

## Habilidades auditivas e percepção de parâmetros vocais em pacientes com doença de Parkinson

### Auditory skills and perception of vocal parameters in individuals with Parkinson's disease

Thayane Milena Lira Nunes (<https://orcid.org/0000-0001-7246-6895>)

Cleide Fernandes Teixeira (<https://orcid.org/0000-0001-9869-4431>)

Zulina Souza de Lira (<https://orcid.org/0000-000-0002-8413-5513>)

Endereço para correspondência: Zulina Souza de Lira, Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife- PE CEP 50670-901.

#### RESUMO

**Objetivo:** verificar se alterações do processamento auditivo temporal interferem na percepção dos parâmetros vocais de intensidade e frequência em pacientes com doença de Parkinson. **Métodos:** estudo transversal, analítico de abordagem quantitativa, realizado com 31 indivíduos com diagnóstico médico de Doença de Parkinson, nos estágios I a III, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, parecer 5.671.834. Para o registro dos parâmetros acústicos vocais, os participantes foram instruídos a emitir a vogal /ε/ sustentada nas intensidades fraca, habitual, forte, e emissão de fala encadeada. Realizados avaliações auditivas básicas, testes de detecção de intervalos aleatórios (*Random Gap Detection Test* – RGDT) e teste de limiar diferencial de mascaramento (*Masking Level Difference* - MLD). **Resultados:** A amostra composta por 22,58% no estágio I, 48,38% no estágio II e 29,04% no estágio III, sendo 32,25% mulheres e 67,74% homens com média de idade  $62,77 \pm 8,24$  na faixa etária de 39 a 79 anos de idade. A intensidade vocal média foi maior no estágio I do que nos estágios II e III, e os parâmetros médios de frequência diminuíram progressivamente do estágio I para o estágio III na emissão forte e na fala encadeada. O RGDT mostrou 15 indivíduos com *score* normal ( $M=6,62$  ms) e 16 apresentaram *score* alterado ( $M=24,7$  ms), para o MLD, a maioria ( $n=24$ ) apresentou *score* alterado. As habilidades auditivas, segundo a intensidade vocal e frequência, mostraram-se alteradas na emissão encadeada. **Conclusão:** Neste estudo, evidenciou-se que a DP afeta tanto a audição quanto a voz dos indivíduos, e que as alterações são mais nítidas nos estágios mais avançados da doença. Além disso, houve evidência que as alterações de resolução temporal do processamento auditivo interferem no controle auditivo-motor e modulação da voz nos diferentes estágios da doença de Parkinson.

**Descritores:** Doença de Parkinson. Percepção Auditiva. Voz.

#### ABSTRACT

**Objective:** To verify if changes in temporal auditory processing interfere with the perception of vocal intensity and frequency parameters in patients with Parkinson's disease. **Methods:** A cross-sectional, analytical study with a quantitative approach was carried out with 31 individuals diagnosed with Parkinson's disease, in stages I to III, approved by the Research Ethics Committee, opinion 5,671,834. For the registration of vocal acoustic parameters, participants were instructed to emit the sustained vowel /ε/ at weak, habitual, strong intensities, and chained speech emission. Basic auditory evaluations were performed, as well as random gap detection tests (RGDT) and differential masking threshold tests (Masking Level Difference

- MLD). **Results:** The sample was composed of 22.58% in stage I, 48.38% in stage II and 29.04% in stage III, with 32.25% women and 67.74% men with an average age of  $62.77 \pm 8.24$  in the age range of 39 to 79 years old. The average vocal intensity was higher in stage I than in stages II and III, and the average frequency parameters decreased progressively from stage I to stage III in strong emission and chained speech. The RGTD showed 15 individuals with normal score ( $M=6.62$  ms) and 16 presented altered score ( $M=24.7$  ms), for MLD, most ( $n=24$ ) presented altered score. Auditory abilities, according to vocal intensity and frequency, were altered in chained speech emission. **Conclusion:** In this study, it was evidenced that PD affects both hearing and voice of individuals, and that changes are more evident in the more advanced stages of the disease. In addition, there was evidence that changes in temporal resolution of auditory processing interfere with auditory-motor control and voice modulation at different stages of Parkinson's disease.

**Descriptors:** Parkinson's Disease. Auditory Perception. Voice.

## INTRODUÇÃO

A doença de Parkinson (DP) é uma patologia de origem neurológica, degenerativa, idiopática, resultante da produção deficitária de um neurotransmissor sintetizado na substância negra, denominado dopamina, presente no sistema nervoso central (SNC) <sup>(1)</sup>. Ocorre de forma crônica e progressiva, sendo considerada a segunda doença neurodegenerativa mais comum na população idosa <sup>(2)</sup>.

Assim, sabe-se que a doença de Parkinson afeta preferencialmente pessoas com mais de 50 anos, tanto homens quanto mulheres, visto que a incidência e prevalência aumentam com a idade. Com base nas estimativas de que aproximadamente 4 milhões de pessoas viviam com a doença de Parkinson em 2004, o número de pessoas afetadas pela doença deve dobrar até 2030<sup>(3)</sup>.

Consequentemente, mais de 90% dos pacientes com DP apresentam instabilidade postural devido ao tremor de repouso, alteração da coordenação motora, hipertonia muscular, bradicinesia, perda dos reflexos posturais <sup>(4)</sup> fala imprecisa, lentificada, com intensidade vocal reduzida e monótona.

Há também manifestações não motoras, como distúrbios sensoriais, que, segundo Lopes (2018), embora as alterações auditivas sejam mais frequentes em pacientes com DP, estão associadas apenas a prejuízos na ordenação temporal, cuja incapacidade associada à doença pode exacerbar a diminuição da percepção da fala.

Diante disso, o dano progressivo no nível cortical pode levar ao transtorno do processamento auditivo central (TPAC), que se caracteriza por uma incapacidade de compreender, discriminar e identificar corretamente as informações auditivas apresentadas <sup>(6)</sup>. Isso ocorre quando há dificuldade em uma ou mais das habilidades auditivas necessárias para processar informações sonoras. Essas alterações ocorrem devido a processos degenerativos no córtex auditivo, onde serão codificadas e decodificadas para o significado linguístico <sup>(7)</sup>.

O processamento auditivo temporal é a percepção do som ou da alteração do som dentro de um período restrito e definido de tempo, ou seja, refere-se à habilidade de perceber ou diferenciar estímulos que são apresentados numa rápida sucessão. Essa habilidade é essencial para a compreensão da fala e da música, por exemplo <sup>(8)</sup>.

Portanto, a produção da voz requer a integração de informações auditivas, somatossensoriais e motoras. Assim, alterações no sistema nervoso central (SNC) afetam a comunicação geral e a adaptação social do indivíduo <sup>(9)</sup>. Mais especificamente, a manifestação da disфония é multidimensional, pois a voz é produto de processos que envolvem a participação de diferentes sistemas do corpo e está diretamente relacionada à fisiopatologia da produção vocal <sup>(10)</sup>.

Na DP, a qualidade da voz é caracterizada por *pitch* reduzido, articulação imprecisa, rouquidão, soprosidade, alterações na frequência fundamental e intensidade vocal <sup>(11)</sup>. Sabe-se que a *loudness* é a sensação psicoacústica relacionada à intensidade vocal, assim como o *pitch* é a sensação psicoacústica da frequência. Entre as queixas de voz mais comuns em pessoas com essa doença está a *loudness* que geralmente é fraca e não varia conforme a situação comunicacional. De igual modo, o *pitch* costuma apresentar-se de forma pouco variável tornando a voz monótona. A percepção desses parâmetros está diretamente relacionada à habilidade auditiva de ordenação temporal que é a base para o processamento não verbal da fala associada à prosódia <sup>(12)</sup>.

Considerando a relação entre produção da voz e habilidades auditivas de ordenação temporal dos padrões de frequência e intensidade, bem como a manifestação da disфония em pessoas com DP caracterizada pela dificuldade de percepção das diferenças no monitoramento da intensidade e da frequência vocal, acredita-se que a avaliação desses parâmetros vocais associada à avaliação das habilidades auditivas possibilitará melhor compreensão das condições de monitoramento vocal nessa população. Tais informações servirão de base para aprimorar a atuação na área da Fonoaudiologia em relação à voz, mais especificamente, no processo terapêutico relativo a pessoas com DP. Desta forma, o objetivo foi verificar se alterações do processamento auditivo temporal interferem na percepção da intensidade e da frequência vocal em indivíduos com DP, além de verificar se existe associação entre alterações da habilidade auditiva e percepção da intensidade e da frequência vocal.

## **METODOLOGIA**

Trata-se de um desenho de estudo transversal, analítico de abordagem quantitativa aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, parecer 5.671.834 em conformidade com a Resolução N° 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde, realizado na Clínica de Fonoaudiologia de uma Universidade pública em Recife/PE, em 2023. A amostra por demanda espontânea, constituída de participantes de um grupo de extensão vinculados a essa universidade, com diagnóstico médico de DP. Como critério de inclusão: DP nos estágios de I a III, segundo a escala de Hoehn & Yahr (1967); cognição preservada, verificada pelo Mini Exame do Estado Mental (MEEM); em estado “on” da medicação durante a coleta das amostras vocais e das habilidades auditivas; limiares auditivos normais nas frequências de 250 até 4 KHz, e/ou perda auditiva de grau leve do tipo sensorio, e índice de reconhecimento de fala (IPRF) igual ou melhor que 88%. Excluídos indivíduos com relatos de doenças psiquiátricas; cirurgia laríngea prévia; ser fumante e/ou etilista; apresentar lesão ou má formação laríngea associada; estar gripado no momento da pesquisa ou em crises alérgicas, como rinite ou sinusite, e limiares auditivos pior que 35 dBNA.

Para obtenção dos registros dos parâmetros acústicos vocais, os participantes foram instruídos a emitir a vogal /e/ sustentada nas intensidades de emissão fraca, habitual e forte (considerado, respectivamente, as intensidades de 60 a 68 dB, 70 a 78 dB e 80 a 88 dB, com o auxílio de um

decibelímetro digital modelo DEC- 460 da marca Instrutherm para *feedback* visual) <sup>(14)</sup>, contagem de 1 a 11 em intensidade habitual, com o propósito de analisar a voz na fala encadeada. No laboratório de voz da clínica de Fonoaudiologia, os participantes foram acomodados em uma cadeira, com coluna e cabeça alinhadas formando ângulo de 90° com o piso, olhando para frente. A coleta das tarefas vocais foi registrada por meio de um notebook n3 Intel® Core™ i3-2348M acoplado a uma placa de som externa Andrea PureAudio™ USB-AS, associada a um microfone Auricular Karsect HT-2, posicionado a uma distância de, aproximadamente, quatro centímetros da boca e angulação de aproximadamente 45°. O registro das emissões sustentadas com duração de 5 segundos foi feito no software de análise acústica Voxmetria versão 5.0 da CTS informática com taxa de amostragem de 44000 Hz, com 16 bits por amostra. Para a edição das emissões das vogais sustentadas em diferentes intensidades, foram desprezados os segundos iniciais e finais, resultando em um registro de 3 segundos com o propósito de se reduzir ao máximo a irregularidade presente no sinal vocal. Posteriormente, as gravações editadas foram importadas para o software de análise acústica de acesso livre PRAAT (Paul Boersma e David Weenink, University of Amsterdam, Holanda), versão 6.2.09, a fim de se obter a extração dos valores da intensidade e da frequência vocal, mínima e máxima.

Todas as avaliações auditivas foram realizadas no laboratório de audiologia da clínica de Fonoaudiologia, em cabine acústica com audiômetro Madsen - Itera II, constituída das etapas: inspeção visual do meato acústico externo; audiometria tonal básica (250 a 8000 Hz), Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), e Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF). Para avaliar habilidade de resolução temporal do processamento auditivo foi aplicado teste de detecção de intervalos aleatórios (Random Gap Detection Test – RGDT) e para avaliar o mecanismo de interação binaural foi utilizado o teste de limiar diferencial de mascaramento (Masking Level Difference - MLD). Estes testes foram apresentados na condição binaural a 50 dB NA, utilizando o CD player contendo a gravação dos testes, acoplado ao audiômetro com a versão comercializada pela Auditec of Saint Louis®. O RGDT aplicado com intervalo de tempo entre os dois estímulos com variação de zero a 40 milissegundos (ms), em ordem aleatória, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Os indivíduos foram orientados, a cada apresentação, indicar se estavam ouvindo um ou dois tons. Para a análise do resultado, foi considerado o menor intervalo (GAP) a partir do qual o indivíduo passou a identificar a presença de dois tons consistentemente. Inicialmente obtivemos o valor do menor intervalo por frequência e, em seguida, obtivemos a média entre as quatro frequências avaliadas, com o menor tempo de intervalo igual ou menor que 10ms.

O MLD com apresentação de 33 segmentos de ruído de banda estreita por 3 segundos, na presença ou não de tom puro de 500 Hz, em diferentes relações sinal/ruído (S/R), podendo o sinal estar na mesma fase (condição homofásica – SoNo) ou em fase invertida em uma das orelhas (condição antifásica - S $\pi$ No), e alguns itens do teste são compostos apenas pelo ruído e sem o sinal (No tone – NT). O cálculo do limiar diferencial de mascaramento foi considerado os acertos de cada fase, e convertidos em um novo valor, utilizando-se da tabela de resposta apresentada no manual do teste (Auditec of Saint Louis), determinado com a equação de *Spearman-Kärberque* que é simplificada com o plano do cálculo do limiar <sup>(15)</sup>. O valor considerado normal é igual ou maior que 10 dB.

Os resultados obtidos foram tabulados e submetidos posteriormente a um tratamento estatístico, analisados descritivamente, com estatísticas geradas com o software R. A análise descritiva caracterizou os dados coletados por meio do cálculo da média, desvio padrão, mediana e valores mínimo e máximo. Para a análise inferencial, foram utilizados testes paramétricos, os intervalos

de confiança de 95%. Utilizado teste de verificação da hipótese de normalidade por meio do teste de *Shapiro-Wilk*, como também aplicado o teste estatístico não paramétrico de *Kruskal-Wallis* para verificar semelhança na percepção de parâmetros vocais e as habilidades auditivas.

## RESULTADOS

Foram avaliados 31 indivíduos com DP, 10 mulheres (32,25%) e 21 homens (67,74%), com média de idade  $62,77 \pm 8,24$  na faixa etária de 39 a 79 anos de idade. A média de tempo do diagnóstico da doença foi de 8,61 anos, variando de recém-diagnosticados a até 21 anos, 07 distribuídos no estágio I (22,58%), 15 no estágio II (48,38%) e 09 no estágio III (29,04%) da escala de Hoehn e Yahr, que avalia o estadiamento da doença e a incapacidade de indivíduos com DP.

O perfil auditivo evidenciou apenas 02 casos (6,45%) com perda auditiva sensorioneural de grau leve bilateral, não ultrapassando 30 dB; para a melhor orelha, 22 casos (70,97%) com os limiares auditivos dentro do padrão de normalidade até 4Khz, e 07 casos (22,58%) com limiares auditivos alterados nas frequências agudas, distribuídos segundo os estágios da DP (Tabela 1).

**Tabela 1.** Caracterização perfil auditivo segundo estágios da doença (N=31)

ESTÁGIO DP	AUDIÇÃO					
	Normal 4khz		Alterado Agudas		Perda Leve	
	n.	%	n.	%	n.	%
<b>Estágio I (n=07)</b>	03	9,70	04	12,90	----	----
<b>Estágio II (n=15)</b>	11	35,49	03	9,67	01	3,22
<b>Estágio III (n=09)</b>	08	25,80	----	----	01	3,22
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>70,97</b>	<b>07</b>	<b>22,59</b>	<b>02</b>	<b>6,44</b>

Legenda: n= número. Fonte: Elaboração dos autores.

O perfil da intensidade vocal na população estudada em diferentes estágios da doença e condições de emissão, evidenciou que os valores da intensidade vocal média foram maiores na condição de emissão forte e menores na condição encadeada em todos os estágios da doença. Além disso, a intensidade vocal média foi maior no estágio I do que nos estágios II e III (Tabela 2).

**Tabela 2.** Caracterização da intensidade vocal segundo o estágio da doença (N=31)

ESTÁGIO DP	MÉDIA INTENSIDADE VOCAL (dB)			
	Fraca	Habitual	Forte	Encadeada
	n.	n.	n.	n.
<b>Estágio I (n=07)</b>	64,88	62,21	68,28	55,65
<b>Estágio II (n=15)</b>	55,20	60,04	67,84	53,68
<b>Estágio III (n=09)</b>	58,07	60,16	68,43	58,16

Legenda: n= número. Fonte: Elaboração dos autores

Em relação ao perfil dos parâmetros de frequência, os resultados mostraram que valores médios (em Hz) diminuíram progressivamente do estágio I para o estágio III na emissão forte e na emissão encadeada (Tabela 3).

**Tabela 3.** Caracterização da frequência segundo o estágio da doença (N=31)

ESTÁGIO DP	MÉDIA DA FREQUÊNCIA (Hz)			
	Fraca n.	Habitual n.	Forte n.	Encadeada n.
<b>Estágio I (n=07)</b>	119,6	144	181	130,8
<b>Estágio II (n=15)</b>	125,8	132	164	120
<b>Estágio III (n=09)</b>	127	145	164	137

Legenda: n= número. **Fonte:** Elaboração dos autores.

A Tabela 4 apresenta os resultados do RGDT e MLD. O RGDT mostrou 15 indivíduos com *score* normal (M=6,62 ms) e 16 alterados (M=24,7 ms). Os resultados indicaram que os valores alterados tiveram intervalos maiores do que os valores normais em todos os estágios do DP. Apenas em um caso identificou-se intervalo de 2 ms e em 09 casos para 5 ms, sendo os maiores intervalos no estágio III. No MLD, a maioria (n=24) apresentou *score* alterado.

**Tabela 4.** Distribuição dos indivíduos segundo a identificação intervalo no RGDT e os estágios da doença (N=31).

RGDT	MÉDIA DOS RGDT E MLD					
	Estágio I		Estágio II		Estágio III	
	Nor (n=04)	Alt(n=03)	Nor(n=07)	Alt(n=08)	Nor (n=04)	Alt (n=05)
<b>500</b>	7,5	23,33	6,42	24,37	8	30
<b>1KHz</b>	5	25	7,14	19,37	4,25	26
<b>2KHz</b>	4,25	26,66	5,28	20	5,5	34
<b>4KHz</b>	6,25	26,66	10,71	21,25	6,75	28
<b>MLD</b>	Nor (n=01)	Alt(n=06)	Nor(n=04)	Alt(n=11)	Nor (n=02)	Alt (n=07)
	12	3	13	3,27	10	4

Legenda: n= número. **Fonte:** Elaboração dos autores.

Analisando as habilidades auditivas segundo a intensidade vocal e frequência, observamos que apenas na intensidade, da emissão encadeada, foi alterado nos testes realizados. Nas demais emissões, as médias foram muito próximas, sugerindo que na emissão encadeada o prejuízo na percepção da intensidade vocal é mais significativo (Tabela 5).

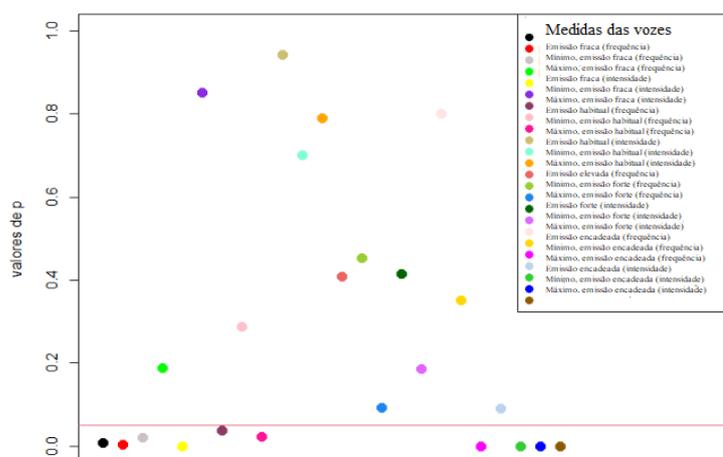
**Tabela 5.** Medidas descritivas dos parâmetros de intensidade vocal e frequência na emissão segundo a classificação dos testes MLD e RGTD (N=31).

INTENSIDADE	MLD Alterado			MLD Normal			RGTD Alterado			RGTD Normal		
	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV
Emissão fraca	56,66	3,4	0,06	54,36	2,32	0,04	56,41	2,98	0,05	56,15	3,66	0,07
Emissão habitual	60,16	2,93	0,05	61,89	2,9	0,05	59,93	3,08	0,05	60,84	2,46	0,04
Emissão forte	68,17	4,58	0,07	67,2	3,58	0,05	67,91	4,35	0,06	67,92	4,64	0,07
Emissão encadeada	58,57	32,28	0,55	51,45	11,99	0,23	64,2	37,78	0,59	48,99	12,25	0,25
FREQUÊNCIA	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV
Emissão fraca	130,91	41,43	0,32	103,84	12,71	0,12	134,3	41,06	0,31	115,79	34,93	0,3
Emissão habitual	144,88	42,19	0,29	116,29	13,36	0,11	148,5	39,3	0,26	128,92	38,81	0,3
Emissão forte	177,03	44,51	0,25	137,8	20,21	0,15	174,84	40,63	0,23	162,64	47,71	0,29
Emissão encadeada	133,07	48,36	0,36	108,77	27,4	0,25	137,57	48,12	0,35	117,67	42,38	0,36

Legenda: DP=Desvio padrão; CV= Coeficiente de variação; MLD= limiar diferencial de mascaramento; RGTD= teste de detecção de intervalos aleatórios. **Fonte:** Elaboração dos autores.

Podemos observar as variáveis de frequência, dos valores mínimo e máximo, que na emissão fraca aparentemente não seguem uma distribuição normal, como também identificamos outras variáveis cuja hipótese de normalidade é rejeitada. No entanto, também observamos pelo gráfico, diversos pontos distantes da linha vermelha, indicando, assim, que certas variáveis das vozes avaliadas possivelmente tendem apresentar distribuição normal (Figura 1).

**Figura 1-** Valores de p para o teste de normalidade dos parâmetros frequência e intensidade vocal na emissão fraca, habitual e forte e seus respectivos mínimo e máximo (N=31).



Legenda: Valores significativos ( $p < 0,05$ ) - Teste de *Shapiro-Wilks*.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Ainda sobre a frequência, apresentou diferença significativa em relação às emissões fraca e forte. Na emissão fraca, o valor máximo da frequência, como também, na emissão forte, tanto o valor médio quanto o máximo da frequência foram diferentes no teste de MLD (Tabela 6).

**Tabela 6** – Valores de p teste *Kruskal-Wallis* para verificar semelhança dos parâmetros da voz segundo a classificação dos resultados testes MLD e RGDT (N=31).

FREQUÊNCIA	Valor p MLD			Valor p RGDT		
	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx
Emissão Fraca	0,089	0,345	<b>0,018</b>	0,254	0,343	0,262
Emissão Habitual	0,108	0,202	0,108	0,152	0,086	0,174
Emissão Forte	<b>0,018</b>	0,156	<b>0,014</b>	0,457	0,707	0,52
Emissão Encadeada	0,156	0,741	0,119	0,408	0,651	0,238

Legenda: MLD= limiar diferencial de mascaramento e RGDT= teste de detecção de intervalos aleatórios; Teste *Kruskal-Wallis*  
 Fonte: Elaboração dos autores.

## DISCUSSÃO

Os achados audiométricos deste estudo sugerem que a perda auditiva pode estar associada a fatores do envelhecimento que contribuem para mudança no sistema auditivo <sup>(16)</sup>, tanto na audição periférica quanto central. O fator idade está relacionado diretamente com a perda auditiva periférica, o que pode contribuir dificultando ainda mais a escuta dicótica <sup>(17)</sup>, e favorece à falha do processamento auditivo evidenciando prejuízos nas habilidades de ordenação temporal sendo pior ou mais frequente na doença de Parkinson <sup>(18)</sup>. A integridade dos aspectos temporais da audição é pré-requisito para que o sistema auditivo determine a duração dos sons, o tempo de intervalo entre eles e sua ordenação temporal, habilidades essas, essenciais para o processamento auditivo da fala <sup>(19)</sup>. Assim, é importante considerar em nossos resultados a influência de dificuldades quanto a funções executivas e atenção presentes na DP.

Alguns autores descrevem, ainda, dois mecanismos de regulação auditiva-vocal, o controle de *feedback* e *feedforward*. O controle de *feedback* é baseado nas informações sensoriais recebidas. É o monitoramento constante da produção vocal para alcançar o objetivo de corrigir desvios durante a fonação. O controle *feedforward* baseia-se em modelos aprendidos previamente para a produção da voz. São memórias motoras desenvolvidas ao longo do tempo por meio das diferentes experiências de entrada sensorial e atividades motoras <sup>(20,31)</sup>. Portanto, os dados deste estudo sugerem que há uma diminuição da intensidade vocal nos pacientes com DP à medida que a doença progride, especialmente na condição de emissão fraca e fala encadeada. Além disso, os dados mostram que há uma variação da intensidade vocal entre as diferentes condições de fala, sendo maior na emissão forte e menor na fala encadeada. Podendo, assim, inferir a incapacidade dos indivíduos com DP de modular a intensidade vocal em função do contexto comunicativo e da demanda cognitiva.

A DP pode afetar o processamento auditivo temporal e interferir na percepção da intensidade e da frequência vocal <sup>(21)</sup>. Segundo Behlau e Pontes (1995) a intensidade vocal está ligada diretamente à pressão subglótica da coluna aérea. A pressão subglótica, por sua vez, depende de fatores como amplitude de vibração e tensão das pregas vocais, mais especificamente da resistência glótica. Esse parâmetro pode ser utilizado para avaliar a qualidade vocal, que corresponde à quantidade de energia acústica produzida pela fonte sonora. A intensidade da emissão pode variar de acordo com o tipo de emissão (fraca, habitual, forte ou fala encadeada), o grau de perda auditiva e a frequência do som <sup>(23)</sup>.

Em um estudo pioneiro com 861 participantes, com objetivo de investigar as diferenças na percepção do tempo entre 292 pacientes com DP e 569 controles saudáveis, usando estímulos auditivos e visuais para medir as diferenças nos intervalos de tempo e investigar a variabilidade no tempo dentro da resposta pessoal, observou-se que os grupos não diferiram significativamente quanto ao gênero. No entanto, no grupo de pacientes com DP, os indivíduos apresentaram sensibilidade prejudicada em distinguir a duração dos estímulos visuais e auditivos em comparação com controles saudáveis<sup>(19)</sup>. Pacientes com DP podem ter dificuldade em detectar e/ou discriminar sons da fala e dependendo dos agravos, conforme a classificação dos estágios da doença da escala de Hoehn e Yahr, tais dificuldades auditivas tendem a se intensificar<sup>(24)</sup>, o que confirma os achados do presente estudo no que se refere à frequência fundamental e intensidade vocal em diferentes estágios da DP nas diferentes emissões solicitadas, havendo redução deste parâmetro do estágio I para o estágio III, na emissão forte e na fala encadeada, sugerindo que o avanço da doença ocasiona maior dificuldade de modulação da voz nesses casos.

Em um estudo realizado comparando indivíduos com diagnóstico de DP, denominado grupo estudo (GE) e indivíduos normo-ouvintes denominado grupo controle (GC) em que ambos realizaram avaliação audiológica convencional e de habilidade auditiva, os resultados mostraram que os pacientes com DP apresentaram desempenho significativamente inferior aos do grupo controle em testes que mediam o processamento auditivo temporal<sup>(25)</sup>, em outro estudo, o RGDT mostrou ser um importante instrumento na avaliação da integridade funcional do processamento temporal auditivo em idosos, visto que essa população apresentou resolução temporal pior, em milissegundos, quando comparada à população adulta jovem para intervalos de curta duração<sup>(26)</sup>. Esses achados concordam com os resultados encontrados no presente estudo em relação às habilidades auditivas, no teste RGDT, o qual revelou-se uma ferramenta relevante, pois essa população teve um desempenho inferior no estágio III da DP, inferindo, portanto, que a progressão dos estágios da DP em prejuízos na resolução temporal.

O MLD, avalia a interação binaural, ou seja, a capacidade do sistema nervoso auditivo central de processar estímulos sonoros diferentes, complementares ou não, apresentados nas duas orelhas. Ela consiste na escuta e síntese de informações acústicas, resultando num único evento perceptual que permite melhor desempenho auditivo, pois auxilia na localização e direcionamento da fonte sonora, percepção de ruído de fundo e bom desempenho quando associado à mensagem linguística competitiva.<sup>(27,28)</sup> Neste trabalho, observa-se que a maioria dos indivíduos tiveram piores desempenhos no teste de MLD, assim, infere-se que os indivíduos podem ter prejuízos na integridade funcional do tronco encefálico, principal estrutura associada ao mecanismo da interação binaural.

Em relação à sensação psicoacústica de frequência fundamental, estudos sugerem que as áreas auditivas corticais direitas podem utilizar diferentes mecanismos para realizar o fechamento do *pitch* em sons cuja frequência fundamental foi filtrada, desse modo, indicam que o processamento neural do *pitch* é diferente nos hemisférios direito e esquerdo, o que permite ao sistema audiovocal detectar variações temporais e espectrais por meio do feedback auditivo e, conseqüentemente, permitirá o controle do *pitch*<sup>(29)</sup>. Por outro lado, alterações auditivas podem afetar diretamente no controle do mecanismo de feedback auditivo, visando ser um subsistema fundamental para o monitoramento da produção da voz, de modo a prejudicar o controle dos componentes imediatos e suprasegmentais da fala<sup>(24)</sup>, o que concorda com os achados desta pesquisa, visto que em relação aos valores médios diminuíram progressivamente do estágio I

para o estágio III na emissão forte e na fala encadeada, indicando uma maior dificuldade para modular a voz nesses casos.

A percepção auditiva desempenha papel fundamental na busca do feedback vocal<sup>(30,31)</sup>, e exerce a influência direta sobre o ajuste motor a ser adotado. É sabido que a voz depende principalmente de uma complexa e interdependente atividade de todos os músculos que servem à sua produção, requerendo, portanto, um sofisticado processamento muscular. Dentro dessa perspectiva, acredita-se que o “não se ouvir” pode trazer consequências para a produção vocal, uma vez que o ajuste motor adotado poderá ser inadequado, fato que poderá interferir diretamente na evolução da reabilitação vocal<sup>(30,31)</sup>. No nosso estudo, observamos que alguns valores relacionados aos parâmetros vocais estão fora da faixa de normalidade esperada, o que pode influenciar o paciente a apresentar dificuldades para identificar e discriminar um dos parâmetros acústicos da voz. Portanto, é possível inferir que a falta de integridade da percepção auditiva pode influenciar o indivíduo a apresentar dificuldades para identificar e discriminar parâmetros acústicos da voz.

Desse modo, entende-se que a avaliação do processamento auditivo pode ser um instrumento útil para identificar as dificuldades auditivas e vocais dos indivíduos com DP e para orientar as intervenções na elaboração de estratégias terapêuticas para indivíduos com alterações nessas habilidades.

Como limitações deste estudo, apontamos uma amostra pequena, tendo em vista a dificuldade dessa população comparecer aos serviços de saúde, além de outras intercorrências como diante da presença de cerume, em certos participantes, houve dificuldade de se realizar o procedimento de retirada do cerume por falta de integração entre práticas no serviço público, impedindo, assim, a continuidade em participar da pesquisa por não solucionar este problema durante o período da coleta, comprometendo também a qualidade de vida desses participantes.

## **CONCLUSÃO**

A DP afeta tanto a audição quanto a voz dos indivíduos, e que as alterações são mais nítidas nos estágios mais avançados da doença. Além disso, ficou evidenciado que as alterações de resolução temporal do processamento auditivo interferem no controle auditivo-motor e modulação da voz nos estágios da doença.

## **REFERÊNCIAS**

1. Hayes MT. Parkinson's Disease and Parkinsonism. *The American Journal of Medicine*. 2019 Jul 1;132(7):802–7.
2. Chou KL. Clinical manifestations of Parkinson disease. *UpToDate*, fev. 2020.
3. Pinheiro JES, Barbosa MT. Doença de Parkinson e Outros Distúrbios do Movimento em Idosos. In: Freitas EVD, Py L (eds). *Tratado de Geriatria e Gerontologia*. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2018. p. 360-37.
4. Cunha JM, Siqueira ECdO. O papel da neurocirurgia na doença de Parkinson: revisão de literatura. *Rev Med São Paulo [Internet]*. 2020 [cited 2022 Apr 21];99:66–75.
5. Lopes MS, Melo AS, Corona AP, Nobrega AC. Is there auditory impairment in Parkinson's disease? *Rev CEFAC [Internet]*. 2018 [cited 2022 Apr 21];20(5):573–82.

6. ASHA: American Speech-Language-Hearing Association. Central Auditory Processing Disorder [Internet]. 2021 [cited 2022 Apr 21].
7. Zeigelboim BS, Klagenberg KF, Muñoz MB, Gorski LP, Teive HAG, Santos RS. Evaluation of Central Auditive Processing in patients with Parkinson Disease. *ArqIntOtorrinolaringol* [Internet]. 2011 [cited 2022 Apr 21];15(2):189–94.
8. Nishihata R, Vieira MR, Pereira LD, Chiari BM. Processamento temporal, localização e fechamento auditivo em portadores de perda auditiva unilateral. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia* [Internet]. 2012 [cited 2022 Apr 21];17(3):266–73.
9. Cruz GK et al.. Perfil Vocal de Pregadores de um Igreja Pentecostal em Florianópolis; 2016.
10. Almeida AA et al.. Capítulo 14; Livro: Fonoaudiologia Avaliação e Diagnóstico; org: Leandro de Araújo Pernambuco; Ana Manhani Cáceres; 1 Ed.-Rio de Janeiro – RJ – Thieme Revinter Publicações; 2021.
11. Lopes LW et al.. Características vocais e de personalidade de pacientes com imobilidade de prega vocal. *CoDAS* [Internet]. 2015 [cited 2022 Apr 21];27(2):178–85.
12. Sarpi TMF C et al. Efeitos na voz e deglutição após treino e força muscular expiratória na doença de Parkinson. *Rev. Distúrbios da Comum.* v. 29, p. 274-283, 2017.
13. Hoehn MM , Yahr MD. Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology* 1967; 17 (5): 427-42.
14. de Oliveira Florencio V, Almeida AA, Balata P, Nascimento S, Brockmann-Bausser M, Lopes LW. Differences and Reliability of Linear and Nonlinear Acoustic Measures as a Function of Vocal Intensity in Individuals With Voice Disorders. *J Voice.* 2021 Jun 8:S0892-1997(21)00144-2. doi: 10.1016/j.jvoice.2021.04.011. Epub ahead of print. PMID: 34116889.
15. Mendes S do C, Branco-Barreiro FCA, Frota S. Limiar diferencial de mascaramento: valores de referência em adultos. *Audiology - Communication Research.* 2017;22(0).
16. Dias, A.E., & Limongi, J.C.P.(2003). Tratamento dos distúrbios da voz na doença de Parkinson: o método Lee Silverman. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*,61(1),61–66.doi:10.1590/s0004-282x2003000100011
17. Quintero SM, Marotta RMB, Marone SA.Avaliação do processamento auditivo central em indivíduos idosos com e sem presbiacusia por meio do teste de reconhecimento de dissílabos em tarefa dicótica - SSW. *Rev Bras Otorrinolaringol.*,68(1),28-33.
18. Rabelo, MB., Lopes,M.da S., Corona,A.P.,&de Araujo,R.P.C.(2014).Alterações auditivas em indivíduos com doença de Parkinson. *Revista De Ciências Médicas E Biológicas*,13(3),319–324.
19. Su ZH, Patel S, Bredemeyer O, FitzGerald JJ, Antoniades CA. Parkinson disease deficits in time perception to auditory as well as visual stimuli - A large online study. *Front Neurosci.*,16:995438.
20. Tourville J, Reilly K, Guenther F. Neural mechanisms underlying auditory feedback control of speech. *Neuroimage.*,39(3),1429–43.
21. Advíncula KP, Menezes DC, Pacífico FA, Costa MLG da, Griz SMS. Efeito da idade no processamento auditivo temporal: benefício da modulação do mascaramento e efeito do pós-mascaramento. *Audiology - Communication Research.* 2018 Nov 8;23(0).

22. Behlau M, Pontes P. Avaliação e Tratamento das Disfonias. São Paulo: Lovise; 1995
23. Wertzner HF, Schreiber S, Amaro L. Análise da frequência fundamental, jitter, shimmer e intensidade vocal em crianças com transtorno fonológico. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2005 Oct;71(5):582–8.
24. Silva LV da, Blasi HF, Campos PD, Braga Junior JD, Padilha FYOMM, Pinheiro MMC. Avaliação das habilidades auditivas temporais na doença de Parkinson. *Distúrbios da Comunicação*. 2021 May 22;33(2):187–94.
25. Silva JMS da. Geometria orofaríngea e parâmetros acústicos vocais de indivíduos com doença de parkinson após exercício com tubo de ressonância flexível [Internet]. *repositorio.ufpe.br*. 2019 [cited 2023 Apr 20]. Available from: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34116>
26. Zaidan E, Garcia AP, Tedesco MLF, Baran JA. Desempenho de adultos jovens normais em dois testes de resolução temporal. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica* [Internet]. 2008 Mar 1;20:19.
27. Guia de Orientação Avaliação e Intervenção no Processamento Auditivo Central [Internet]. Available from: [https://www.fonoaudiologia.org.br/wp-content/uploads/2020/10/CFFa\\_Guia\\_Orientacao\\_Avaliacao\\_Intervencao\\_PAC.pdf](https://www.fonoaudiologia.org.br/wp-content/uploads/2020/10/CFFa_Guia_Orientacao_Avaliacao_Intervencao_PAC.pdf)
28. Frota SMMC, Leite Filho CA, Bruno CS, Carvalho LB, Riegel NA, Souza SA da SR de, et al. Masking Level Difference: avaliação da confiabilidade teste-reteste em estudantes universitárias normo-ouvintes. *CoDAS*. 2022;34(3).
29. Balen SA, Boeno MRM, Liebel G. A influência do nível socioeconômico na resolução temporal em escolares. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*. 2010;15(1):7–13.
30. Luchesi KF, Moura LF, Kitamura S, Nakamura HY. Problemas vocais no trabalho: prevenção na prática docente sob a óptica do professor. *Saúde Soc*. 2009;18(4):673-81.
31. Gielow, I; Paoliello, KBG; Faria, MF. Disfonia e processamento auditivo central. *Fundamentos e atualidades em voz clínica*. RJ: Thieme revint. c. 14, p.181 -191, 2019.