

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INTERUNIDADES EM BIOENGENHARIA
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS / FACULDADE
DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO/ INSTITUTO DE
QUÍMICA DE SÃO CARLOS

DEBORA GODOY GALDINO

**PADRONIZAÇÃO DA ANÁLISE NÃO LINEAR DE
VOZES SAUDÁVEIS PELA RECONSTRUÇÃO
DO ESPAÇO DE FASE (REF)**

**São Carlos
2019**

DEBORA GODOY GALDINO

**PADRONIZAÇÃO DA ANÁLISE NÃO LINEAR DE
VOZES SAUDÁVEIS PELA RECONSTRUÇÃO
DO ESPAÇO DE FASE (REF)**

VERSÃO CORRIGIDA

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de doutor em Ciências.

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientadora: Profa. Dra. Lídia Cristina da Silva Teles

**São Carlos
2019**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da
EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

G149p Galdino, Debora Godoy
Padronização da análise não linear de vozes
saúáveis pela Reconstrução do Espaço de Fase (REF) /
Debora Godoy Galdino; orientadora Lídia Cristina da
Silva Teles . São Carlos, 2019.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação
Interunidades em Bioengenharia e Área de Concentração
em Bioengenharia -- Escola de Engenharia de São Carlos;
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto; Instituto de
Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo,
2019.

1. Voz. 2. Qualidade da voz. 3. Dinâmica Não
Linear. 4. Acústica da Fala. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907



FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Debora Godoy Galdino

TÍTULO: " Padronização da análise não linear de vozes saudáveis pela Reconstrução do Espaço de Fase (REF)"

Data da defesa: 12/04/2019

Comissão Julgadora	Assinatura	Resultado
Prof(a). Dr(a). Lídia Cristina da Silva Teles FOB/USP		Não votante
Prof(a). Dr(a). Arlindo Neto Montagnoli UFSCar		aprovada
Prof(a). Dr(a). Lilian Neto Aguiar Ricz FMRP/USP		aprovado
Prof(a). Dr(a). Iara Lorca Narece FUNCRAF		aprovada
Prof(a). Dr(a). Eliana Maria Gradim Fabron UNESP		aprovado
Prof(a). Dr(a). Renata Furia Sanchez Égia/Pós-Graduação		aprovada

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por Sua presença constante em minha vida e pelo cumprimento de Suas promessas.

À minha filha Clara, por ter me dado a graça de conhecer o maior amor que existe neste mundo.

À minha mãe e ao meu pai, pelo apoio, amor, carinho e por terem dedicado suas vidas para me possibilitar um bom crescimento pessoal e intelectual, o que foi essencial para que eu vencesse mais esta etapa na minha vida.

Ao meu marido Felipe, pelo amor e companheirismo. Por todo o carinho, incentivo e auxílio durante o decorrer deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela maravilhosa graça concedida.

À minha querida orientadora e amiga, Profa. Dra. Lídia Cristina da Silva Teles, que sempre teve palavras de conforto e carinho nos momentos críticos. Por sua paciência, dedicação e alegria ao longo destes anos. Só tenho a agradecer por cada palavra dita, cada conhecimento adquirido e por ser minha inspiração como profissional e principalmente como pessoa.

À Universidade de São Paulo, por proporcionar minha formação desde a graduação até o doutoramento, com ensino de excelência.

Ao programa de Bioengenharia, que proporcionou minha formação no mestrado e doutorado. À secretária Márcia pelo carinho, auxílio e prontidão nas dúvidas e em tudo que necessitei ao longo desses anos.

À Universidade do Oeste Paulista, pela oportunidade de exercer a docência, profissão na qual me sinto realizada. À Profa. Dra. Maria Cristina Alves Corazza por acreditar em mim e proporcionar todo apoio, compreensão e auxílio ao longo destes anos. Às minhas amigas e professoras Patrícia, Sandra e Meire por me auxiliarem nos dias em que me ausentei para me dedicar a este trabalho e pelas palavras de apoio. Aos meus amigos André e Juliana, por fazerem meu dia-a-dia mais alegre. Aos meus alunos, que me motivam querer aprender mais a cada dia.

À minha amiga e fonoaudióloga Mariana Ferreira, por me dar todo apoio nas gravações e análises. Obrigada por todo carinho e amizade.

Às fonoaudiólogas, Iara e Milena, por me ajudarem nas avaliações das vozes. Obrigada pelo tempo investido em meu trabalho.

Aos homens e mulheres voluntários desta pesquisa, pelo tempo e atenção dedicados.

Aos professores que participaram da minha banca, obrigada pelas sugestões valiosas.

Ao prof. Dr. Arlindo Montagnolli, por todo apoio, paciência e auxílio no desenvolvimento do programa de Análise da voz, que foi fundamental para este trabalho. Muito obrigada.

Aos meus pais, Martha e Paulo, pelo apoio, amor, conselhos e suporte. Amo vocês.

Ao meu marido, Felipe Galdino, por ser meu companheiro em todos os momentos e me incentivar a realizar meus sonhos. Amo você.

À minha filha, por ser o motivo da minha felicidade. Amo você mais que minha própria vida.

A todos os meus amigos de Presidente Prudente, Bauru e São Carlos, pela amizade, apoio e por torcerem pela minha vitória. Muito obrigada.

Agradeço a todos que, de alguma maneira, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho direta ou indiretamente. Os meus sinceros agradecimentos.

“A menos que modifiquemos nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

Albert Einstein

RESUMO

GALDINO, D. G. **Padronização da análise não linear de vozes saudáveis pela reconstrução do espaço de fase (REF)**. 2019. 78 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia – Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

Introdução: A análise não linear (ANL) tem se mostrado uma poderosa ferramenta para avaliação da voz, pois retrata a dinâmica da voz saudável e da disfônica. **Objetivo:** Padronizar a análise não linear pela reconstrução do espaço de fase (REF) em vozes saudáveis de mulheres e homens adultos, e descrever o protocolo CIE (curva, irregularidade e espaçamento) para análise da REF. **Material e Método:** Foi realizada a análise não linear pela REF em 195 vozes saudáveis, divididas nos grupos GM - 98 mulheres e GH - 97 homens, todos com vozes Tipo 1 e idade variando de 18 a 50 anos, média de idade de 27,01 anos (DP 7,48 anos). A REF da vogal /a/ gera um gráfico bidimensional que foi analisado pelo protocolo CIE: Curvas (C), irregularidade (I) e espaçamentos (E) dos traçados. Testes estatísticos: Correlação de Spearman; teste de Mann-Whitney e teste T, com nível de significância de 5%. **Resultados:** Foi descrito o protocolo CIE que avalia o número de curvas da trajetória e os parâmetros da irregularidade e espaçamento em escala numérica de 0 a 3 pontos, da melhor para pior configuração. Na padronização do protocolo CIE para vozes normais 64,3% das mulheres e 71,1% dos homens apresentaram 4 ou mais curvas na trajetória; quanto a irregularidade 93,9% das mulheres e 90,8% dos homens foram classificados com graus 0 (normal) e 1 (leve); em relação ao espaçamento 78,6% das mulheres foram classificadas com graus 0 e 1 e 86,6% dos homens foram classificados com graus entre 0 e 2. **Conclusão:** Conclui-se que a padronização da REF em vozes normais de mulheres e homens adultos, falantes do português brasileiro, apresenta mais de 4 curvas na trajetória; irregularidade com graus 0 (normal) e 1 (leve) e espaçamento graus 0 e 1 para mulheres de 0 a 2 para homens.

PALAVRAS-CHAVE: Voz. Qualidade da voz. Dinâmica não linear. Acústica da fala.

ABSTRACT

GALDINO, D. G. **Standardization of Nonlinear analysis of voices for phase space reconstruction (PSR)**. 2019. 78 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia – Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

Introduction: Nonlinear analysis (NA) has been shown to be a powerful tool for voice evaluation, as it portrays the dynamics of both healthy and dysphonic voice. **Objective:** To standardize the nonlinear analysis with phase space reconstruction (PSR) in healthy voices of both male and female adults, and to describe the CIS (curves, irregularity and spacing) protocol for the PSR analysis. **Material and Method:** The nonlinear analysis was performed in 195 healthy voices, divided into GM - 98 women and GH - 97 men groups, all subjects with Type 1 voices, ranging from 18 to 50 years, an average age of 27,01 years (SD 7.48 years). The PSR of the vowel /a/ generates a two-dimensional graph that was analyzed with the CIS protocol: Curves (C), Irregularity (I) and Spacing (S) of the outlined. Statistical tests: Spearman correlation; Mann-Whitney test and T test, with a significance level of 5%. **Results:** The CIS protocol evaluated the number of trajectory curves and the parameters of the irregularity and numerical scale ranging from 0 to 3 points, from best to worst configuration. In the standardization of the CIE protocol for normal voices, 64.3% of women and 71.1% of men presented 4 or more curves in the trajectory; as for irregularity 93.9% of women and 90.8% of men were classified as 0 (normal) and 1 (mild); in regards to spacing 78.6% of women were classified with degrees 0 and 1 and 86.6% of men were classified with degrees between 0 and 2. **Conclusion:** It is concluded that the standardization of PSR in normal voices of adult women and men, who speak Brazilian Portuguese, presents more than 4 curves in the trajectory; irregularity degrees of 0 (normal) and 1 (light) and spacing degrees of 0 and 1 for women from 0 to 2, for men.

KEYWORDS: Voice. Voice quality. Nonlinear dynamics. Speech acoustics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Representação do espaço de fase para os 3 tipos de pacientes encontrados no estudo de Choi et al (2012), sendo A: sinal do Tipo 1 produzido por paciente com cicatrizes bilaterais de pregas vocais; B: sinal do Tipo 2 produzido por paciente com sulco vocal bilateral; C: sinal do Tipo 3 produzido por paciente com sulco vocal bilateral e sulco vocal concomitante.26
- Figura 2** - Tela do programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018): A) espectrograma; B) sinal de onda e C) trecho selecionado para gerar o gráfico da reconstrução do espaço de fase (REF) e D) gráfico da REF.39
- Figura 3** - Tela do programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018) com as medidas da seleção do trecho do sinal de voz de uma voz feminina para gerar o gráfico de REF: excluiu-se o primeiro segundo e utilizou-se o 0,25 segundo subsequente a este.40
- Figura 4** - Exemplos de classificação do número de curvas e da irregularidade dos traçados de acordo com o protocolo CIE.42
- Figura 5** - Exemplos de classificação do número de curvas e do espaçamento e milímetros dos traçados dos gráficos da REF, de acordo com o Protocolo CIE.43
- Figura 6** - Print da tela do programa de Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018), com o gráfico da REF e medição do espaçamento do traçado.....44
- Figura 7** - Porcentagem de ocorrência na classificação da quantidade de curvas na REF dos homens e mulheres participantes deste estudo.50
- Figura 8** - Porcentagem de ocorrência na classificação dos graus de irregularidade dos traçados na REF dos homens e mulheres participantes deste estudo.....51
- Figura 9** - Porcentagem de ocorrência na classificação dos graus de espaçamento dos traçados na REF das mulheres e dos homens participantes deste estudo.51
- Figura 10** - Gráficos de reconstrução do espaço de fase do mesmo trecho da vogal /a/ de um participante do presente estudo com diferentes tempos de atraso e consequentemente diferentes ângulos de visualização: A) tempo de atraso ideal = 11, presença de dois laços na região superior da trajetória e B) tempo aumentado = 21, os dois laços da região superior se transformaram em um laço e as duas curvas da região inferior se transformaram em dois laços.....58
- Figura 11** - Gráficos de reconstrução do espaço de fase da vogal /a/ de um participante do presente estudo com diferentes tempos de atraso: A) tempo ideal = 11; B) tempo mínimo = 1 e C) tempo exageradamente aumentado = 87.....58

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Classificação dos graus dos parâmetros irregularidade e espaçamento do protocolo CIE utilizado para análise da REF.....41
- Tabela 2** - Valores de Kappa e interpretação segundo Hinkle, Wiersma e Jurs (2003) da confiabilidade intrajuizes dos dois avaliadores da escala GRBASI das vozes de mulheres e homens participantes deste estudo.46
- Tabela 3** - Frequência relativa e absoluta dos escores obtidos na avaliação perceptivo-auditiva da escala GRBASI das vozes das mulheres participantes deste estudo.47
- Tabela 4** - Frequência relativa e absoluta dos escores obtidos na avaliação perceptivo-auditiva da escala GRBASI das vozes dos homens participantes deste estudo.47
- Tabela 5** - Valores da média, desvio padrão, máximo e mínimo da Frequência Fundamental F0, expressa em Hz, Jitter e Shimmer, expressos em porcentagem, e proporção Harmônico Ruído (NHR) das mulheres participantes deste estudo.48
- Tabela 6** - Valores da média, desvio padrão, máximo e mínimo da Frequência Fundamental F0, expressa em Hz, Jitter e Shimmer, expressos em porcentagem, e proporção Harmônico Ruído (NHR) dos homens participantes deste estudo.48
- Tabela 7** - Frequências absoluta e relativa do espaçamento dos traçados da REF quanto aos graus e medidas em milímetros dos grupos de mulheres e de homens do presente estudo.....52
- Tabela 8** - Valores de P e do coeficiente de correlação pelo teste de correlação de Spearman na comparação entre as análises da REF e GRBASI.....52
- Tabela 9** - Valores de p e do coeficiente de correlação pelo teste de correlação de Spearman na comparação entre as análises da REF e as medidas acústicas tradicionais da Frequência Fundamental, Jitter, Shimmer e NHR.....53

LISTA DE SIGLAS

ANL	Análise não linear
PVDV	Padrões visuais de dinâmica vocal
REF	Reconstrução do espaço de fase
L- IE	Laços, Irregularidade e Espaçamento
D2	Dimensão de correlação
CIE	Curvas, Irregularidade e Espaçamento
GM	Grupo Mulheres
GH	Grupo Homens
dB	Intensidade em <i>Decibel</i>
F0	Frequência fundamental
Hz	Frequência vocal em <i>Hertz</i>
MDVP	Multi-Dimensional Voice Program
NHR	Proporção harmônico-ruído

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	17
3	CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	18
4	REVISÃO DA LITERATURA	21
5	MATERIAIS E MÉTODOS	35
5.1.	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	35
5.2.	CASUÍSTICA	35
5.3.	PROCEDIMENTOS	36
5.3.1.	<i>Gravação das Vozes</i>	36
5.3.2.	<i>Avaliação Perceptivo-Auditiva</i>	37
5.3.3.	<i>Medidas Acústicas</i>	38
5.3.4.	<i>Avaliação Espectrográfica</i>	38
5.3.5.	<i>Análise da Reconstrução do Espaço de Fase da Voz (REF)</i>	38
5.4.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	44
6	RESULTADOS	46
6.1.	ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA – ESCALA GRBASI	46
6.2.	MEDIDAS ACÚSTICAS	47
6.3.	ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA	49
6.4.	ANÁLISE DA RECONSTRUÇÃO DO ESPAÇO DE FASE DA VOZ (REF) – PROTOCOLO CIE	49
7	DISCUSSÃO	53
8	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	64
	APÊNDICES	69
	ANEXOS	72
	ANEXO A	73

ANEXO B.....	77
ANEXO C.....	78

1 INTRODUÇÃO

O processo de avaliação da voz é complexo e envolve diversas formas de análises como a perceptivo-auditiva, realizada por um avaliador treinado; a visual da laringe, realizada pelo otorrinolaringologista; a autopercepção do sujeito; além da complementação, pela extração de medidas acústicas.

A extração das medidas acústicas é limitada ao tipo de sinal de voz, sendo confiável apenas nas vozes com baixa quantidade de ruído. Sabe-se que a voz humana, além das frequências harmônicas, apresenta certa quantidade de ruído, que são ondas caóticas, o que a caracteriza como quase periódica. Quanto maior o grau de disfonia, maior a aperiodicidade do sinal, o que limita as análises acústicas tradicionais, por não serem próprias para este tipo de voz. A partir de então, surgiu a necessidade de uma ferramenta para a avaliação acústica que abrangesse as vozes com maior grau de ruído.

Desde a década de 90, a análise não linear da voz apresenta-se como uma possibilidade de avaliação acústica para as vozes normais e disfônicas (TITZE; BAKEN; HERZEL, 1993; JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006; GALDINO, 2012).

Diversos métodos foram relatados para análise da dinâmica não linear da voz, tais como a Reconstrução do espaço de fase (REF), Secção de Poincaré, Dimensão fractal, Dimensão de correlação, Entropia de Kolmogorov, Expoentes de Lyapunov e Coeficiente Cepstral. Dentre estes métodos descritos para análise da dinâmica não linear da voz humana, destaca-se o método de REF, o qual traça uma série temporal simples da dinâmica não linear da voz em um gráfico que pode ser visualizado de forma tri ou bidimensional, facilitando assim a avaliação da dinâmica vocal (JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006).

A análise qualitativa do gráfico bidimensional da REF foi inicialmente denominada de análise dos Padrões Visuais de Dinâmica Vocal (PVDV) por Dajer, Sobrinho e Pereira (2009) que considerou três parâmetros: número de loops, regularidade e convergência dos traçados da trajetória, avaliados em escala numérica.

Entretanto, devido a complexidade da interpretação das trajetórias do gráfico da REF, os estudos subsequentes, a fim de diminuir a subjetividade e facilitar essa análise, reformularam a metodologia, apresentando diferentes terminologias,

escalas, formas de mensuração e de descrição dos graus dos parâmetros analisados (DAJER, 2010; DAJER; SOBRINHO; PEREIRA, 2009; DAJER; SOBRINHO; PEREIRA, 2010; DAJER et al., 2011; GALDINO, 2012; MARRARA, 2010; PIMENTA, 2016).

Além das diferentes metodologias empregadas para análise da REF, as pesquisas realizadas com vozes normais apresentaram número reduzido de sujeitos, como nos estudos de Dajer (2010) que avaliou a REF de 16 adultos jovens; Marrara (2010) que avaliou a REF de 5 adultos; Dajer, Sobrinho e Pereira (2010) que avaliaram a REF de 10 adultos e Dajer et al. (2011) que avaliaram a REF de 23 mulheres adultas. Dessa forma, ainda não foram definidos os limites de normalidade na avaliação do gráfico da REF.

Para a consolidação dessa ferramenta, é indispensável que se tenha uma padronização metodológica da descrição e interpretação dos parâmetros analisados no gráfico da REF. Ao mesmo tempo, é necessário que se tenha estabelecido a definição dos limites do padrão de normalidade para vozes saudáveis de homens e de mulheres nas diferentes faixas etárias, que servirá como base para avaliação das vozes disfônicas.

2 OBJETIVO

Este estudo teve como objetivos:

- 1) Realizar a padronização da análise não linear da vogal /a/ pela reconstrução do espaço de fase (REF) em vozes saudáveis de mulheres e de homens adultos.
- 2) Realizar a padronização do Protocolo CIE (Curva, Irregularidade e Espaçamento) para análise visual da REF do sinal de voz.

3 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

3.1 ANATOMOFISIOLOGIA DA FONAÇÃO

A laringe é a peça fundamental do sistema de produção da voz humana, sendo a voz composta por sinais acústicos cuja fonte de produção é a laringe. Para produção da voz humana, é necessário que haja a interação entre os sistemas respiratório e digestivo. A laringe é o órgão que comunica a parte inferior da faringe com a traqueia e tem cerca de 5 centímetros de comprimento em homens adultos e pouco menos em mulheres, sendo a maior dimensão observada nos homens causada pelo crescimento laríngeo que ocorre durante a puberdade (GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1967). Em relação à topografia, está localizada na linha média da região anterior do pescoço e lateralmente ao nível da terceira, quarta, quinta e sexta vértebras, sendo esta posição variável de acordo com a posição da cabeça, sexo, idade e atividade a qual a laringe está executando (ZEMPLIM, 2000). É formada por nove cartilagens: a tireóidea - a maior delas -, a cricóide, a epiglote, os pares de aritenóides, corniculadas e cuneiformes. A laringe é dividida em espaços, tendo como referência a região glótica, que compreende as pregas vocais, região supraglótica e região subglótica ou também conhecida como infraglótica.

A laringe tem sua sustentação dada pelo osso hióide, sendo o único do corpo humano que não se articula com outro osso, dando assim a dinâmica e movimentação laríngea vista durante as funções de fonação, respiração e deglutição. A musculatura laríngea é dividida entre músculos extrínsecos e intrínsecos. Os músculos extrínsecos apresentam, apenas uma de suas inserções na laringe e a outra fora dela, no tórax, na mandíbula ou no crânio. Esse grupo muscular não atua diretamente no processo de fonação, porém apresentam ação importante nos mecanismos secundários de controle de frequência, além auxiliar na manutenção da estabilidade laríngea. Os músculos intrínsecos guardam direta relação com a fonação e apresentam sua origem e inserção na laringe (GARDNER; GRAY; O'RAHILLY, 1967; ZEMPLIM, 2000; BEHLAU; AZEVEDO; MADAZIO, 2001).

As funções da laringe são manutenção do processo de respiração, proteção no processo de deglutição e produção do processo de fonação. A fonação é uma função inata, porém a voz humana forma-se ao longo da vida, de acordo com as

características anatomofuncionais, aspectos emocionais, psicológicos e sociais do indivíduo (BEHLAU; AZEVEDO; MADAZIO, 2001).

Em relação à produção da voz humana, sabe-se que a voz é o resultado da interação da onda sonora produzida pela vibração das pregas vocais com a ressonância e modificações do trato vocal. Durante a respiração, as pregas vocais encontram-se separadas entre si de forma que o ar passe para os pulmões. Para iniciar a fonação, basicamente, é necessário que as pregas vocais se aproximem entre si, durante a expiração, para que o ar proveniente dos pulmões faça com que as pregas vocais vibrem produzindo um sinal sonoro, sinal este que é modificado segundo a cavidade de ressonância de cada indivíduo, composta por trato vocal e cavidade nasal formando finalmente a voz.

O início da fonação pode ser dividido em duas fases: fase de pré-fonação e a fase de ataque. A fase de pré-fonação é a fase em que as pregas vocais se movem da posição de abdução para a posição aduzida. Durante esta fase, ocorre aproximação das pregas vocais em que a saída do fluxo de ar vindo dos pulmões fica obstruída, este processo faz com que a pressão subglótica comece a se formar. A fase de ataque é dada no momento em que ocorrem os primeiros ciclos vibratórios.

Os ciclos glóticos são sucessivos, porém não exatamente iguais, podendo haver uma certa variabilidade de ciclo a ciclo vibratório, ou seja, os ciclos glóticos podem ser considerados similares, mas não idênticos, o que faz com que a voz seja um sinal acústico quase periódico. Portanto, para que seja produzido um sinal de voz é necessário a sincronia de um complexo sistema que envolve a fonte de energia (aerodinâmica), fornecida pelo pulmão, a fonte vibratória (mioelástica) pelas pregas vocais (ZEMPLIM, 2000; BEHLAU; AZEVEDO; MADAZIO, 2001).

As pregas vocais vibram em uma frequência, denominada frequência fundamental, que é caracterizada pela quantidade de ciclos glóticos por segundo, medida em Hertz. Tal medida é produzida pela vibração das pregas vocais e não pelo trato vocal, sendo as propriedades de densidade, comprimento e tensão das pregas vocais responsáveis por determinar a frequência fundamental (BEHLAU; AZEVEDO; MADAZIO, 2001).

O processo de emissão dos sons da fala exige ainda que a energia acústica gerada nas pregas vocais seja modificada no trato vocal, pelas caixas de ressonância, cavidades oral e nasal, e pelos órgãos articuladores, língua, lábios,

mandíbula, palato e dentes. O trato vocal, portanto, filtra a onda sonora gerada pelas pregas vocais. O posicionamento dos articuladores, como língua, lábios e formato da faringe são fatores importantes na distinção dos sons (ZEMPLIN, 2000). Todo esse processo de fonação e produção da fala acontece com a coordenação do sistema nervoso central.

4 REVISÃO DA LITERATURA

O processo de avaliação em voz é extenso, pois é necessário dispor de ferramentas que contemplem toda a dinâmica vocal, levando em consideração o tipo do sinal de voz.

Os sinais de vozes podem ser classificados em três tipos diferentes conforme a complexidade do sinal. Vozes do Tipo 1 são aquelas consideradas normais ou com alterações leves; as vozes do Tipo 2 apresentam modulações fortes ou subharmônicas e as vozes do Tipo 3 apresentam-se irregulares, aperiódicas e conseqüentemente muito ruidosas (TITZE, 1995). A complexidade de um sinal de voz afeta diretamente a aplicabilidade dos métodos tradicionais de análise acústica da voz, pois os mesmos pressupõem periodicidade do sinal e, portanto, são mais adequados apenas para os sinais de vozes do Tipo 1, tendo pouca aplicabilidade nos sinais Tipo 2 e 3 (TITZE, 1995; KARNELL et al., 1997; JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006; GALDINO, 2012). Sabe-se que a grande maioria dos pacientes presentes na clínica de voz apresenta patologias laríngeas com alterações na qualidade vocal e conseqüentemente se enquadram nas vozes do Tipo 2 e 3 o que levou a necessidade de novas ferramentas que pudessem abranger e complementar o diagnóstico vocal nas patologias laríngeas, que envolvam o prejuízo no sinal de voz. Nesse sentido, a análise não linear surgiu como a ferramenta para complementação diagnóstica para todos os tipos de vozes, inclusive as com maiores alterações no sinal (LITTLE et al., 2007).

4.1. ANÁLISE NÃO LINEAR

Os métodos de análise da dinâmica não linear são efetivos para analisar vozes patológicas. Embora os métodos de análise da dinâmica não linear sejam de grande potencial para aplicações clínicas e para diagnósticos diferenciais das patologias laríngeas e avaliação de efeitos terapêuticos, eles consomem muito tempo nas suas aplicações, e esse fator é crucial especialmente quando há a necessidade de se trabalhar com muitos dados (HUANG et al., 2017) .

Desde a década de 90, têm sido relatados diversos estudos envolvendo o comportamento não linear na fonação, sejam em modelos computacionais de pregas vocais (TAO et al, 2004; AWREJCEWICZ, 1990; CALAWERTS et al., 2017),

experimentos em laringes excisadas (BERRY et al., 1996; JIANG; ZHANG; FORD, 2003; ZHANG; JIANG, 2008; ZHANG et al., 2007; HUANG et al., 2017) e a análise da dinâmica não linear da voz humana (MENDEL; HERZEL; WEMKE, 1990; ROBB, 2003). Tais estudos concluem que a voz humana apresenta componentes caóticos e não periódicos. Além disso, os conceitos da dinâmica não linear facilitam o entendimento dos transtornos vocais, oferecendo aos clínicos maiores informações sobre a dinâmica da voz humana (TITZE; BAKEN; HERZEL, 1993; JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006; GALDINO, 2012).

Mesmo os modelos não lineares ainda não são capazes de explicar toda a complexidade existente nos sistemas humanos, tal como a voz humana. Portanto, são necessários estudos mais aprofundados nesse tema para buscar respostas e proporcionar o refinamento desta ciência. As teorias não lineares, entretanto, têm sido utilizadas cada vez mais para a interpretação, explicação e previsão dos comportamentos dos fenômenos físicos e biológicos, pois ajudam na explicação de certos tipos de sistemas dos quais os modelos lineares não foram capazes de explicar. Os métodos não lineares possibilitaram melhor compreensão da natureza dos fenômenos dinâmicos e complexos do corpo humano, sejam na saúde ou na doença. Esses modelos sugerem que quando há modificações nas medidas não lineares, há indicativos de disfunções fisiológicas (JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006; GALDINO, 2012).

Nesse sentido, Poon e Merrill (1997) relataram a diminuição da atividade caótica nos eletrocardiogramas de pacientes com problemas cardíacos quando comparados com pacientes normais. Esses achados sugerem que o caos cardíaco é prevalente no coração saudável, e uma diminuição em tal caos pode ser indicativa de insuficiência cardíaca congestiva. Hornero et al. (1999) observaram a diminuição da atividade não linear no eletroencefalograma de pacientes esquizofrênicos quando comparados a pacientes normais. Tais estudos reafirmam que as técnicas de análise da dinâmica não linear podem ser aplicadas no diagnóstico e acompanhamento de distúrbios fisiológicos.

Em relação à dinâmica não linear presente na voz humana, Rahn et al. (2007) estudaram vozes de pessoas acometidas da doença de Parkinson que apresentavam comprometimento da qualidade vocal. Os autores relataram que as análises acústicas tradicionais não foram consistentes na avaliação destas vozes, pois não apresentaram diferenças na comparação com vozes normais. A análise

não linear pôde quantificar essa aperiodicidade presente nas vozes patológicas, tais como as vozes com disfonias orgânicas por Doença de Parkinson, que apresentam rouquidão, soprosidade e tremores.

Jiang et al. (2009) realizaram estudo que comparou as análises acústicas tradicionais e medidas da perturbação não linear em vozes de indivíduos com nódulos, pólipos e sem alterações laringeas. Os autores utilizaram dois programas diferentes de mensuração das medidas acústicas tradicionais. Encontraram inconsistências nos achados das avaliações acústicas tradicionais pelos dois programas (MDVP e Cspeech), o que indicou que as medidas tradicionais não eram apropriadas para vozes alteradas. Para medidas de dinâmica não linear, os autores utilizaram a dimensão de correlação e a reconstrução do espaço de fase (REF). Na análise da dinâmica não linear pela REF, os autores observaram que as vozes normais se apresentaram com trajetórias regulares, enquanto as vozes com patologias se apresentaram com linhas espaçadas, dispersas e irregulares. A fim de quantificar a irregularidade nos traçados das trajetórias da REF, os autores utilizaram a dimensão de correlação. Neste caso, os valores da dimensão de correlação encontrados no grupo com nódulos e pólipos foram significativamente maiores em comparação ao grupo de pacientes normais ($p < 0,05$). Desta forma, concluíram que a dinâmica não linear tem grande potencial para a caracterização de vozes alteradas, como o caso de nódulos e pólipos vocais e a aplicação desta análise juntamente à acústica tradicional enriquece o diagnóstico clínico das vozes com lesões de massa.

A voz esofágica é um método de fonação utilizado para produção vocal após laringectomias totais. Neste caso, a voz é completamente aperiódica, sendo os métodos tradicionais não apropriados para analisá-la. Nesta perspectiva, Maccallum et al. (2009) realizaram estudo com 20 sujeitos, divididos em 2 grupos. Os autores utilizaram como medida a tremulação, o brilho, a relação sinal-ruído (SNR), a dimensão de correlação e a entropia de segunda ordem. Dentre os resultados encontrados pelos autores, *jitter* e *shimmer* foram significativamente maiores e os valores de SNR (relação sinal-ruído) foram significativamente menores para vozes esofágicas do que para vozes normais. Os valores de contagem de erro, que indicam a confiabilidade da análise de perturbações, foram 0 nas vozes normais e significativamente maiores em vozes esofágicas. Este erro foi atribuído à aperiodicidade do sinal e demonstrou que a análise de perturbação produziu

resultados questionáveis para as vozes esofágicas. No entanto, as medidas de dinâmica não linear analisaram de forma confiável e indicaram que a voz esofágica era significativamente mais caótica do que a voz normal. Os resultados demonstraram a capacidade dos métodos dinâmicos não lineares de quantificar de forma viável os sinais periódicos e aperiódicos, assim como para diferenciar as vozes normais das esofágicas.

Chai et al. (2011) utilizaram a análise não linear para diferenciação das vozes de adultos fumantes e não fumantes. Para isso, analisaram vozes de 73 sujeitos, sendo 37 fumantes e 36 não fumantes. Analisaram a vogal sustentada /a/. Para este estudo, utilizaram medidas acústicas tradicionais obtidas pelo programa CSpeech (*jitter*, *shimmer*, relação sinal-ruído SNR e um parâmetro de erro denominado ERR), análise do espectrograma pelo programa PRAAT e a dimensão de correlação D2 (medida de uma trajetória no espaço de fase que descreve quão fortemente dois pontos na trajetória estão correlacionados) para mensuração não linear. Para avaliação espectrográfica foi utilizado trecho de 1 segundo, separado da parte central de cada exemplo de voz. Ressalta-se que este mesmo trecho de 1 segundo do espectrograma foi utilizado para a análise pelo método não linear. Os autores classificaram as vozes nos três tipos, segundo Titze (1995) pelo espectrograma. As vozes que apresentaram os harmônicos claramente definidos, sem subharmônicos, bifurcações ou fortes modulações na Frequência Fundamental foram classificados como Tipo 1, enquanto a presença destes fatores no espectrograma resultou na classificação das vozes como Tipo 2. As vozes classificadas como Tipo 3 apresentavam espectrograma com harmônicos sem definição e com manchas de energia entre as frequências. Os autores encontraram os valores de D2 significativamente maiores nos fumantes em comparação aos não fumantes. Os valores de *Jitter* e *Shimmer* também se apresentaram maiores nos fumantes em comparação aos não fumantes. Os fumantes do estudo apresentaram sinais de vozes tipicamente do Tipo 2. Dos 73 sujeitos analisados, 4 não fumantes e 11 fumantes foram classificados com voz do Tipo 2. Já o restante dos sujeitos participantes da pesquisa foram classificados com voz do Tipo 1. Ressalta-se que este estudo não encontrou sujeitos com voz do Tipo 3. Este estudo indicou que a medida não linear D2, foi altamente sensível na comparação entre as vozes de fumantes e não fumantes, sendo uma potente ferramenta clínica e como indicador de anormalidade no sinal de voz.

Huang et al. (2017) realizaram estudo com as medidas de análise não linear dimensão de correlação D2, entropia de segunda ordem e dimensão mínima de incorporação com o objetivo de comparar vozes normais e patológicas. Participaram do estudo 44 sujeitos com voz normal e 21 pacientes com paralisia de prega vocal. Foi utilizada vogal sustentada para as análises das vozes. Este estudo afirmou que estas medidas não lineares para análise da voz sozinhas não contribuem para o diagnóstico das patologias laringeas, porém quando associadas podem aumentar o potencial diagnóstico na clínica de voz.

Dentre os métodos utilizados para analisar a dinâmica não linear na voz destacam-se: Reconstrução do Espaço de Fase, Secção de Poincaré, Dimensão fractal, Dimensão de Correlação, Entropia de Kolmogorov, Expoentes de Lyapunov, Coeficiente Cepstral (JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006).

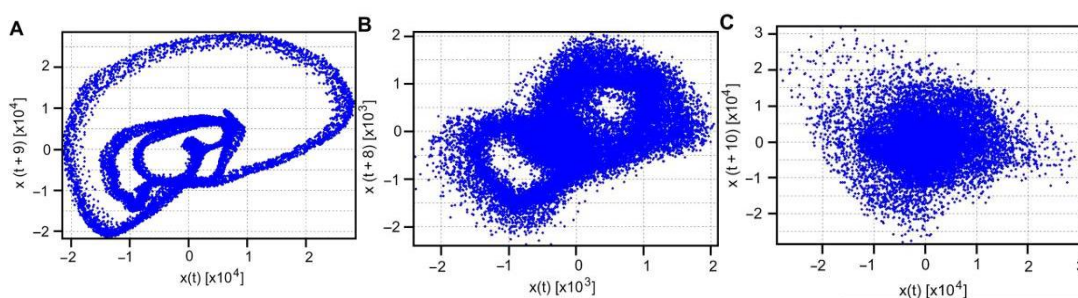
Em casos de múltiplas variáveis difíceis de serem avaliadas, como o caso da voz humana, o método de reconstrução do espaço de fase (REF) tem se mostrado útil, pois traça uma série temporal simples, o que facilita a avaliação da dinâmica vocal. Tal traçado, ou também denominada trajetória, representa toda a dinâmica de um sistema, onde sistemas periódicos são representados por trajetórias fechadas e sistemas aperiódicos por trajetórias irregulares (JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006).

Para obtenção da REF, uma etapa fundamental e necessária é a aplicação do método de tempo de atraso, por meio de um vetor de atraso de tempo. Tal atraso é fundamental na mensuração do espaço de fase. Fraser e Swinney (1986) descrevem que o tempo de atraso ideal é dado pelo valor mínimo da informação mútua.

O gráfico final formado a partir da reconstrução do espaço de fase representa a dinâmica vibratória da voz em relação ao tempo e sua configuração sofre grande influência em relação à qualidade vocal. Este método oferece aos clínicos maiores informações sobre a dinâmica não linear presente na voz humana, pois traçados firmes, regulares, congruentes e com quantidades elevadas de *loops* sugerem maior periodicidade da voz, ou seja, melhor qualidade vocal (DAJER; PEREIRA; MACIEL, 2005; JIANG; ZHANG; MCGILLIGAN, 2006; RAHN et al, 2007; DAJER; MACIEL; PEREIRA, 2007; MACCALLUM et al, 2009; SCALASSARA et al, 2009; DAJER, 2006, 2010; SANCHEZ, 2014; GALDINO, 2012).

Choi et al. (2012) realizaram um estudo com análise da dinâmica não linear de vozes com disfonia severa provenientes de cicatrizes em pregas vocais e sulcos vocais. Para isso, utilizou a REF e a dimensão de correlação. Além das medidas não lineares, os autores também realizaram a análise acústica tradicional e avaliação perceptivo-auditiva da voz. Participaram do estudo 23 sujeitos com as alterações vocais descritas acima e 23 sujeitos controle. Os autores encontraram no grupo de vozes normais a maioria classificada como Tipo 1 e apenas 2 sinais de vozes caracterizadas como Tipo 2. No grupo de pacientes disfônicos, a maioria foi classificada como Tipo 2, 3 foram classificadas como Tipo 1 e 3 foram completamente aperiódicas e, portanto, classificadas como Tipo 3. Em relação à reconstrução do espaço de fase, foi possível observar que as vozes do Tipo 1 se mostraram com trajetórias fechadas e regulares, já nas trajetórias do Tipo 2, foram observadas trajetórias irregulares e no Tipo 3, observadas em pacientes com as duas alterações concomitantes, o padrão era totalmente caótico e irregular. A Figura 1 apresenta as trajetórias encontradas no estudo conforme o tipo de voz e alteração vocal. Em conclusão, os autores sugerem que sejam consideradas as análises não lineares dos sinais de voz a serem utilizadas como ferramentas alternativas para avaliação vocal juntamente com as análises lineares.

Figura 1 - Representação do espaço de fase para os 3 tipos de pacientes encontrados no estudo de Choi et al (2012), sendo A: sinal do Tipo 1 produzido por paciente com cicatrizes bilaterais de pregas vocais; B: sinal do Tipo 2 produzido por paciente com sulco vocal bilateral; C: sinal do Tipo 3 produzido por paciente com sulco vocal bilateral e cicatriz concomitante.



Fonte: Adaptada de Choi et al. (2012)

Utilizando a REF para descrição do comportamento não linear presente na dinâmica vocal por meio da avaliação das trajetórias, o primeiro estudo realizado no Brasil foi o de Dajer, Pereira e Maciel (2005) o qual estudaram 12 sujeitos normais,

sendo 6 homens e 6 mulheres com idades entre 19 e 39 anos. Realizaram a análise acústica tradicional e a REF, desenvolvida e implementada em MatLab 6.1. Os autores observaram que na REF as trajetórias se mostravam convergentes e divergentes em momentos diferentes, o que os autores alegaram ter como influência as medidas de perturbação *Jitter* e *Shimmer*, pois observaram que conforme estas medidas estavam aumentadas as trajetórias ficavam com aspecto irregular, disperso e caótico. Os autores relataram que as irregularidades presentes nas trajetórias estavam relacionadas à amplitude de *pitch* e coeficiente de excesso. Quando o valor do *shimmer* estava aumentado, as trajetórias se apresentavam homogeneamente separadas e dispersas entre si, porém quando os valores de *jitter* estavam alterados, as trajetórias se mostravam dispersas e concentradas em regiões diferentes. Os autores concluíram que os valores de sinal-ruído, amplitude de *pitch* e coeficiente de excesso geravam irregularidades nas trajetórias, enquanto *shimmer* gerava espaçamento constante dos traçados e *jitter* espaçamento em locais diferentes das trajetórias.

Dajer (2006) buscou estabelecer um padrão visual dos sinais de vozes normais, obtidos pela análise visual das trajetórias da REF, assim como correlacionar esta análise com as avaliações perceptivo-auditiva e acústica tradicional. Para isso, analisou 22 vozes sendo 12 femininas e 10 masculinas de idades variando entre 19 e 39 anos. Os valores da análise perceptivo-auditiva e acústica tradicional se mostraram dentro da normalidade para todos os participantes da pesquisa. Em relação à análise não linear dos sinais de vozes pela avaliação visual das trajetórias pela REF, a autora realizou primeiramente um teste com sinais simulados para compreensão do comportamento das trajetórias conforme modificações em *jitter*, *shimmer*, frequência fundamental e amplitude de harmônicos. Desta forma, a autora observou que quando o sinal era com apenas uma frequência e amplitudes constantes, o traçado se sobrepunha no espaço. Quando *jitter* e *shimmer* eram zero, o espaçamento entre as trajetórias eram homogêneos, quando havia um aumento de 15% da amplitude do sinal os traçados se espalhavam homogeneamente, concluindo que este comportamento estava relacionado a modificações em *shimmer*. Ao modificar o *jitter* do sinal em 3,15%, as trajetórias se contorciam e espaçavam em diferentes locais da trajetória de forma alternada. Outro parâmetro analisado foi quantidade de harmônicos presentes no sinal. Quando a pesquisadora aumentava a quantidade de harmônicos presentes no sinal,

as trajetórias apresentavam mais loops ou laços, sendo esta variação observada também nas diferentes vogais emitidas pelos demais participantes. A vogal /a/ apresentou mais laços com relação à vogal /é/ e /i/, sendo que a vogal /i/ apresentou apenas um laço em sua trajetória. Este estudo ainda observou que conforme os valores de *jitter* aumentavam de sujeito a sujeito, havia um aumento do parâmetro rugosidade na avaliação perceptivo-auditiva e piora dos traçados. A Frequência Fundamental não alterou o comportamento das trajetórias. Neste sentido, a autora concluiu que as análises acústica tradicional e perceptivo-auditiva não representam por si só toda a dinâmica vocal, sendo a análise não linear uma ferramenta eficaz para traçar as alterações vocais que possam estar encobertas por essas análises.

Com o objetivo de diferenciar vozes de cantores e de não cantores com a perspectiva da dinâmica não linear pela REF, Dajer, Pereira e Maciel (2007) realizaram estudo com 16 vozes, sendo 8 cantores e 8 não cantores, os quais emitiram a vogal /i/. Para facilitar a avaliação visual das trajetórias pela reconstrução do espaço de fase, os autores definiram que os padrões não lineares a serem visualizados seriam o número de *loops* ou laços na trajetória, regularidade e convergência nos traçados. Nos resultados, os autores observaram que no grupo de cantores, as trajetórias apresentavam apenas um laço enquanto na amostra de não cantores as trajetórias se apresentavam com um único laço e pequenos laços nas extremidades. O grupo de não cantores apresentaram irregularidades nos traçados, enquanto na maioria dos cantores se apresentaram com regularidade. Os autores também relataram encontrar irregularidades nos traçados, porém em menor proporção. Nos sujeitos que apresentaram valores de *shimmer* alterados, foram observadas divergências nas trajetórias, enquanto nos valores de *jitter* alterados foram observadas irregularidades.

Com o objetivo de investigar a dinâmica não linear presente nas vozes alteradas e normais, Scalassara et al. (2009) realizaram estudo com 48 vozes, sendo 16 normais, 16 de pessoas portadoras de nódulos vocais e 16 de pessoas portadoras de Edema de Reinke. Para analisar a dinâmica não linear da voz, foi utilizada a REF, avaliando laços, regularidade e convergência dos traçados. Observaram que a vogal /a/ oferece um padrão típico de comportamento das trajetórias, se caracterizando por muitas voltas, sendo estas relacionadas com a interação entre Frequência Fundamental e harmônicas do sinal. Os pesquisadores encontraram nas vozes normais trajetórias mais regulares e com maior convergência

se comparado às vozes patológicas. Os pesquisadores concluíram que a técnica de REF e a análise perceptivo visual do gráfico gerado por esta técnica proporcionam a visualização da dinâmica vocal de vozes normais e com patologias laríngeas, sugerindo que sejam realizados mais estudos para compreender a relação das patologias vocais com a complexidade do sinal de voz. Além disso, a ferramenta se mostrou eficaz na diferenciação entre vozes normais e patológicas, pois as alterações afetavam diretamente as trajetórias do espaço de fase.

Dajer, Sobrinho e Pereira (2009) com o objetivo de estudar a análise não linear em vozes infantis, realizaram a análise da REF em 19 crianças de idades variando entre 7 e 10 anos, além das análises perceptivo-auditiva e acústica tradicional. Denominaram de Padrões Visuais de Dinâmica Vocal (PVDV) a análise qualitativa e visual dos gráficos realizadas neste estudo. No PVDV eram analisadas as características de número de *loops* ou laços da trajetória, regularidade e convergência dos traçados das órbitas. Cada característica era classificada em um grau que variou de 0 a 4. Para quantidade de *loops*, ou laços, o 0 era para quando não se era possível quantificar o número de *loops*, 1 para apenas 1 *loop* na trajetória, 2 para 2 *loops*, 3 para 3 *loops* e 4 para 4 ou mais *loops* na trajetória. No aspecto regularidade a escala variava de 0 a 4 era da melhor para pior configuração, sendo 0 para traçados regulares em todo percurso, 1 para traçado irregular em apenas uma porção, 2 para traçados com mais de uma irregularidade, 3 para traçados com leve irregularidade em todo percurso e 4 para todo percurso irregular. Em relação à convergência dos traçados, foi proposta escala de 0 a 4, da melhor para pior configuração, sendo 0 para forte convergência, 1, 2 e 3 para convergências intermediárias e 4 para fraca convergência, sendo que nesta não é possível nem avaliar a quantidade de *loops* presentes no sinal. Na avaliação das crianças participantes, as análises perceptivo-auditiva e acústica tradicional se mostraram dentro dos valores estabelecidos como normalidade. Em relação à classificação pelos PVDV, no parâmetro número de *loops* a maioria das crianças apresentou graus 4 e 3 (9 crianças com grau 4 e 7 com grau 3). Em relação à regularidade dos traçados, 3 crianças foram classificadas com grau 0, 8 crianças com grau 1, 3 crianças com grau 2 e 5 crianças com grau 3. Em relação à convergência dos traçados, 9 crianças apresentaram grau 1, 5 crianças com grau 2, 4 com grau 0 e 1 com grau 3. Concluíram que a avaliação não linear é promissora e vantajosa por ser rápidas, econômica e não invasiva para vozes pediátricas. Para os autores a técnica

apresentada forneceu ao avaliador informações importantes e complementares para avaliação da clínica de voz.

A fim de caracterizar a voz de pacientes com disfagia, Marrara (2010) investigou a REF pela análise do PVDV em 5 indivíduos sem alteração neurológica e 26 pacientes com alterações neurológicas de diferentes etiologias. Cada sujeito participante da pesquisa teve sua voz analisada antes e após a deglutição de alimentos pastosos e líquidos, por meio de avaliação perceptivo-auditiva, acústica tradicional e não linear. Além disso, os participantes foram avaliados por meio da videofluoroscopia. Em relação aos resultados, quando houve resíduos e penetração laríngea após a deglutição a voz ficava mais tensa e instável e quando houve aspiração a voz ficou mais rugosa. A análise acústica tradicional não apresentou diferenças significativas entre os grupos. Em relação a REF, na presença de resíduo a convergência aumentava na maior parte dos pacientes, em casos de penetração laríngea o número de *loops* diminuiu e em casos de aspiração laringotraqueal houve diminuição do número de *loops* e aumento da convergência. Na avaliação pré deglutição, os PVDV encontrados no grupo controle para número de *loops* foi de 3 e 4; para regularidade 80% (4 gráficos) da REF foram regulares e 20% (1 gráfico) apresentou traçados regulares com porção irregular; na convergência 80% (4 gráficos) apresentaram traçados com convergência forte a média e 20% (1 gráfico) apresentou forte convergência. A autora concluiu que a avaliação não linear da REF associada com a videofluoroscopia da deglutição é útil e não invasiva para avaliação fonoaudiológica de disfágicos.

Dajer (2010) realizou um estudo a fim de correlacionar as análises acústica tradicional, perceptivo-auditiva e não linear da REF pelos PVDV. Utilizou 91 sinais de vozes sendo, 46 vozes saudáveis e 45 patológicas. Dentre as vozes normais, 16 sinais pertenciam a adultos jovens sem queixas ou alterações vocais (idades ente 21 e 45 anos), sendo 5 mulheres e 11 homens, e os outros 30 sinais de vozes pertenciam a um mesmo sujeito, em diferentes posturas corporais. No grupo de vozes disfônicas, 16 apresentavam Edema de Reinke, 15 nódulos vocais e 14 disfonias de origem neurológica. A análise qualitativa dos PVDV foi utilizada nos parâmetros número de laços ou *loops* das órbitas, regularidade e convergência dos traçados. Na classificação do número de laços, o grau 4 refere-se a 4 ou mais laços, grau 3 a 3 laços, grau 2 a 2 laços, grau 1 a um único laço e grau 0 a casos em que a configuração não permite a visualização da quantidade de laços. Para regularidade

foi proposta uma escala de 5 a 0, da melhor para a pior regularidade: grau 5 corresponde a traçados regulares ao longo de todo o percurso; grau 4 a traçados regulares com uma porção restrita de irregularidade; grau 3 à regularidade intermitente dos traçados; grau 2 a traçados com irregularidade leve global; grau 1 a traçados com irregularidade leve com um ou mais focos de irregularidade ao longo de todo o percurso e grau 0 à irregularidade global dos traçados. O parâmetro convergência dos traçados foi descrito em uma escala de 4 a 0, da maior para a menor convergência, o grau 4 refere-se à forte convergência global, grau 3 convergência alta a média, grau 2 média, grau 1 média a fraca e grau 0 fraca convergência global. No grupo controle as avaliações perceptivo-auditiva e acústica tradicional referiram normalidade. Em relação aos resultados encontrados para as vozes normais nos PVDV, todas as 16 vozes foram avaliadas com grau 4 ou 3 de número de laços; para regularidade 75% apresentaram grau 4, 18,75% apresentaram grau 5 e 6,25% grau 3; para convergência 50% apresentaram grau 3, 31,25% grau 4 e 18,75% grau 2. Este estudo relatou que a convergência dos traçados está diretamente relacionada à periodicidade do sinal enquanto a regularidade à presença de ruído no sinal de voz. Não foram encontradas correlações entre as avaliações perceptivo-auditiva, acústica e dos PVDV. A autora concluiu que a análise da REF é uma ferramenta promissora pois considera a voz como um sinal com componentes caóticos, com padrões determinísticos presentes e apresenta uma informação visual sobre a dinâmica vocal que pode ser utilizada como complementação nos métodos de diagnóstico vocal.

Na comparação entre vozes normais e com nódulos, Dajer, Sobrinho e Pereira (2010) realizaram avaliação perceptivo-auditiva, acústica e não linear da REF pela análise do PVDV. Participaram do estudo 20 adultos (20 a 40 anos), sendo 10 sem queixas vocais e 10 com diagnóstico de nódulos nas pregas vocais. Neste estudo, os graus dos PVDV para laços, regularidade e convergência dos traçados foram modificados e classificados todos em escala de 0 a 4, da pior para a melhor configuração dos traçados. Para o parâmetro número de laços o grau 0 era para configuração indefinida, grau 1 para único laço, grau 2 para 2 laços, grau 3 para 3 laços e grau 4 para 4 ou mais laços. Em relação à regularidade, grau 4 para trajetórias completamente regulares e grau 0 para trajetórias completamente irregulares e os graus 3, 2 e 1 descritos para as irregularidades intermediárias. Para convergência dos traçados, grau 4 refere-se a alto grau de convergência e grau 0

baixo grau de convergência, sendo os demais graus intermediários das convergências. Os resultados da avaliação perceptivo-auditiva refletiram a normalidade nas vozes do grupo controle. Em relação ao grupo de vozes com nódulos, a avaliação perceptivo-auditiva refletiu vozes normais ou com alterações em grau leve. Já para análise acústica das vozes com nódulos, os valores de *jitter* e *shimmer* se mostraram aumentados de forma significativa em relação ao grupo controle. Na avaliação dos PVDV, das 10 vozes normais, foram encontrados 8 indivíduos com grau 4 de número de laços, 8 com grau 4 de regularidade e 7 com grau 4 de convergência. Os PVDV do grupo de 10 vozes com nódulos, foram encontrados número de laços em graus 1, 2 e 3; regularidade graus 2 e 3; convergência encontrados os graus 0, 1, 2 e 3. Os autores concluíram que as ferramentas não lineares são eficientes na descrição de vozes normais e disfônicas, sendo uma ferramenta promissora na avaliação da dinâmica vocal.

Dajer et al. (2011) realizaram a comparação entre vozes femininas saudáveis e com Edema de Reinke, por meio das avaliação perceptivo-auditiva, acústica e não linear da REF pelos PVDV. Participaram do estudo 48 mulheres adultas, sendo 23 sem patologias laríngeas e 25 com Edema de Reinke em diferentes etapas. A avaliação acústica mostrou diferença estatisticamente significativa na comparação entre os grupos para *jitter*, porém para *shimmer* não houve diferença significativa entre grupos. Em relação à classificação pelos PVDV, no grupo de mulheres normais foi encontrado número de laços com grau 4 e 3, regularidades com graus 4 e 3 e convergência com grau 3. No grupo de mulheres com Edema de Reinke, os PVDV apresentaram número de laços com graus 1 e 2, regularidade em grau 1 e 0 e convergência em graus 3 e 1. Este estudo permitiu a discriminação das vozes normais e com Edema de Reinke por meio da avaliação qualitativa dos PVDV, portanto os autores concluíram que a associação das análises acústica tradicional com a não linear fornece ao clínico mais informações sobre a dinâmica presente na voz humana.

Galdino (2012) realizou um estudo com o objetivo de descrever a REF com os PVDV de homens adultos sem queixas vocais. Participaram do estudo 77 homens com idades compreendidas entre 20 e 40 anos. A escala de avaliação do PVDV descrita nos estudos acima foi adaptada considerando os aspectos do gráfico bidimensional: número de laços das órbitas, regularidade e espaçamento dos traçados. O aspecto convergência foi renomeado para espaçamento. Cada aspecto

foi avaliado em escala variando de 4 a 0, da melhor para pior configuração. As avaliações perceptivo-auditiva e acústica tradicionais encontraram normalidade nos valores dos participantes. Os resultados dos PVDV mostraram que nas vozes de homens adultos sem queixas vocais, na quantidade de laços da vogal /a/ a maioria dos sujeitos (85,71) apresentaram grau 4. Em relação ao parâmetro regularidade dos traçados, a maioria (80,52%) dos sujeitos avaliados foram classificados com graus 4 e 3, referentes às trajetórias regulares ou com única irregularidade discreta (grau 4) e trajetórias com irregularidades discretas intermitentes ou globais (grau 3). Em relação ao espaçamento, a maioria dos sujeitos (79,22%) foram avaliados com espaçamentos em graus 3 e 4, referentes à espaçamento médio a pequeno e pequeno. Portanto, este estudo concluiu que os PVDV da vogal /a/ de homens adultos com vozes normais se mostraram com padrão visual caracterizado por presença de 4 ou mais laços, traçados regulares ou com discretas irregularidades e espaçamentos das órbitas entre médio a pequeno.

Sanchez (2014) estudou vozes de pacientes submetidos à laringectomia parcial vertical com presença de ruído glótico intenso sob a perspectiva da REF. Para isso, adaptou a análise qualitativa dos PVDV, para os gráficos bidimensionais, em escala denominada L-IE, que considera quantidade de laços, irregularidades e espaçamentos nas órbitas. Este estudo analisou 62 vozes, sendo 31 pertencentes ao grupo controle e 31 de pacientes submetidos à laringectomia parcial vertical. Os resultados apresentados demonstraram que para os pacientes a maioria foram classificados com grau 0 de laços ou *loops*, ou seja, com indefinição do número de laços das órbitas; irregularidades e espaçamentos em grau 6 (graus severos). Este estudo concluiu que a análise não linear é eficiente para avaliação de vozes com altos graus de disфонia, como é o caso de vozes de laringectomizados.

Pimenta (2016) estudou 35 vozes de pacientes com paralisia unilateral de prega vocal, sendo 11 homens e 24 mulheres com idade média de 57,64 e 57,25 anos respectivamente. Realizou a avaliação da REF pela análise dos PVDV, considerando os graus de *loops*, regularidade e convergência dos traçados em uma escala de 0 a 4, da pior para a melhor configuração. Encontrou no grupo dos homens média de 2 e um *loop* nas mulheres. No parâmetro regularidade, foi encontrada média de grau 1 (irregularidade global com uma porção dos traçados gráficos com maior regularidade) para homens e grau 2 (irregularidade global ao longo de toda trajetória) para mulheres. No parâmetro convergência, foi encontrada

média de grau 2 (convergência média) para homens e 2 (convergência média) para mulheres. Ressalta-se que a análise não linear neste estudo foi realizada com a vogal sustentada /ε/. Os resultados deste estudo mostraram que o parâmetro regularidade correlacionou-se negativamente ao parâmetro grau geral, sopro e tensão. Em relação à convergência dos traçados, na amostra das vozes masculinas houve correlação negativa e forte com os parâmetros grau geral e rugosidade e nas amostras masculinas correlação negativa e fraca com grau geral e tensão. A autora relata que apesar da falta de estudos para comparação dos resultados dos PVDV, esta ferramenta se mostra promissora na avaliação diferencial da disfonia.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter descritivo, exploratório, transversal, de campo e quali-quantitativo.

5.1. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas (CEP) sob protocolo CAAE nº 58911216.2.0000.5515 e Comitê Assessor de Pesquisa Institucional (CAPI) sob nº 3440 da Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) (ANEXO A). Foram respeitados todos os princípios éticos em pesquisa com seres humanos contidos no Código de ética do Fonoaudiólogo e Resolução CNS 466/12.

O desenvolvimento deste trabalho contou com a participação voluntária dos indivíduos que foram esclarecidos e informados sobre os procedimentos realizados, objetivos do trabalho assim como a respectiva concordância através da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ANEXO B). Os participantes da pesquisa foram recrutados pela pesquisadora responsável através das mídias sociais.

Este estudo não ofereceu riscos aos participantes e em relação aos benefícios, o participante foi orientado sobre os cuidados com a voz. Quando detectado alteração vocal o participante foi encaminhado para avaliação fonoaudiológica na Clínica da UNOESTE ou clínicas particulares.

5.2. CASUÍSTICA

Foi realizado o cálculo amostral (ANEXO C) a partir dos resultados da análise perceptivo-visual dos Padrões Visuais de Dinâmica Vocal (PVDV) de vozes sem queixas vocais do estudo de Galdino (2012) e de acordo com os resultados para que haja 95% de nível de confiança na amostra para a avaliação do PVDV, a quantidade mínima é de 120 sujeitos por grupo e para 90% de nível de confiança a quantidade mínima é de 85 sujeitos por grupo.

Inicialmente foram gravadas 209 vozes de sujeitos adultos sem queixas vocais (108 femininas e 101 masculinas), foram excluídas 14 vozes, sendo 9 devido

à problemas na gravação (8 femininas e 1 masculina) e 5 (2 femininas e 3 masculinas) por apresentarem sinais de voz do Tipo 2 (TITZE, 1995) na avaliação do espectrograma, de acordo com o critério de exclusão do presente estudo.

A amostra final foi composta por 195 vozes (98 femininas e 97 masculinas) de sujeitos com idades variando de 18 a 50 anos, média de idade de 27,01 anos (DP 7,48 anos). Para realização das análises as vozes foram divididas em dois grupos de acordo com o sexo:

Grupo Mulheres (GM) - 98 vozes de mulheres com idades entre 18 e 50 anos, e média de idade de 24,76 anos (DP 7,74 anos).

Grupo Homens (GH) - 97 vozes de homens, com idades entre 18 e 42 anos e média de 29,28 anos (DP 6,49 anos).

Os critérios de inclusão nos grupos GM e GH foram: mulheres e homens adultos com vozes saudáveis de acordo com a triagem perceptivo-auditiva da pesquisadora; que não tinham queixas vocais ou antecedentes de cirurgias laríngeas; que apresentaram bom estado de saúde geral e não estavam gripados no dia do exame; não eram e nunca foram fumantes e não eram profissionais da voz. Para inclusão no GM, teve a condição da mulher não ter entrado na menopausa e no dia da gravação não estar no período menstrual ou na semana que o antecede (estar entre o sétimo e o vigésimo dia do ciclo menstrual). Tais informações foram obtidas por meio de entrevista e questionário prévio estabelecido no estudo (APÊNDICE A).

Critério de exclusão: Após análise do Tipo de Voz (TITZE, 1995), realizada por meio do espectrograma, as vozes Tipo 2 e 3, que apresentaram maior quantidade de ruído foram excluídas do presente estudo. Permaneceram apenas os sinais de voz Tipo 1.

5.3. PROCEDIMENTOS

5.3.1. Gravação das Vozes

Todas as vozes foram gravadas em sala silenciosa, com nível de ruído abaixo de 40 decibels, na Clínica de Fonoaudiologia da Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE. Foram realizadas 4 medições do nível de pressão sonora na sala da coleta, por meio do Decibelímetro da marca Mimipa modelo MSL-1325 e a

média de ruído encontrada foi de 33,15 dBNPS (32,4 dBNPS, 32,8 dBNPS, 33,6 dBNPS, 33,8 dBNPS). As medições foram realizadas com o aparelho programado na resposta *slow* e curva de atenuação do tipo A, conforme recomendações da norma regulamentadora NR-15 para medição de ruídos contínuos ou flutuantes.

As vozes foram gravadas e editadas pelo programa *Sound Forge 10.0* da *Sony Pictures Digital Inc.*, com taxa de amostragem de 44,100Hz, 16 bits em canal mono. Foi utilizado o microfone de cabeça, marca Karsect HT-9 conectado a uma placa de som externa USB-AS da marca Andrea PureAudio. O microfone foi ajustado a uma distância de aproximadamente três centímetros da comissura lateral da boca. Foram solicitadas aos indivíduos as seguintes emissões: três emissões da vogal sustentada /a/, trecho de fala espontânea com o conteúdo "*Diga-me como está a sua voz*" e a contagem de 1 a 15. A postura corporal adotada para a gravação das vozes foi com o indivíduo sentado, coluna ereta com as costas apoiadas no encosto da cadeira, braços e mãos relaxados sobre as pernas. O tempo previsto para a coleta da voz e documentação do estudo foi de 15 min.

5.3.2. Avaliação Perceptivo-Auditiva

A análise perceptivo-auditiva foi realizada para complementação da avaliação vocal de todos os sujeitos participantes, assim como para a correlação com as medidas da análise não linear. Para a avaliação perceptivo-auditiva da voz foi utilizada a escala GRBASI que analisa a qualidade da voz considerando os seguintes aspectos: G – Grade, Grau, R – Rough, Rugosidade, B – Breath, Soprosidade, A – Asthenic, Astenia, S – Strain, Tensão e I- Instabilidade. Cada aspecto é avaliado quantitativamente em quatro níveis: normal (0), leve (1), moderado (2) e intenso (3). A escala GRBAS foi criada em 1969 pela Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria (SJLF, 1969) e em 1998 Piccirillo et al. (1998) incluíram o aspecto I- Instabilidade.

Inicialmente, foram convocados três fonoaudiólogos e enviadas as vozes para as análises. No entanto, apenas dois deles retornaram as análises concluídas, portanto, a avaliação perceptivo-auditiva das vozes foi realizada por 2 fonoaudiólogos especialistas em voz, ambos com experiência na utilização da escala GRBASI. Foram enviados aos juízes as amostras das três vogais sustentadas /a/, fala espontânea e contagem. As vozes foram gravadas em um CD-

ROM, enviadas e realizadas separadamente pelos juízes. Foram utilizados os resultados do Fonoaudiólogo que apresentou o melhor resultado de confiabilidade intra-juiz.

5.3.3. Medidas Acústicas

As medidas acústicas tradicionais da frequência fundamental (F0), expressa em Hz; *jitter* e *shimmer*, expressos em porcentagem e proporção harmônico ruído (NHR) foram realizadas para complementação da avaliação vocal de todos os sujeitos participantes, assim como para a correlação entre as medidas com a análise não linear. As medidas foram investigadas por meio do programa *Multi Dimensional Voice Program (MDVP)* modelo 5105, do Multi Speech 3700 da Kay PENTAX. Os parâmetros acústicos foram extraídos do melhor trecho de 3 segundos da melhor das 3 vogais /a/.

5.3.4. Avaliação Espectrográfica

A análise espectrográfica foi realizada com vogal sustentada /a/ por meio do Programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018) que gerou o espectrograma à um limite superior do espectrograma de 5,5KHz. As análises foram realizadas pela pesquisadora deste trabalho.

A espectrografia permitiu identificar o Tipo de voz (TITZE, 1995) e selecionar para o presente estudo apenas as vozes Tipo 1.

Os parâmetros espectrográficos observados foram: presença de ruído entre os harmônicos (se ausente, fraca, média ou forte); sub-harmônicos (se ausentes ou presentes); instabilidade da frequência (se ausente, fraca, média ou forte) e instabilidade da intensidade (se ausente, fraca, média ou forte).

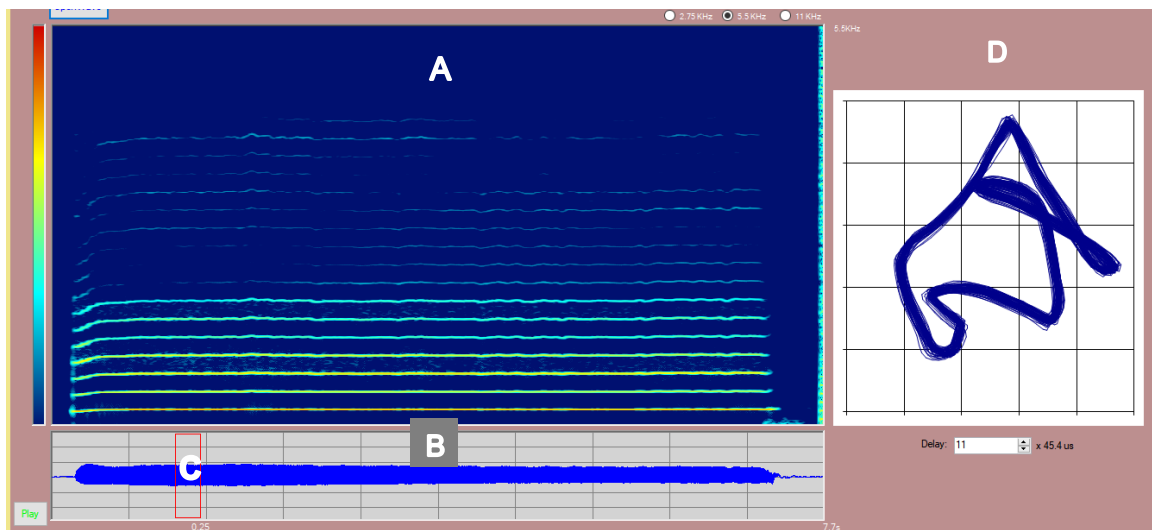
5.3.5. Análise da Reconstrução do Espaço de Fase da Voz (REF)

A reconstrução do espaço de fase (REF), que representa a onda vibratória da voz em um gráfico bidimensional, foi realizada pelo o programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018). O referido programa apresenta em uma só tela,

simultaneamente, o sinal de onda, o espectrograma e o gráfico bidimensional com a REF (Figura 2).

Para gerar o gráfico da REF é necessário apenas selecionar o trecho do sinal da onda que se deseja fazer a análise (Figura 2).

Figura 2 - Tela do programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018): A) espectrograma; B) sinal de onda e C) trecho selecionado para gerar o gráfico da reconstrução do espaço de fase (REF) e D) gráfico da REF.



Fonte: O autor.

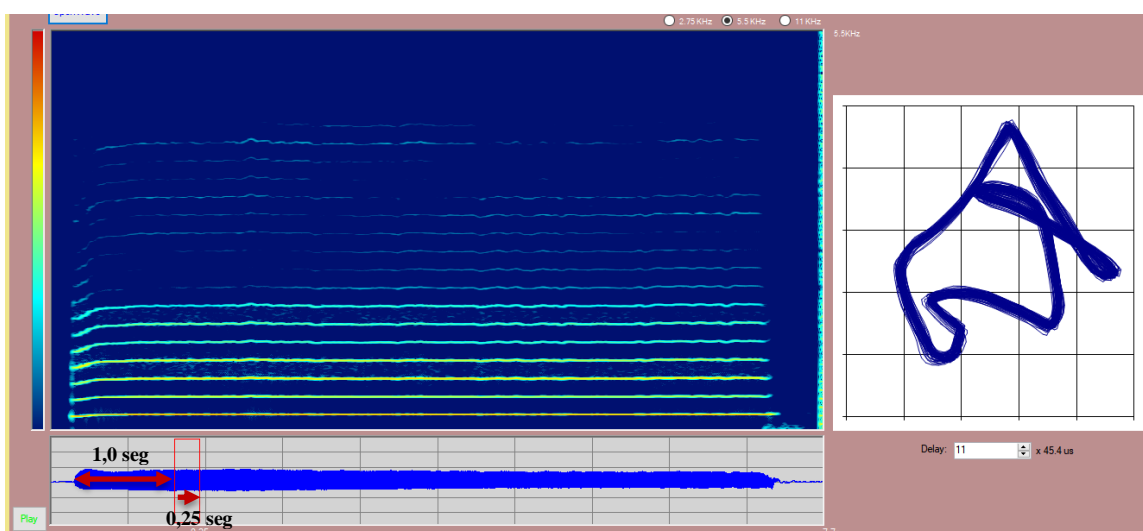
O tempo de atraso é um parâmetro importante na reconstrução do espaço de fase. Se for muito pequeno, a trajetória no espaço da fase reconstruída fica em formato esticado em torno de uma linha diagonal. Por outro lado, se for muito grande, a trajetória na reconstrução do espaço de fase é caracterizada pela auto intersecção. O tempo de atraso é fundamental na mensuração do gráfico REF e de acordo com Fraser e Swinney (1986) o tempo ideal é dado pelo valor mínimo da curva de informação mútua, que mede a dependência geral de duas variáveis. Devido sua importância, esse tempo é automaticamente definido no programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018) ao ser gerado o gráfico da REF.

No presente estudo para a análise REF da voz saudável de homens e mulheres adultas foi selecionado o trecho de voz mais estável. No entanto, a fim de possibilitar a replicação dessa análise, estabeleceu-se uma padronização para a seleção do trecho de áudio da vogal /a/ a ser analisado: excluiu-se o primeiro segundo do sinal de onda, uma vez que o início da emissão, em geral, apresenta maior instabilidade e selecionou-se o trecho subsequente de 0,5 segundos para

homens e 0,25 segundos para mulheres (Figura 3). Ressalta-se que no caso deste trecho apresentar alguma instabilidade, foi utilizado o trecho subsequente.

A definição do tempo de 0,5 segundos do sinal de onda para homens e 0,25 segundos para as mulheres (metade do tempo), levou em consideração o número de ciclos glóticos por segundo nas mulheres ser aproximadamente duas vezes maior que nos homens (BEHLAU et al., 2001), sendo necessário metade do tempo para obter-se a mesma quantidade de ondas.

Figura 3 - Tela do programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018) com as medidas da seleção do trecho do sinal de voz de uma voz feminina para gerar o gráfico de REF: excluiu-se o primeiro segundo e utilizou-se o 0,25 segundo subsequente a este.



Fonte: O autor.

Para a análise do gráfico da REF foi utilizado o protocolo CIE, desenvolvido nesse estudo, que avalia os parâmetros: (C) curvas, (I) irregularidade e (E) espaçamento dos traçados.

Procedimento para contagem do número de curvas pelo protocolo CIE:

- a) Nos gráficos da REF com trajetória em formato espiralado conta-se o número de giros, como exemplificado nas Figura 4 (gráficos B, C, D, E e G) e Figura 5 (gráficos B, C, D, E, F, G, K)
- b) Nos gráficos que apresentam formatos aleatórios, conta-se a quantidade de curvas da trajetória no espaço de fase, como exemplificado na Figura 4 (gráficos A, F, H, I, J, K e L) e Figura 5 (gráficos A e H).

- c) No caso de trajetórias completamente caóticas, em que não é possível identificar as curvas, sugere-se que seja colocado “sem curvas definidas”.

Os parâmetros da irregularidade e espaçamento são analisados em escala numérica de 0 a 3 pontos, da melhor para pior configuração, conforme descrito na Tabela 1 e exemplificado nas Figuras 4 e 5.

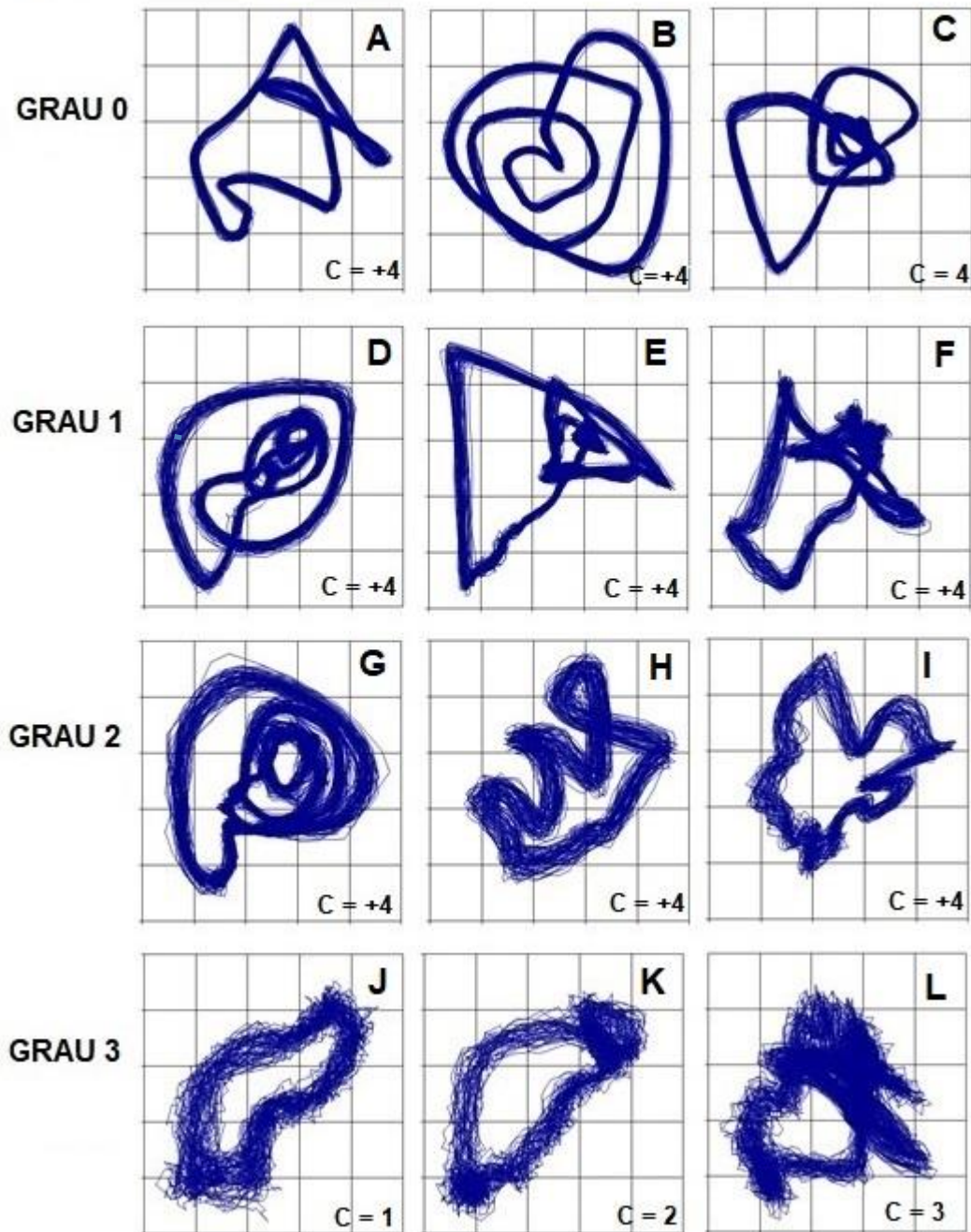
Tabela 1 - Classificação dos graus dos parâmetros irregularidade e espaçamento do protocolo CIE utilizado para análise da REF.

GRAU	Protocolo CIE - Classificação dos graus	
	Irregularidade	Espaçamento
0	Normal – (leve esporádica)	Mínimo (até 5,9 mm na trajetória)
1	Leve - (leve em todo traçado ou moderada esporádica)	Pequeno (de 6 mm a 8,9 mm na trajetória)
2	Moderada - (moderada em todo traçado ou severa em regiões de curva)	Médio (de 9 mm a 13,9 mm na trajetória)
3	Severa - (severa completa ou esporádica)	Grande (maior igual a 14 mm da trajetória)

Fonte: o autor.

Figura 4 - Exemplos de classificação do número de curvas e da irregularidade dos traçados de acordo com o protocolo CIE.

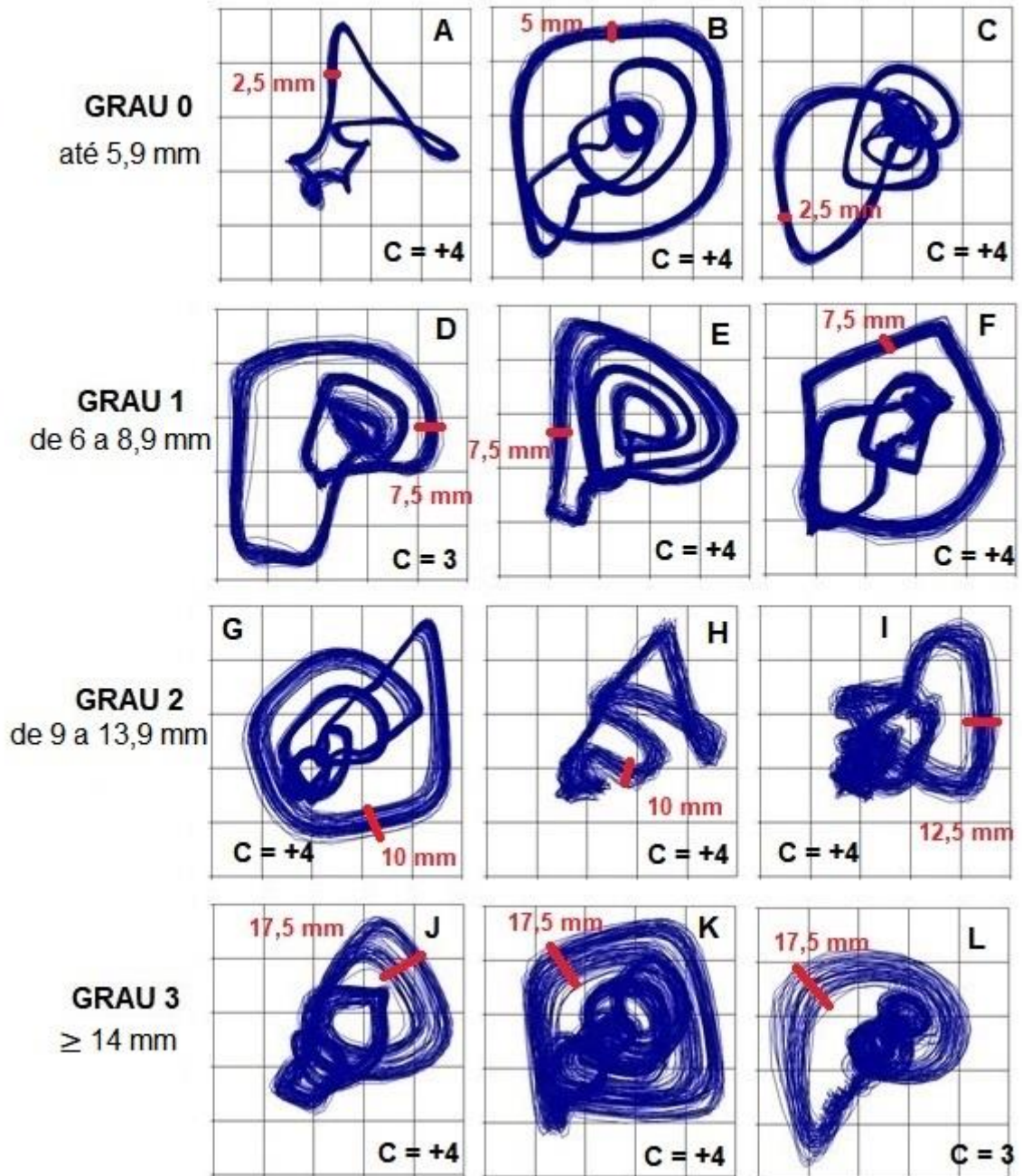
Exemplos de Classificação do número de curvas e dos graus de irregularidade



Fonte: O autor.

Figura 5 - Exemplos de classificação do número de curvas e do espaçamento e milímetros dos traçados dos gráficos da REF de acordo com o Protocolo CIE.

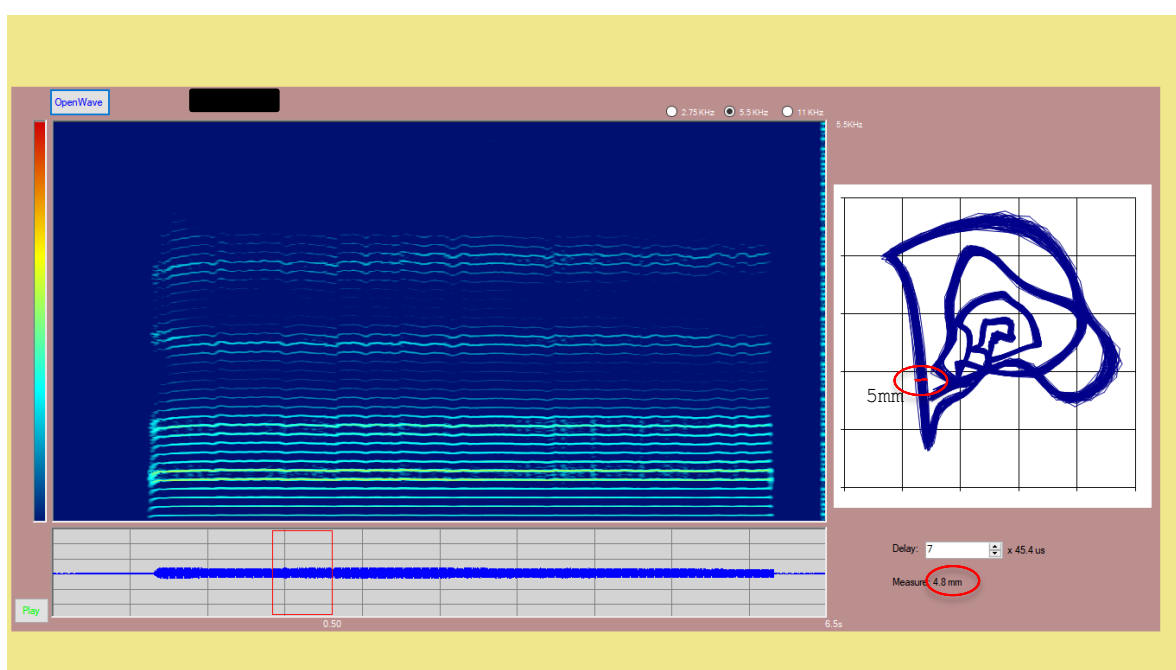
Exemplos de Classificação do número de curvas e dos graus de Espaçamento



Fonte: O autor.

Para a avaliação do espaçamento pelo protocolo CIE os avaliadores realizaram a medição dos espaçamentos das trajetórias pelo Programa de Análise de Voz que fornece o gráfico no tamanho de 100 mm por 100 mm, como demonstrado na Figura 6. Ressalta-se que foram mensuradas as regiões das trajetórias que continham a largura mais frequente. A Figura 6 ilustra o trecho onde foi realizada a mensuração do espaçamento da trajetória.

Figura 6 - Print da tela do programa de Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018), com o gráfico da REF e medição do espaçamento do traçado.



Fonte: O autor.

A avaliação dos gráficos da REF pelo protocolo CIE foi realizada em consenso por 2 fonoaudiólogos estudiosos da ferramenta.

5.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os resultados obtidos neste estudo foram apresentados em tabelas e gráficos para facilitar a análise e a apresentação. As estatísticas descritivas utilizadas foram média, desvio padrão, medidas máxima e mínima e porcentagens, quando apropriadas.

Para análise da confiabilidade intra-juiz da avaliação perceptivo-auditiva da escala GRBASI, foi utilizado o Teste de Kappa, para tanto foram repetidos 20% da

amostra, as vozes foram escolhidas aleatoriamente e apresentadas aos juizes de forma randomizada.

O Coeficiente de Correlação de Spearman foi utilizado para a análise estatística da correlação entre a análise não linear e as análises perceptivo-auditiva e acústica. Os resultados do Coeficiente de Correlação de Spearman e de Kappa foram interpretados a partir dos estudos de Hinkle, Wiersma e Jurs (2003), sendo: valores entre 0,0 e 0,3 correlação desprezível; entre 0,3 e 0,5 fraca; entre 0,5 e 0,7 moderada; entre 0,7 e 0,9 forte e entre 0,9 e 1,0 muito forte.

Para comparação entre os grupos na análise não linear do REF e perceptivo-auditiva da GRBASI, foi utilizado o Teste de Mann-Whitney e para comparação entre os grupos das medidas acústicas, utilizou-se o Teste T, ambos os testes com nível de significância de 5%.

6 RESULTADOS

6.1. ANÁLISE PERCEPTIVO-AUDITIVA – ESCALA GRBASI

Os resultados da avaliação perceptivo-auditiva da escala GRBASI apresentados neste estudo foram os obtidos pela avaliadora 1, que apresentou os melhores escores na análise intra-juíz, com maior ocorrência de “forte” ou “muito forte”, em 3 dos 6 parâmetros avaliados da escala nas vozes femininas e em 4 dos 6 parâmetros nas vozes masculinas.

Os resultados obtidos do Teste Kappa para análise estatística da confiabilidade intra-juízes da avaliação perceptivo-auditiva pela escala GRBASI das vozes das mulheres e dos homens deste estudo, realizada pelos 2 fonoaudiólogos, bem como a Interpretação dos valores segundo Hinkle, Wiersma e Jurs (2003) encontram-se nas Tabela 2.

Tabela 2 - Valores de Kappa e interpretação segundo Hinkle, Wiersma e Jurs (2003) da confiabilidade intrajuízes dos dois avaliadores da escala GRBASI das vozes mulheres e homens participantes deste estudo.

Confiabilidade intrajuiz								
Avaliadora 1				Avaliadora 2				
Mulheres		Homens		Mulheres		Homens		
Kappa	Interpretação	Kappa	Interpretação	Kappa	Interpretação	Kappa	Interpretação	
G	0,22	Desprezível	0,88	Forte	0,88	Forte	0,22	Desprezível
R	0,91	Muito forte	0,86	Forte	1	Muito forte	0,91	Muito forte
B	0,90	Forte	0,89	Forte	0,7	Forte	0,90	Forte
A	0	-	0	-	0	-	0	-
S	0	Desprezível	0,64	Moderada	0,49	Fraca	0,48	Fraca
I	0,80	Forte	0,90	Forte	0,32	Fraca	0,43	Fraca

Fonte: o autor.

Os resultados obtidos da avaliação perceptivo-auditiva da GRBASI para mulheres estão apresentados na Tabela 3 e para homens, na Tabela 4.

Tabela 3 - Frequência relativa e absoluta dos escores obtidos na avaliação perceptivo-auditiva da escala GRBASI das vozes das mulheres participantes deste estudo.

Análise perceptivo-auditiva – GRBASI												
Mulheres												
	Vogal sustentada				Contagem				Fala espontânea			
	Grau				Grau				Grau			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	% (N)	% (N)	% (N)	%	% (N)	% (N)	% (N)	%	% (N)	% (N)	% (N)	%
G	8,2 (8)	79,6 (78)	12,2 (12)	0	40,8 (40)	57,1 (56)	2,1 (2)	0	62,3 (61)	36,7 (36)	1 (1)	0
R	38,8 (38)	55,1 (54)	6,1 (6)	0	58,2 (57)	40,8 (40)	1 (1)	0	72,4 (71)	27,6 (27)	0	0
B	24,5 (24)	69,4 (68)	6,1 (6)	0	67,4 (66)	31,6 (31)	1 (1)	0	86,7 (85)	12,3 (12)	1 (1)	0
A	100 (98)	0	0	0	100 (98)	0	0	0	100 (98)	0	0	0
S	99 (97)	1 (1)	0	0	100 (98)	0	0	0	100 (98)	0	0	0
I	67,3 (66)	32,7 (32)	0	0	100 (98)	0	0	0	100 (98)	0	0	0

Fonte: o autor.

Tabela 4 - Frequência relativa e absoluta dos escores obtidos na avaliação perceptivo-auditiva da escala GRBASI das vozes dos homens participantes deste estudo.

Análise perceptivo-auditiva – GRBASI												
Homens												
	Vogal sustentada				Contagem				Fala espontânea			
	Grau				Grau				Grau			
	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	% (N)	% (N)	% (N)	%	% (N)	% (N)	% (N)	%	% (N)	% (N)	% (N)	%
G	1 (1)	76,3 (74)	22,7 (22)	0	41,2 (40)	54,6 (53)	4,1 (4)	0	49,5 (48)	47,4 (46)	3,1 (3)	0
R	2,1 (2)	78,3 (76)	19,6 (19)	0	46,4 (45)	49,5 (48)	4,1 (4)	0	50,5 (49)	46,4 (45)	3,1 (3)	0
B	73,2 (71)	22,7 (22)	4,1 (4)	0	88,7 (86)	10,3 (10)	1(1)	0	89,7 (87)	9,3 (9)	1 (1)	0
A	90,8 (88)	9,2 (9)	0	0	95,9 (93)	4,1 (4)	0	0	99 (96)	1 (1)	0	0
S	91,8 (89)	8,2 (8)	0	0	100 (97)	0	0	0	100 (97)	0	0	0
I	34 (33)	58,8 (57)	7,2 (7)	0	94,8 (92)	5,2 (5)	0	0	95,9 (93)	4 (4)	0	0

Fonte: o autor.

A comparação entre os grupos GM e GH dos resultados obtidos da análise perceptivo-auditiva indicou que os parâmetros grau geral (G), rugosidade (R) e instabilidade (I) foram maiores nas vozes masculinas com diferença estatisticamente significativa ($p=0,03$, $p<0,01$ e $p<0,01$ respectivamente). O parâmetro soproidade (B) foi maior nas vozes femininas com diferença estatisticamente significativa ($p<0,01$). Os valores dos graus de astenia (A) e Tensão (S) não apresentaram diferença significativa entre homens e mulheres ($p=0,13$ e $p=0,19$ respectivamente).

6.2. MEDIDAS ACÚSTICAS

Os resultados obtidos das medidas acústicas da Frequência Fundamental (F0), expressa em Hertz (Hz), Jitter (%), Shimmer (%) e Proporção harmônico ruído

(NHR) obtidas pelo Multi Dimensional Program (MDVP), das participantes dos grupos de mulheres e homens estão apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Valores da média, desvio padrão, máximo e mínimo da Frequência Fundamental F0, expressa em Hz, Jitter e Shimmer, expressos em porcentagem, e proporção Harmônico Ruído (NHR) das mulheres participantes deste estudo.

MEDIDAS ACÚSTICAS – MULHERES				
	F0 – Hz	Jitter - %	Shimmer -%	NHR
Média (DP)	221,88 (24,66)	0,61 (0,25)	2,43 (0,74)	0,12 (0,02)
Máximo	290,61	1,20	4,15	0,19
Mínimo	160,99	0,21	1,03	0,07
Valor referência	231**	0,63*	2*	0,11*
DP		0,35*	0,79*	0,01*

* Valores normativos sugeridos pelo MDVP da *KAY PENTAX*.

** Segundo Behlau, Azevedo e Pontes (2001)

Fonte: o autor.

Tabela 6 - Valores da média, desvio padrão, máximo e mínimo da Frequência Fundamental F0, expressa em Hz, Jitter e Shimmer, expressos em porcentagem, e proporção Harmônico Ruído (NHR) dos homens participantes deste estudo.

MEDIDAS ACÚSTICAS – HOMENS				
	F0 – Hz	Jitter - %	Shimmer -%	NHR
Média (DP)	125,49 (21,06)	0,73 (0,43)	2,88 (1,09)	0,13 (0,02)
Máximo	181,85	2,92	6,72	0,20
Mínimo	83,59	0,20	1,03	0,05
Valores de	116**	0,59*	2,52*	0,12*
referência (DP)	-	0,54*	1*	0,01*

* Valores normativos sugeridos pelo MDVP da *KAY PENTAX*.

** Segundo Behlau, Azevedo e Pontes (2001)

Fonte: o autor.

As comparações entre os grupos GM e GH dos resultados obtidos da análise acústica indicaram que as medidas de Jitter, Shimmer e NHR foram maiores nas vozes masculinas com diferença estatisticamente significativa ($p=0,02$, $p<0,01$ e $p<0,01$ respectivamente).

6.3. ANÁLISE ESPECTROGRÁFICA

A análise espectrográfica foi utilizada como instrumento para o critério de exclusão nesse estudo. Foram investigados os espectrogramas de 200 vozes, 5 delas (2 femininas e 3 masculinas) apresentaram sinais de voz do Tipo 2 (TITZE, 1995) e foram excluídas da amostra, de acordo com o critério de exclusão do presente estudo. As demais 195 vozes foram classificadas como Tipo 1 e, portanto, fizeram parte da amostra.

Nas vozes femininas observou-se ausência de ruído em 19,4% e presença de ruído de fraca intensidade em 62,2% entre os harmônicos das frequências médias e graves e em 18,4% entre os harmônicos das frequências graves. Nas vozes masculinas observou-se ausência de ruído em 30,9% delas, presença de ruído em fraca intensidade: em 49,5% entre os harmônicos das frequências médias e graves e em 19,6% entre os harmônicos das frequências graves.

A presença de sub-harmônicos, compatíveis com a avaliação perceptivo-auditiva de crepitação foi observada em 6,1% das mulheres e em 13,4% dos homens.

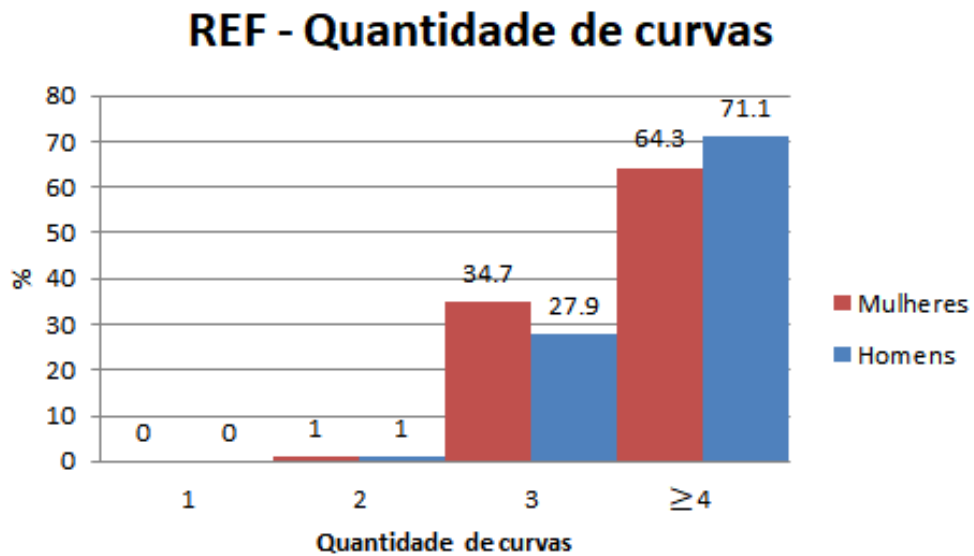
A estabilidade da frequência vocal foi observada em 79,4% das vozes femininas e em 76,3% das vozes masculinas. E registrou-se fraca instabilidade da frequência em 20,4% das vozes femininas e em 23,7% das vozes masculinas.

A estabilidade da intensidade da voz foi encontrada em 89,8% das mulheres e em 90,7% dos homens. E fraca instabilidade da intensidade foi registrada em 10,2% das vozes femininas e 9,3% das vozes masculinas.

6.4. ANÁLISE DA RECONSTRUÇÃO DO ESPAÇO DE FASE DA VOZ (REF) – PROTOCOLO CIE

A quantidade de curvas da trajetória da REF das vozes de mulheres e homens deste estudo está apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Porcentagem de ocorrência na classificação da quantidade de curvas na REF dos homens e mulheres participantes deste estudo.

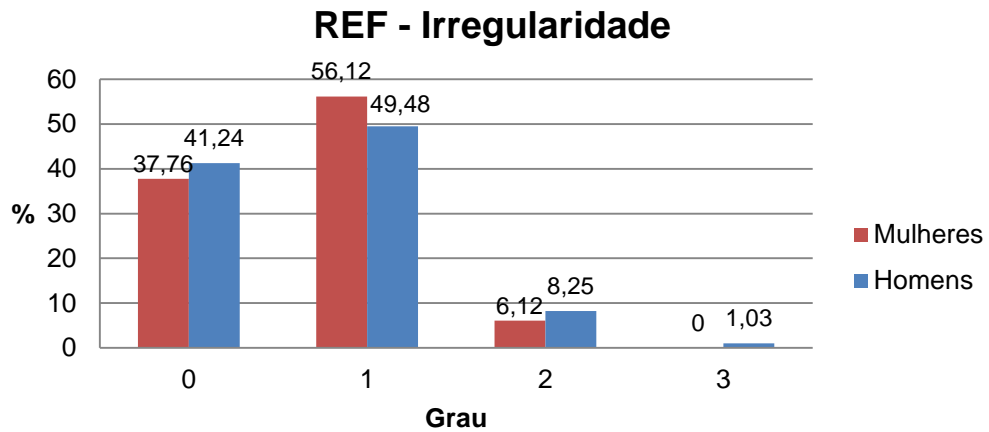


Fonte: O autor.

Em relação à quantidade de curvas da trajetória dos gráficos da REF do trecho da vogal /a/, 99% (97/98) das mulheres apresentaram trajetórias com mais de 3 curvas, sendo que 64,3% (63/98) apresentaram 4 ou mais curvas na trajetória, 34,7% (34/98) apresentaram 3 curvas na trajetória e apenas 1% (1/98) apresentou 2 curvas na trajetória. Em relação aos homens participantes, 99% (96/98) apresentaram trajetórias com mais de 3 curvas, sendo que 71,1% (69/97) apresentaram 4 ou mais curvas, 27,9% (27/97) apresentaram 3 curvas e apenas 1% (1/97) apresentou duas curvas na trajetória.

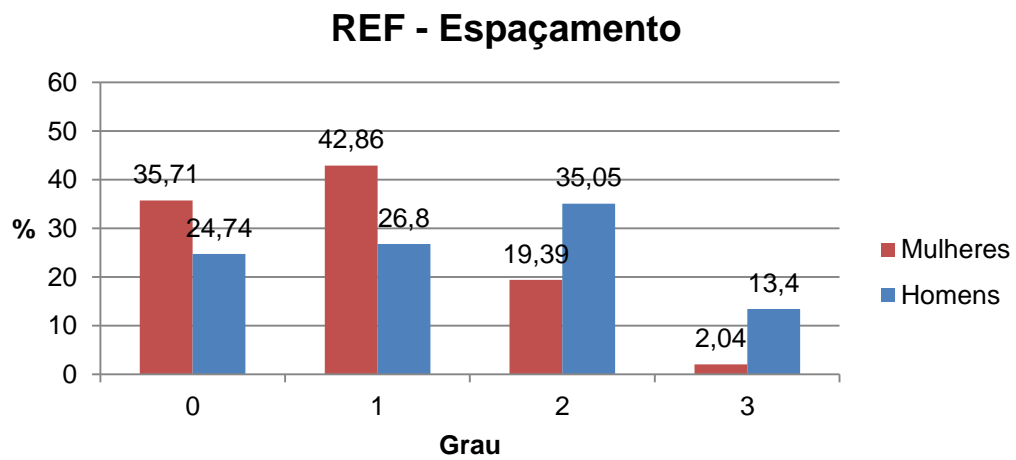
Os graus dos parâmetros da irregularidade e espaçamento obtidos do protocolo CIE da REF das vozes de mulheres e homens deste estudo estão apresentados nas Figuras 8 e 9 e Tabelas 7.

Figura 8 - Porcentagem de ocorrência na classificação dos graus de irregularidade dos traçados na REF dos homens e mulheres participantes deste estudo.



Fonte: O autor.

Figura 9 - Porcentagem de ocorrência na classificação dos graus de espaçamento dos traçados na REF das mulheres e dos homens participantes deste estudo.



Fonte: O autor.

Tabela 7 - Frequências absoluta e relativa do espaçamento dos traçados da REF quanto aos graus e medidas em milímetros dos grupos de mulheres e homens do presente estudo.

Espaçamento dos traçados da REF			
GRAU	mm	Mulheres N (%)	Homens N (%)
0	5	35 (35,7)	24 (24,7)
1	7,5	42 (42,9)	26 (26,8)
2	10	17 (17,4)	28 (28,9)
	12,5	2 (2)	6 (6,2)
3	15	2(2)	6 (6,2)
	17,5		6 (6,2)
	20	-	1 (1)
TOTAL		98 (100)	97 (100)

Fonte: o autor.

A comparação entre os grupos GM e GH dos resultados obtidos da análise do protocolo CIE do gráfico de REF indicou maior grau de espaçamento nas vozes masculinas com diferença estatisticamente significativa ($p=0,004$). Os valores dos graus de irregularidade do REF não apresentaram diferença significativa entre homens e mulheres ($p=0,440$).

Os resultados das correlações entre as medidas da ANL (análise não linear) da voz pela REF e as medidas perceptivo-auditiva pela GRBASI indicou correlação positiva significativa ($p<0,05$) entre espaçamento com grau geral, rugosidade e instabilidade dos homens, instabilidade e espaçamento das mulheres e tensão com irregularidade nas mulheres. A Tabela 8 apresenta os valores do coeficiente de Spearman, assim como valores de p obtidos nesta correlação.

Tabela 8 - Valores de p e do coeficiente de correlação pelo teste de correlação de Spearman na comparação entre as análises da REF e GRBASI.

Perceptivo- Auditiva	RECONSTRUÇÃO DO ESPAÇO DE FASE							
	IRREGULARIDADE				ESPAÇAMENTO			
	Mulheres		Homens		Mulheres		Homens	
	Coeficiente Spearman	P	Coeficiente Spearman	P	Coeficiente Spearman	P	Coeficiente Spearman	P
G	0,17	0,09	0,05	0,61	0,08	0,42	0,29	<0,01*
R	0,17	0,09	0,16	0,11	0,16	0,12	0,28	0,01*
B	0,17	0,10	0,04	0,68	-0,02	0,84	0,09	0,40
S	0,06	0,53	-0,21	0,04*	0,14	0,16	0,04	0,72
I	0,07	0,48	0,17	0,10	0,23	0,02*	0,22	0,03*

Legenda: M – mulheres; H – Homens; Coef. – Coeficiente de Spearman

* $p<0,05$

Fonte: o autor.

A análise da correlação entre as medidas da ANL pela REF e as medidas acústicas tradicionais indicaram correlação significativa entre jitter e shimmer com irregularidade e espaçamento dos homens e mulheres e irregularidade e espaçamento com frequência fundamental dos homens. Os valores do coeficiente de Spearman, assim como valores de p obtidos nesta correlação estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Valores de p e do coeficiente de correlação pelo teste de correlação de Spearman na comparação entre as análises da REF e as medidas acústicas tradicionais da Frequência Fundamental, Jitter, Shimmer e NHR.

MEDIDAS ACÚSTICAS	RECONSTRUÇÃO DO ESPAÇO DE FASE							
	IRREGULARIDADE				ESPAÇAMENTO			
	Mulheres		Homens		Mulheres		Homens	
	Coeficiente Spearman	P	Coeficiente Spearman	P	Coeficiente Spearman	P	Coeficiente Spearman	P
F0 (Hz)	-0,01	0,96	-0,28	<0,0*	-0,04	0,68	-0,28	<0,0*
Jitter (%)	0,24	0,02*	0,44	<0,0*	0,3	<0*	0,28	0,01*
Shimmer (%)	0,39	<0,0*	0,39	<0,0*	0,4	<0*	0,48	<0,0*
NHR	-0,06	0,55	-0,04	0,73	0,1	0,32	0,13	0,19

Fonte: o autor.

7 DISCUSSÃO

Para compreender a dinâmica não linear da voz no gráfico de reconstrução do espaço de fase (REF) é necessário que se tenha consolidado o conhecimento sobre como a voz se manifesta nesta ferramenta, criando-se assim os padrões de normalidade a serem considerados como referência.

Neste sentido este estudo teve como objetivo realizar a análise de reconstrução do espaço de fase para vozes saudáveis de mulheres e homens adultos. De acordo com Behlau, Azevedo e Pontes (2001), para designar uma voz saudável, faz-se necessária uma avaliação da qualidade vocal e também do próprio ouvinte sobre sua voz. Assim, as vozes foram consideradas saudáveis de acordo com a percepção-auditiva da pesquisadora, com a auto percepção do indivíduo, e para certificar homogeneidade da amostra de vozes saudáveis foram selecionadas as vozes Tipo 1 pela avaliação espectrográfica.

As avaliações perceptivo-auditiva e acústica da voz foram utilizadas para caracterização e complementação da avaliação vocal de todos os sujeitos participantes, assim como para correlação dos achados com a análise não linear.

A análise perceptivo-auditiva da voz é realizada por fonoaudiólogos e é totalmente dependente do ouvido treinado do avaliador, o que pode variar em decorrência de sua experiência profissional. Sendo assim, é quase impossível se obter 100% de confiabilidade em uma avaliação, mesmo que o avaliador tenha experiência e treinamento auditivo para a mesma (BEHLAU et al., 2001; DORNELLES; JOTZ; GUILHERME, 2001). No presente estudo, a avaliação da confiabilidade intra-juiz, pelo teste de Kappa, permitiu a seleção da avaliadora 1 que demonstrou 7 resultados positivos (de 10 avaliados) em relação à avaliadora 2 que apresentou apenas 5.

Para minimizar a subjetividade dessa avaliação, que é de suma importância, várias escalas foram desenvolvidas para auxiliar a caracterização da qualidade vocal e a quantificação do padrão de desvio vocal (BEHLAU et al., 2001), dentre elas a escala GRBASI que foi utilizada nessa pesquisa (SJLF, 1969; PICCIRILLO et al., 1998).

Os resultados obtidos na avaliação perceptivo-auditiva da vogal sustentada pela escala GRBASI, das vozes femininas demonstraram que a maioria das avaliações do grau geral, rugosidade e soproidade foi classificada em grau 1, e os

demais parâmetros (astenia, tensão e instabilidade) foram classificados em sua maioria como grau 0. Nas vozes masculinas, a maioria das avaliações do grau geral, rugosidade e instabilidade foi classificada em grau 1, e os demais parâmetros (soprosidade, astenia e tensão) foram classificados em sua maioria como grau 0.

Apesar de todas vozes avaliadas terem sido consideradas normais, houve aumento significativo ($p < 0,05$) nos parâmetros de grau geral, rugosidade e instabilidade das vozes masculinas em relação às vozes femininas na vogal sustentada. Este achado pode ser justificado pela presença da crepitação, característica das vozes masculinas devido ao padrão anatômico das pregas vocais que se apresentam com maior comprimento, volume e massa em relação às laringes femininas. Por outro lado, as vozes femininas apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) da soprosidade em relação às masculinas. A soprosidade presente na voz feminina é justificada pela presença das fendas triangulares posteriores que são fisiológicas devido à diferença na configuração da proporção glótica (BEHLAU; AZEVEDO; MADÁZIO, 2001).

Observa-se que a avaliação perceptivo-auditiva da contagem e da fala espontânea apresentou resultados melhores se comparados aos da vogal sustentada, pelo fato da vogal sustentada oferecer ao avaliador maior tempo de escuta da fonação, enquanto as demais tarefas fonatórias são intercaladas com sons consonantais surdos ou sonoros, além dos aspectos relacionados à prosódia e a expressividade.

As medidas extraídas da análise acústica da voz podem variar de acordo com o sexo, idade, raça e o programa utilizado para análise de voz (BEBER; CIELO, 2011; BEHLAU et al., 2001; FELIPPE; GRILLO; GRECHI, 2006). Estudos compararam as medidas extraídas por diferentes programas de análise acústica da voz e concluíram que mesmo se utilizando de medidas similares, os resultados não podem ser comparáveis (KARNELL; HALL; LANDAHL, 1995; BIELAMOWICZ et al., 1996; SPINELLI; BEHLAU, 2001; SMITS; CEUPPENS; BODT, 2005). Estas diferenças são devido aos diferentes algoritmos utilizados na composição de cada programa, métodos de cálculo, microfones, armazenamento da voz gravada e amostra de voz. Portanto, as comparações dos resultados da análise acústica da presente pesquisa foram possíveis apenas com os estudos que utilizaram da vogal sustentada /a/ e o programa MDVP da *Kay Pentax*.

A média da F0 das mulheres participantes deste estudo ($F0 = 221,88$ Hz e $DP = 24,66$ Hz) encontrou-se dentro da faixa de normalidade para o português brasileiro estabelecida na literatura como nos estudos de Behlau, Azevedo e Pontes (2001) que apresentaram média da F0 de 231Hz para mulheres com idade entre 18 e 29 anos; de Behlau, Tosi e Pontes (1985) que descreveram que a F0 pode variar de 150 a 250 Hz, com média em torno de 204 Hz e de Felipe, Grillo e Grechi (2006) que descreveram média da F0 igual a 205,82 Hz na vogal /a/ em 20 vozes femininas saudáveis de idades compreendidas entre 20 e 45 anos.

A média da F0 dos homens participantes ($F0 = 125,49$ Hz e $DP = 21,06$ Hz) encontrou-se dentro da faixa de normalidade para o português brasileiro estabelecida pela literatura como nos estudos de Behlau, Azevedo e Pontes (2001) que descreveu a média de 116 Hz em homens com idades compreendidas entre 18 e 29 anos; Behlau, Tosi e Pontes (1985) que encontraram a média de 113 Hz, podendo variar de 80 a 150 Hz; Felipe, Grillo e Grechi (2006) que encontraram média de 119 Hz em 20 vozes saudáveis masculinas com idades entre 20 e 45 anos; Beber (2009) que encontrou média de F0 de 120,16 Hz ($DP = 23,72$ Hz) em 25 vozes masculinas saudáveis com idades entre 20 e 40 anos.

As médias de *Jitter*, dos participantes deste estudo (mulheres de 0,61% - $DP = 0,25\%$ e homens de 0,73% - $DP = 0,43\%$) encontram-se dentro da faixa de normalidade pelo programa MDVP da *Kay Pentax*. Esses achados corroboram os resultados encontrados por Felipe, Grillo e Grechi (2006) em que a média de *jitter* foi de 0,62% nas vozes femininas e 0,49% nas vozes masculinas. As médias das medidas de perturbação da amplitude, *shimmer*, e da proporção harmônico-ruído NHR das mulheres e homens participantes deste estudo encontram-se dentro da normalidade pelo programa MDVP da *Kay Pentax*. No estudo de Felipe, Grillo e Grechi (2006), os valores de *shimmer* foram descritos em decibel. Esses resultados confirmam que as vozes saudáveis apresentam baixas porcentagens de perturbação de frequência e amplitude como descrito por Behlau et al. (2001).

A análise espectrográfica foi realizada na presente população para seleção das vozes Tipo 1. Outros estudos também se utilizaram do espectrograma para seleção do tipo de sinal para a análise não linear da REF como Chai et al. (2011) e Choi et al. (2012).

Como o estudo padronizou o melhor trecho do sinal de voz, a espectrografia foi fundamental nessa escolha para a análise da REF, pois a seleção apenas pelo sinal da onda não fornece informações a respeito da qualidade do sinal.

Para a análise do gráfico da REF foi desenvolvido nesse estudo o protocolo CIE, que avalia o número de curvas da trajetória, a irregularidade e o espaçamento dos traçados.

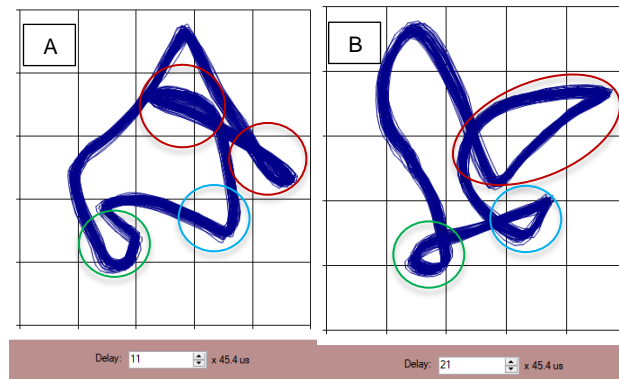
Com base na literatura, observou-se que nos estudos que analisaram a voz por meio da REF, não há padronização na terminologia, na forma de mensuração e na descrição dos graus para os três parâmetros analisados do gráfico bidimensional (MARRARA, 2010; DAJER; SOBRINHO; PEREIRA, 2009, 2010; DAJER, 2010; DAJER et al., 2011; GALDINO, 2012; PIMENTA, 2016) o que indica a complexidade dessa análise.

Durante a realização do presente estudo, constatou-se que a metodologia descrita nos estudos anteriores ainda não apresentou a especificidade necessária para a compreensão e descrição do comportamento das trajetórias do gráfico da REF. Assim, com o objetivo de facilitar a análise da REF e padronizar a forma de avaliação nesse estudo foi descrito o protocolo CIE. As principais contribuições desse protocolo foram: a) a compreensão de que no traçado da trajetória do sinal de voz pela REF os *loops* ou laços visualizados são curvas sobrepostas; b) a mensuração dos graus dos parâmetros da irregularidade e do espaçamento na escala numérica de 0 a 3 e c) maior precisão do espaçamento pela medida em milímetros

Optou-se, por utilizar a terminologia “curva” no lugar de laço ou *loop*, termos sugeridos em estudos anteriores (MARRARA, 2010; DAJER, 2010; DAJER; SOBRINHO; PEREIRA, 2009, 2010; DAJER et al., 2011; GALDINO, 2012; SANCHES, 2014; PIMENTA, 2016), devido às observações realizadas dos gráficos da REF durante a presente pesquisa. O programa Análise de Voz permitiu a visualização de outras dimensões da trajetória, por meio da modificação do tempo de atraso. Ao modificar o tempo de atraso gera-se um desdobramento do gráfico de duas dimensões que permite a visualização em faces diferentes da trajetória. Hegger, Kantz e Schreiber (1999) sugeriram que o procedimento de atraso é uma ferramenta importante para a inspeção visual de dados, pois a visualização do gráfico sem mudanças no tempo de atraso fica restrita a duas dimensões. Assim, ao realizar a exploração do programa Análise de Voz para compreensão do

comportamento da trajetória na REF, observou-se que os laços ou *loops*, são relativos ao ângulo de visualização, que é determinado pelo valor do tempo de atraso que o gráfico foi gerado (Figura 10).

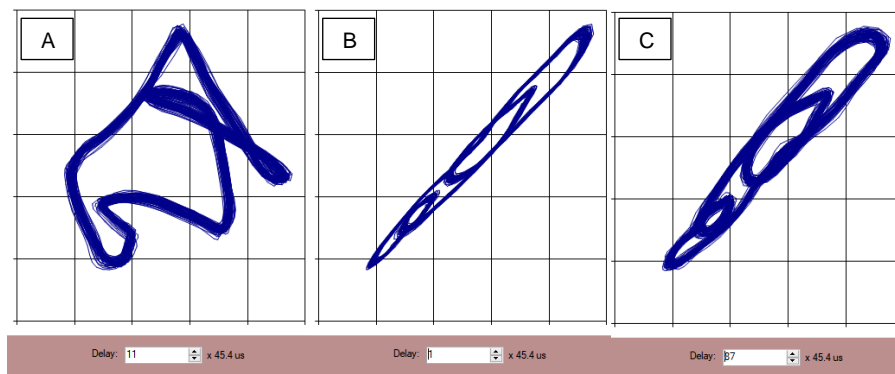
Figura 10 - Gráficos de reconstrução do espaço de fase do mesmo trecho da vogal /a/ de um participante do presente estudo com diferentes tempos de atraso e conseqüentemente diferentes ângulos de visualização: A) tempo de atraso ideal = 11, presença de dois laços na região superior da trajetória e B) tempo aumentado = 21, os dois laços da região superior se transformaram em um laço e as duas curvas da região inferior se transformaram em dois laços.



Fonte: O autor.

Entretanto, deve-se ter cuidado na manipulação do tempo de atraso, pois ao ser aumentado ou rebaixado demasiadamente, o gráfico modifica a avaliação da dos parâmetros da REF, tanto das curvas, quanto da irregularidade e do espaçamento (Figura 11).

Figura 11 - Gráficos de reconstrução do espaço de fase da vogal /a/ de um participante do presente estudo com diferentes tempos de atraso: A) tempo ideal = 11; B) tempo mínimo = 1 e C) tempo exageradamente aumentado = 87.



Fonte: O autor.

Assim, a literatura propõe que para a mensuração do traçado ideal é necessário que o tempo de atraso seja dado pelo valor mínimo da curva de informação mútua (FRASER; SWINNEY, 1986). O programa de Análise de Voz, utilizado nesse estudo, gera automaticamente o gráfico com o tempo de atraso no valor mínimo da curva de informação mútua, tempo ideal, para facilitar a análise do gráfico. Portanto, a análise da REF pelo protocolo CIE foi estabelecida no presente estudo com o tempo de atraso ideal.

A segunda contribuição do protocolo CIE foi a padronização da análise dos parâmetros irregularidade e espaçamento da REF em uma escala numérica de 0 a 3 pontos, da melhor para pior configuração, da mesma forma como se pontua a escala de avaliação perceptivo-auditiva GRBASI, amplamente utilizada por pesquisadores e clínicos em voz.

A terceira implementação do protocolo CIE refere-se à medição do espaçamento em milímetros que diminui a subjetividade da análise.

Os resultados obtidos pelo protocolo CIE quanto ao número de curvas das vozes de mulheres e dos homens revelaram que 99% dos sujeitos, tanto mulheres quanto homens, apresentaram 3 ou mais curvas na trajetória da REF, sendo que a maioria apresentou 4 ou mais curvas. Na literatura as análises das trajetórias consideraram a quantidade de laços e descreveram padrões de vozes normais com mais de 3 laços como nos estudos de Galdino (2012) que encontrou 85,71% dos sujeitos com 4 ou mais laços nas órbitas e 16,99% 3 laços; Dajer et al. (2011) que encontrou em 23 mulheres sem patologia laríngea números de laços entre 3 e 4; Dajer (2010) que encontrou configurações com 4 laços ou mais em 11 dos 16 indivíduos normais, de ambos os sexos, e 3 laços para 5/16 indivíduos; Dajer, Sobrinho e Pereira (2010) que encontrou 8/10 indivíduos com grau 4 de laços (4 ou mais laços); Marrara (2010) que encontrou na avaliação pré deglutição dos 5 indivíduos número de laços entre 3 e 4.

Em relação ao parâmetro irregularidade da REF, a maioria dos participantes deste estudo, 93,9% das mulheres e 90,8% dos homens, foi classificada com graus entre 0 (normal = irregularidade leve e esporádica) e 1 (leve = irregularidade leve em todo traçado ou moderada de forma esporádica). Dajer, Pereira e Maciel (2005), descreveram que a regularidade está relacionada a presença de ruído no sinal de voz. Portanto, os resultados obtidos no presente estudo são justificados pela baixa proporção de ruído uma vez que a amostra é composta apenas por sinais do Tipo 1.

Desconsiderando o número dos graus do parâmetro irregularidade/regularidade descritos na literatura e considerando apenas a interpretação da descrição dos graus, os achados do presente estudo corroboram os estudos de Dajer (2006, 2010), Dajer, Sobrinho e Pereira (2010), Dajer, Pereira e Maciel (2005, 2007), Dajer et al. (2011), Galdino (2012), Marrara (2010) e Scalassara et al. (2009) que relataram em vozes saudáveis traçados regulares ou com discreta irregularidade. Assim, a presença de irregularidade leve em todo traçado ou moderada em pequenos trechos indica a pequena proporção de ruído presente em vozes saudáveis, como descrito por Dajer (2010).

Na avaliação do parâmetro espaçamento da REF, a maioria das mulheres avaliadas foi classificada com graus 0 e 1, espaçamento mínimo (até 5,9 mm) e pequeno (de 6 a 8,9 mm) respectivamente. Nas vozes masculinas, a maioria foi classificada entre de 0 a 2, referentes ao espaçamento mínimo (até 5,9 mm), pequeno (de 6 a 8,9 mm) e médio (9 e 13,9 mm). Uma vez que esse estudo foi realizado com vozes saudáveis, apresentaram maior periodicidade dos sinais, conseqüentemente baixas porcentagens das medidas de *jitter* e *shimmer*, o que refletiu em traçados com espaçamentos mínimos, pequenos e médios. Desconsiderando o número dos graus do parâmetro espaçamento/convergência descritos na literatura e considerando apenas a interpretação da descrição dos graus, os achados aqui encontrados corroboram os estudos de Dajer (2010), Dajer, Sobrinho e Pereira (2010), Marrara (2010), Dajer et al. (2011) e Galdino (2012) e que relataram, em vozes saudáveis, traçados com espaçamento médio e pequeno.

O grau de espaçamento nas mulheres foi estatisticamente menor ($p < 0,05$) quando comparado às vozes masculinas, Segundo Dajer (2010), o espaçamento está relacionado à periodicidade do sinal de voz, o que pôde ser verificado no presente estudo por meio das medidas de perturbação ciclo a ciclo, *jitter* e *shimmer* das mulheres que foram estatisticamente menor ($p < 0,05$) do que dos homens. Estes achados corroboram os de Dajer, Pereira e Maciel (2005, 2007) que relataram que quando o valor do *shimmer* estava aumentado, as trajetórias se apresentavam homogêneas e separadas e dispersas entre si e quando *jitter* estava aumentado, as trajetórias se contorciam e espaçavam em diferentes locais da trajetória de forma alternada e concluíram que *jitter* e *shimmer* podem interferir no espaçamento entre as trajetórias.

O presente estudo encontrou nas vozes femininas correlação ($p < 0,05$) entre as medidas do espaçamento da REF com a instabilidade da avaliação perceptivo-auditiva. Nas vozes masculinas foi encontrada correlação ($p < 0,05$) entre as medidas da irregularidade da REF com a tensão da análise perceptivo-auditiva e entre as medidas do espaçamento da REF com o grau geral, a rugosidade e a instabilidade. De acordo com a interpretação do valor do coeficiente de Spearrman por Hinkle, Wiersma e Jurs (2003), todas essas correlações foram desprezíveis.

O fato das correlações entre a REF e as análises perceptivo-auditiva terem se apresentado desprezíveis pode ser justificado devido aos grupos estudados serem compostos por vozes saudáveis, homogêneos em sua composição. Para que sejam encontradas correlações significativas é necessário que se faça a correlação das medidas com vozes em diferentes graus de alteração, como no estudo de Pimenta (2016) que analisou 35 vozes com paralisia unilateral de pregas vocais e encontrou correlação forte entre espaçamento (convergência) e grau geral e entre espaçamento e rugosidade.

Nas análises das correlações dos resultados da REF com as medidas acústicas, nas vozes femininas houve correlação ($p < 0,05$) tanto da irregularidade como do espaçamento com *jitter* e *shimmer*. Nas vozes masculinas houve correlação ($p < 0,05$) tanto da irregularidade como do espaçamento com a frequência fundamental (F_0), *jitter* e *shimmer*. No entanto, de acordo com a interpretação do valor do coeficiente de Spearrman por Hinkle et al. (2003), as correlações encontradas foram fracas e desprezíveis, podendo ser justificado pelo fato das vozes analisadas no presente estudo serem homogêneas, sem alterações vocais.

De modo geral, o presente estudo apresentou o delineamento da REF em vozes saudáveis de mulheres e homens adultos; definiu os critérios metodológicos para a análise e interpretação dos achados da REF que foram descritos no protocolo CIE.

Faz-se necessário ressaltar a importância do programa Análise de Voz (MONTAGNOLI, 2018) utilizado conforme a metodologia descrita que possibilitou e facilitou a análise da REF. Os principais pontos favoráveis do uso programa foi: fácil manuseio; plataforma desenvolvida para sistema operacional Windows; escolha do trecho de sinal de onda de acordo com a espectrografia; fixação do tempo de atraso com o menor valor da curva de informação mútua que oferece ao avaliador a melhor condição para análise do gráfico; possibilidade de mudanças no tempo de atraso,

que possibilitou a visualização do gráfico da REF em diferentes ângulos; medição dos espaçamentos dos traçados em milímetros e a compreensão do comportamento da trajetória.

Sugere-se que sejam realizados estudos para a padronização da ferramenta REF em crianças, adolescentes e idosos por meio do protocolo CIE.

8 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a padronização da REF de vozes normais de mulheres e de homens pelo protocolo CIE apresentou 4 ou mais curvas na trajetória; irregularidade com graus 0 (normal) e 1 (leve) e espaçamento das mulheres de graus 0 e 1 (até 8,9 mm) e dos homens de 0 a 2, (até 13,9 mm). O protocolo CIE, que avalia o gráfico da REF, descreve o número de curvas da trajetória e os parâmetros da irregularidade e do espaçamento dos traçados em escala numérica de 0 a 3 pontos, da melhor para pior configuração. Esta ferramenta se mostrou simples, objetiva e eficiente para a descrição da dinâmica vocal pela REF.

REFERÊNCIAS¹

- AWREJCEWICZ, J. Bifurcation portrait of the human vocal cord oscillations. **Journal of Sound and Vibration**, v.136, n.1, p.185-197, 1990.
- BEBER, B. C. **Características vocais acústicas de homens com voz e laringe normais**. 2009. 99 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.
- BEBER, B. C.; CIELO, C. A. Características vocais acústicas de homens com voz e laringe normal. **Revista CEFAC**, v.13, n.2, p.340-351, 2011.
- BEHLAU, M. S.; TOSI, O.; PONTES, P. A. L. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura "jitter" e intensidade "shimmer" para falantes do português brasileiro. **Acta AWHO**, v.4, n.1, p. 5-10, 1985.
- BEHLAU, M.; AZEVEDO, R.; MADÁZIO, G. Anatomia da laringe e fisiologia da produção vocal. In: BEHLAU, M. **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: REVINTER, 2001. v.1, cap.1, p.1-51.
- BEHLAU, M.; AZEVEDO, R.; PONTES, P. Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In: BEHLAU, M. **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: REVINTER, 2001. v.1, cap.2, p.53-84.
- BEHLAU, M. et al. Avaliação de voz. In: BEHLAU, M. **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: REVINTER, 2001. v.1, cap.3, p.85-246.
- BERRY, D. et al. Bifurcations in excised larynx experiments. **Journal of Voice**, v.10, n.2, p.129-138, 1996.
- BIELAMOWICZ, S. et al. Comparison of voice analysis systems for perturbation measurement. **Journal of Speech and Hearing**, v. 39, p. 126-164, 1996.
- CALAWERTS, W. M. et al. Using rate of divergence as an objective measure to differentiate between voice signal types based on the amount of disorder in the signal. **Journal of Voice**, v.31, n.1, p.16–23, 2017.
- CHAI, L. et al. Perturbation and nonlinear dynamic analysis of adult male smokers. **Journal of Voice**, v.25, n.3, p.342-347, 2011.
- CHOI, S. H. et al. Nonlinear dynamic-based analysis of severe dysphonia in patients with vocal fold scar and sulcus vocalis. **Journal of Voice**, v.26, n.5, p.566-76, 2012.
- DAJER, M. E. **Padrões visuais de sinais de voz através de técnica de análise não linear**. 2006. 103 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023 (2002).

DAJER, M. E. **Análise de sinais de voz por padrões visuais de dinâmica vocal**. 2010. 154 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

DAJER, M. E.; PEREIRA, J. C.; MACIEL, C. D. Nonlinear Dynamical Analysis of Normal Voices. In: Seventh IEEE International Symposium on Multimedia, Irvine, Ca, USA, **IEEE Computer Society**. p.765-771, 2005.

DAJER, M. E.; PEREIRA, J. C.; MACIEL, C. D. Chaos tool implementation for non-singer and singer voice comparasion (preliminary study). **Journal of Physics: conference series**, v.90, 2007. DOI: 10.1088/1742-6596/90/1/012082.

_____. Nonlinear dynamical analysis of normal voices. In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MULTIMEDIA, 7., 2005, Irvine. **Proceedings...** Piscataway: IEEE Computer Society, 2005. p.765-771.

DAJER, M. E.; SOBRINHO, F. A.; PEREIRA, J. C. Qualitative and quantitative analysis of vocal dynamic visual patters. In: WORLD CONGRESS OF THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LOGOPEDICS AND PHONIATRICALS, 28., 2010, Athens. **Proceedings...** Basel: Karger, 2010.

_____. Técnicas não lineares e convencionais para análise de vozes de crianças. In: CONGRESO ARGENTINO DE BIOINGENIERIA, 17., 2009, Rosario. **Proceedings...** San Miguel de Tucumán: Sociedade Argentina de Bioingeniería; Rosário: Polo de Tecnologia, 2009.

DAJER, M. E. et al. Vocal dynamic visual pattern for voice characterization. **Journal of Physics: conference series**, v.332, 2011. DOI: 10.1088/1742-6596/332/1/012026.

DORNELLES, S.; JOTZ, G. P.; GUILHERME, A. Capacidade discriminatória e confiabilidade da análise perceptivo-auditiva da voz de crianças institucionalizadas. In: FERREIRA, L. P., COSTA, H. O. **Voz ativa falando sobre a clínica fonoaudiológica**. São Paulo: Rocca, 2001. p. 167-181.

FELIPPE, A. C. N.; GRILLO, M. H. M. M.; GRECHI, T. H. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.72, n.5, p.659-664, 2006.

FRASER, A. M.; SWINNEY, H. L. Independent coordinates for strange attractors from mutual information. **Physical Review A**, v.33, n.2, p.1134-1140, Feb. 1986.

GALDINO, D. G. **Análise acústica não linear dos padrões visuais de dinâmica vocal (PVDV) de homens adultos**. 2012. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

GARDNER, E.; GRAY, D. J.; O'RAHILLY, R. **Anatomia: estudo regional do corpo humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1967.

HEGGER, R.; KANTZ, H.; SCHREIBER, T. Practical implementation of nonlinear time series methods: the TISEAN package. **Chaos**, v.6, n.2, p.413-435, 1999.

HINKLE, D.W.; WIERSMA, W.; JURIS, S.G. **Applied statistics for the behavioral sciences**. Boston:Houghton Mifflin, 2003.

HORNERO, R. et al. Nonlinear analysis of time series generated by schizophrenic patients. **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, v.18, n.3, p.84-90, May/June, 1999.

HUANG, N. et al. Optimized nonlinear dynamic analysis of pathologic voices with laryngeal paralysis based on the minimum embedding dimension. **Journal of Voice**, v.31, n.2, p.1101-1120, 2017.

JIANG, J. J.; ZHANG, Y.; FORD, C. N. Nonlinear dynamics of phonations in excised larynx experiments. **Journal of the Acoustical Society of America**, v.114, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.610462>.

JIANG; J.J.; ZHANG, Y.; MCGILLIGAN, C. Chaos in voice, from modeling to measurement. **Journal of Voice**, v.20, n.1, p. 2-17, 2006.

JIANG, J. J. et al. Objective acoustic analysis of pathological voices from patients with vocal nodules and polyps. **Folia Phoniatria et Logopaedica**, v.61, n.6, p.342–349, 2009.

KARNELL, M. P.; HALL, H. D.; LANDAHL, K. L. Comparison of fundamental frequency and perturbation measures among three independent voice laboratories. **Journal of Voice**, v.5, n.4, p.383-393, 1995.

KARNELL, M.P. et al. Impact of signal type on validity of voice perturbation measures. **NCVS Status and Progress Report**, v.11, p.91–94, 1997.

LITTLE, M. A. et al. Exploiting nonlinear recurrence and fractal scaling properties for voice disorder detection. **BioMedical Engineering OnLine**, v.6, 2007. DOI: 10.1186/1475-925X-6-23.

MACCALLUM, J. K. et al. Acoustic analysis of aperiodic voice: perturbation and nonlinear dynamic properties in esophageal phonation. **Journal of Voice**, v.3, n.3, p.283-290, 2009.

MARRARA, J. L. **Padrão Visual da dinâmica vocal como instrumento para o diagnóstico da disfagia em pacientes com alterações neurológicas**. 2010. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

MENDEL, W.; HERZEL, H.; WEMKE, K. Bifurcations and chaos in newborn infant cries. **Physics Letters A**, v.145, p. 218-424, 1990.

MONTAGNOLI, A.N. **Sistema de auxílio à análise acústica da voz**: análise de voz. 2018. Software.

PICCIRILLO, J. F. et al. Assessment of two objective voice function indices. **Annals of Otolaryngology, Rhinology, and Laryngology**, v.107, n.5, pt1, p.396-400, 1998.

PIMENTA, R. A. **Uso da avaliação multidimensional da voz na caracterização vocal de pacientes com paralisia unilateral de pregas vocais**. 2016. 126 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016.

POON, C. S.; MERRILL, C. K. Decrease of cardiac chaos in congestive heart failure. **Nature**, v.389, p.492-495, 1997.

RAHN, D. A. et al. Phonatory impairment in parkinson's disease: evidence from nonlinear dynamic analysis and perturbation analysis. **Journal of Voice**, v.21, n.1, p.64-71, 2007.

ROBB, M.P. Bifurcations and chaos in the cries of full-term and preterm infants. **Folia Phoniatrica et Logopaedica**, v.55, n.5, p. 233–240, 2003.

SANCHEZ, R. F. **Análise acústica não linear da voz pós laringectomia parcial**. 2014. 82 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

SCALASSARA, P. R. et al. Relative entropy measures applied to healthy and pathological voice characterization. **Applied Mathematics and Computation**, v.207, n.1, p.95–108, 2009.

SOCIEDADE JAPOSA DE LOGOPEDIA E FONIATRIA. **Comitê para testes de função fonatória da Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria**. 1969. Fita de vídeo ilustrativo da "GRBAS".

SMITS, I.; CEUPPENS, P.; BODT, M. S. A Comparative study of acoustic voice measurements by means of Dr. Speech and Computerized Speech Lab. **Journal of Voice**, v.19, n.2, p.187-196, 2005.

SPINELLI, I. C. P.; BEHLAU, M. S. Estudo comparativo das medidas de frequência fundamental, jitter e shimmer em diferentes programas de análise vocal. In: BEHLAU, M. S. **A voz do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v.1, p.265-271.

TAO, C. et al. Estimating model parameters using chaos synchronization. **Physical Review E: statistical, nonlinear, and soft matter physics**, v.69, n.3, pt.2, 2004. DOI: 10.1103/PhysRevE.69.036204.

TITZE, I. R. **Workshop on acoustic voice analysis**: summary statement. Denver: National Center for Voice and Speech, 1995.

TITZE, I. R.; BAKEN, R.; HERZEL, H. Evidence of chaos in vocal fold vibration. In: TITZE, I. R. (Ed.). **Vocal fold physiology: new frontiers in basic science**. San Diego: Singular, 1993. p.143-188.

ZEMLIN, W. R. Fonação. In: _____. **Princípios da anatomia e fisiologia em fonoaudiologia**. Porto Alegre: Artmed, 2000. v.4, cap.3, p.118-204.

ZHANG, Y.; JIANG, J. J. Asymmetric spatiotemporal chaos induced by a polypoid mass in the excised larynx. **Chaos**, v.18, n.4, 2008. DOI: 10.1063/1.2988251.

ZHANG, Y. et al. Quantifying the complexity of excised larynx vibrations from high-speed imaging using spatiotemporal and nonlinear dynamic analyses. **Chaos**, v.17, n.4, 2007. DOI: 10.1063/1.2784384.

APÊNDICE A**Entrevista Fonoaudiológica**

Nome: _____ Sexo: ____ D.N. ____ / ____ / ____

Idade: _____ Estado Civil: _____ Nacionalidade: _____

Escolaridade: _____ Telefone para contato: _____

Profissão: _____ Jornada de trabalho: _____

Outras Atividades: _____

E-mail: _____ Data da avaliação: ____ / ____ / ____

É cantor:

 Sim Não

Apresenta profissão de risco para o desenvolvimento de alterações na voz:

 Sim Não

Apresenta queixas relacionadas à voz:

 Sim Não

Caso positivo, história pregressa da queixa:

_____**Para mulheres:**

Faz uso de anticoncepcional:

 Sim Não

Última menstruação: _____ Número de dias do ciclo menstrual: _____

Dados de saúdeSaúde geral: _____

Uso de medicamentos:

 Sim Não

Descreva: _____

Sintomas sensoriais, auditivos e visuais

Apresenta sensações na região laríngea:

() Sim () Não

Descreva: _____

Tosse:

() Sim () Não

Períodos de afonia:

() Sim () Não

Cirurgia laríngea:

() Sim () Não

Sintomas auditivos: () Sim () Não

Falhas na voz:

() Sim () Não

Salteios de grave para agudo:

() Sim () Não

Dor na região laríngea:

() Sim () Não

Descreva: _____

Hidratação

Qtde de água ingerida no dia: _____

Coloração da urina: _____

Hábitos

Tabagismo:

() Sim () Não

Alimentos gelados:

() Sim () Não

Alcoolismo:

() Sim () Não

Abuso vocal:

() Sim () Não

Ar condicionado:

() Sim () Não

Descreva / outros: _____

Avaliadora

ANEXO A

UNOESTE - UNIVERSIDADE
DO OESTE PAULISTA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: PADRONIZAÇÃO E NORMATIZAÇÃO DA ANÁLISE ACÚSTICA NÃO LINEAR DOS PADRÕES VISUAIS DE DINÂMICA VOCAL (PVDV) EM VOZES SAUDÁVEIS

Pesquisador: Debora Godoy Galdino

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 58911218.2.0000.5515

Instituição Proponente: ASSOCIACAO PRUDENTINA DE EDUCACAO E CULTURA APEC

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.737.549

Apresentação do Projeto:

Ver 1º parecer.

Objetivo da Pesquisa:

Ver 1º parecer.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Ver 1º parecer.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O cronograma foi alterado conforme solicitado.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os pesquisadores esclareceram que "não elaboramos o termo de autorização para contato com os sujeitos da pesquisa, pois os participantes a serem recrutados e convidados para participar da pesquisa não possuirão vínculos com nenhuma instituição específica".

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O presente estudo não fere princípios éticos segundo a Resolução CNS 466/2012.

Endereço: Rodovia Raposo Tavares, Km 572
Bairro: Balro Linoeiro **CEP:** 19.067-175
UF: SP **Município:** PRESIDENTE PRUDENTE
Telefone: (18)3229-2077 **Fax:** (18)3229-2080 **E-mail:** cep@unoeste.br

UNOESTE - UNIVERSIDADE
DO OESTE PAULISTA



Continuação do Parecer: 1.737.549

Considerações Finais a critério do CEP:

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Oeste Paulista (CEP-UNOESTE), concordância com o parecerista, considerou o projeto APROVADO "ad referendum". Lembramos que ao finalizar a pesquisa, o (a) pesquisador (a) deverá apresentar o relatório final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_659497.pdf	19/09/2016 15:02:18		Aceito
Outros	autorizacaocontato.pdf	19/09/2016 15:01:44	Debora Godoy Galdino	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DOUTORADO.doc	08/08/2016 20:56:34	Debora Godoy Galdino	Aceito
Declaração do Patrocinador	instituicaoresponsabilidade.pdf	01/08/2016 11:45:12	Debora Godoy Galdino	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	01/08/2016 11:44:58	Debora Godoy Galdino	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	01/08/2016 11:44:42	Debora Godoy Galdino	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	assentimento.doc	01/08/2016 11:44:29	Debora Godoy Galdino	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEmenor.doc	01/08/2016 11:44:21	Debora Godoy Galdino	Aceito
Folha de Rosto	folharosto.pdf	01/08/2016 11:44:08	Debora Godoy Galdino	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termocompromisso.pdf	22/07/2016 19:49:56	Debora Godoy Galdino	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Endereço: Rodovia Raposo Tavares, Km 572
 Bairro: Balro Linoelro CEP: 19.067-175
 UF: SP Município: PRESIDENTE PRUDENTE
 Telefone: (18)3229-2077 Fax: (18)3229-2080 E-mail: cep@unoeste.br

UNOESTE - UNIVERSIDADE
DO OESTE PAULISTA



Continuação do Parecer: 1.737.549

Não

PRESIDENTE PRUDENTE, 21 de Setembro de 2016

Assinado por:
Gisele Alborghetti Nai
(Coordenador)

Endereço: Rodovia Raposo Tavares, Km 572
Bairro: Bairro Limoeiro **CEP:** 19.067-175
UF: SP **Município:** PRESIDENTE PRUDENTE
Telefone: (18)3229-2077 **Fax:** (18)3229-2080 **E-mail:** cep@unoeste.br

UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

PPD - Projeto de Pesquisa Docente**Parecer Final**

Declaramos para os devidos fins que o Projeto de Pesquisa intitulado "PADRONIZAÇÃO E NORMALIZAÇÃO DA ANÁLISE ACÚSTICA NÃO LINEAR DOS PADRÕES VISUAIS DE DINÂMICA VOCAL (PVDV) EM VOZES SAUDÁVEIS", cadastrado na Coordenadoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (CPDI) sob o número nº 3440 e tendo como participante(s) DÉBORA GODOY GALDINO (responsável), LÍDIA CRISTINA DA SILVA TELES (externo), foi avaliado e APROVADO pelo COMITÊ ASSESSOR DE PESQUISA INSTITUCIONAL (CAPI) e COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA (CEP) da Universidade do Oeste Paulista - UNOESTE de Presidente Prudente/SP.

Presidente Prudente, 7 de Janeiro de 2017.



Prof. Dr. Air Rodrigues Garcia Jr.
Coordenador Científico da CPDI



Prof. Dr. Gisela Alboghesi Neri
Coordenadora do CEP - UNOESTE

ANEXO B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: “Padronização e normatização da análise acústica não linear dos padrões visuais de dinâmica vocal (PVDV) em vozes saudáveis”

Nome da Pesquisadora responsável: Debora Godoy Galdino

A análise não linear (ANL) têm se mostrado uma poderosa ferramenta para avaliação da voz, pois retrata a dinâmica caótica e não linear da voz, característica esta da onda sonora vocal. Gostaríamos de convidá-lo a participar deste estudo tem como objetivo padronizar e normatizar a avaliação da dinâmica vocal pela Análise não Linear em gráficos bidimensionais de vozes normais. Para participar deste estudo você deverá comparecer à Clínica de Fonoaudiologia da UNOESTE para gravação da sua voz. Nesta gravação, você deverá emitir a vogal /a/ do modo prolongado, por no mínimo 5 segundos por três vezes, falar um trecho de fala espontânea com o conteúdo “Diga-me como está a sua voz” e a contagem de 1 a 15. O tempo médio de duração do exame é de 15 minutos.

Este estudo não oferece riscos a você. Em relação aos benefícios, você será orientado para tratamento em caso de alteração vocal e terá sua voz avaliada por um grupo de especialistas. Além disso, receberá orientações quanto a saúde vocal ao final da coleta dos dados. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme Resolução no. 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Nenhum dos procedimentos usados oferece riscos à sua dignidade.

Garantimos a você a plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Garantimos ainda, a manutenção do sigilo e da privacidade dos participantes da pesquisa durante todas as fases da pesquisa. Todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente o (a) pesquisador (a) e seu (sua) orientador (a) (e/ou equipe de pesquisa) terão conhecimento de sua identidade e nos comprometemos a mantê-la em sigilo ao publicar os resultados dessa pesquisa.

Asseguramos que você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Explicitamos que a sua participação nesta pesquisa não implicará em nenhuma despesa financeira e, portanto, não há necessidade de ressarcimento por parte do pesquisador. Se houver eventuais danos decorrentes da sua participação nesta pesquisa lhe será garantido o direito de indenização.

Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem: Confiro que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a execução do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos neste estudo.

Obs: Não assine esse termo se ainda tiver dúvida a respeito.

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, _____, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Presidente Prudente, ____ de _____ de 20 ____ .

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador responsável pela pesquisa

Pesquisadora responsável: Débora Godoy Galdino, (18) 3229-1125 / 98144-7995

Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP): Profa. Dra. Gisele Alborghetti Nai

Vice-Coodenadora do CEP: Profa. Dra. Rosa Maria Barilli Nogueira.

Telefone do Comitê: (18) 3229-2077 - E-mail: cep@unoeste.br

ANEXO C

Cálculo amostral projeto Debora Godoy Galdino

$$n = \frac{\sigma^2}{(B/z_\alpha)^2} = \frac{\sigma^2}{D}$$

Nível de Confiança	Erro permitido		
	B= 0,12	B= 0,15	B= 0,17
90%	170	109	85
95%	241	154	120
99%	416	266	207

Nível de Confiança	Alfa	Valor crítico
90%	0,1	1,645
95%	0,05	1,96
99%	0,01	2,575