar do tratamento, além de promover a continuação do arrastamento rítmico.

O objetivo desta revisão bibliográfica foi investigar a diferença na utilização da técnica de RAS com música e RAS com metrônomo no tratamento da doença de Parkinson.

## **MÉTODO**

Foi realizado uma revisão integrativa de literatura, que considerou o período entre 2018 e 2022, e estruturou-se em publicações encontradas nas bases de dados Pubmed, Scielo/Lilacs e *Google Scholar*. As palavras chaves utilizadas nas bases de dados foram: musicoterapia, doença de Parkinson, RAS, estimulação auditiva rítmica, *groove*, *music therapy*, *Parkinson's disease*, *rhythmic auditory stimulation*, *groove*, *musicoterapia*, *enfermedad de Parkinson*, *estimulación auditiva rítmica*, *groove*. Citações e fontes bibliográficas pesquisadas nos direcionaram à pesquisa de novos materiais.

Foram excluídos artigos publicados antes de 2018, artigos de revisão, artigos duplicados, e aqueles que não contemplavam o RAS como foco de tratamento de pacientes com Doença de Parkinson, estudos de caso, teses, resenhas e artigos que não tinham Termo de Consentimento e Comitê de Ética.

Foram incluídas publicações em língua inglesa e espanhola com referências a propostas de intervenção com a técnica de musicoterapia neurológica RAS em adultos com DP, sendo estas realizadas por musicoterapeuta ou profissionais de outras áreas.

A análise dos estudos encontrados foi realizada de forma crítica, a partir dos estudos que atenderam aos critérios de inclusão, com o intuito de responder de forma conclusiva nosso objetivo, ou seja, qual das práticas: RAS com metrônomo e RAS com groove, pode obter melhor resultado, na abordagem musicoterapêutica do paciente com Doença de Parkinson.

## RESULTADOS

Foram encontrados 19 artigos que apresentavam a aplicação de RAS a pessoas com DP. Destes, três eram repetidos, três foram excluídos por não tratarem de RAS como foco de tratamento, e 13 artigos foram incluídos para análise (Figura 2).

Os artigos foram divididos em dois grupos (Figura 3): o primeiro grupo aplicando a estimulação auditiva rítmica (RAS) com metrônomo e o segundo grupo aplicando a estimulação auditiva rítmica (RAS) com música (*groove*). Destes, quatro foram estudos desenvolvidos por musicoterapeutas; um foi de parceria entre fisioterapeuta e musicoterapeuta; um foi feito por fisioterapeuta; um foi feito por psicóloga; três foram aplicados por cinesiologistas e três foram desenvolvidos por neurocientistas.

Figura 2. Número de artigos encontrados, repetidos, utilizados e excluídos através da pesquisa bibliográfica.

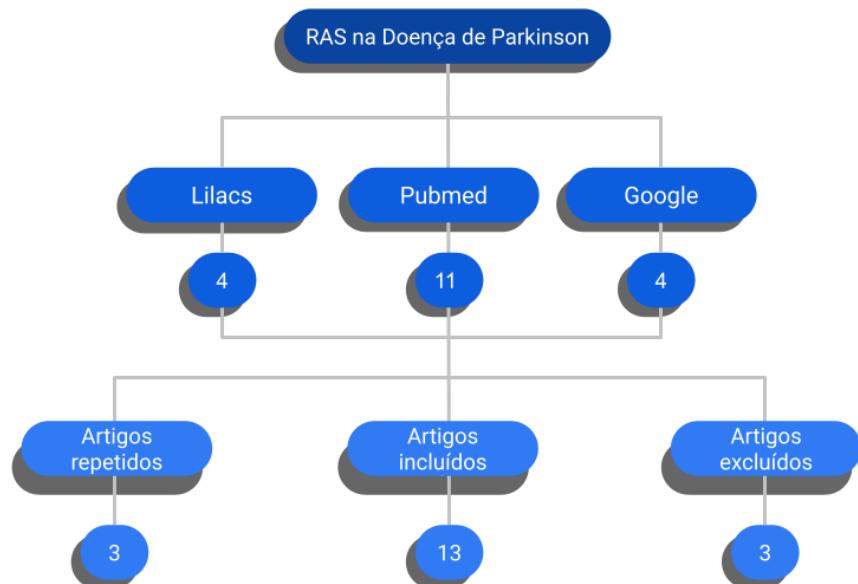
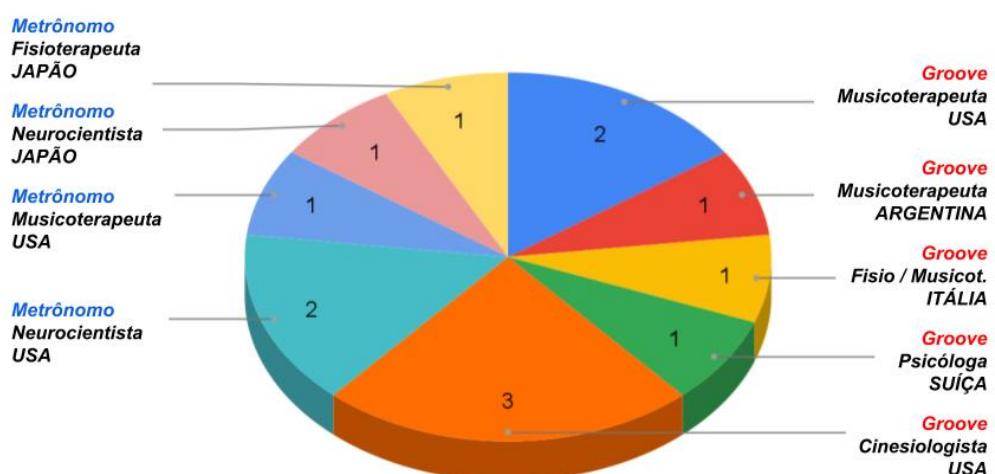


Figura 3. A divisão dos artigos em dois grupos: 1. RAS com groove e 2. RAS com metrônomo. Apresentação por pesquisadores e países em que foram realizadas as pesquisas.



Para melhor compreensão e apresentação dos resultados encontrados apresentamos os artigos conforme o tipo de estimulação: 1. RAS com metrônomo e 2. RAS com *groove*.

1. Categoría RAS com metrônomo: foram analisados cinco artigos do tipo ensaio clínico. Nenhum desses artigos teve como objetivo comparar o RAS com metrônomo ao RAS com *groove*. Todos os estudos tiveram como objetivo observar a neurofisiologia do RAS nas pessoas com DP. Um deles, além do objetivo primário, investigou a influência de um sistema efetor em outro através de um *priming* rítmico com RAS, e outro estudo investigou se o *freezing* pode se beneficiar do tratamento com RAS.

2. Categoría RAS com *groove*: foram analisados oito artigos do tipo ensaio clínico. Todos os artigos tiveram como objetivo observar a melhora da performance motora e melhora da qualidade de vida das pessoas com DP. Um dos artigos, além do objetivo primário, investigou a diminuição do risco de quedas; outro investigou o aumento da comunicação funcional entre córtex auditivo e o motor; e cinco deles compararam a eficácia do RAS com *groove* em relação ao RAS com metrônomo observando se, o fator cultural, a familiaridade e a agradabilidade das músicas e a facilidade para memorizá-las (em relação ao metrônomo), influenciavam os resultados do tratamento.

Apresentamos os resultados na Tabela 1 para a categoria RAS com Metrônomo e na Tabela 2 para a categoria RAS com *Groove*.

## **DISCUSSÃO**

Sendo uma das primeiras e mais populares técnicas da Musicoterapia Neurológica, a Estimulação Auditiva Rítmica (RAS) foi criada para favorecer a reabilitação dos movimentos intrinsecamente rítmicos como a marcha por exemplo<sup>24</sup>.

Graças ao arrastamento rítmico (*entrainment*), ao preparo rítmico (*priming*) e a sinalização do período de movimento, o RAS mostrou ser eficaz em alcançar padrões de marcha mais funcionais, além de ser um estímulo de adesão imediata ao paciente<sup>5</sup>.

O RAS com metrônomo pode compensar um sistema de controle motor córtico estriatal comprometido gerando conexões mais potentes entre o sistema auditivo, o controle executivo frontal e as redes cerebelares motoras, gerando assim um mecanismo compensatório<sup>12</sup>.

Tabela 1. Categoria RAS com Metrônomo.

Autor/ data	Objetivo	Metodologia	Resultados
Braunlich et al/ 2018 <sup>12</sup> USA	1- Investigar se o RAS afeta os núcleos da base e suas interações com o sistema corticoestriatal. 2- Investigar se o RAS pode ter seus efeitos via cerebelo, ajudando a compensar a falta de funcionamento córtico estriatal.	15 adultos com DP e 14 adultos saudáveis (GC) formaram 2 grupos que realizaram a mesma tarefa: performance motora rítmica (tapping do dedo da mão direita) com e sem RAS. O RAS foi utilizado com metrônomo. Estudo aplicado por neurocientista Utilizando Análise de Componente Independente (ICA)	O estudo descobriu que, durante o RAS, o GC exibiu conectividade inter rede mais forte em sistemas perceptivos e motores, enquanto indivíduos com DP exibiram conectividade inter rede mais forte entre sistema auditivo, controle executivo (frontal) e redes cerebelares/motoras.
Board et al/ 2019 <sup>13</sup> USA	Examinar a neurofisiologia do RAS usando MEG - magnetoencefalografia.	21 pessoas com DP e 23 controles foram submetidos a MEG durante uma tarefa de toque baseado em batidas com padrões rítmicos e não rítmicos. Os participantes foram solicitados pelo musicoterapeuta a usar o dedo indicador direito para tocar ao escutar estímulos sonoros em série, foram avaliados por <i>Mean distance to cue</i> (MDC).	O estudo mostrou que os idosos sem DP tiveram atividade neural significantemente mais forte nas áreas motoras frontal, suplementar e primária bilateral, enquanto os idosos com DP exibiram atividade significativamente mais forte nas regiões parietais bilaterais, bem como no opérculo pós central e nos giros supra marginais bilaterais, em relação aos seus pares saudáveis.
Janzen et al/ 2019 <sup>14</sup> USA	Investigar se a preparação rítmica ( <i>priming rítmico</i> ) de um determinado sistema efetor pode influenciar o desempenho de outro sistema efetor.	37 participantes divididos em três grupos: 1- 11 participantes (treinamento de batidas com os dedos); 2- 14 participantes (treinamento de balanço do braço); 3- 12 participantes (GC) Foi usada a técnica RAS com metrônomo. Aplicado por neurocientista utilizando a escala MDS-UPDRS, Escala de Equilíbrio de Berg (BBS), Nine-Hole Peg Test (NHPT).	O arrastamento auditivo-motor em um sistema efetor pode estimular um segundo sistema efetor.
Capato et al/ 2020 <sup>15</sup> USA	Determinar se o congelamento e não congelamento se beneficia do treinamento multimodal apoiado por estímulos auditivos rítmicos (RAS).	154 pacientes com DP em não congelamento distribuídos em três grupos: Fisioterapeuta aplicaram durante 5 semanas, 2 vezes por semana: grupo 1: treinamento de equilíbrio multimodal apoiado por RAS c/ metrônomo; grupo 2: treinamento de equilíbrio multimodal regular sem pistas auditivas rítmicas; e grupo 3: programa educacional. Foram aplicadas as escalas: <i>Mini-BESTest</i> (MBEST), o TUG 24 e o NFOG-Q.	O treinamento multimodal com suporte do RAS é eficaz para melhora no desempenho do equilíbrio em congelamento e não congelamento. Somente os participantes que receberam treinamento apoiado pelo RAS mantiveram as melhorias no acompanhamento de 6 meses.
Nishida et al/ 2021 <sup>16</sup> Japão	Investigar os padrões de ativação cerebral em adultos com DP.	2 grupos: 27 adultos com DP e 25 idosos saudáveis (GC). Os participantes foram treinados a imaginar a marcha na presença de RAS (com metrônomo) ou ruído branco (WN - <i>white noise</i> ) durante o fMRI. Eles assistiram a um clipe com uma pessoa caminhando pelo corredor da sala de reabilitação. Dois níveis de tarefa (imagens de marcha versus repouso) e dois níveis de estímulo (estímulos rítmicos versus ruído branco) produziu quatro condições: (1) ruído branco com imagens de marcha (NI), (2) estímulos rítmicos com imagens de marcha (RI), (3) ruído branco em repouso (N) e (4) estímulos rítmicos em repouso (R). Teste <i>Timed Up and Go</i> ; TC10. Não aplicada por MT.	No grupo DP, imagens de marcha com RAS ativaram áreas motoras corticais, incluindo áreas motoras suplementares e o cerebelo, enquanto imagens de marcha com WN recrutaram adicionalmente o opérculo parietal esquerdo. No GC a ativação induzida foi limitada às áreas motoras corticais e ao cerebelo para ambas as condições RAS e WN. Análises dentro e entre grupos demonstraram que o RAS reduziu a atividade do opérculo parietal esquerdo no grupo DP, mas não no grupo GC.

Tabela 2. Categoria RAS com Groove.

Autor/ data	Objetivo	Metodologia	Resultados
Thaut et al 2018 <sup>17</sup> USA	Observar se RAS reduz o número de quedas em DP.	60 participantes: alocados aleatoriamente em dois grupos: realizaram 30' exercícios diários de treinamento de marcha (em casa) com música incorporada ao toque do metrônomo. Musicoterapeuta utilizou música popular ou clássica com ritmo forte (compasso 2/4). Foi avaliado: velocidade, comprimento da passada, cadência, amplitude de movimento do tornozelo, <i>Berg Balance Scale</i> , <i>Timed Up and Go</i> (TUG), Escala de Eficácia de Quedas.	O treinamento RAS reduziu significantemente o número de quedas na doença de Parkinson e modificou parâmetros-chave da marcha, como velocidade e comprimento da passada.
Rodriguez et al 2018 <sup>18</sup> Argentina	Comparar os parâmetros de marcha e de qualidade de vida em pacientes com DP antes e depois do uso de RAS com música (tango).	10 pacientes com DP de 60-85 anos realizam treinamento com RAS durante 6 semanas (duas sessões semanais). O musicoterapeuta inicia o RAS com metrônomo, e depois acrescenta a música: tango, com velocidade média. As escalas utilizadas foram a de Tinetti, o TUG, qualidade de vida e a escala de depressão de Beck.	Os resultados deste estudo mostraram uma melhora significante na marcha, equilíbrio e qualidade de vida dos pacientes com DP após o treino com RAS.
Calabò et al 2019 <sup>19</sup> Itália	Identificar quais mecanismos sustentam a melhora da marcha em pacientes com DP, que praticaram o treino de RAS.	50 participantes com DP, alocados aleatoriamente: grupo 1 treinamento de marcha em esteira <i>Gait Trainer 3</i> com RAS e grupo 2 sem RAS durante um programa de treinamento de 8 semanas. No RAS a música utilizada foi "angel elsewhere", com letra e metrônomo com timbre de sinos. O programa foi aplicado por fisioterapeutas e musicoterapeuta. Avaliação feita através de UPDRS, <i>Berg Balance Scale</i> (BBS), <i>Tinetti Falls Efficacy Scale</i> (FES), teste de caminhada de 10 m (10MWT), TUG e o índice de qualidade da marcha (GQI).	O RAS pode ser uma estratégia útil e complementar de reabilitação da marcha na DP, pois as pistas auditivas podem atingir especificamente a sincronia da faixa de frequência beta cortical motora durante a caminhada em esteira.
Rose et al 2019 <sup>7</sup> Suíça	Comparar música e metrônomos na capacidade de arrastamento, precisão de sincronização e estabilidade de ritmo. Comparar diferentes tipos de movimentos a fim de explorar o potencial de RAS	92 participantes entre 18 e 80 anos, divididos em três grupos: grupo 1 pessoas com DP; grupo 2 adultos jovens saudáveis; grupo 3 idosos saudáveis. A tarefa era a de bater os dedos, tocar os pés no pedal e marcha parada com RAS (com metrônomo e música). Os participantes foram testados quanto à capacidade de percepção da batida (teste de sincronia do pulso; e a escala: <i>Goldsmiths Musical Sophistication Index</i> (Gold MSI). Aplicada por psicóloga musicista.	O RAS com música manteve o arrastamento melhor do que o RAS com metrônomo nas pessoas com Parkinson.
Buard et al 2019 <sup>20</sup> USA	Observar se as melhorias motoras relacionadas ao uso de RAS na DP estão relacionadas à comunicação funcional aumentada entre o córtex auditivo e o córtex motor.	3 participantes destros com DP fizeram sessões de musicoterapia durante 5 semanas, 3x por semana. Sessão MT: exercícios bimanuais usando um teclado, castanholas e objetos diversos para fortalecer os músculos e controle motor fino. Os movimentos dos dedos foram sinalizados por um metrônomo ou batidas produzidas pelo musicoterapeuta tocando um instrumento musical. Avaliada através de UPDRS, <i>Grooved Pegboard Test</i> e Escala de Avaliação Neurológica	O estudo indica evidências preliminares que a reabilitação motora baseada em NMT pode aumentar a ativação cortical nas áreas auditiva e motora de maneira sinérgica. Os achados sugerem que as conexões auditivo-motoras podem ser melhoradas e fortalecidas pelo treinamento, na população com DP.
Park et al 2020 <sup>21</sup> USA	Investigar como os atributos emocionais da música e de pistas isócronas do metrônomo podem influenciar a amplitude do passo e do balanço do braço em pessoas com DP.	23 indivíduos com DP caminharam de acordo com a música agradável escolhida por eles mesmos, música desagradável com distorção de tom e uma batida isócrona emocionalmente neutra. Os testes foram aplicados por cinesiologista.	O prazer musical contribui para a melhoria da amplitude da passada e do balanço do braço em pessoas com DP, independentemente da percepção de familiaridade, demandas cognitivas e saliência da batida da música. Pessoas com distúrbios da marcha por DP podem se beneficiar do arrastamento rítmico da caminhada com pistas musicais agradáveis, em vez de pistas emocionalmente neutras do metrônomo.

Tabela 2 (cont.). Categoria RAS com Groove.

Autor/ data	Objetivo	Metodologia	Resultados
Park et al 2021 <sup>22</sup> USA	Investigar se pistas musicais familiares e não familiares influenciam na amplitude da passada e do balanço do braço e variabilidade do passo em indivíduos com DP.	20 indivíduos com DP (MI=68,9 anos) foram solicitados a caminhar ouvindo pistas auditivas com músicas familiares e músicas desconhecidas por dois minutos aproximadamente até que a música parasse. Depois de uma pausa, os participantes repetiam o processo. Cinesiologista aplicaram os testes, utilizando escalas visuais analógicas.	As pistas musicais em geral induziram melhoria agudas na amplitude da passada e do balanço do braço, mas não na variabilidade passo a passo. A maior familiaridade com a música melhorou a amplitude e a variabilidade da passada, juntamente com maior prazer e redução da demanda cognitiva em pessoas com DP.
Park et al 2022 <sup>23</sup> USA	Determinar as funções das respostas cognitivas e afetivas para as pistas musicais no treino de marcha em pessoas com doença de Parkinson.	20 participantes com DP realizaram quatro tentativas experimentais de caminhada com o uso de RAS com músicas familiares e desconhecidas (duas tentativas para cada) durante dois minutos, fazendo uma pausa de um minuto entre cada tentativa. cinesiologista aplicaram os testes utilizando a Escala Unificada de Avaliação da Doença de Parkinson (UPDRS).	A ativação do sistema mesolímbico dopaminérgico por meio de pistas musicais agradáveis e familiares pode, por sua vez, ativar ou compensar os circuitos motores prejudicados em pessoas com DP.

Janzen (2019)<sup>14</sup> demonstrou que o *priming* (preparo) rítmico do RAS com metrônomo em um determinado sistema efetor estimula outro sistema efetor, ou seja, o toque do dedo (*tap*), ao contrário do balanço do braço, ativa um mecanismo de cronometragem central que prepara a marcha reduzindo a quantidade de tempo necessária para os músculos responderem ao comando motor, gerando padrões de ativação muscular menos variáveis nas extremidades inferiores<sup>5</sup>.

O treinamento com fisioterapia multimodal com suporte de RAS mostrou-se também muito eficaz para melhorar o desempenho do equilíbrio em congelamento e não congelamento nos indivíduos com DP<sup>15</sup>. O objetivo do treinamento multimodal é fornecer ao paciente, conforme a sua necessidade, uma variedade de intervenções

fisioterapêuticas permitindo uma abordagem mais eficaz e com resultados mais completos<sup>25</sup>.

Na DP os déficits motores e os já citados mecanismos de compensação fazem com que os pacientes com DP possam contar mais com áreas temporais/parietais. Um estudo mostrou que, em relação aos seus pares saudáveis, adultos mais velhos com DP exibiram atividade significantemente mais forte nas regiões parietais bilaterais e nos giros supramarginais bilaterais, bem como no opérculo pós-central (opérculo rolândrico), este, situado por baixo do sulco lateral (fissura de Sylvius) e por trás da terceira circunvolução frontal<sup>13</sup>.

Outro estudo demonstrou que os participantes com DP, após assistirem a um vídeo de uma pessoa caminhando pelo corredor da sala de reabilitação, eram solicitados a imaginar a sua própria marcha escutando o click do metrônomo do RAS e que durante este processo o opérculo parietal esquerdo foi menos ativado pelo RAS do que pelo ruído branco, o que sugere que o RAS pode aliviar a sobrecarga do opérculo parietal e compensar sua disfunção nesses pacientes<sup>16</sup>.

Em neurofisiologia é amplamente aceita a ideia de que a observação de ações realizadas por outras pessoas leva à ativação das mesmas estruturas neurais que são responsáveis pela execução real dessas ações no observador<sup>26</sup>.

A partir dos padrões de atividade cerebral identificados, há indicações de que o opérculo parietal pode desempenhar

um papel significativo na representação neural da imagem de locomoção em adultos com DP<sup>16</sup>. Ele pode facilitar a incorporação de informações proprioceptivas em processos relacionados à preparação e execução do movimento<sup>27</sup>. É uma das regiões onde estão localizados os neurônios espelho<sup>28</sup> que tem importante papel na compreensão e intencionalidade das ações dos outros indivíduos, comparando-as com a própria experiência<sup>4,29</sup>.

Nos artigos apresentados acima o treinamento com RAS foi realizado utilizando-se como pista auditiva o *click* do metrônomo, que cumpriu a proposta de cada estudo. Não foi de interesse dos pesquisadores inferir valor maior ao RAS com metrônomo ou ao RAS com música.

Os estudos a seguir foram feitos utilizando o RAS com suporte rítmico musical, ou seja, com *groove*.

Utilizando ritmos produzidos pelo musicoterapeuta tocando um instrumento musical ou o sinal do metrônomo, pode ser possível usar a técnica RAS para fortalecer as redes mencionadas como um mecanismo compensatório para melhorar a função motora na DP, aumentando assim a conexão entre os córtices auditivo e motor<sup>20</sup>.

Como já foi colocado, o RAS pode promover um desvio do circuito neural danificado para um mais amplo, um circuito compensatório, que abrange o cerebelo e diferentes áreas corticais, além de sintonizar a faixa de frequência beta cortical motora durante a caminhada em esteira em pacientes com DP<sup>19</sup>. A onda beta possui uma frequência que

está associada à consciência normal de vigília e a um estado elevado de alerta<sup>30</sup>.

O RAS com *groove*, devido à baixa carga atencional cognitiva requisitada, demonstrou ser superior na manutenção do desempenho da marcha durante testes de dupla tarefa, quando as pessoas tiveram que desviar a atenção para uma tarefa simultânea durante a marcha<sup>17,31</sup>.

Desta forma, observamos que a riqueza da sugestão auditiva, *groove* ou metrônomo, pode fornecer uma melhor orientação para o movimento<sup>7,32</sup>. A melhora motora na DP através da música parece ter como causa o envolvimento automático das áreas motoras durante a percepção do ritmo<sup>24</sup>.

E a música com alto *groove*, ou seja, aquela com ritmo repetitivo, com sincopado moderado e andamento mais rápido, provoca um maior desejo de se mover<sup>33</sup>. A música com alto *groove* pode ativar o movimento do corpo e contribuir para o surgimento do tempo interno, o que requer menos controle cognitivo do que o tempo preditivo<sup>7</sup>.

Outro ponto muito importante com relação à música foi demonstrado por Rose (2019)<sup>7</sup>, que observou que a música teve um efeito muito maior do que o metrônomo durante a tarefa de continuação do arrastamento para todos os participantes de seu estudo pelo fato da música poder ser melhor memorizada do que o metrônomo, o qual é difícil de ser memorizado até mesmo por músicos.

Rose (2019)<sup>7</sup> observou que mesmo quando a música externa parava, vários participantes conseguiam manter o

arrastamento cantando a música silenciosamente dentro de suas mentes. Um participante do estudo explicou: "A batida era como uma sombra dentro da minha cabeça, mas eu podia continuar cantando junto com a música", ou seja, havia a capacidade de gerar sinais endógenos de ritmo mesmo na ausência de sinais auditivos externos. Ao contrário disso, com o RAS com metrônomo, outro participante colocou que: "O problema com o metrônomo era que, uma vez que você o perdia, não havia como encontrar o caminho de volta".

Ocorre como se a pessoa com DP colocasse para tocar músicas de uma *playlist* em um aplicativo de streaming interno acessado através de sua memória, e com isso consegue gerenciar melhor o seu movimento, reduzindo inclusive os riscos de quedas<sup>7,17</sup>.

O groove é percebido depois de alguns segundos de música tocada, quando a batida é encontrada, e este processo requer a detecção de mudanças de volume ou notas longas, e de eventos acentuados ou salientes como sons de baixo e/ou bateria<sup>32,34,35</sup>. As notas mais graves (os baixos da música) têm maior influência do que as notas mais agudas (altas) na percepção do tempo musical e no processo de arrastamento, inclusive o equilíbrio entre o baixo e a melodia influenciam o movimento<sup>34</sup>.

Outro fator importante que a música carrega consigo é o seu contexto cultural e regional que pode facilitar a identificação do paciente com a música, aumentando a sua adesão ao tratamento<sup>36</sup>. A substituição do metrônomo por

músicas de tango, por exemplo, obteve êxito nesse quesito, além do fato desse gênero musical possuir pulsos de velocidade média, e apresentar um contraste de tempo que permitia mudanças mais ritmadas na marcha<sup>18</sup>.

Além de proporcionar maior prazer ao paciente e reduzir a demanda cognitiva, a familiaridade com a música no RAS melhora a amplitude e a variabilidade da passada em pessoas com DP<sup>22</sup>. As músicas familiares e com alto *groove* permitem passos mais rápidos e menos variáveis graças a uma correspondência de tempo mais precisa<sup>10,37</sup>.

A antecipação, elemento importante para a melhora da qualidade do movimento<sup>8</sup>, pode variar de acordo com o grau de familiaridade com a música, excluindo a necessidade de prever o início da batida à medida que ela se desenrola, reduzindo a demanda cognitiva do arrastamento e estimulando o envolvimento afetivo com o ritmo<sup>23,37,38</sup>. Contudo estudos demonstram que mesmo a música não familiar torna-se facilmente familiarizada através da escuta repetida, uma vez que o arrastamento rítmico foi adquirido<sup>21,33</sup>.

Enquanto o ritmo isócrono apenas treina o tempo de movimento, o arrastamento rítmico com *groove* gera respostas motivacionais e emocionais à música<sup>21</sup> por conta da atividade dopaminérgica no sistema mesolímbico de recompensa, que inclui o corpo estriado dorsal e ventral<sup>39-41</sup>.

## CONCLUSÃO

O RAS com metrônomo, bem como o RAS com *groove*, são eficazes no tratamento da DP. O metrônomo é eficaz e produz resposta motora rápida na alteração dos parâmetros da marcha, entretanto é de difícil memorização. Já a estimulação auditiva rítmica com *groove* gera efeitos igualmente benéficos na marcha, além de possuir menor demanda cognitiva e ainda proporcionar maior prazer ao paciente mantendo sua adesão ao protocolo de tratamento. Além disso, a música, pelo fato de ser memorizada mais facilmente do que o metrônomo, permite ao paciente cantá-la internamente e gerar arrastamento mesmo na falta do sinal musical externo.

Apesar da literatura existente sobre o tema, acreditamos ainda haver muitas questões a serem elucidadas, dada a demanda crescente da musicoterapia neurológica e do uso de RAS no tratamento da doença de Parkinson.

## REFERÊNCIAS

1. Bertolucci PHF, Ferraz HB, Barsotini OGP, Pedroso JL (org). Neurologia: diagnóstico e tratamento. 3a. Ed. São Paulo: Editora Manole; 2021; 381p.
2. Juri CC, Wanner EV. Neuroimágenes en Enfermedad de Parkinson: Rol de la Resonancia Magnética, el Spect el Pet. Rev Med Clin Condes 2016;27:380-91. <https://doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.06.011>
3. Rodger MWM, Craig CM. Beyond the Metronome: Auditory Events and Music May Afford More than Just Interval Durations as Gait Cues in Parkinson's Disease. Front Neurosci 2016;10:272. <https://doi.org/10.3389/fnins.2016.00272>
4. Lahuerta-Martín S, Llamas-Ramos R, Llamas-Ramos I. Effectiveness of Therapies Based on Mirror Neuron System to Treat Gait in Patients with Parkinson's Disease - A Systematic Review. J Clin Med 2022;11:4236. <https://doi.org/10.3390/jcm11144236>
5. Thaut MH, Hodges DA. The Oxford Handbook of Music and the Brain.

- Oxford: Oxford University Press; 2019; pp861-4.
- 6.Thaut MH, Hoemberg V. Handbook of Neurologic Music Therapy. Oxford: OUP Oxford; 2014; 89p.
- 7.Rose D, Delevoye-Turrell Y, Ott L, Annett LE, Lovatt PJ. Music and Metronomes Differentially Impact Motor Timing in People with and without Parkinson's Disease: Effects of Slow, Medium, and Fast Tempi on Entrainment and Synchronization Performances in Finger Tapping, Toe Tapping, and Stepping on the Spot Tasks. *Parkinsons Dis* 2019;2019:1-18. <https://doi.org/10.1155%2F2019%2F6530838>
- 8.Thaut MH, McIntosh GC, Hoemberg V. Neurobiological foundations of neurologic music therapy: rhythmic entrainment and the motor system. *Front Psychol* 2015;5:1185. <https://doi.org/10.3389%2Ffpsyg.2014.01185>
- 9.Matthews TE, Witek MAG, Lund T, Vuust P, Penhune VB. The sensation of groove engages motor and reward networks. *NeuroImage* 2020;214:116768. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.116768>
- 10.Ready EA, McGarry LM, Rinchon C, Holmes JD, Grahn JA. Beat perception ability and instructions to synchronize influence gait when walking to music-based auditory cues. *Gait Post* 2019;68:555-61. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.12.038>
- 11.Engel A, Hoefle S, Monteiro MC, Moll J, Keller PE. Neural Correlates of Listening to Varying Synchrony Between Beats in Samba Percussion and Relations to Feeling the Groove. *Front Neurosci* 2022;16:779964. <https://doi.org/10.3389/fnins.2022.779964>
- 12.Braunlich K, Seger CA, Jentink KG, Buard I, Kluger BM, Thaut MH. Rhythmic auditory cues shape neural network recruitment in Parkinson's disease during repetitive motor behavior. *Eur J Neurosci* 2018;49:849-58. <https://doi.org/10.1111/ejn.14227>
- 13.Buard I, Dewispelaere WB, Teale P, Rojas DC, Kronberg E, Thaut MH, *et al.* Auditory entrainment of motor responses in older adults with and without Parkinson's disease: An MEG study. *Neurosci Lett* 2019;708:134331. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2019.134331>
- 14.Janzen TB, Haase M, Thaut MH. Rhythmic priming across effector systems: A randomized controlled trial with Parkinson's disease patients. *Hum Movem Sci* 2019;64:355-65. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.03.001>
- 15.Capato TTC, Vries NM, IntHout J, Ramjith J, Barbosa ER, Nonnekes J, *et al.* Multimodal Balance Training Supported by Rhythmic Auditory Stimuli in Parkinson Disease: Effects in Freezers and Nonfreezers. *Phys Ther* 2020;100:2023-34. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzaa146>
- 16.Nishida D, Mizuno K, Yamada E, Hanakawa T, Liu M, Tsuji T. The neural correlates of gait improvement by rhythmic sound stimulation in adults with Parkinson's disease – A functional magnetic resonance imaging study. *Parkinsonism Relat Dis* 2021;84:91-7. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2021.02.010>
- 17.Thaut MH, Rice RR, Braun Janzen T, Hurt-Thaut CP, McIntosh GC. Rhythmic auditory stimulation for reduction of falls in Parkinson's disease: a randomized controlled study. *Clin Rehab* 2018;33:34-43.

<https://doi.org/10.1177/0269215518788615>

18. Rodriguez MF, Lopez MF, Ferrando M, Pugliese E, Aguilar JG, Angelelli J. Estudio piloto sobre la utilización de la Estimulación Rítmica Auditiva empleando tango para mejorar la marcha y la calidad de vida en pacientes con Enfermedad de Parkinson que experimentan trastornos de la marcha. *Prensa Med Arg* 2018;104:38-44. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1370961>
19. Calabró RS, Naro A, Filoni S, Pullia M, Billeri L, Tomasello P, et al. Walking to your right music: a randomized controlled trial on the novel use of treadmill plus music in Parkinson's disease. *J NeuroEng Rehab* 2019;16:68. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0533-9>
20. Buard I, Dewispelaere WB, Thaut M, Kluger BM. Preliminary Neurophysiological Evidence of Altered Cortical Activity and Connectivity with Neurologic Music Therapy in Parkinson's Disease. *Front Neurosci* 2019;13:105. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00105>
21. Park KS, Hass CJ, Patel B, Janelle CM. Musical pleasure beneficially alters stride and arm swing amplitude during rhythmically cued walking in people with Parkinson's disease. *Hum Mov Sci* 2020;74:102718. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2020.102718>
22. Park KS, Hass CJ, Janelle CM. Familiarity with music influences stride amplitude and variability during rhythmically cued walking in individuals with Parkinson's disease. *Gait Post* 2021;87:101-9. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2021.04.028>
23. Park KS. Decomposing the Effects of Familiarity with Music Cues on Stride Length and Variability in Persons with Parkinson's Disease: On the Role of Covariates. *Inter J Environ Res Public Health* 2022;19:10793. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710793>
24. Nombela C, Hughes LE, Owen AM, Grahn JA. Into the groove: Can rhythm influence Parkinson's disease? *Neurosci Biobehav Rev* 2013;37:2564-70. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.08.003>
25. Blog do Secad. Fisioterapia a distância: como funciona na pandemia (endereço na Internet). Acessado em 31/01/2023. Disponível em: <https://blog.artmed.com.br/fisioterapia/fisioterapia-multimodal-conheca-os-beneficios>
26. Buccino G. Action observation treatment: a novel tool in neurorehabilitation. *Philos Transac Royal Soc B Biol Sci* 2014;369:20130185. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0185>
27. Hannanu FF, Zeffiro TA, Lamalle L, Heck O, Renard F, Thuriot A, et al. Parietal operculum and motor cortex activities predict motor recovery in moderate to severe stroke. *NeuroIm Clin* 2017;14:518-29. <https://doi.org/10.1016%2Fj.nicl.2017.01.023>
28. Cattaneo L, Rizzolatti G. The Mirror Neuron System. *Arch Neurol* 2009;66:557-60. <https://doi.org/10.1001/archneurol.2009.41>
29. Mazurek KA, Schieber MH. Mirror neurons precede non-mirror neurons during action execution. *J Neurophysiol* 2019;122:2630-5. <https://doi.org/10.1152/jn.00653.2019>
30. Pasri B. Buddhism And Brain: Beyond The Limitation Of Human Brainwaves By Buddhist Autogenic Meditation. *JIBSC* 2019;2:21-33.

<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/ibsc/article/view/211293>

31. Baker K, Rochester L, Nieuwboer A. The effect of cues on gait variability—Reducing the attentional cost of walking in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism Rel Dis* 2008;14:314-20.

<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2007.09.008>

32. Grahn JA, Rowe JB. Finding and Feeling the Musical Beat: Striatal Dissociations between Detection and Prediction of Regularity. *Cerebral Cortex* 2012;23:913-21. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhs083>

33. Izicki P, Zaman A, Stegemöller EL. Music Form but Not Music Experience Modulates Motor Cortical Activity in Response to Novel Music. *Front Hum Neurosci* 2020;14:127.

<https://doi.org/10.3389%2Ffnhum.2020.00127>

34. Hove MJ, Marie C, Bruce IC, Trainor LJ. Superior time perception for lower musical pitch explains why bass-ranged instruments lay down musical rhythms. *Proc Nat Acad Sci* 2014;111:10383-8. <https://doi.org/10.1073/pnas.1402039111>

35. Palmer C, Krumhansl CL. Mental Representations for Musical Meter. *J Exp Psychol Hum Percep Perf* 1990;16:728-41. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.16.4.728>

36. Tillmann AC, Swarowsky A, Corrêa CL, Andrade A, Moratelli J, Boing L, et al. Feasibility of a Brazilian samba protocol for patients with Parkinson's disease: a clinical non-randomized study. *Arq Neuropsiquiatr* 2020;78:13-20. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20190140>

37. Leow L-A, Rinchen C, Grahn J. Familiarity with music increases walking speed in rhythmic auditory cuing. *Ann NY Acad Sci* 2015;1337:53-61. <https://doi.org/10.1111/nyas.12658>

38. Ready EA, Holmes JD, Grahn JA. Gait in younger and older adults during rhythmic auditory stimulation is influenced by groove, familiarity, beat perception, and synchronization demands. *Hum Movem Sci* 2022;84:102972. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2022.102972>

39. Salimpoor VN, Benovoy M, Larcher K, Dagher A, Zatorre RJ. Anatomically distinct dopamine release during anticipation and experience of peak emotion to music. *Nat Neurosci* 2011;14:257-62. <https://doi.org/10.1038/nn.2726>

40. Blood AJ, Zatorre RJ. Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion. *Proc Nat Acad Sci* 2001;98:11818-23. <https://doi.org/10.1073/pnas.191355898>

41. Leow L-A, Parrott T, Grahn JA. Individual Differences in Beat Perception Affect Gait Responses to Low- and High-Groove Music. *Front Hum Neurosci* 2014;8:811. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00811>