

Efeito vocal imediato sob esforço fonatório e trato vocal semiocluido com tubo de alta resistência em pacientes com Doença de Parkinson

Immediate vocal effect under phonatory effort and semi-occluded vocal tract with high resistance tube in patients with Parkinson's disease

Efecto vocal inmediato bajo esfuerzo fonatorio y tracto vocal semiocluido con tubo de alta resistencia en pacientes con enfermedad de Parkinson

Renata Serrano de Andrade Pinheiro¹ 

Nelson Torro Alves¹ 

Anna Alice de Figueirêdo Almeida¹ 

Resumo

Introdução: a Doença de Parkinson (DP) é caracterizada pela presença de movimentos tremulantes involuntários, diminuição da força muscular e alterações na marcha, voz e fala. **Objetivo:** comparar o efeito imediato de exercícios de esforço fonatório e trato vocal semiocluido com tubo de alta resistência em parâmetros vocais de pacientes com Doença de Parkinson. **Métodos:** 20 pacientes com DP, ambos os sexos, 10 no grupo de Exercício do Trato Vocal Semiocluido (ETVSO), e 10 no grupo com Exercício de Esforço Fonatório (EEF). Foi realizada a avaliação da voz nos aspectos de parâmetros perceptuais e

¹ Universidade Federal da Paraíba - UFPB, João Pessoa, PB, Brasil.

Contribuição dos autores:

RSAP; AAFA: concepção do estudo; coleta de dados; e/ou na análise/interpretação de dados; elaboração ou revisão do manuscrito; aprovação da versão final do manuscrito para publicação; responsabilidade pela exatidão e integridade de todos os aspectos da pesquisa.

NTA: elaboração ou revisão do manuscrito; aprovação da versão final do manuscrito para publicação; responsabilidade pela exatidão e integridade de todos os aspectos da pesquisa.

E-mail para correspondência: reserranoap@gmail.com

Recebido: 29/12/2024

Aprovado: 13/05/2025

análise acústica da voz. A estatística foi utilizada para comparar os grupos e os momentos pré e pós a execução do exercício. **Resultados:** a avaliação perceptivo-auditiva evidenciou melhora no pós exercício com ganho no efeito imediato para o grau geral e a rugosidade nos dois grupos; para a soproidade e a instabilidade, houve diminuição do ganho pós exercício para os grupos ETVSO e EEF. Na análise acústica, o ganho no pós exercício mostrou uma discreta diminuição para o ETVSO no que se refere a f_0 , associado à diminuição da tensão e aos ajustes no trato vocal, e no EEF houve um aumento de f_0 , relacionado à hiperatividade da musculatura tensora das pregas vocais. Na intensidade mostrou-se aumento para ambos os grupos, devido à elevação da pressão aérea subglótica e a melhora da adução das pregas vocais. **Conclusão:** foi registrado benefício semelhante para parâmetros vocais analisados tanto após a realização de EEF quanto ETVSO, em pacientes com DP.

Palavras-chave: Doença de Parkinson; Voz; Treinamento vocal; Acústica da fala; Disfonia.

Abstract

Introduction: Parkinson's disease (PD) is characterized by the presence of involuntary trembling movements, decreased muscle strength, and changes in gait, voice, and speech. **Objective:** to compare the immediate effect of phonatory effort exercises and semi-occluded vocal tract with a high-resistance tube on vocal parameters of patients with Parkinson's disease. **Methods:** 20 patients with PD, both sexes, 10 in the Semi-occluded Vocal Tract Exercise (SOVTE) group, and 10 in the Phonatory Effort Exercise (PEE) group. Voice was assessed in terms of perceptual parameters and acoustic analysis of the voice. Statistics were used to compare the groups and the moments before and after the exercise. **Results:** the auditory-perceptual evaluation showed improvement after the exercise with gain in the immediate effect for the general degree and roughness in both groups; for breathiness and instability, there was a decrease in the gain after the exercise for the SOVTE and PEE groups. In the acoustic analysis, the gain after exercise showed a slight decrease in f_0 for SOVTE, associated with decreased tension and adjustments in the vocal tract, and in the EPS there was an increase in f_0 , related to hyperactivity of the vocal fold tensor muscles. Intensity showed an increase for both groups, due to the increase in subglottic air pressure and improvement in vocal fold adduction. **Conclusion:** a similar benefit was recorded for vocal parameters analyzed both after EPS and SOVTE, in patients with PD.

Keywords: Parkinson's disease; Voice; Voice training; Speech acoustics; Dysphonia.

Resumen

Introducción: La enfermedad de Parkinson (EP) se caracteriza por la presencia de movimientos involuntarios de sacudidas, disminución de la fuerza muscular y alteraciones en la marcha, voz y habla. **Objetivo:** comparar el efecto inmediato de ejercicios de esfuerzo fonatorio y tracto vocal semiocluído con tubo de alta resistencia sobre los parámetros vocales de pacientes con enfermedad de Parkinson. **Métodos:** 20 pacientes con EP, de ambos sexos, 10 en el grupo de Ejercicio del Tracto Vocal Semiocluído (SOVTE) y 10 en el grupo de Ejercicio de Esfuerzo Fonatorio (PEE). La voz se evaluó en términos de parámetros perceptuales y análisis acústico de la voz. **Resultados:** la evaluación auditivo-perceptual mostró mejoría después del ejercicio con una ganancia en el efecto inmediato para el grado general y rugosidad en ambos grupos; En cuanto a la respiración y la inestabilidad, hubo una disminución en la ganancia posterior al ejercicio para los grupos SOVTE y EEF. En el análisis acústico, la ganancia post ejercicio mostró una ligera disminución para el SOVTE en relación a f_0 , asociada a la disminución de la tensión y ajustes en el tracto vocal, y en el EEF hubo un aumento de f_0 , relacionado a la hiperactividad de los músculos tensores de las cuerdas vocales. La intensidad aumentó en ambos grupos, debido a elevación de presión del aire subglótico y a mejora en la aducción de las cuerdas vocales. **Conclusión:** se registró un beneficio similar para parámetros vocales analizados tanto después de realizar EPS como SOVTE en pacientes con EP.

Palabras clave: Enfermedad de Parkinson; Voz; Entrenamiento vocal; Acústica del habla; Disfonia.

Introdução

A Doença de Parkinson (DP) é uma das doenças degenerativas mais frequentes do sistema nervoso central, que tem como característica principal a hipocinesia, uma diminuição do movimento. Os principais sintomas incluem lentidão dos movimentos (bradicinesia), dificuldade em iniciar atividades motoras voluntárias (acinesia), aumento do tônus muscular (rigidez) e tremores das mãos e mandíbula, que são mais proeminentes no repouso¹. Embora sem a mesma relevância clínica, sintomas não motores também podem ocorrer à medida que a doença progride, tais como: depressão, distúrbios do sono, alterações cognitivas e distúrbios autonômicos².

A base orgânica da DP é a degeneração das aferências da substância negra ao estriado. Essas aferências usam o neurotransmissor dopamina (DA), que facilita a alça motora direta ativando células do putâmen. A depleção de DA fecha o funil que alimenta a atividade na área motora suplementar via núcleos da base e núcleo ventro-lateral¹.

Nas fases iniciais da doença, alterações discretas da qualidade da voz e da articulação podem ser observadas, mas não constituem sintomas limitantes para prejudicar a comunicação oral. Entretanto, com o avançar da DP, o comprometimento da produção da voz e da articulação começa a surgir e a comunicação oral pode se tornar bastante prejudicada².

Com relação aos sinais e/ou sintomas fonoaudiológicos da DP, são referidas as alterações na qualidade vocal na forma *perceptivo-auditiva*: voz rouca, sopro, áspera, monótona, trêmula, instável, pastosa; *loudness* reduzido; *pitch* grave; alterações de ressonância, geralmente relacionadas com a nasalidade; e *acústicas*: redução da frequência fundamental (f0) e dos níveis de pressão sonora (PS), aumentos de medidas relacionadas com a turbulência, tremor, componentes sub-harmônicos, quebras vocais, segmentos não sonorizados, *jitter*, *shimmer* e relação harmônico-ruído. Além de imprecisão e lentidão articulatória; disfunções respiratórias características da DP, tais como: fraqueza muscular respiratória, restrição na ventilação/perfusão e incoordenação pneumofonoarticulatória e disfagia nos casos mais avançados³.

Atualmente, existem vários métodos e técnicas para o tratamento da DP. Na reabilitação vocal, a literatura mostra evidências de nível I para o método

Lee Silverman Voice Treatment[®] (LSVT[®]), desenvolvido por Ramig e colaboradores⁴, que enfoca o nível laringeo para o tratamento dos desvios de voz e fala de indivíduos com DP, baseado no esforço fonatório, e pode inclusive trazer melhora para a deglutição do paciente.

Vários aspectos do programa LSVT[®] original provavelmente são responsáveis por resultados de sucesso, incluindo a intensidade e a frequência do tratamento. Conta com sessões de alto esforço, com duração de 60 minutos, frequência de 4 vezes por semana, durante 4 semanas, com um foco sensorial, reconhecendo o esforço apropriado e nível de intensidade sonora; e treinamento motor, com o uso de maior esforço e intensidade^{4,5}.

No entanto, os responsáveis pelo programa LSVT[®], e outros autores, reconheceram que o esquema de tratamento pode limitar o número de fonoaudiólogos a oferecer o tratamento. Desta forma, a intensa programação pode ser limitante se os indivíduos com DP dependem de outras pessoas para transportá-los até o local de atendimento⁶.

Baseados nessas dificuldades, alguns autores⁷ realizaram um estudo com a adaptação do Método LSVT[®] para aplicação em grupo, com a seguinte sequência: sessões de 90 minutos, uma vez por semana, durante 8 semanas consecutivas, resultando em 720 minutos de terapia. A cada semana os participantes recebiam atividades que deveriam ser realizadas diariamente. Mostraram a utilização do método LSVT[®] adaptado para o formato de grupo, e com a realização de algumas modificações concluíram sua efetividade apresentando nos resultados mudanças favoráveis nas alterações dos comportamentos vocais. Dessa forma, o método LSVT[®] adaptado oferece uma alternativa de melhor acessibilidade aos pacientes, facilitando, de certo modo, a sua aplicação.

Dentre os métodos de competência fonatória, encontram-se os exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO), com o objetivo de promover um ajuste muscular primário, pela posição adequada das pregas vocais, e alongamento correspondente à frequência da voz e resistência glótica suficientes para se contrapor à força da coluna aérea pulmonar⁸.

Os ETVSO são exercícios com oclusão parcial ou alargamento do trato vocal. Têm sido amplamente utilizados na terapia de voz falada e cantada com o objetivo de produzir um aumento da impedância de entrada do trato vocal. Este tipo

de exercício é produzido através da constrição da parte anterior da cavidade oral e dos lábios. Algumas dessas técnicas incluem o uso de consoantes oclusivas, fricativas, vibração de lábios ou língua, ou fonação de tubos de ressonância com diferentes diâmetros, comprimento e resistência⁹.

A fonação em tubos tem sido utilizada em terapia vocal na Finlândia desde a década de 1960, com aplicação tanto em disfonias, como em pessoas com voz normal, para aperfeiçoamento vocal. No âmbito terapêutico, esses tubos têm sido aplicados em casos de disfonia funcional (hiper e hipofuncional), em paralisia do nervo laríngeo recorrente e em pacientes com nódulos, entre outras patologias vocais. O efeito fisiológico e acústico produzido pelos tubos pode variar dependendo da largura do tubo utilizado¹⁰.

Muitos são os avanços na área de estudo da voz e sobre a avaliação e tratamento da voz no idoso, no entanto, poucos estudos expressam a real dimensão do comprometimento do idoso com DP, no que se refere a sua qualidade vocal. Desta forma, observa-se a importância de mostrar, de uma maneira mais detalhada, os efeitos da contribuição de técnicas vocais, como os exercícios de Esforço Fonatório, baseados nos conceitos do Método LSVT[®], e os ETVSO com tubo de alta resistência, para a aquisição de um melhor desempenho vocal, em busca de uma comunicação mais efetiva nesta população. A hipótese fundamenta-se na premissa de que a execução do exercício de Trato Vocal Semiocluído (ETVSO) provoca benefícios para o comportamento vocal em idosos com Doença de Parkinson quando comparada aos efeitos dos exercícios de Esforço Fonatório (EEF).

O objetivo geral deste estudo é comparar o efeito imediato de exercícios de esforço fonatório (EEF) e exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) com tubo de alta resistência em parâmetros vocais de pacientes com Doença de Parkinson.

Métodos

Trata-se de um estudo experimental com medidas repetidas, de campo e abordagem quantitativa. O estudo foi avaliado e autorizado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências e Saúde de uma instituição de ensino superior, por meio do protocolo nº 800.329/2014. Os pacientes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

A população alvo deste estudo era oriunda do Centro de Atenção Integrada à Saúde (CAIS) e Clínica-Escola de Fonoaudiologia do Centro de Ciências da Saúde (CCS) de uma instituição de ensino superior. Foi formada por conveniência, de pacientes com doença de Parkinson, de ambos os sexos, atendidos nos locais de referência citados acima. Os pacientes foram alocados aleatoriamente em 2 grupos: Grupo com base nos exercícios de Esforço Fonatório (EEF) e Grupo com base na execução de exercício do Trato Vocal Semiocluído (ETVSO) com tubo de alta resistência, ambos submetidos também à Orientação Fonoaudiológica.

Alguns critérios foram estabelecidos para a participação nesta pesquisa, sendo os de inclusão: ambos os sexos; acima de 50 anos; diagnóstico de Doença de Parkinson no estágio 2 ou 3 (Hoehn e Yahr, 1967); e sem tratamento fonoaudiológico da voz prévio. Os critérios de exclusão foram: apresentar outras alterações vocais associadas, ou condições gerais de saúde, cognitiva e/ou psiquiátrica que limitassem a compreensão ou realização das tarefas que seriam realizadas.

Foi realizada uma anamnese detalhada com informações sobre saúde geral e laudos médicos, como também a aplicação do teste de *screening* cognitivo Mini Mental (MEEM) para avaliar os aspectos cognitivos dos pacientes.

Os dados demográficos dos pacientes foram coletados através de ficha individual composta por: idade, sexo e escolaridade, a fim de caracterizar a amostra. Os instrumentos utilizados para a coleta de dados foram descritos de acordo com a avaliação multidimensional da voz; e a avaliação fonoaudiológica envolvendo a perceptivo auditiva e os parâmetros acústicos avaliados pré e pós o exercício vocal selecionado. Foi realizada a coleta da emissão da vogal sustentada /ε/ em tempo máximo de fonação. As coletas foram realizadas no momento anterior e posterior a aplicação do exercício vocal.

A coleta de dados da pesquisa foi realizada em um ambiente silente, a partir de um microfone cardioide unidirecional, da marca Logitech, acoplado a um *desktop* da marca Samsung, por meio de uma interface de áudio Behringer, modelo U-Phoria UMC 204, utilizando-se o *software* VoxMetria para análise acústica da voz, da CTS Informática, e o *software* de acesso livre Praat (Versão 5.3.84) para as medidas acústicas de Cepstral Peak Prominence-Smoothed (CPPS). A taxa de amostragem foi de

44.100 Hz, preservando-se, assim, a maior parte das informações do sinal vocal. Houve a preocupação em manter a mesma distância do microfone da comissura labial em todos os participantes.

Posteriormente ao momento da coleta, as vozes foram editadas no *software Sony Sound Forge Pro* versão 10.0. A normalização foi realizada no controle “normalize” do *Sound Forge*, no modo *peak level*, a fim de obter uma padronização na saída de áudio entre -6 e 6 dB. Eliminou-se os dois segundos iniciais e finais da emissão da vogal, devido à maior irregularidade nesses trechos, de forma a manter padronizados três segundos para cada emissão.

A avaliação perceptivo-auditiva é considerada o “padrão ouro” na avaliação fonoaudiológica da voz, pois permite caracterizar a qualidade da voz e quantificar a intensidade do desvio vocal. Tem o caráter subjetivo e depende da experiência e do treinamento auditivo do avaliador. A escolha de uma escala diminui a subjetividade e direciona essa avaliação.

A avaliação perceptiva auditiva foi realizada por três juízes fonoaudiólogos(as) especializados em voz, com mais de 10 anos de experiência, após escutar as vozes pareadas em dupla de forma aleatória (amostra vocal pré e pós-exercício ou amostra vocal pós e pré exercício) três vezes por meio de caixa de som, em intensidade confortável autorreferida. A tarefa era selecionar qual a melhor voz do par e avaliar, independente do julgamento anterior, cada amostra isoladamente. Foi realizada a repetição aleatória de 10% das amostras vocais, para a análise da confiabilidade da avaliação intra juiz.

Optou-se em utilizar a escala analógico-visual (EAV) para avaliação perceptivo-auditiva de cada amostra vocal. A EAV consiste numa linha de 100mm horizontal na qual o avaliador marca a quantidade de sensação perceptiva do momento. Cada milímetro corresponde a uma intensidade do desvio e, portanto, a escala oferece 100 possibilidades de graduação. Os pontos de corte mostram as diferentes intensidades de desvios vocais: de zero até 35,5 pontos para a variabilidade normal da qualidade vocal; de 35,5 a 50,5, leve a moderado;

de 50,6 a 90,5, moderado; e a partir de 90,6 a 100, para os desvios intensos. Neste estudo utilizou-se como parâmetros avaliados: grau geral(G), rugosidade(R), soprosidade(S), tensão(T) e instabilidade(I) que são consenso mundial ¹¹.

Realizou-se também análise acústica do sinal sonoro. A análise acústica é uma avaliação que faz uso de programas computadorizados e fornece medidas relacionadas à forma do trato vocal, ao padrão de vibração das pregas vocais e às mudanças no tempo¹². Para a análise acústica foram obtidos os dados da Média de f0 em Hertz (Hz), Variabilidade de f0 em Hertz (Hz), Semitons, Intensidade Média em decibel (dB), *Jitter* em porcentagem (%), *Shimmer* em porcentagem (%) e Proporção Harmônico Ruído (PHR).

Os pacientes de ambos os grupos passaram por orientação vocal envolvendo o tema: conceitos gerais e sintomas fonoaudiológicos na Doença de Parkinson. O grupo de EEF foi submetido a técnicas pertencentes ao método LSVT®. A pesquisa contou com a colaboração de fonoaudióloga certificada no Método LSVT® e participação de colaboradores. As técnicas selecionadas podem ser observadas no Quadro 1: a emissão da vogal /a/ sustentada em *loudness* aumentado e esforço modulado; glissandos ascendentes e descendentes com aumento de esforço e *loudness*; vogal sustentada em *pitch* alto e *pitch* baixo, repetição de listas de palavras monossílabas, dissílabas e frases. O outro grupo foi submetido a uma sequência de ETVSO. Para tal, foi utilizado um canudo de plástico rígido, com 8,7 centímetros de comprimento, 1,5 milímetros de diâmetro. Os indivíduos seguraram uma das extremidades do canudo com os lábios e apoio dos dedos indicador e polegar da mão de sua preferência, observando a saída de ar pela outra extremidade e realizaram a emissão de um sopro associado à emissão do som prolongado da vogal /u/. Os exercícios foram iniciados com a realização em f0 em torno de três minutos, com intervalo entre as repetições, descrito no Quadro 1. A postura e o esforço fonatório aplicados na técnica foram controlados pela pesquisadora.

Quadro 1. Descrição dos exercícios aplicados aos grupos.

ETVSO	EEF
Conceitos Gerais e Sintomas da Doença de Parkinson + ETVSO em f0 03 minutos de repetições do sopro sonorizado com emissão do som prolongado da vogal /u/, em canudo de plástico de alta resistência, no Tempo Máximo de Fonação (TMF), com intervalo entre as repetições.	Conceitos Gerais e Sintomas da Doença de Parkinson + Exercício de Esforço Fonatório (EEF) 10 minutos de execução de exercícios com 15 repetições da vogal /a/ sustentada em <i>loudness</i> aumentada e esforço modulado; glissandos ascendentes e descendentes com aumento de esforço e <i>loudness</i> (x15); vogal sustentada em pitch alto(15x) e pitch baixo(15x); repetição de 20 frases iguais para todo o grupo. Para finalizar, a repetição de palavras listas de palavras monossílabas, dissílabas e frases.

Legenda: ETVSO – Exercício de Trato Vocal Semiocluído; f0 – Frequência Fundamental; EEF – Exercício de Esforço Fonatório.

A descrição dos procedimentos foi dividida em três etapas referidas a seguir: na primeira, foi realizada a *coleta pré intervenção* com a amostra da vogal sustentada /ε/, para posterior análise perceptivo auditiva e acústica da vogal. Na segunda fase, a *intervenção*, consistiu na aplicação de ETVSO ou EEF para a voz nos pacientes com Doença de Parkinson. A amostra foi dividida aleatoriamente em dois grupos: o experimental, composto por um grupo de idosos com Doença de Parkinson submetidos à orientação vocal e intervenção por meio dos exercícios de Trato Vocal Semiocluído (ETVSO) com tubo de alta resistência e o controle positivo, composto por um grupo de idosos com Doença de Parkinson submetidos à orientação vocal e intervenção por meio de exercícios de Esforço Fonatório (EEF). O grupo de DP com EEF teve a aplicação de técnicas preconizadas pelo Método LSVT®, por apresentar evidência científica na reabilitação vocal de pacientes com Doença de Parkinson. Na terceira fase da pesquisa, a *coleta pós-intervenção*, foi realizada a reavaliação com a coleta da amostra da vogal sustentada /ε/ para realização de uma nova análise perceptivo auditiva e acústica da voz após a realização das técnicas vocais.

A análise estatística foi realizada no *Software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS),

versão 21.0. Utilizou-se o teste não-paramétrico U de Mann-Whitney para comparar as tendências centrais das duas amostras independentes de tamanhos iguais. Utilizou-se o Wilcoxon para amostras pareadas a fim de comparar a avaliação perceptivo-auditiva dos juízes pré e pós exercício de cada grupo. Foi utilizado o coeficiente Alfa de Cronbach para estimar a confiabilidade da avaliação perceptivo-auditiva, pela EAV, medindo a correlação entre as respostas dos juízes. O nível de significância estabelecido foi p-valor menor ou igual a 0,05.

Resultados

O presente estudo apresentou uma população composta por 20 pacientes, divididos nos grupos de 10 pacientes que realizaram ETVSO e 10 pacientes EEF, de ambos os sexos, acometidos pela Doença de Parkinson, com idade média de 65,7 ($\pm 9,0$) para o ETVSO e 63,8 ($\pm 6,25$) para o EEF, com predominância de ensino médio completo (3 pacientes, 30%) para o ETVSO e ensino superior completo (4 pacientes, 40%) para o EEF; conforme a Tabela 1 abaixo descrita.

Tabela 1. Descrição dos dados demográficos de pacientes com Doença de Parkinson de acordo com os grupos.

VARIÁVEIS	ETVSO		EEF	
	N	%	N	%
Sexo				
Feminino	4	40	7	70
Masculino	6	60	3	30
Escolaridade				
Analfabeto	1	10	0	0
Fundamental Incompleto	1	10	1	10
Fundamental Completo	1	10	2	20
Médio Incompleto	2	20	0	0
Médio Completo	3	30	3	30
Superior Incompleto	1	10	0	0
Superior Completo	1	10	4	40

Legenda: ETVSO - Exercício de Trato Vocal Semi Ocluído; EEF - Exercício de Esforço Fonatório

A Tabela 2 descreve as médias, desvio-padrão e diferença do efeito imediato (DIF) das variáveis avaliadas na Análise Acústica: a frequência fundamental (f0), o *Jitter*, o *Shimmer*, a Proporção

Harmônico Ruído(PHR), a Variabilidade de f0, o Semitom e a Intensidade, pré e pós exercício nos grupos de ETVSO e de EEF.

Tabela 2. Descrição de médias, desvio-padrão e diferença do efeito imediato (DIF) da Análise Acústica: Frequência fundamental(f0), *Jitter*, *Shimmer*, Proporção Harmônico Ruído (PHR), Semitom e Intensidade, pré e pós exercício nos grupos ETVSO e EEF.

Variáveis	ETVSO		p-valor Intragrupo	DIF	EEF		p-valor Intragrupo	DIF	p-valor Interggrupo PÓS
	PRE	POS			PRE	POS			
f0	147,5±50,8	146,9±47,1	0,384	-0,5±14,8	176,1±51,1	180,2±44,5	0,553	4,1±21,1	0,112
Jitter	1,6±3,2	0,4±0,3	0,909	-1,3±3,3	0,8±1,1	0,4±0,6	0,144	-0,5±0,9	0,943
Shimmer	9,6±6,8	7,8±5,1	0,244	-1,8±3,2	8,2±3,8	5,9±2,3	0,100	-2,3±3,9	0,300
PHR	0,7±0,2	0,8±0,1	0,113	0,1±0,1	0,9±0,1*	0,9±0,1†	0,343	0,0±0,1	0,130
Semitom	3,7±4,0	3,3±3,9	0,343	-0,4±1,3	3,3±3,9	4,8±5,1	0,224	1,5±3,6	0,470
Intensidade	81,8±4,5	82,9±1,5	0,497	1,0±4,6	83,3±2,2	84,2±2,3	0,300	1,0±2,8	0,137

Legenda: F0 = Frequência Fundamental; PHR= Proporção Harmônico Ruído; ETVSO - Trato Vocal Semi ocluído; DIF= diferença do efeito imediato; EEF - Exercício de Esforço Fonatório

* diferença intergrupos Pré vs Pré

† = diferença intergrupos Pós vs Pós.

Teste de Wilcoxon; Teste de Kruskal Wallis

Nível de significância = p<0,05

Quando realizada comparação das medidas acústicas intragrupos, observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós exercício em nenhum dos grupos estudados. Além disso, observou-se também que no momento pós, os grupos apresentaram medidas acústicas semelhantes.

Ao realizar a análise acústica das Medidas Cepstrais das vozes dos participantes dos grupos de ETVSO e EEF, foram descritas as médias, desvio-padrão, diferença do efeito imediato (DIF) e p-valor das Medidas Cepstrais de CPPS, no pré e pós exercício dos grupos ETVSO e EEF, como pode ser verificado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3. Descrição de médias, desvio-padrão, diferença do efeito imediato (DIF) e p-valor das Medidas Cepstrais (CPPS), no pré e pós exercício nos grupos ETVSO e EEF.

VARIÁVEIS	ETVSO		EEF		p-valor
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão	
MEDIDAS CEPSTRAIS (CPPS) PRÉ	13.76	3.69	15.96	3.49	0,189
MEDIDAS CEPSTRAIS (CPPS) PÓS	14.61	1.46	17.32	2.56	0,012*
p-valor	0,384		0,132		
DIFERENÇA	0.85	2.05	1.36	0.93	0,554

Legenda: ETVSO - Trato Vocal Semi Ocluído; EEF - Exercício de Esforço Fonatório; Teste t-student para amostras independentes e pareadas; significância * $p < 0,05$.

Observou-se que os grupos apresentaram medidas cepstrais (CPPS) semelhantes no momento pré, no entanto, após a aplicação dos métodos, os valores das medidas apresentaram diferenças entre os grupos ($p=0,012$), sendo maiores no grupo EEF do que no ETVSO. Além disso, quando comparados os valores das medidas cepstrais intragrupos, foi observado que não houve diferença significativa

em nenhum dos grupos, ETVSO ($p=0,384$) e EEF ($p=0,132$).

Na Tabela 4, descreveu-se as médias, desvio-padrão e DIF das variáveis avaliadas na Avaliação Perceptiva Auditiva realizada por três juízes por meio da EAV: o grau geral (G), a rugosidade (R), a soproisidade (S), a tensão (T) e a instabilidade (I), no pré e pós exercício dos grupos ETVSO e EEF.

Tabela 4. Descrição de médias, desvio-padrão, diferença do efeito imediato (DIF) e α de Cronbach para juízes de voz nas variáveis da EAV: grau geral (G), rugosidade (R), soproisidade (S), tensão (T) e instabilidade (I), pré e pós exercício nos grupos ETVSO e EEF.

Variáveis	ETVSO		p-valor Intragrupo	DIF	EEF		p-valor Intragrupo	DIF	p-valor Intergrupo PRÉ	p-valor Intergrupo PÓS
	PRE	PÓS			PRE	PÓS				
Grau Geral (G)	50,8±8,1	47,7±11,1	0,207	-3,2±7,4	47,6±6,6	40,1±7,8 *	0,036*	-7,5±9,6	0,342	0,095
Rugosidade (R)	41,4±14,0	39,1±14,4	0,349	-2,3±7,3	32,7±18,8	22,7±18,6	0,055	-10,0±14,3	0,256	0,041*
Soproisidade (S)	36,4±10,7	30,5±13,3	0,164	-5,8±12,1	24,9±13,4	15,2±12,5 *	0,025*	-9,7±11,4	0,049	0,079
Tensão (T)	6,1±12,2	11,4±14,0	0,448	5,2±20,9	7,2±11,0	14,7±10,9	0,125	7,5±14,0	0,835	0,557
Instabilidade (I)	50,9±8,5	40,3±16,1*	0,046*	-10,6±14,5	40,7±14,5	34,1±15,3	0,155	-6,6±13,4	0,070	0,389

Legenda: EAV= Escala Analógico Visual; G=Grau Geral; R= Rugosidade; S=Soproisidade; T=Tensão; I=Instabilidade; ETVSO - Exercício de Trato Vocal Semi Ocluído; EEF - Exercício de Esforço Fonatório; DIF = diferença do efeito imediato; α de Cronbach = Alpha de Cronbach

* diferença intragrupos PRÉ versus PÓS(Wilcoxon)

* **Alpha de Cronbach** (Consistência Interna)

Muito boa - alpha superior a 0,9

Boa - alpha entre 0,8 e 0,9

Razoável - alpha entre 0,7 e 0,8

Fraca - alpha entre 0,6 e 0,7

Nível de significância - $p < 0,05$

Quando comparados os parâmetros da EAV intragrupos pré e pós exercício, observou-se que no grupo de ETVSO com tubo de alta resistência o parâmetro instabilidade apresentou diferença estatisticamente significativa ($p=0,046$), com os valores reduzidos no momento pós exercício, em relação ao momento pré. E no grupo EEF, observou-se redução significativa nas medidas de grau geral ($p=0,036$) e soproisidade ($p=0,025$) quando observados os momentos. Na comparação intergrupos, observou-se que o parâmetro rugosidade

foi o único a apresentar diferença entre os grupos ETVSO e EEF, no momento pós terapia ($p=0,041$). Foi utilizado o teste Alpha de Cronbach medindo a correlação entre as respostas dos três juízes que avaliaram as vozes para avaliar a confiabilidade dos seus julgamentos.

Diante do exposto, pelo teste Alpha de Cronbach pôde ser observada uma boa correlação entre os juízes para as variáveis grau geral, rugosidade, soproisidade e intensidade, com valores aceitáveis de consistência interna, que variou, na grande maio-

ria, de 0,7 a 0,9. No entanto, o parâmetro tensão apresentou uma confiabilidade menor.

Discussão

A produção vocal apresenta uma complexidade que pode ser acometida por diversas circunstâncias; uma delas é a Doença de Parkinson, que pode gerar uma desarmonia no processo da produção da voz e, por conseguinte, na comunicação. Foi realizada a estimativa de que a partir de 2025, cerca de 40 milhões de pessoas no mundo tenham o diagnóstico de DP, afetando 1% da população acima dos 50 anos. Geralmente, os pacientes com DP apresentam as seguintes características vocais: intensidade vocal reduzida, monoaltura, rouquidão, sopro e tremor vocal¹³.

Atualmente, no âmbito científico encontra-se diversas pesquisas que estudam as alterações destas características vocais na população acometida pela DP, com a utilização de diferentes tipos de técnicas terapêuticas¹⁴⁻¹⁸, no entanto este estudo aborda a comparação de dois exercícios da área de voz: o EEF que pertence ao método LSVT[®] 2,4,7 e o ETVSO^{3,8-10,22-30}.

No que se refere aos parâmetros acústicos da voz, foi encontrado neste estudo diminuição na f_0 para o grupo de ETVSO, o que corrobora pesquisa realizada de efeito imediato de ETVSO²⁴, que mostrou redução de f_0 (pré= 197,59±19,68 pós= 192,07± 20,01) na comparação do ETVSO com o finger kazzoo. Associou a redução de f_0 à diminuição da tensão, aos ajustes no trato vocal e à reatância, componente da impedância, que permite o armazenamento de energia acústica. Em outro estudo²⁵ foram investigados os efeitos da constrição, do alongamento do trato vocal, e da impedância acústica em sete configurações de trato vocal computadorizadas, também apresentando maior impedância e diminuição de f_0 na fonação com canudo.

No entanto, para o grupo de EEF, houve aumento no valor médio de f_0 , apresentando resultado semelhante na pesquisa realizada utilizando o LSVT[®] adaptado para grupo⁷ (f_0 máx- pré= 238 Hz/ pós=281 Hz e f_0 mín- pré=129 Hz/ pós=148 Hz). Outro estudo² do método LSVT[®], com 28 indivíduos, sendo os participantes 21 do gênero masculino e 7 do feminino, com diagnóstico de DP e idade entre 61 e 78 anos, também mostrou aumento de f_0 para ambos os sexos, nos homens

de 146,3 ±6,76 para 193,4 ±13,58, e nas mulheres de 157,3 ±11,85 para 195,7 ±12,30. Esse aumento de f_0 deve estar relacionado à hiperatividade da musculatura tensora das pregas vocais.

Os valores dos parâmetros de *jitter* e *shimmer* nesta pesquisa tiveram diminuição em ambos os grupos, ou seja, tanto o efeito imediato do ETVSO como o de EEF mostrou melhora na qualidade vocal relacionada a esses parâmetros. Em outro estudo utilizando o ETVSO⁹, também houve redução desses valores quando comparado o antes e depois do exercício, com valores de *jitter* (pré=0,75±1,33 e pós=0,33±0,15) e de *shimmer* (pré=4,76±4,66 e pós=2,90±1,32), indicando que a sequência de exercícios aplicada teve um efeito positivo nas características vibratórias das pregas vocais.

Os valores de proporção harmônico ruído (PHR) mostraram um pequeno aumento em ambos os grupos, e na comparação dos momentos apresentou significância. Outro estudo sobre o efeito imediato do ETVSO⁹ também mostrou aumento de PHR=19,39±4,61 para PHR=22,67±4,18. Esse resultado revela que os ETVSO melhoram o grau de adução das pregas vocais durante a fonação, aumentando a quantidade de harmônicos e diminuindo o componente ruído, o que pode gerar a sensação de uma voz mais projetada.

Em relação ao semitom, foi observada diminuição nos seus valores no grupo de ETVSO e aumento no grupo de EEF. Foi encontrada a avaliação deste parâmetro num estudo de comparação do efeito imediato da fonação com canudos e finger kazzoo²⁴, mostrando também diminuição do semitom para a fonação com canudos de (pré=6,15±1,80 e pós=5,80±2,03), também sem significância estatística. Geralmente, nos distúrbios vocais neurológicos, onde há a instabilidade na vibração das pregas vocais, ocorre um aumento no número de semitons, decorrente da grande variabilidade de f_0 ¹⁰. Os ETVSO mostraram ser efetivos na redução desses valores.

A intensidade vocal obteve aumento na diferença do efeito imediato do exercício tanto no grupo ETVSO, como no grupo EEF. Outros estudos^{2,7} do LSVT[®] também corroboram esses achados, como o adaptado para grupo⁷, com a aplicação de uma sequência de exercícios, num encontro de 90 minutos semanais, por oito semanas, que mostrou nos resultados um aumento na intensidade vocal pós-tratamento, partindo de 65,22 dB para 70,91 dB. Outro estudo realizado com 28 indivíduos (21

homens e 7 mulheres), diagnosticados com DP, e utilizando o LSVT®² também registrou aumento da intensidade vocal pós tratamento (pré=65±3,8 dB e pós=85±2,8 dB), apresentando diferença estatisticamente significativa.

O efeito fisiológico que justifica o aumento da intensidade vocal é a elevação da pressão aérea subglótica e a melhora da adução das pregas vocais². Por esse motivo, embora nos estudos dos ETVSO analisados, a intensidade vocal não tenha sido considerada um parâmetro de escolha para avaliação, nesta pesquisa, valores semelhantes de ganho na diferença do efeito imediato do exercício foram registrados quando comparados os grupos, embora sem diferença estatística. Este é um fator de relevância para os ETVSO serem aplicados para essa população, pois a perda da intensidade vocal é uma das principais queixas dos pacientes com DP.

O sinal acústico de voz produzido na fonte glótica pode apresentar característica de periodicidade ou aperiodicidade, analisando medidas baseadas no tempo (*jitter* e *shimmer*), que medem o desvio do limite de frequência e intensidade. Esse sinal pode também ser analisado pelas medidas baseadas em frequência, ou seja, proeminência do pico cepstral (PPC)²⁰. O Cepstral Peak Prominence-Smoothed (CPPS) é uma modificação no algoritmo do PPC que favorece uma melhora na precisão da análise das vozes alteradas, com a suavização do cepstro antes de se extrair o pico cepstral.

Quando o fechamento glótico não ocorre de forma eficiente ou acontece muito lento, provoca um fluxo de ar turbulento e irregular, o que reduz a energia dos harmônicos altos. Desta forma, quando há aumento do fechamento glótico, ocorre a diminuição da inclinação espectral e aumento da projeção vocal²⁰.

Outros estudos analisaram CPPS e observaram que na avaliação da intensidade do desvio vocal, as medidas acústicas cepstrais foram fortes indicadores da presença e intensidade do desvio vocal, além de contribuírem na diferenciação dos tipos de desvios vocais. As medidas cepstrais proporcionam estimativas de aperiodicidade e/ou ruído aditivo, sem precisar identificar limites dos ciclos individuais¹⁹. Em estudo de comparação entre dois tipos de tratamento intensivo (voz e articulação) foram avaliadas alterações acústicas e neurais, de 19 indivíduos com DP, randomizados em três grupos (tratamento de voz, tratamento de articulação, e sem tratamento). Os grupos apresentaram melhora

significativa das medidas de CPPS após tratamento de voz, que permaneceu por mais sete meses após reavaliação, junto com resultados de aumento de fluxo sanguíneo cerebral (FSC) no córtex pré-motor do lado esquerdo e auditivo bilateral no pós-tratamento de voz e nos sete meses de seguimento²¹.

Nesta pesquisa, a classificação realizada pelos juízes na avaliação perceptivo auditiva no que se refere a melhor voz, de acordo com os grupos de ETVSO e EEF, nos momentos pré e pós exercício, mostraram maior porcentagem de concordância intrajuiz considerando melhores valores para parâmetros vocais após a aplicação dos exercícios, confirmando os efeitos imediatos positivos para ambos os grupos.

Alguns estudos^{23,24} com efeito imediato de ETVSO, também utilizaram essa classificação para o julgamento da avaliação perceptiva auditiva. Embora não tenham sido aplicados na população de DP, pode ser utilizado como parâmetro de vozes normais, ou com outras alterações.

No estudo comparativo entre o finger kazoo e a fonação em tubos²⁴, realizado com 23 fonoaudiólogas, com idade entre 23 e 40 anos, sem queixa vocal, houve uma semelhança no julgamento da melhor voz para a fonação em tubos, com 41,3% tendo a pré como melhor, 47,8% tendo a pós como melhor e 10,9% considerando-as iguais. Para o exercício do finger kazoo, 39,1% apresentaram a voz pré exercício melhor, 37,0% a voz pós melhor e 23,9% considerando-as iguais.

Em outro estudo²³, foram avaliados 48 indivíduos de ambos os gêneros, 40 mulheres e 8 homens; com idade variando entre 18 e 55 anos; divididos em dois grupos: 23 no grupo com lesão laríngea e 25 no grupo sem lesão laríngea. No grupo com lesão laríngea apresentou 26,09% de voz mais fácil, 21,74% de voz melhor, 34,78% de voz mais fácil e melhor e 17,39% sem nenhuma diferença. E no grupo sem lesão laríngea 28,00% de voz mais fácil, 8,00% de voz melhor, 8,00% de voz mais fácil e melhor e 56,00% sem nenhuma diferença.

Neste estudo a avaliação perceptivo auditiva realizada por três juízes, por meio da EAV, apresentou diminuição dos valores na diferença entre os momentos pré e pós, no efeito imediato do exercício, para os grupos de ETVSO e de EEF nas seguintes variáveis: no grau geral (G), na rugosidade (R), na soproidade (S) e na instabilidade (I); e aumento de valores de tensão (T), de acordo com

a comparação da diferença do efeito imediato pré e pós para os dois grupos.

Alguns autores² estão de acordo com os dados encontrados neste estudo, ao utilizarem o LSVT®, observaram alguns dados que foram registrados na avaliação perceptivo-auditiva: nenhum paciente apresentou voz sem alteração, a maioria dos pacientes apresentaram tanto rugosidade (91%) quanto sopro (72%) e 40% dos pacientes apresentaram apenas uma das duas alterações. A rugosidade era de grau leve a moderado e a sopro de grau moderado a intenso.

Em outro estudo²⁷, em que o LSVT® foi aplicado, realizou-se a análise perceptivo-auditiva da voz pela escala japonesa *GRBASI*. Os dez pacientes com DP apresentaram alteração no grau global da disfonia (G) e na instabilidade (I); todas as vozes analisadas foram avaliadas com rugosidade (R) e tiveram redução do grau de alteração em nove pacientes pós terapia; seis pacientes diminuíram o grau de sopro (S), decorrente da melhora na coaptação glótica e do aumento da intensidade vocal; e apenas três pacientes com DP apresentaram astenia (A), fraqueza vocal, ficando sem essa alteração pós terapia. Finalmente, quanto à tensão (S), houve aumento do grau do desvio com a terapia fonoaudiológica em oito das vozes analisadas.

Estudos realizados com a aplicação dos ETVSO^{9,10,22} mostram os efeitos positivos dos exercícios para os parâmetros vocais. Os ETVSO^{9,10} apresentam um efeito fisiológico terapêutico imediato, observado na análise acústica e na avaliação perceptivo auditiva, a melhoria e facilidade na produção da voz obtida pós exercício, em decorrência da mudança de padrão de vibração das pregas vocais pela maior interação fonte-filtro, com a utilização dos tubos de ressonância.

Outro estudo aplicou os ETVSO²² em 23 sujeitos saudáveis, (6 homens e 10 mulheres), analisou sinais de eletroglotografia (EGG) com o sistema Laryngo Graph e fez a análise acústica observando a diferença entre os formantes ($f_1 - f_0$). A produção vocal tornou-se mais clara, mais brilhante e mais sonora, devido a um reforço efetivo da vibração das pregas vocais, uma vez que ocorre um alinhamento de fase das pressões acústicas supra glóticas pela ressonância do trato vocal. Observa-se um abaixamento do primeiro formante, aproximando-o da frequência fundamental e aumentando a reatância por inércia do trato vocal, produzindo um padrão de vibração de pregas vocais mais eficiente.

Recentemente, outros autores²⁷⁻³⁰ confirmaram os resultados desses achados ao utilizar a fonação em tubos pelos ETVSO. Um estudo²⁷ utilizou a fonação com tubos para pacientes com disfonia em ambiente clínico, com melhora significativa na qualidade da voz, percebida por mudanças no tempo de fonação, melhores nos valores de *jitter*, percepção auditiva e redução na aspereza da voz. Na aplicação dos ETVSO em DP, foi observado por pesquisadores²⁸ que a utilização do exercício com tubo de ressonância de vidro imerso na água provocou melhora significativa na intensidade e qualidade vocal, além de reduzir os sintomas vocais e aumentar a qualidade de vida relacionada à voz.

Em outro estudo²⁹, autores relataram sua utilização na população idosa a fim de minimizar os efeitos do envelhecimento nas características e sintomas da Presbifonia, ou seja, nas alterações da voz relacionadas à idade, sendo as mais relatadas: sopro, aspereza, amplitude reduzida e frequência fundamental alterada. Trinta e sete idosos com autopercepção de alterações vocais foram divididos em dois grupos: um experimental, submetido a seis sessões semanais e prática domiciliar de ETVSO imerso na água e outro controle, com educação em higiene vocal. Foram realizadas análise de parâmetros acústicos e perceptivo-auditivos, como também autoavaliação das alterações vocais antes e após a intervenção. Nos resultados desse estudo observou-se redução do esforço fonatório ou vocal através do uso da fonação com canudo, induzindo a uma mudança positiva em aspectos funcionais, físicos e emocionais da qualidade de vida relacionada à voz em adultos mais velhos.

Por fim, pesquisadores³⁰ realizaram um ensaio clínico randomizado com a aplicação de ETVSO com fonação de canudo combinada ao canto terapêutico em grupo (CTG) com o objetivo de explorar a eficácia deste exercício na qualidade da voz e no humor de indivíduos com DP. Os participantes ($n = 27$) foram aleatoriamente designados para um dos três grupos (a) fonação de canudo combinada com CTG ($n = 10$); (b) apenas CTG ($n = 10$) e (c) grupo controle somente de fala ($n = 7$). Realizaram gravações de voz para medidas acústicas e responderam a Escala Visual Analógica de Humor para análise de humor antes e depois de uma intervenção de 30 minutos. Os resultados demonstraram melhora significativa na qualidade da voz, que foi evidenciada pela diminuição dos escores do Índice Acústico de Qualidade da Voz após uma única

sessão para ETVSO + CTG e intervenção de CTG quando comparados ao grupo controle. Os escores de felicidade melhoraram nos grupos experimentais quando comparados ao controle. Os grupos experimentais (ETVSO + CTG, CTG) demonstraram melhores escores médios de humor em felicidade, ansiedade e raiva quando comparados ao controle, indicando uma resposta psicológica positiva às intervenções de canto. Os autores concluíram que estes recursos apresentaram eficácia e se mostraram promissores para a qualidade de voz e humor em indivíduos com DP.

A produção científica na área de voz que aborda a Doença de Parkinson necessita da ampliação de pesquisas que evidenciem novas opções de métodos e técnicas de tratamento para a voz de pacientes acometidos por esta doença, a fim de promover a prevenção e o tratamento dos efeitos da doença na sua comunicação, objetivando uma melhor expressividade, longevidade na qualidade da voz e promoção da saúde vocal.

Para confirmar a eficiência da aplicação dos ETVSO na população de DP com uma maior acurácia e veracidade, torna-se necessária a realização de ensaios clínicos randomizados para observar os efeitos encontrados através da intervenção de tratamento mais prolongado e verificação da preservação dos ganhos obtidos pela realização dos exercícios ao longo do tempo por meio de *follow up* dos resultados.

Conclusão

Houve semelhança ao se comparar o efeito imediato da aplicação do Exercício de Trato Vocal Semiocluído (utilizando tubo de alta resistência) com o Exercício de Esforço Fonatório, analisados quanto aos parâmetros vocais observados em análise acústica e perceptivo-auditiva, quando aplicados em pacientes com DP. Dessa forma, a utilização do ETVSO com tubo de alta resistência pode se constituir em mais um recurso no atendimento a pacientes com DP visando a melhoria da sua qualidade de vida e saúde vocal.

Agradecimentos

Aos professores e profissionais que colaboraram com discussões sobre a pesquisa e participaram com contribuições científicas.

Referências

1. Lent R. Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociências. São Paulo: Editora Atheneu, 2005.
2. Dias AE, Limongi JCP. Tratamento dos distúrbios da voz na doença de Parkinson: O método Lee Silverman. Revista Arquivos de Neuropsiquiatria; 61(1): 61-66. 2003.
3. Cielo CA, Lima JPM, Christmann MK, Brum R. Evidência Científica sobre Exercícios de Trato Vocal Semiocluído – Revisão de Literatura. In: Terapia Fonoaudiológica Baseada em Evidências. Vol.1. Ed. Barueri, SP: Pró-Fono, 2013.
4. Ramig L, Sapir S, Fox C, & Countryman S. Changes in vocal loudness following intensive voice treatment (LSVT) in individuals with Parkinson's disease: A comparison with untreated patients and normal aged-matched controls. Movement Disorders, 16, 79–83. 2001.
5. Fox C, Ramig L, Ciucci M, Sapir S, Mcfarland D, & Farley B. The science and practice of LSVT/LOUD: Neural plasticity-principled approach to treating individuals with Parkinson disease and other neurological disorders. Seminars in Speech and Language. 27, 283–299. 2006.
6. Spielman J, Ramig L, Mahler L, Halpern A, & Gavin W. Effects of an extended version of the Lee Silverman Voice Treatment on voice and speech in Parkinson's disease. American Journal of Speech-Language Pathology, 16, 95–107. 2007.
7. Searl J, Wilson K, Haring K, Dietsch A, Lyons K, Pahwa R. Feasibility of group voice therapy for individuals with Parkinson's disease. Journal of Communication Disorders. 44, 719–732. 2011.
8. Maia MEO, Maia MO, Gama ACC, Behlau M. Efeitos imediatos do exercício vocal sopro e som agudo. Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. 24(1):1-6. 2012.
9. Guzman M, Higuera D, Fincheira C, Munoz D, Guajardo C. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. Revista CEFAC. Mai-Jun; 14(3): 471-480. 2012.
10. Guzman M, Higuera D, Fincheira C, Munoz D, Guajardo C, & Dowdall J. Immediate acoustic effects of straw phonation exercises in subjects with dysphonic voices. Logopedics Phoniatrics Vocology, 38: 35–45, 2013.
11. Yamasaki R, Leão SHS, Madazio G, Padovani M, Azevedo R. Análise perceptivo-auditiva de vozes normais e alteradas: Escala analógica visual. XV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e VII Congresso Internacional de Fonoaudiologia; out 16-20; Gramado. 2007.
12. Ferreira FV, Cielo CA, Trevisan MH. Medidas Vocais Acústicas Na Doença De Parkinson: Estudo De Casos. Revista CEFAC. Set-Out; 12(5): 889-898. 2010.
13. Bear M, Connors B, Paradiso, M. Neurociências: desvendando o Sistema Nervoso. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.
14. Quedas A, Duprat AC, Gasparini G. Implicações do efeito Lombard sobre a intensidade, frequência fundamental e estabilidade da voz de indivíduos com doença de Parkinson. Revista Brasileira de Otorrinolaringologia. 73(5): 675-83. 2007.
15. Coutinho SB, Diaféria G, Oliveira G, Behlau M. Voz e fala de Parkinsonianos durante situações de amplificação, atraso e mascaramento. Pró-Fono Revista de Atualização Científica. jul-set; 21(3): 219-24. 2009.

16. Azevedo L, Cardoso F, Reis C. Análise acústica da prosódia em mulheres com Doença de Parkinson - Efeito da Levodopa. *Revista Arquivos de Neuropsiquiatria*. 61(4): 995-998. 2003.
17. Rosa JC, Cielo CA, Cechella C. Função Fonatória em Pacientes com Doença de Parkinson: Uso de Instrumento de Sopros. *Revista CEFAC*. Abr-Jun; 11(2): 305-313. 2009.
18. Olszewski AE, Shen L, Jiang J. Métodos objetivos de seleção de amostras na análise acústica da voz. *Otol. Rinol. Laringol*. 120, 155-161. 2011.
19. Lopes LW, Sousa ESDS, Da Silva ACF, Da Silva IM, De Paiva MAA, Vieira VJD, De Almeida AA. Medidas cepstrais na avaliação da intensidade do desvio vocal. *CoDAS*, 31. 2019.
20. Sujitha SP, Pebbili GK. Cepstral Analysis of Voice in Young Adults. *J Voice*. 2022 Jan; 36(1): 43-49. doi: 10.1016/j.jvoice.2020.03.010. Epub Apr 24. PMID: 32336570. 2020.
21. Narayana S, Franklin C, Peterson E, Hunter EJ, Robin DA, Halpern A, Spielman J, Fox PT & Ramig LO. Immediate and long-term effects of speech treatment targets and intensive dosage on Parkinson's disease dysphonia and the speech motor network: Randomized controlled trial. *Human Brain Mapping*, 43(7), 2328–2347. 2022.
22. Vampola T, Laukkanen AM, Horacek J, Svec JG. Vocal tract changes caused by phonation into a tube: A case study using computer tomography and finite-element modeling. *Journal Acoustic. Soc. Am*. 129 (1), January. 2011.
23. Costa CB, Costa LHC, Oliveira G, Behlau M. Immediate effects of the phonation into a straw exercise. *Brazilian Journal Otorhinolaryngology*. 77(4): 461-5. 2011.
24. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semi-ocluido. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*. 2008.
25. Andrade PA, Wood G, Ratcliffe P, Epstein R, Pijper A, Svec JG. Electroglottographic Study of Seven Semi-Occluded Exercises: LaxVox, Straw, Lip-Trill, Tongue-Trill, Humming, Hand-Over-Mouth, and Tongue-Trill Combined With Hand-Over-Mouth. *Journal of Voice*, 592 Vol. 28, No. 5, 2014.
26. Vicco DC, Santo SMA, Gonçalves LHT. Análise acústica e perceptivo-auditiva da voz em pacientes parkinsonianos pré e pós-terapia fonoaudiológica. *Cienc Cuid Saude* 2009 Jul/Set; 8(3): 313-320.
27. Meerschman, I., Lierde, K., Ketels, J., Coppieters, C., Claeys, S., & D'haeseleer, E. Efeito de três programas de terapia do trato vocal semi-ocluido na fonação de pacientes com disfonia: Lip Trill, terapia de resistência à água e Straw Phonation. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 54(1), 50–61. 2018.
28. Dos Santos, AP, Troche, MS, Berretin-Felix, G., Barbieri, FA, Brasolotto, AG, & Silverio, KC. Efeitos da terapia vocal com tubo de ressonância na doença de Parkinson: ensaio clínico. *Journal of Voice: Official Journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(22)00126-6. 2022.
29. Wu, C.-H., & Chan, RW. Efeitos de um programa de exercícios de fonação com canudo na água por 6 semanas no envelhecimento da voz. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research: JSLHR*, 63(4), 1018–1032. 2020.
30. Sun Joo Lee, Abbey L Dvorak, Jeremy N Manternach, Therapeutic Singing and Semi-Occluded Vocal Tract Exercises for Individuals with Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial of a Single Session Intervention, *Journal of Music Therapy*, Volume 61, Issue 2, Pages 132–167. 2024.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.