

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
INSTITUTO DE QUÍMICA DE SÃO CARLOS

GIOVANNA CASTILHO DAVATZ LOPES

**Impacto da perturbação e do valor da frequência fundamental na
qualidade sonora da fala eletrolaríngea**

São Carlos

2022

GIOVANNA CASTILHO DAVATZ LOPES

**Impacto da perturbação e do valor da frequência fundamental na
qualidade sonora da fala eletrolaríngea**

Tese 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 requisito para a obtenção do Título de Doutora em Ciências.

Área de concentração: Bioengenharia

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli

Co-orientadora: Profa. Dra. Rosiane Yamasaki

Versão Corrigida

São Carlos

2022

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE 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

L864i Lopes, Giovanna Castilho Davatz
 Impacto da perturbação e do valor da frequência
 fundamental na qualidade sonora da fala eletrolaríngea /
 Giovanna Castilho Davatz Lopes ; orientador Arlindo Neto
 Montagnoli; co-orientadora Rosiane Yamasaki. -- São Carlos,
 2022.

 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, 2022.

 1. Voz alaríngea. 2. Laringe artificial.
 3. Qualidade da voz. 4. Acústica da fala. I. Yamasaki, Rosiane.
 II. Título.

Elena Luzia Palloni Gonçalves – CRB 8/4464



FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): Giovanna Castilho Davatz Lopes

TÍTULO: "Impacto da perturbação e valor da frequência fundamental na qualidade sonora da fala eletrolaríngea"

Data da defesa: 14/02/2022

Comissão Julgadora	Assinatura	Resultado
Prof(a). Dr(a). Arlindo Neto Montagnoli UFSCar – Orientador		Não votante
Prof(a). Dr(a). Marcelo Suetake UFSCar		aprovada
Prof(a). Dr(a). Ricardo Augusto Souza Fernandes UFSCar		aprovada
Prof(a). Dr(a). Domingos Hiroshi Tsuji HCFM/USP		aprovada
Dr(a). Paula Belini Baravieira Arruda		aprovada
Dr(a). Adriana Hachiya HCFM/USP		aprovada

Presidente da Comissão de Pós-Graduação: Prof. Assoc. Adair Roberto Aguiar

DEDICATÓRIA

A Deus, aos meus pais Gilberto José Cardoso Davatz e Rosani Aparecida Castilho Davatz; irmãos Giuliana Castilho Davatz e Gilberto Raul Castilho Davatz; também aos meus avós *in memoriam* Vicente Davatz, Jurema Jacy Cardoso Davatz, Dionísio Castilho e Zulmira dos Santos Castilho. Ao meu esposo Marcel Rodrigues Lopes; aos amigos e todas as pessoas que compuseram a rede de apoio, parceria e incentivo durante a pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli pela orientação, auxílio constante, todos os ensinamentos e contribuição para o meu crescimento científico, acadêmico e profissional.

A Prof^a Dr^a Rosiane Yamasaki pelo apoio frente ao embasamento teórico na área de fonoaudiologia, mentoria na área de escrita científica e compartilhamento de experiências.

Às fonoaudiólogas Dr^{as}. Monike Tsutsumi e Regina Aparecida Pimenta pelo incentivo diários e apoio nos momentos de dificuldade.

Aos gestores e profissionais da Unidade Saúde Escola da Universidade Federal de São Carlos por viabilizar a realização da coleta inicial com gravação de vozes normais necessária para a efetivação do presente estudo.

À fonoaudióloga Dr^a Renata Furia Sanches e membros do setor de Ensino e Pesquisa do Hospital Amaral Carvalho de Jaú por viabilizar a realização de experimento envolvendo testes com eletrolaringe junto aos pacientes laringectomizados totais.

À mantenedora, direção, coordenação, colegas professores, funcionários e alunos das Faculdades Integradas de Jaú da Fundação Dr. Raul Bauab pela parceria frente ao meu aprimoramento acadêmico.

À diretoria, coordenação, colegas, pacientes e famílias da APAE de Rincão pela parceria e incentivo diários.

EPÍGRAFE

“O Eterno é nosso Deus. O Eterno é um. Amarás o Senhor teu Deus de todo o teu coração, de toda a tua alma, de todo o teu entendimento e com toda a tua força.”

(Deut 6:4)

“Tu dotas o homem com sabedoria e instruis aos mortais a compreensão; concede-nos o dom da inteligência, da compreensão e da sabedoria. Bendito sejas Tu, Eterno, Dotador da sabedoria.”

(Benção da Sabedoria - Brachá Daat)

RESUMO

LOPES, G. C. D. **Impacto da perturbação e do valor da frequência fundamental na qualidade sonora da fala eletrolaríngea.** 2022. 176 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia da Escola de Engenharia de São Carlos – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Introdução: A eletrolaringe é utilizada como fonte sonora de substituição ao som glotal nos casos de perda irreversível da voz natural. O som é considerado artificial muito provavelmente pela ausência de perturbação ciclo a ciclo da frequência fundamental (f_0). **Objetivo:** Comparar a qualidade sonora da voz de pacientes laringectomizados totais produzida com uso da eletrolaringe modificada pela inserção de perturbação na f_0 e adequação do valor da f_0 , com a da eletrolaringe convencional, tendo como medida de resultado o julgamento perceptivo-auditivo da voz. **Método:** A pesquisa foi dividida em 3 etapas. Etapa 1: Obtenção de medidas acústicas de fonte (f_0), filtro (primeiro ao quarto formantes- F_1 - F_4 e larguras de banda- B_1 - B_4) para a síntese de voz. Para isso, foram analisadas vogais sustentadas /a/ emitidas por 162 indivíduos vocalmente saudáveis, 78 mulheres e 84 homens adultos jovens, de meia-idade e idosos. Etapa 2: Análise do grau de naturalidade de 24 vogais sintetizadas /a/ produzidas com dois padrões matemáticos de perturbação da f_0 , (I) aleatório com distribuição uniforme e (II) de segunda ordem subamortecido acrescido de aleatoriedade, utilizando como controle a perturbação da f_0 extraída de vozes humanas e, como placebo, a ausência de perturbação, por meio de julgamento perceptivo-auditivo. Etapa 3: Análise comparativa da qualidade sonora de emissões realizadas por 10 pacientes laringectomizados totais, 1 mulher e 9 homens, com a eletrolaringe modificada e a convencional, por meio de julgamento perceptivo-auditivo realizado por fonoaudiólogas. **Resultados:** Etapa 1: Os valores médios das medidas de f_0 , F_1 - F_4 , B_1 - B_4 obtidas foram aplicados na síntese de vogais. Etapa 2: O grau de naturalidade proporcionado pelos dois padrões matemáticos de perturbação da f_0 foi equivalente à perturbação humana, utilizada como controle. Etapa 3: A perturbação aleatória com distribuição uniforme foi inserida na eletrolaringe. Das fonoaudiólogas, 7(100%) selecionaram a sonoridade modificada como a melhor, sendo que 7(100%) apontaram maior inteligibilidade e menor ruído de fundo, 6(87,5%) indicaram maior adequação para o sexo feminino e 5(71,4%) consideraram mais natural. **Conclusão:** A eletrolaringe modificada pela inserção de perturbação aleatória na f_0 e adequação do valor da f_0 apresentou melhor qualidade sonora que a eletrolaringe convencional, quanto aos aspectos de inteligibilidade de fala, redução do ruído adicional, adequação para sexo e idade e naturalidade.

Palavras-chave: Voz alaríngea. Laringe artificial. Qualidade da voz. Acústica da fala

ABSTRACT

LOPES, G. C. D. **Impact of perturbation and value of fundamental frequency on the sound quality of electrolaryngeal speech.** 2022. 176 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia da Escola de Engenharia de São Carlos – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2022.

Introduction: The electrolarynx is used as a sound source to replace the glottal sound in cases of irreversible loss of the natural voice. The sound is considered artificial, most likely due to the absence of cycle-by-cycle perturbation of the fundamental frequency (f_0). **Objective:** To compare the sound quality of the voice of total laryngectomized patients produced with the use of electrolarynx modified by the insertion of perturbation in f_0 and adequacy of the value of f_0 , with conventional electrolaryngeal, having as a result measure the perceptual-auditory judgment of the voice. **Method:** The research was divided into 3 steps. Step 1: Obtaining acoustic measurements of source (f_0), filter (first to fourth formants- F_1 - F_4 and bandwidths- B_1 - B_4) for speech synthesis. For that, sustained vowels /a/ emitted by 162 vocally healthy individuals, 78 women and 84 young, middle-aged and elderly men, were analyzed. Step 2: Analysis of the degree of naturalness of 24 synthesized vowels /a/ produced with two mathematical patterns of f_0 perturbation, (I) random with uniform distribution and (II) underdamped second order plus randomness, using as control the perturbation of the f_0 extracted from human voices and, as a placebo, the absence of perturbation, through auditory-perceptual judgment. Step 3: Comparative analysis of the sound quality of emissions performed by a total of 10 laryngectomized patients, 1 woman and 9 men, with modified and conventional electrolarynx, through auditory-perceptual judgment performed by speech therapists. **Results:** Step 1: The mean values of the measurements of f_0 , F_1 - F_4 , B_1 - B_4 obtained were applied in the vowel synthesis. Step 2: The degree of naturalness provided by the two mathematical perturbation patterns of f_0 was equivalent to the human perturbation, used as a control. Step 3: The random perturbation with uniform distribution was inserted into the electrolarynx. Of the speech therapists, 7 (100%) selected the modified sound as the best one, and 7 (100%) indicated greater intelligibility and less background noise, 6 (87.5%) indicated greater adequacy for females and 5 (71.4%) considered it more natural. **Conclusion:** The electrolarynx modified by the insertion of random perturbation in f_0 and adequacy of the value of f_0 presented better sound quality than the conventional electrolarynx, in terms of speech intelligibility, reduction of additional noise, suitability for sex and age and birthplace.

Keywords: Alaryngeal voice. Artificial larynx. Voice quality. Speech acoustics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Contorno da perturbação da f_0 observado no traçado gráfico de sinais vogais humanas sustentadas.....	32
Figura 2 - Aparelho fonador.....	37
Figura 3 - Relação entre as fases do ciclo glotal e a representação gráfica do pulso glotal.....	39
Figura 4 - Identificação dos valores de formantes e larguras de banda em função da ordem do LPC.....	42
Figura 5 - Componentes da eletrolaringe transcervical.....	44
Figura 6 - Modelo linear para a produção da fala da teoria linear de Fonte-Filtro.....	48
Figura 7 - Forma de onda glótica do modelo matemático de Rosenberg.....	49
Figura 8 - Comparação do <i>Open Quotient</i> (OQ), relação entre a fase aberta glótica e o ciclo vibratório completo, com 0,6 (valor de referência) e 0,8 (valor aplicado).....	50
Figura 9 - Tubo acústico não uniforme do modelo de trato vocal de Wakita.....	51
Figura 10 - Distribuição dos falantes laríngicos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.....	56
Figura 11 - Equipamentos de gravação e análise acústica das emissões laríngicas.....	57
Figura 12 - Sinal de vogal /a/ sustentada no domínio do tempo.....	58
Figura 13 - Espectro de frequências com LPC e identificação de $f_0, F_1, F_2, F_3, F_4, B_1, B_2, B_3$ e B_4	58
Figura 14 - Diagrama da distribuição de trens de pulsos em função da f_0 e padrão de perturbação.....	61
Figura 15 - Distribuição dos laringectomizados totais e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.....	65
Figura 16 - Procedimentos de gravação.....	67
Figura 17 - Protótipo para eletrolaringe com controles de f_0 e de perturbação da f_0	68
Figura 18 - Comparação dos valores de f_0 da vogal sustentada /a/ retratada para ambos os sexos (mulheres e homens) apresentados em função da idade.....	72
Figura 19 - Comparação dos valores de F_1, F_2, F_3 e F_4 da vogal sustentada /a/ representada para ambos os sexos (mulheres, homens) apresentados em função da idade.....	73

Figura 20 - Distribuição dos valores de B_1 , B_2 , B_3 e B_4 extraídos da vogal sustentada /a/ representada para ambos os sexos (homens, mulheres) em função da idade.	75
Figura 21 - Padrões de perturbação da f_0	77
Figura 22 - Etapas da síntese das vogais /a/ sustentadas de mulheres.....	78
Figura 23 - Etapas da síntese das vogais /a/ sustentadas de homens.....	78
Figura 24 - Comparação do grau de naturalidade das 24 vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação da f_0	79
Figura 25 - Comparação do grau de naturalidade de vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação da f_0 , apresentados em função dos parâmetros de Fonte e Filtro utilizados na síntese.....	80
Figura 26 - Sonoridade preferida pelos pcientes laringectomizados totais.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Características dos 162 falantes laríngeos participantes da pesquisa.....	57
Tabela 2	- Valores de ICC e classificação de confiabilidade.....	63
Tabela 3	- Índices de Confiabilidade Intraclasse, interpretação e conduta.....	63
Tabela 4	- Características dos 10 pacientes laringectomizados totais participantes da pesquisa.....	65
Tabela 5	- Valores do Coeficiente Kappa e classificação de confiabilidade.....	69
Tabela 6	- Percentual de acerto das 11 juízas.....	70
Tabela 7	- Média de valores de f_0 , formantes e larguras de banda da vogal /a/ sustentada emitida por mulheres adultas jovens, de meia-idade e idosas.....	71
Tabela 8	- Média de valores de f_0 , formantes e larguras de banda da vogal /a/ sustentada emitida por homens adultos jovens, de meia-idade e idosos.....	71
Tabela 9	- Testes estatístico aplicados às medidas acústicas de f_0	72
Tabela 10	- Testes estatísticos de comparação aplicados às medidas frequências de formantes.....	74
Tabela 11	- Testes estatísticos de comparação aplicados às medidas de larguras de banda.....	76
Tabela 12	- Grau de naturalidade das 24 vogais /a/ sustentadas sintetizadas, em função do padrão de perturbação da f_0	79
Tabela 13	- Comparação do grau de naturalidade das 24 vogais /a/ sustentadas sintetizadas em função do padrão de perturbação.....	80
Tabela 14	- Comparação do grau de naturalidade de vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação da f_0 , apresentados em função dos parâmetros de Fonte e Filtro utilizados na síntese.....	81
Tabela 15	- Sonoridade preferida pelos pacientes laringectomizados totais em função das características individuais.....	82
Tabela 16	- Distribuição das sonoridades escolhidas pelas fonoaudiólogas ao avaliarem as emissões dos 10 participantes laringectomizados totais.....	83
Tabela 17	- Distribuição dos motivos apontados pelas fonoaudiólogas como relacionados a sonoridade preferencial.....	83

Tabela 18 - Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por mulheres jovens.....	115
Tabela 19 - Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por mulheres de meia-idade.....	116
Tabela 20 - Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por mulheres idosas.....	117
Tabela 21 - Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por homens jovens.....	118
Tabela 22 - Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por homens de meia-idade.....	119
Tabela 23 - Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por homens idosos.....	120
Tabela 24 - Confiabilidade das juízas do julgamento perceptivo-auditivo de vogais sintetizadas.....	123
Tabela 25 - Grau de naturalidade de vogais sintetizadas.....	123
Tabela 26 - Características dos participantes laringectomizados totais.....	128
Tabela 27 - Sonoridade escolhida pelos participantes laringectomizados totais.....	128
Tabela 28 - Escores de Qualidade de Vida dos participantes laringectomizados totais	128
Tabela 29 - Análises completas das juízas 1 a 6 quanto a melhor sonoridade de eletrolaringe e motivo da escolha.....	133
Tabela 30 - Análises completas das juízas 7 a 11 quanto a melhor sonoridade de eletrolaringe e motivo da escolha.....	133

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Modelo linear	59
Equação 2 - Série de impulsos unitários espaçados pelo período de <i>pitch</i> (T)	59
Equação 3 - Autocorrelação parcial	60
Equação 4 - Perturbação de segunda ordem acrescida de aleatoriedade	60
Equação 5 - Filtro de pulso glotal	61
Equação 6 - Modelo de trato vocal	61
Equação 7 - Modelo de radiação de lábios	62

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

B_1	Largura de banda do primeiro formante
B_2	Largura de banda do segundo formante
B_3	Largura de banda do terceiro formante
B_4	Largura de banda do quarto formante
f_0	Frequência fundamental
F_1	Primeiro formante
F_2	Segundo formante
F_3	Terceiro formante
F_4	Quarto formante
IC	Intervalo de Confiança
ICC	Índice de Confiabilidade Intra-Classe
LPC	Análise preditiva linear

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1. 1 Considerações teóricas	31
2 OBJETIVOS	35
2. 1 Objetivo principal.....	35
2. 2 Objetivos secundários	35
3 REVISÃO DE LITERATURA	37
3. 1 Fonação humana.....	37
3.1.1 Aspectos morfofuncionais da fonação.....	37
3.1.2 Características acústicas da fonte.....	39
3.1.3 Características acústicas do filtro.....	40
3. 2 Eletrolaringe	43
3.2.1 Métodos alaríngeos de reabilitação da comunicação oral.....	43
3.2.2 Eletrolaringe transcervical.....	44
3.2.3 Métodos de avaliação aplicados à fala eletrolaríngea.....	45
3.2.3.1 Medidas objetivas da voz e fala eletrolaríngea.....	45
3.2.3.2 Medidas subjetivas da voz e eletrolaríngea.....	46
3. 3 Fala sintetizada.....	47
3. 4 Naturalidade e aprimoramento acústico das eletrolaringes.....	51
4 MATERIAIS E MÉTODOS	55
4. 1 Consideração ética.....	55
4. 2 ETAPA 1: Identificação de valores dos parâmetros de fonte e filtro.....	55
4.2.1 Casuística.....	55
4.2.2 Protocolos de gravação e análise acústica.....	57
4. 3 ETAPA 2: Naturalidade de dois padrões matemáticos de perturbação da f_0	59
4.3.1 Síntese de vogais /a/ sustentadas.....	59
4.3.2 Julgamento perceptivo-auditivo de vogais /a/ sustentadas sintetizadas.....	62
4. 4 ETAPA 3: Reabilitação da comunicação oral com eletrolaringe e impacto das modificações acústicas na qualidade da fala.....	64
4.4.1 Casuística – pacientes laringectomizados totais.....	64
4.4.2 Procedimentos realizados com os pacientes laringectomizados totais.....	66
4.4.2.1 Protocolo de gravação com os participantes laringectomizados totais.....	66
4.4.3 Julgamento perceptivo-auditivo – emissões eletrolaríngeas.....	68

5. RESULTADOS.....	71
5. 1.ETAPA 1: Valores dos parâmetros acústicos de fonte e filtro.....	71
5.1.1 Comparação dos parâmetros em função do sexo e faixa etária.....	72
5.1.1.1 Frequência Fundamental.....	72
5.1.1.2 Frequências Formantes.....	73
5.1.1.3 Larguras de Banda.....	74
5. 2.ETAPA 2: Grau de naturalidade dos dois padrões de perturbação da f_0 selecionados.....	76
5.2.1 Síntese das vogais /a/ sustentadas.....	76
5.2.2 Desempenho de diferentes padrões de perturbação da f_0 no grau de naturalidade de vogais sintetizadas.....	78
5. 3.ETAPA 3: Impactos de modificações acústicas na qualidade sonora da eletrolaringe.....	81
5.3.1 Sonoridade escolhida pelos pacientes laringectomizados totais.....	81
5.3.2 Julgamento perceptivo-auditivo das emissões eletrolaríngeas.....	82
6. DISCUSSÃO.....	85
6. 1. ETAPA 1: Parâmetros de fonte e filtro.....	85
6.1.1 Frequência fundamental.....	85
6.1.2 Frequências formantes.....	85
6.1.3 Larguras de banda.....	87
6.1.4 Conclusão da ETAPA 1.....	87
6. 2. ETAPA 2: Impacto de diferentes padrões de perturbação no grau de naturalidade de vogais /a/ sustentadas sintetizadas.....	88
6.2.1 Síntese de vogais /a / sustentadas.....	88
6.2.2 Grau de naturalidade de vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação.....	89
6.2.3 Conclusão do ETAPA 2.....	90
6. 3.ETAPA 3: Impacto de modificações acústicas na qualidade sonora da eletrolaringe.....	90
6.3.1 Escolha da sonoridade de eletrolaringe pelos participantes laringectomizados totais.....	91
6.3.2 Impacto das modificações acústicas na qualidade da fala eletrolaríngea.....	93
7. CONCLUSÃO.....	95

8. ARQUIVOS ADICIONAIS.....	97
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICES.....	113
ANEXOS.....	134

1 INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde documentou 184.615 novos casos de câncer de laringe no ano de 2020 (SUNG *et al.*, 2021), sendo que 7.650 foram diagnosticados no Brasil (INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER - INCA, 2021). No mesmo ano, o câncer de laringe causou 99.840 mortes no mundo (SUNG *et al.*, 2021) e 4.532 mortes no Brasil (INCA, 2021). Este tipo de câncer ocorre a partir dos 35 anos em ambos os sexos, com pico de aparecimento aos 65 anos. Dentre os fatores de risco estão o uso de álcool, tabaco, refluxo gastroesofágico, infecção viral por papiloma vírus humano, exposição a agentes químicos, radiação e calor. É cinco vezes mais incidente em homens. Em mais de 75% das ocorrências, os pacientes são diagnosticados em estágios avançados da doença (NOCINI *et al.*, 2020). Nesses casos, é realizada a laringectomia total- retirada cirúrgica da laringe, visando preservar a vida do acometido (HOFFMANN, 2021).

A reabilitação da comunicação oral dos pacientes laringectomizados totais se torna possível por meio da utilização de fontes sonoras que substituem o som glotal, que produzem as vozes alaríngeas. Três métodos são comumente utilizados: a voz traqueoesofágica, a voz esofágica e a voz eletrolaríngea. Apesar desses métodos proporcionarem sonoridade diferente da voz humana, permitem ao indivíduo a retomada da participação autossuficiente na vida cotidiana, com impactos positivos para sua qualidade de vida (DAVATZ, 2011; HOFFMANN, 2021).

Dentre os métodos alaríngeos, a voz traqueoesofágica tem sido considerada o padrão ouro. Entretanto, limitações morfológicas como estenose esofágica, rigidez de mucosas ou a presença de condições sistêmicas como diabetes, radioterapia recente e desnutrição, podem dificultar ou impedir a cicatrização do local de inserção. Também requer higienização diária a fim de evitar obstrução e infecções. A voz esofágica não requer o uso de equipamentos ou dispositivos, sendo esta uma importante vantagem dessa forma de reabilitação. No entanto, é de difícil aprendizado e a rigidez tecidual no segmento faringoesofágico prejudica ou impossibilita sua realização (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017; TANG; SINCLAIR, 2015; VAN SLUIS *et al.*, 2018).

Como observado, frente aos fatores impeditivos para o uso da voz traqueoesofágica e da voz esofágica, há pacientes laringectomizados totais para os quais é mais indicado o uso de eletrolaringe, também denominada laringe eletrônica. Trata-se de um dispositivo eletrônico oscilante (MERLO; LI; BACHMAN, 2008) que pode ser considerado como um sistema de fala

sintética utilizado em substituição à voz natural (NUSBAUM; FRANCIS; HENLY, 1995). O referido equipamento não é invasivo e requer pouco treinamento para seu uso efetivo (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017). Soma-se a isto, que devido à autonomia individual na escolha da voz de substituição, os pacientes podem selecionar esse método de reabilitação se julgarem o mais adequado para si (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017; TANG; SINCLAIR, 2015; VAN SLUIS *et al.*, 2018).

Não há estimativas recentes sobre a porcentagem de indivíduos que utilizam cada um dos métodos de voz alaríngea (AL-ZANOON; PARSA; DOYLE, 2020). No entanto, pesquisas anteriores indicaram que, na reabilitação de pacientes laringectomizados totais, a válvula traqueoesofágica é inserida em 30% dos casos e a voz esofágica aprendida por 6% (CHENAUSKY; MACAUSLAN, 2000). Cerca de 85% dos pacientes faz uso da eletrolaringe nos primeiros meses após a cirurgia, enquanto o uso em longo prazo foi descrito para 50% (SAIKACHI; STEVENS; HILLMAN, 2009). Outro aspecto relevante, é que embora sua aquisição envolva custos, houve facilitação ao seu acesso no Brasil, visto que o equipamento está sendo fornecido gratuitamente via Sistema Único de Saúde (SUS) a partir da vigência da Portaria nº 39 de 11 de setembro de 2018 (BRASIL, 2018).

Todavia, o som proporcionado pela eletrolaringe apresenta característica robotizada, distante da voz humana natural, o que afeta sua qualidade sonora e pode prejudicar o processo de reabilitação (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017). Dentre os fatores descritos pela literatura que justificam este aspecto sonoro mecanizado, encontra-se a ausência de perturbação ciclo-a-ciclo da frequência fundamental (f_0) (LI *et al.*, 2018; PANDEY; BASHA, 2010; STROTHJOHANN; BUZUG, 2004; YAN; NG; LEE, 2014). Importante ressaltar que esta perturbação, variação do comprimento de onda ao longo da emissão, é uma característica inerente à fonação humana, estando presente em vozes consideradas normais. Nesse ínterim, um estudo demonstrou que caso a perturbação da f_0 seja retirada de sinais de emissões humanas por meio de procedimento de filtragem, o sinal de saída passa a ser percebido como voz mecanizada (KERSTA; BRICKER; DAVID, 1960).

Similarmente, a ausência de perturbação ciclo a ciclo tem prejudicado a qualidade de vozes sintetizadas (ALZAMENDI *et al.*, 2013; MURPHY, 2008). Em estudo desenvolvido pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM-CNPq) observou-se que a adição de perturbação extraída de vogais humanas aos pulsos glotais, aumentou o grau de naturalidade de vogais sintetizadas. No referido trabalho, principalmente a inserção de perturbação na f_0 tornou as vogais sintetizadas mais parecidas com emissões humanas (YAMASAKI *et al.*, 2017).

Além disso, autores descreveram que a eletrolaringe possui valores baixos de f_0 , 56 a 128,20 Hz (DRUMMOND *et al.*, 1996; GLOBLEK *et al.*, 2009; MEMBIELA *et al.*, 2016; NG *et al.*, 2009; ŠTAJNER-KATUŠIĆ *et al.*, 2006; XIAO *et al.*, 2020). Essa característica traz dificuldades adicionais às mulheres que a utilizam (MILLS; ZARA, 2014), visto que os valores de f_0 para vozes femininas naturais se aproxima de 200 Hz (NOORDZIJ; OSSOFF, 2006).

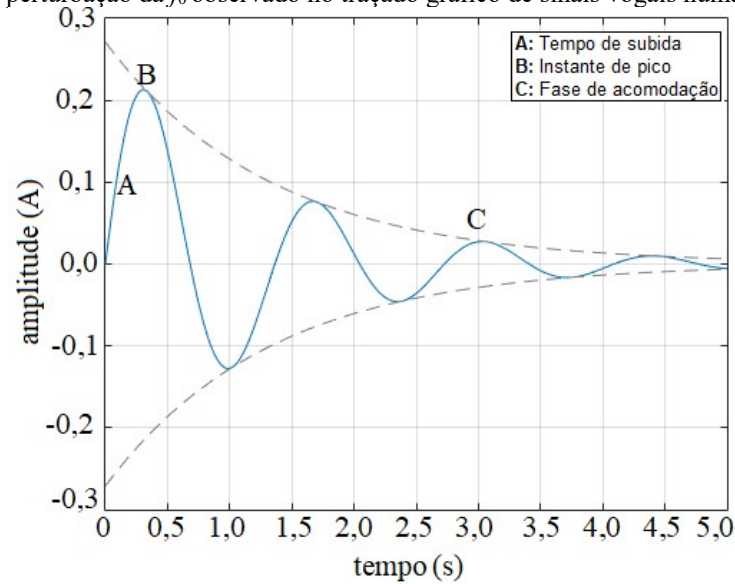
Estudos apontaram que quanto maior a similaridade com a fonação humana habitual, mais confortáveis os usuários ou interlocutores se sentem durante a comunicação, tornando o uso de vozes sintetizadas ou de substituição para as diversas finalidades, mais efetivo (CATALDO; SOIZE, 2017; NUSBAUM; FRANCIS; HENLY, 1995). Assim, para favorecer a comunicação dos usuários da eletrolaringe, faz-se necessário seu aprimoramento acústico. Diante disso, realizou-se a presente pesquisa partindo-se da hipótese de que a inserção de perturbação na f_0 e a adequação do valor da f_0 poderiam melhorar a qualidade sonora da fala eletrolaríngea.

1.1 Considerações teóricas

Para que fosse possível a inserção de perturbação na f_0 da eletrolaringe, visando averiguar a qualidade sonora da fala resultante, primeiramente fez-se necessário selecionar um padrão que simulasse o que ocorre na fonação humana. Devido a isto, o presente grupo de pesquisa, GPEM (CNPq), analisou os traçados gráficos da variação da f_0 de sinais de vogais /a/ sustentadas humanas gravadas. Ao realizar esse procedimento, observou-se por diversas vezes maior perturbação no início da emissão, lembrando a resposta de sistema de segunda ordem subamortecido, conforme ilustrado na **Figura 1**; possuindo tempo de subida, instante de pico e fase de acomodação (DORF; BISHOP, 2008). Ao investigar a literatura, encontrou-se que maior perturbação no início da emissão também foi encontrada em vogais presentes na fala encadeada em frases gravadas, em experimentos realizados por Lyberg (1984).

Diante disso, o presente grupo de pesquisa pensou que possivelmente esse modelo representaria os ajustes presentes na fonação humana. Entretanto, com a revisão de literatura realizada, foram encontrado apenas dois artigos científicos com uso de modelo similar, mas aplicado em contexto diferente: para simular os ajustes entonacionais ao sintetizar voz cantada (LAI; LIANG, 2010; STABLES *et al.*, 2012).

Figura 1 - Contorno da perturbação da f_0 observado no traçado gráfico de sinais vogais humanas sustentadas



Fonte: Davatz et al. (2019)

No presente estudo, nas observações dos traçados gráficos de perturbação da f_0 humana, também foram observadas pequenas oscilações presentes após o período de acomodação e que se mantinham até o final da emissão, se assemelhando visualmente a contornos gerados por efeito aleatório, aparentemente com distribuição uniforme. Nesse sentido, o evento estudado tem a mesma probabilidade de ocorrência em qualquer instante do intervalo em análise (MORETTIN; BUSSAB, 2017). Portanto, a variação do comprimento de onda ocorre randomicamente até a proporção escolhida.

Modelo aleatório com distribuição uniforme foi utilizado em estudos em que foi inserida perturbação na f_0 de sinais sintetizados (FERRER; HERNÁNDEZ-DÍAZ; GONZÁLEZ, 2007; FERRER *et al.*, 2015; GUILLÉN; RIESGO, 2019; O'LEIDHIN; MURPHY, 2003). Os autores não averiguaram o efeito gerado por esse padrão de perturbação em aspectos perceptivos-auditivos. Ao buscar pesquisas envolvendo a eletrolaringe encontrou-se inserção de perturbação na f_0 no trabalho de Li *et al.* (2018) e Pandey e Bacha (2010), utilizando modelo com distribuição gaussiana.

Selecionou-se, portanto, dois modelos matemáticos para testes: aleatório com distribuição uniforme, chamado no decorrer do texto de perturbação aleatória; e de segunda ordem subamortecido acrescido de aleatoriedade, chamado no decorrer do texto como perturbação de segunda ordem. Visando averiguar o impacto na naturalidade vocal, esses padrões de perturbação foram aplicados na síntese de vogais /a/ sustentadas, procedimento que viabilizou a análise da saída sonora por meio de julgamento perceptivo-auditivo. Escolheu-se

a vogal /a/ por ser muito utilizada em pesquisas científicas na área de acústica da fala (ALVES et al., 2021; COLEMAN, 1993).

Ocorre que a síntese de vogais depende do som glotal com f_0 compatível ao encontrado na população e também da configuração do trato vocal, que determina a localização das frequências dos formantes (F_1-F_4), as larguras de banda correspondentes (B_1-B_4) e, conseqüentemente, a identidade da vogal (WAKITA, 1979). Assim, para filtrar o fluxo glotal visando simular a emissão da vogal /a/ sustentada, foi necessário primeiramente, a identificação de valores adequados dos parâmetros de fonte e filtro em função do sexo e faixa etária. Entretanto, não foram encontrados na literatura estudos que apresentassem os valores das quatro frequências centrais de formantes juntamente com as respectivas larguras de banda a vogal /a/ sustentada do Português Brasileiro.

Diante do exposto, a presente pesquisa foi dividida em três etapas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo principal

Comparar a qualidade sonora da voz de pacientes laringectomizados totais produzida com uso da eletrolaringe modificada pela inserção de perturbação na f_0 e adequação dos valores da f_0 , com a da eletrolaringe convencional, tendo como medida de resultado o julgamento perceptivo-auditivo da voz realizado por fonoaudiólogas.

2.2 Objetivos secundários

- ETAPA 1 - Obter medidas acústicas de fonte (f_0) e filtro ($F_1 - F_4$ e $B_1 - B_4$) da vogal /a/ sustentada emitida por mulheres e homens jovens, de meia-idade e idosos com voz normal.
- ETAPA 2 - Comparar dois padrões de perturbação da f_0 : aleatório com distribuição uniforme e de segunda ordem subamortecido acrescido de aleatoriedade, tendo como medida de resultado o grau de naturalidade de vogais sintetizadas averiguado pelo julgamento perceptivo-auditivo da voz.
- ETAPA 3 – Comparar a qualidade sonora da voz de pacientes laringectomizados emitida com a eletrolaringe modificada e a convencional por meio do julgamento perceptivo-auditivo realizado por fonoaudiólogas; e verificar a opinião dos usuários quanto à qualidade sonora do equipamento e a relação com as características individuais e escores de qualidade de vida relacionado a voz.

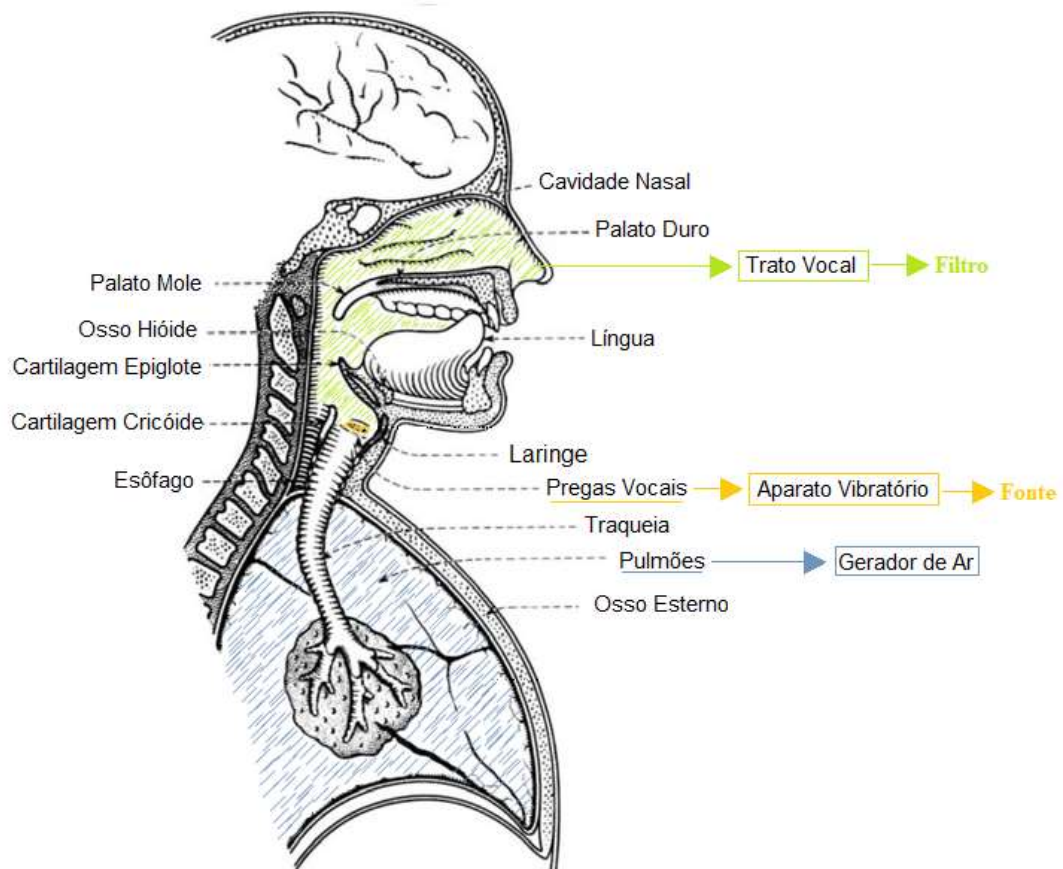
3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Fonação humana

3.1.1 Aspectos morfofuncionais da fonação

A fonação é resultado da ação do aparelho fonador, apresentado na **Figura 2**.

Figura 2 – Aparelho fonador



Fonte: Adaptado de Flanagan (1965)

Este aparelho anatômico é composto por gerador de fluxo de ar, aparato vibratório e trato vocal. O gerador de fluxo de ar são os pulmões, os quais impulsionam a corrente aérea pelos brônquios, traquéia e laringe. Na laringe está localizado o aparato vibratório, que consiste nas pregas vocais, as quais são a fonte sonora, pois seus movimentos ondulatórios geram o som glotal – “voz”. Este som se propaga pelos espaços da faringe e cavidade oral, que no conjunto compõem o trato vocal, o qual age como filtro. Suas dimensões se modificam constantemente tanto pela altura da laringe, quanto pela movimentação de mandíbula, língua e lábios. Suas

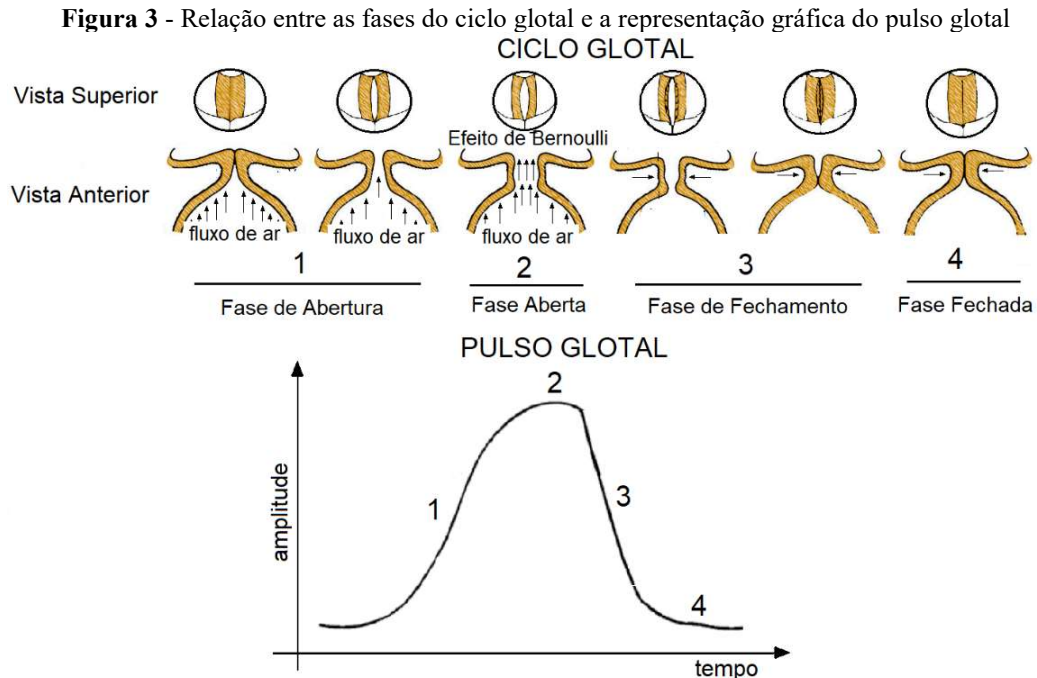
modificações de configuração modulam o som para o formato dos diversos sons da língua (FLANAGAN, 1965; KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017).

Há diferenças morfológicas das estruturas fonatórias em função do sexo e idade do falante, as quais ocorrem principalmente por ação de hormônios. A testosterona está relacionada à diferenciação da laringe masculina durante o desenvolvimento, gerando aumento da cartilagem tireóide e também do comprimento e massa das pregas vocais. A redução desse hormônio a partir dos 30 anos nos homens faz iniciar diversas modificações morfológicas, as quais são mais perceptíveis entre os 50 e 60 anos de idade. Similarmente, a diferenciação da voz feminina vincula-se à ação de hormônios. Nas mulheres, as modificações morfológicas ocorrem mais acentuadamente a partir da menopausa, devido à redução dos níveis de estrógeno e progesterona (ALLEN; MINUTELLO; MURCEK, 2021; KAHANE, 1987, 1990).

Dentre as mudanças do aparelho fonador, são descritas perda da elasticidade pulmonar e enrijecimento do tórax que reduzem a capacidade respiratória (TARAFDER; DATTA; TARIQ, 2012); enrijecimento de ligamentos, afinamento e irregularidade das superfícies articulares da laringe (KAHANE, 1987); perda de massa muscular (LENELL; SANDAGE; JOHNSON, 2019), afrouxamento da lâmina própria e edema em pregas vocais (ABITBOL; ABITBOL; ABITBOL, 1999; KAHANE, 1987); modificação da estrutura nasal, alargamento do crânio, possibilidade de falta de dentes, aumento da gordura em faringe em caso de ganho de peso (BRUZZI *et al.*, 2017); atrofia e perda de força em músculos mastigatórios e língua (KAHANE, 1990; TARAFDER; DATTA; TARIQ, 2012).

Do ponto de vista funcional, a corrente de ar saída dos pulmões gera aumento na pressão subglótica, resultando no afastamento da camada mucosa das pregas vocais. Logo após, com redução da pressão subglótica, surge uma força passiva de recuo, devido ao efeito de Bernoulli, que suga a mucosa das pregas vocais uma contra a outra. Na sequência, há ampliação da zona de contato entre a mucosa das pregas vocais até que o aumento da pressão subglótica as afaste novamente. Assim, o movimento vibratório consiste em um complexo ciclo de abertura e fechamento glotal composto por movimentos horizontais no sentido medial-lateral e movimentos verticais no sentido crânio-caudal. Possui quatro fases: fase de abertura, fase aberta, fase de fechamento e fase fechada. A fase de abertura é o tempo em que a mucosa das pregas vocais está se afastando. A fase aberta assinala o tempo em que a mucosa das pregas vocais está afastada. A fase de fechamento é o tempo em que a mucosa das pregas vocais está se aproximando. A fase fechada se refere ao tempo em que a mucosa das pregas vocais está unida, no plano mediano. A **Figura 3** apresenta a correspondência entre as diferentes fases do

ciclo glotal com a representação gráfica do pulso glotal (NOORDZIJ; OSSOFF, 2006; ROSENBERG, 1971).



Fonte: Imagem adaptada de Flint (2015) e Hirano (1981)

3.1.2 Características acústicas da fonte

A quantidade de ciclos que as pregas vocais podem executar a cada segundo define a f_0 , a qual possui como correlato perceptivo o tom, doravante denominado *pitch*. Seus valores estão sujeitos aos fatores morfológicos relacionados ao crescimento, envelhecimento, dimorfismo sexual e alterações orgânicas. Nesse contexto, sofre interferência do tamanho e da massa das pregas vocais, sendo que quando maiores, mais lentamente vibram resultando em menor f_0 , ou seja, voz mais grave. Aumento no fluxo de ar, na pressão subglótica e na contração muscular, tendem a aumentar a velocidade de vibração dessas estruturas e conseqüentemente a f_0 , tornando a voz mais aguda. Também estão sujeitos a aspectos funcionais vinculados ao comportamento, emoções (GUSMÃO; CAMPOS; MAIA, 2010; NOORDZIJ; OSSOFF, 2006), aspectos culturais, língua e ainda de acordo com a vogal alvo utilizada para as aferições acústicas (EICHHORN et al., 2018; GUSMÃO; CAMPOS; MAIA, 2010).

Em relação aos valores de f_0 , Noordzij e Ossoff (2006) descreveram sem diferenciar a faixa etária dos falantes, que homens adultos possuem f_0 de aproximadamente 120 Hz, o que corresponde a 120 vibrações por segundo, enquanto que nas mulheres esse valor está em torno

de 200 Hz, ou seja, 200 ciclos por segundo. Entretanto, ao considerarmos amostras de diferentes estudos, com indivíduos pertencentes a países distintos, dependendo do contexto de fala e de acordo com a vogal utilizada como base na análise, encontrou-se valores médios de f_0 em mulheres jovens variando de 181 a 212 Hz; em mulheres de meia-idade de 165 a 177 Hz; em mulheres idosas de 122 a 188 Hz; em homens jovens de 102 a 115 Hz; em homens de meia-idade de 108 a 115 Hz; em homens idosos de 92,85 a 148 Hz (EICHHORN *et al.*, 2018; MIFUNE *et al.*, 2007; TORRE; BARLOW, 2009; VIEGAS *et al.*, 2019).

A movimentação das pregas vocais não é um fenômeno totalmente periódico. Possui pequenos graus de variação ciclo a ciclo, os quais são denominados “Perturbação” (MURPHY, 2008). Essa variação ocorre devido à complacência e elasticidade da lâmina própria, modificando minimamente o tempo de duração de cada ciclo glótico, o comprimento de onda e conseqüentemente, a f_0 ao longo da emissão (FARRÚS; HERNANDO, 2009; KAHANE, 1987).

Como descrito na introdução, essas flutuações da f_0 são característica inerente à fonação humana, estando presentes em vozes consideradas normais (KERSTA; BRICKER; DAVID, 1960). Além disso, têm se mostrado vinculadas a mecanismos morfofuncionais específicos que inclusive, tendem a diferenciar falantes de diferentes faixas etárias (MANDAL; RAO, 2016). É descrito aumento da quantidade de perturbação da f_0 com o envelhecimento, em virtude da irregularidade da vibração das pregas vocais (KAHANE, 1987; TARAFDER; DATTA; TARIQ, 2012; YAMAUCHI *et al.*, 2014). Tal aspecto ocorre devido ao prejuízo da resposta às forças aerodinâmicas, advindos de alterações dos tecidos conectivos do ligamento vocal e da lâmina própria (KAHANE, 1987), que geram aumento da rigidez dessas estruturas (TARAFDER; DATTA; TARIQ, 2012).

A vibração das pregas vocais também gera frequências parciais denominadas harmônicos, que consistem em múltiplos integrais da f_0 . Por exemplo, uma voz de 100 Hz pode ter harmônicos de 200 Hz, 300 Hz e assim por diante (GUSMÃO; CAMPOS; MAIA, 2010; SUNDBERG, 2015).

3.1.3 Características acústicas do filtro

O som glotal se propaga pelo trato vocal, que é modificado continuamente pelo posicionamento dos articuladores – lábios, língua, mandíbula, véu palatino, faringe e a própria

laringe. Como resultado, conjuntos de harmônicos são amplificados, consistindo nos formantes do som (SUNDBERG, 2015).

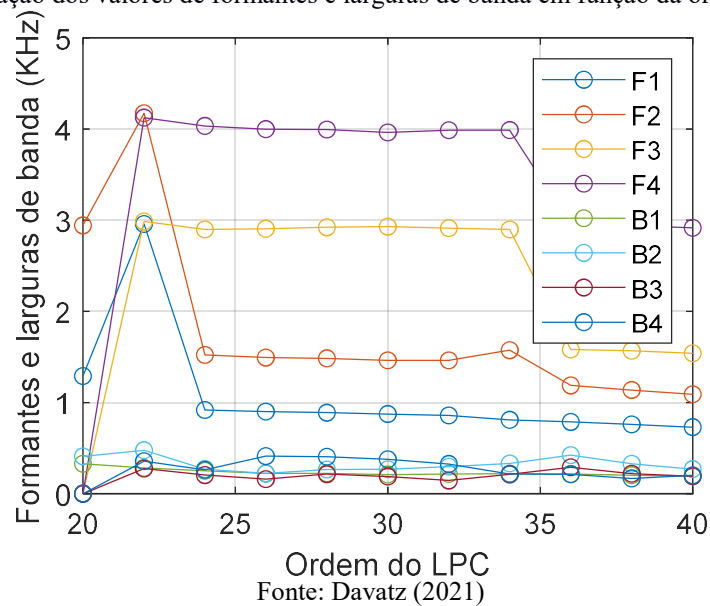
Os formantes possuem medidas que os caracterizam, como é o caso da frequência central (frequência posicionada no pico dos formantes) - F_1-F_4 ; e a largura de banda (conjunto de frequências localizadas abaixo de cada pico) - B_1-B_4 . Essas medidas determinam a identidade da vogal que está sendo articulada e também seu grau de precisão, ou seja, sua qualidade (FLEISCHER *et al.*, 2015). Em relação à frequência central, a do primeiro formante (F_1) é sensível a abertura da mandíbula. Assim, quanto maior a abertura mandibular, maior o valor de F_1 . O segundo formante (F_2) se modifica em virtude do posicionamento da língua. Ou seja, quando a língua comprime a porção anterior do trato vocal, próxima ao palato duro, F_2 aumenta. Se a língua comprimir a porção próxima ao véu palatino, há redução de F_2 . O terceiro formante (F_3) é sensível ao espaço entre a ponta da língua e os incisivos centrais inferiores. Quando esse espaço se amplia, há redução de F_3 (SUNDBERG, 2015). Na literatura também são descritos o quarto (F_4) e o quinto formantes (F_5), sensíveis a mínimas modificações da geometria ou propriedades físicas do trato vocal (FLEISCHER *et al.*, 2015). Há variação dos valores desses parâmetros acústicos devido a questões relacionadas às características morfológicas e funcionais do crescimento, envelhecimento, dimorfismo sexual, assim como a ajustes articulatórios compensatórios diante de alterações estruturais (EICHHORN *et al.*, 2018; TORRE; BARLOW, 2009), ou ainda devido ao idioma, aspectos culturais (KARLSSON, 1991) e contexto comunicativo (MIFUNE *et al.*, 2007).

No que se refere aos valores de largura de banda - B_1-B_4 , incrementos ou redução dependem da dispersão ou do amortecimento de energia pelas estruturas do trato vocal (KRISHNA; RAJASHEKHAR, 2013). Sendo assim, estão sujeitos aos aspectos biomecânicos de suas paredes como complacência e viscosidade, as quais se vinculam às características morfológicas e também ao controle ativo do falante sobre o relaxamento e tensão da musculatura circundante durante a fala (FLEISCHER *et al.*, 2015).

Os valores da frequência central dos formantes e respectivas larguras de banda podem ser obtidos dos espectros do sinal de fala por meio da codificação preditiva linear (LPC). A escolha da ordem do LPC depende do grau de precisão desejado para a previsão. Para ajustar este valor, a literatura indica seguir três etapas: primeiro, inspeção visual para obter os formantes e verificar se estão de acordo com diversos estudos; segundo, um intervalo mínimo e máximo dessa ordem é obtido e o valor intermediário escolhido; terceiro, a análise por síntese, observando se os parâmetros formantes foram bem-sucedidos na síntese vocálica.

Considerando que a frequência máxima dos formantes em análise é de 11025 Hz, e que é indicado que uma amostragem tenha o dobro do valor alvo, a frequência de amostragem deve ter ao menos 22050 Hz, o que é considerado um valor intermediário, compatível com LPC com grau 28. Como apresentado na **Figura 4**, graus abaixo tendem identificar harmônicos como formantes, enquanto que os muito elevados não identificam os formantes (GELFER; BENNETT, 2013; MAKHOUL, 1975; RABINER; SCHAFER, 2011; TYKALOVA *et al.*, 2020; VOS *et al.*, 2018).

Figura 4 – Identificação dos valores de formantes e larguras de banda em função da ordem do LPC



Investigou-se na literatura os valores de f_0 , formantes e larguras de banda da vogal /a/ sustentada. Como apresentado na introdução, escolheu-se essa vogal, por ser amplamente utilizada na área de acústica da fala (ALVES *et al.*, 2021; CASTELLANA *et al.*, 2018; COLEMAN, 1993). Em relação aos achados, Mifune *et al.*(2007) apresentaram valores de f_0 para a vogal /a/ tônica e átona de palavras dissílabas emitidas por idosos falantes do Português Brasileiro. O valor variou de 122 a 175 Hz em mulher e 92,85 a 117,42 Hz em homens. Em relação aos valores de formantes para esta vogal, encontrou-se para mulheres com média de idade de 23,2 anos F_1 de 910 Hz e F_2 de 1627 Hz; e para homens com média de idade de 22,5 anos F_1 de 683 Hz e F_2 de 1329 Hz (ESCUADERO *et al.*, 2009). No que se refere às larguras de banda, Magri, Stamado e Camargo (2009) observaram valores para a vogal /a/ no Português Brasileiro em mulheres de 30 a 65 anos como segue: B_1 de 63 a 257 Hz; B_2 de 116 a 282 Hz e B_3 de 220 a 657 Hz.

Não foram encontrados estudos que apresentassem todo o conjunto de valores de referência de f_0 , frequências dos formantes (F_1 , F_2 , F_3 e F_4) e larguras de banda (B_1 , B_2 , B_3 e B_4) da vogal /a/ para adultos jovens, de meia-idade e idosos para falantes do Português Brasileiro.

3.2. Eletrolaringe

3.2.1 Métodos alaríngeos de reabilitação da comunicação oral

Nos casos de perda definitiva da voz natural, seja devido à cirurgia de laringectomia total para tratamento do câncer de laringe em estágio avançado, ou devido a lesões em laringe e pregas vocais, há possibilidade de reabilitação pelos métodos alaríngeos. Há três métodos principais descritos pela literatura: a voz traqueoesofágica, a voz esofágica e a voz eletrolaríngea (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017).

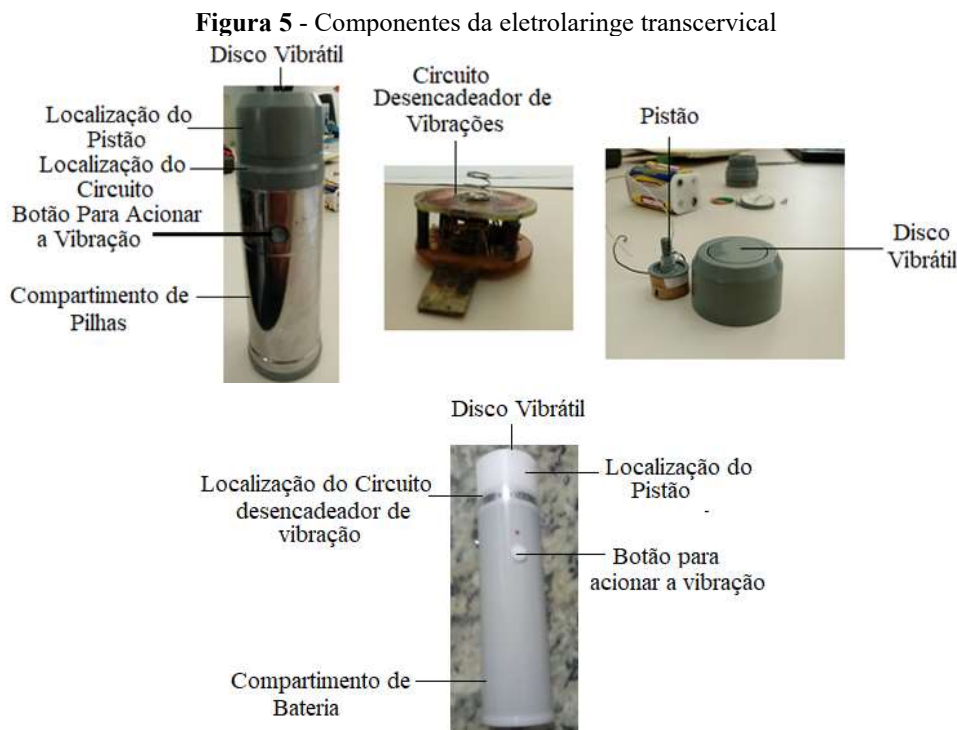
Nos três métodos existe um novo componente atuando como fonte sonora em substituição às pregas vocais. A voz traqueoesofágica e a voz esofágica são oriundas da vibração do seguimento faringoesofágico. Devido às suas características histológicas e biomecânicas, há excesso de perturbação, sendo, portanto, aperiódicas; relacionadas à percepção auditiva de rugosidade. Em relação a f_0 , a literatura apresenta para a voz traqueoesofágica valores entre 58,59 e 120 Hz e para a voz esofágica valores de 56,49 a 153,84 Hz (BLOOD, 1984; CARELLO; MAGNANO, 2009; DEORE *et al.*, 2011; SHIM *et al.*, 2015; VAN SLUIS *et al.*, 2018; ŠTAJNER-KATUŠIĆ *et al.*, 2006). Além disso, conforme descrito na Introdução, há aspectos morfofuncionais pós cirurgia e tratamento de câncer de cabeça e pescoço que podem inviabilizar a reabilitação vocal por esses métodos, tornando a fala eletrolaríngea a opção para restabelecimento da comunicação oral (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017; TANG; SINCLAIR, 2015; VAN SLUIS *et al.*, 2018).

A eletrolaringe é um dispositivo portátil que possui duas versões: o tipo cervical, também denominado transcervical ou transcutâneo; e o tipo boca, também conhecido como intraoral ou transoral. O equipamento transcutâneo, normalmente acoplado ao pescoço em região acima do osso hióide é todavia, o mais difundido e utilizado (SAIKACHI; STEVENS; HILLMAN, 2009).

3.2.2 Eletrolaringe transcervical

A eletrolaringe transcervical tem formato cilíndrico com membrana vibrátil na face superior, também nomeada diafragma, botão para acionamento e compartimento para inserção de baterias. Ao pressionar o botão de acionamento com o dispositivo posicionado firmemente à pele, o atuador eletromagnético faz com que o pistão golpeie repetidamente o disco vibrátil, induzindo vibrações que são transferidas para a mucosa do trato vocal. Essa vibração gera som que ao ser modulado por movimentos articulatorios, permite a emissão de vogais e consoantes sonoras (KAYE; TANG; SINCLAIR, 2017; MILLS; ZARA, 2014). É um dispositivo externo, portanto não invasivo (WAN *et al.*, 2013).

Há duas marcas de eletrolaringes fabricadas no Brasil, ambas transcervicais. A **Figura 5** apresenta equipamento metalizado desmontado, fabricado por uma dessas empresas, disponível comercialmente há 30 anos; e equipamento montado de outra dessas empresas, disponível comercialmente a mais de 20 anos. Este segundo é mais leve e funciona com bateria recarregável de 9 volts.



A eletrolaringe é de fácil utilização, requerendo pouco tempo de treinamento para seu uso efetivo. Além disso, permite a produção de sentenças mais longas do que os outros métodos

de fala alaríngea (WAN *et al.*, 2013). Em contrapartida, situações não favoráveis como conversar com indivíduos que não conhecem o equipamento, pessoas com deficiência auditiva, ambiente ruidoso, ou se comunicar ao telefone, têm se mostrado difíceis para seus usuários. Essas dificuldades se relacionam aos déficits acústicos que contribuem para uma fala reconhecida como robotizada ou não humana (SAIKACHI; STEVENS; HILLMAN, 2009). Heaton, Robertson e Griffin (2011) relacionaram os déficits da eletrolaringe ao fato da tecnologia utilizada ter permanecido praticamente inalterada desde a década de 1940, período em que foi disponibilizada comercialmente.

3.2.3 Métodos de avaliação aplicados à fala eletrolaríngea

Os resultados proporcionados pela reabilitação da comunicação oral com os métodos alaríngeos podem ser obtidos por meio de medidas objetivas e subjetivas. Dentre as medidas objetivas se encontram os dados de análise acústica. As medidas subjetivas englobam tanto o julgamento perceptivo-auditivo, quanto a aplicação de protocolos de qualidade de vida (VAN SLUIS *et al.*, 2018).

3.2.3.1 Medidas objetivas da voz e fala eletrolaríngea

Estudos que avaliaram acusticamente emissões eletrolaríngeas basearam-se na análise de gravações de vogal /a/ sustentada, ou vogais presentes em palavras, frases e textos. O número de sujeitos das pesquisas variou de 5 a 15 homens laringectomizados totais falantes eletrolaríngeos. A idade dos voluntários variou de 48 a 80 anos. As análises foram realizadas com os aplicativos PRAAT, Matlab ou programa gráfico em linguagem C# que permite a visualização de sinais de voz, espectrograma e extração de valores de diversos parâmetros (DRUMMOND *et al.*, 1996; GLOBLEK *et al.*, 2009; MEMBIELA *et al.*, 2016; NG *et al.*, 2009; ŠTAJNER-KATUŠIĆ *et al.*, 2006; XIAO *et al.*, 2020).

Dentre os achados acústicos, estudos apresentaram a ausência de perturbação ciclo-a-ciclo da f_0 (LI *et al.*, 2018; PANDEY; BASHA, 2010; STROTHJOHANN; BUZUG, 2004; YAN; NG; LEE, 2014). Também foram descritos valores de formantes significativamente aumentados em comparação a falantes laríngeos devido à fonte sonora não estar localizada na glote, mas em porção anterossuperior a ela, resultando na descaracterização principalmente de F_1 e F_2 (XIAO *et al.*, 2020). Além disso, devido à rigidez tecidual e questões respiratórias do

tratamento do câncer, o tempo máximo de fonação pode ser reduzido, chegando a 0,81 segundo; e trechos de fala de 1,39 segundos localizada entre pausas de 0,6 segundo. Foram apresentados ainda, intensidade de fala reduzida com valores de 44 a 62,65 dB; ruído pré-voz, além de ruído de fundo de até 74 dB, mascarando a fala. Além disso, encontraram médias de f_0 de 56 a 128,20 Hz (DRUMMOND *et al.*, 1996; GLOBLEK *et al.*, 2009; MEMBIELA *et al.*, 2016; NG *et al.*, 2009; ŠTAJNER-KATUŠIĆ *et al.*, 2006; XIAO *et al.*, 2020).

3.2.3.2 Medidas subjetivas da voz e fala eletrolaríngea

As características acústicas da eletrolaringe impactam negativamente nos parâmetros de qualidade vocal e de fala verificados por julgamento perceptivo-auditivo. Visando a realização desse tipo de análise, estudos basearam-se na avaliação de gravações de vogais /a/, /ε/, /i/ sustentadas, lista de monossílabos, leitura de palavras e frases. O número de sujeitos dos estudos variou de 1 a 15. Em relação aos juízes, houveram trabalhos com 5 a 96 indivíduos (DINH *et al.*, 2020; DRUMMOND *et al.*, 1996; MEMBIELA *et al.*, 2016; NG; KWOK; CHOW, 1997; XIAO *et al.*, 2020; WEISS; YENI-KOMSHIAN; HEINZ, 1979).

A perda da voz e ausência da comunicação gerados pela cirurgia de laringectomia total, prejudicam a qualidade de vida, que consiste na satisfação do indivíduo em relação às situações que vivencia. A reabilitação pelos métodos alaríngeos melhora a qualidade de vida dos sujeitos acometidos (KAZI *et al.*, 2006; ORIDATE *et al.*, 2009). Nesse ínterim, um dos instrumentos aplicados nessa população é o Questionário de Qualidade de Vida Relacionado à Voz – QVV (GASPARINI; BEHLAU, 2007). Esse instrumento é breve e conciso, composto por 10 questões que fornecem escore que varia de 0 a 100, em que valores maiores significam melhor qualidade de vida relacionada a voz. Há ainda apresentação de pontuação em relação a dois domínios: Socioemocional e Funcionamento Físico (KAZI *et al.*, 2007; ORIDATE *et al.*, 2009).

Pesquisadores que aplicaram o referido instrumento em falantes eletrolaríngeos encontraram média escore total de 53,5 a 77,28, média de escore para o domínio Socioemocional variando de 52,1 a 68,75 e para o domínio Funcionamento Físico variando de 54,4 a 62,8. A faixa etária dos voluntários variou de 41 a 83 anos (COX; DOYLE, 2014; EADIE; BOWKER, 2012; MOUKARBEL *et al.*, 2011). Não houve detalhamento sobre diferenças dos escores em função do fator idade. Por outro lado, ao comparar homens e mulheres, há estudo que indicou resultados equivalentes de qualidade de vida (MOUKARBEL

et al., 2011), enquanto outro referiu escores ligeiramente menores no sexo feminino (COX; DOYLE, 2014).

A literatura descreve que mulheres laringectomizadas totais vivenciam maiores problemas advindos da cirurgia, que incluem a conseqüente imagem física alterada e ausência de voz. Nesse contexto, as características acústicas da eletrolaringe mostram-se como um desafio adicional, visto que muitas mulheres afirmam não gostar da sonoridade por considerá-la desagradável e não feminina. Devido a isto, quando é realizada a reabilitação da comunicação oral, o aprendizado e adaptação ao método é mais lento, além da fala ser menos clara, dificultando a compreensão pelo interlocutor e a interação social (MILLS; ZARA, 2014; VAN SLUIS *et al.*, 2020).

3.3 Fala sintetizada

Fala sintetizada consiste em fala produzida artificialmente. Seu uso na área da saúde se mostra promissor, em especial na comunicação aumentativa e alternativa de indivíduos com incapacidade de produção natural da fala, como nos casos de acidente vascular encefálico, lesões cerebrais traumáticas, lesões da medula espinhal, esclerose lateral amiotrófica, síndrome de Guillain-Barré (VOJTECH *et al.*, 2019), dentre outros. Em pesquisas, a fala sintetizada tem sido utilizada como metodologia para testar o efeito da modulação de diferentes parâmetros acústicos na qualidade do som de saída (NUSBAUM; FRANCIS; HENLY, 1995). Pode ser empregada inclusive em testes visando o aprimoramento acústico das eletrolaringes (SAIKACHI; STEVENS; HILLMAN, 2009).

É importante ressaltar que o método mais popular de fala sintetizada e amplamente utilizado comercialmente até o momento, Síntese Concatenativa, trata-se da associação de segmentos acústicos gravados emitidos por homens e mulheres, presentes em extensos bancos de dados. Ou seja, a voz de base não é sintetizada, havendo apenas o processamento da fala humana natural (NANDWANI; VEER SHARMA, 2017).

A fala também pode ser 100% sintetizada com base em modelos matemáticos. Um desses métodos consiste no chamado Sintetizador Articulatorio, que depende da modelagem de pregas vocais e também dos articuladores humanos. Neste processo, os aspectos tridimensionais do trato vocal real são modulados para o formato bidimensional, com informações de base obtidas por meio de análises de imagens de raio-x. Todo conjunto de dados desde a posição da laringe até os movimentos dos lábios para cada fonema são utilizados no processo de síntese.

Apesar de ser considerado a metodologia de melhor qualidade, é difícil de ser implementado pela falta de dados suficientes sobre os movimentos articulatorios durante a produção da fala (PRASAD; RAMAIAH; MANJUNATHA, 2017).

Outra maneira de sintetizar fala com modelos matemáticos é por meio do chamado Sintetizador de Formantes que se vincula a teoria linear de Fonte-Filtro. Nesse método, utilizado no presente estudo, há simulação de cada etapa do processo de fonação humana, desde o som glotal gerado pela vibração das pregas vocais, até a filtragem por ação do trato e radiação de lábios (FANT, 1981; FLANAGAN, 1965), conforme diagrama apresentado na **Figura 6**.

Figura 6 - Modelo linear para a produção da fala da teoria linear de Fonte-Filtro



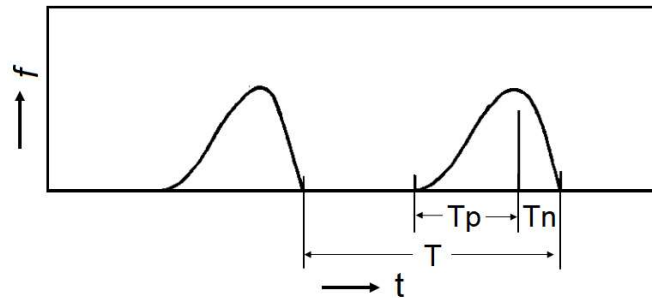
Fonte: Montagnoli (1998)

Esse método permite produzir quantidade infinita de sons (PRASAD; RAMAIAH; MANJUNATHA, 2017). Além disso, como vantagem, o fato da glote não estar acoplada ao trato vocal viabiliza a análise e ajuste de seus componentes separadamente (CATALDO; BAHIANO, 2021). A principal desvantagem é que o resultado acústico até o momento, soa mais artificial que os outros métodos de síntese (PRASAD; RAMAIAH; MANJUNATHA, 2017).

Kreiman *et al.* (2015) esclareceram que conhecer os aspectos fisiológicos e acústicos relacionados à produção do som de saída humano auxilia na escolha do melhor modelo matemático aplicável a cada etapa de síntese. Com isso, é possível que os sinais sintetizados mimetizem características essenciais, resultando em alta qualidade acústica e sonora. Nesse contexto, descreveram 5 modelos matemáticos para a fonte: de Rosenberg (1971), Liljencrants-Fant (FANT; LILJENCRACTS; LIN, 1985), Fujisaki-Ljungqvist (1986) e Shue-Alwan (CHEN *et al.*, 2012; SHUE; ALWAN, 2010). Dentre os quais, o de Rosenberg (1971) gera formato de onda similar ao da fonação humana (**Figura 7**), com a abertura gradativa das pregas vocais (porção do pulso glotal com inclinação positiva- T_p), seguida pelo fechamento abrupto (porção do pulso glotal com inclinação negativa – T_n). Para isso, modela a velocidade do volume do fluxo com funções trigonométricas, considerando como parâmetros o tempo desde o início do pulso até o pico, o tempo do pico até o final do deslocamento e a amplitude máxima do pulso glotal (T). O autor adotou no modelo, valores fixos para a razão de abertura (T_p/T) e de

fechamento (T_n/T), 0,4 e 0,16 respectivamente. Um aspecto negativo desse modelo, se refere ao fato da sequência de pulsos glóticos ser obtido por um processo absolutamente periódico, que desconsidera a variação do comprimento de onda presente nas emissões humanas (CATALDO; BAHIANO, 2021).

Figura 7 – Forma de onda glótica do modelo matemático de Rosenberg



Fonte: Adaptado de Rosenberg (1971)

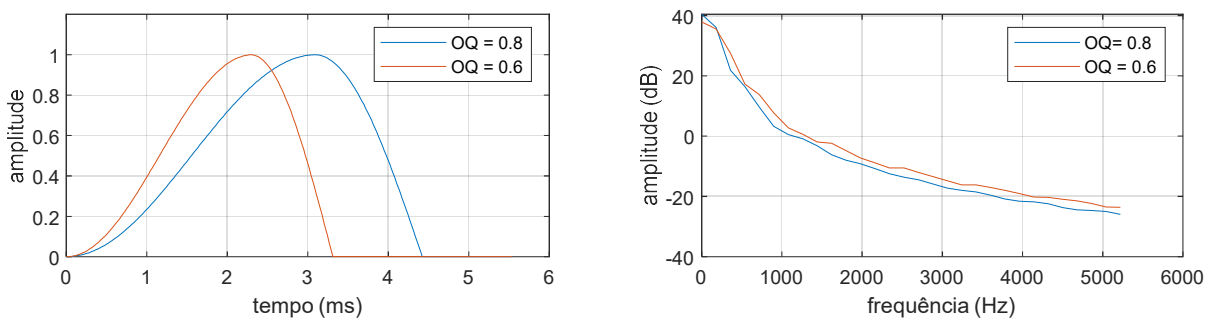
Para o desenvolvimento do modelo matemático de fonte, Rosenberg (1971) se baseou, entre diversos estudos, no trabalho de Mathews, Miller e David (1961). Esses autores descreveram que com o aumento do *pitch* ou a diminuição da intensidade, o tempo de abertura aumenta e a forma de onda passa a ter aparência próxima à sinusoidal. Em contrapartida, com a redução do *pitch* ou aumento da intensidade e do esforço, há redução do tempo de abertura e o fechamento se torna mais abrupto.

Pesquisa recente indicou em emissões sustentadas, que com o aumento da f_0 e elevação da laringe, a razão de abertura atinge valores máximos superiores a 0,8, principalmente próximos a 0,9. Em contrapartida, quando a laringe atinge seu limite inferior, para a emissão de valores baixos de f_0 , a razão de abertura chega a valores mínimos próximos a 0,5. Devido a isto, os autores geraram pulsos usando para tempo de abertura, o intervalo entre 0,42 e 0,96. Ressaltaram que em todo intervalo apresentado é mantida a fase de abertura maior que a de fechamento. Os autores encontraram, ao final do estudo, sonoridade mais aproximada da humana para tempo de abertura de 0,78 (BARRIENTOS; CATALDO, 2020).

Observa-se, portanto que o uso de tempo de abertura na síntese de voz superior a 0,6, inclusive próximos a 0,9 se refere às características do modelo de Rosenberg e não às características fisiológicas das pregas vocais. Sabe-se que um dos principais fatores da soproisidade é o vazamento de ar pelas pregas vocais, geralmente devido a algum problema no fechamento das pregas vocais, como encontrado nos casos de fenda glótica (ou seja, valores maiores que 0,6). Essa adução incompleta das pregas vocais faz com que tenham um

comportamento diferente em relação aos ciclos glóticos, pois normalmente a abertura começa na fenda e não no centro das pregas vocais, geralmente causando um aumento do quociente de abertura. Portanto, acredita-se que o quociente de abertura seja um efeito da soproidade e não especificamente sua causa, segundo Isshiki, Tsuji e Sennes (1999). Por outro lado, no modelo de Rosenberg (1971), um aumento no quociente de abertura tem o efeito de diminuir a amplitude do espectro dos pulsos glóticos nas altas frequências, o que não está diretamente relacionado com a fisiologia das pregas vocais, como ilustrado na **Figura 8**, mas com efeitos acústicos na percepção auditiva do voz, podendo agregar maior naturalidade na síntese das vozes, averiguável por julgamento perceptivo-auditivo.

Figura 8 - Comparação do *Open Quotient* (OQ), relação entre a fase aberta glótica e o ciclo vibratório completo, com 0,6 (valor de referência) e 0,8 (valor aplicado).

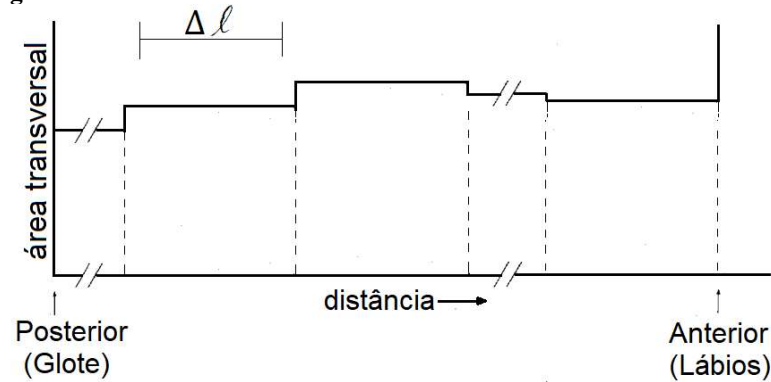


Fonte: Davatz et al. (2021)

Existem diversos modelos matemáticos de trato vocal aplicáveis ao método de Fonte-Filtro (FLANAGAN; ISHIZAKA; SHIPLEY, 1975; KLATT, 1980; KRÖGER; BIRKHOLZ, 2009; MAEDA, 1982; WAKITA, 1973, 1979). Dentre eles há o modelo de Wakita (1973; 1979). Para sua elaboração, o referido autor considerou o trato vocal como um tubo não uniforme, cujo comprimento (ℓ) pode ser dividido em um número arbitrário de secções, como apresentado na **Figura 9**.

Como resultado, as funções de área mostraram-se semelhantes às amostras de configuração do trato vocal durante a fala humana (WAKITA, 1973, 1979). Ressalta-se que este modelo tem sido utilizado como método para estimar as formas realísticas do trato vocal, fornecendo valores otimizados para os parâmetros relacionados (WANKHEDE; SHAH, 2013). Esses valores têm se mostrado inclusive mais consistentes que os aferidos com outros métodos (PATIL; SHAH, 2015).

Figura 9 – Tubo acústico não uniforme do modelo de trato vocal de Wakita



Fonte: Adaptado de Wakita (1973)

Como visto, devido aos diferentes modelos matemáticos que podem compor o método de Fonte-Filtro, há necessidade de valores específicos de f_0 , além de também requer os valores dos formantes do som dos fonemas que se pretende sintetizar. A literatura orienta para a síntese, o uso de ao menos três formantes (F_1 , F_2 , F_3). No entanto, utilizar maior número de formantes aumenta a qualidade do som de saída, tornando-o mais inteligível (PRASAD; RAMAIAH; MANJUNATHA, 2017).

3.4 Naturalidade e aprimoramento acústico das eletrolaringes

Dentre os parâmetros perceptivo-auditivos avaliados tanto em vozes alaríngeas, quanto na fala sintetizada, se encontra a naturalidade (DINH *et al.*, 2020; EADIE; DOYLE, 2002). Trata-se de um parâmetro utilizado para diferenciar voz ou fala “normal/habitual”, que soa como se um falante nativo a estivesse produzindo, da “não normal”. É multifatorial e subjetivo. Se refere ao quanto uma emissão é considerada adequada pelo usuário ou pelo ouvinte. Exatamente por esse motivo, sua avaliação requer julgamento perceptivo-auditivo (RATCLIFF; COUGHLIN; LEHMAN, 2002; SANDERS; GRAMLICH; LEVINEF, 2008). A literatura indica que quanto maior a similaridade com a fonação humana habitual, mais confortáveis os usuários ou interlocutores se sentem durante a comunicação, tornando seu uso mais efetivo (CATALDO; SOIZE, 2017; NUSBAUM; FRANCIS; HENLY, 1995).

Nesse sentido, a voz eletrolaríngea pode ser considerada não natural. Dentre os motivos encontram-se o aspecto robotizado (DINH *et al.*, 2020), o qual também pode ser percebido na fala sintetizada. Os déficits acústicos que tornam o som de saída menos natural podem distrair o ouvinte, dificultando o entendimento do discurso, impactando assim em outro parâmetro perceptivo: a inteligibilidade (DINH *et al.*, 2020). Este último parâmetro perceptivo se refere

ao quanto as palavras emitidas podem ser reconhecidas pelo interlocutor (VOJTECH *et al.*, 2019).

Há estudos que investigaram parâmetros acústicos relacionados a naturalidade. Dentre eles, os autores Kersta, Bricker e David (1960) realizaram experimento com vogais sustentadas e vogais da fala encadeada. Notaram flutuações muito rápidas no comprimento dos pulsos glóticos. Ao filtrarem tais sinais retirando a perturbação, o som passou a ser percebido como voz de máquina. As emissões que continham perturbação na f_0 , foram consideradas vozes humanas.

No que se refere ao aprimoramento acústico das eletrolaringes, os autores Chenauska e MacAuslan (2000) afirmaram que a introdução de pequena perturbação na f_0 poderia auxiliar na redução do aspecto mecanizado. Entretanto, os autores não conseguiram inseri-las nos sinais, pois de acordo com eles, até aquele momento estas perturbações não haviam sido bem caracterizadas o que impedia imitá-las computacionalmente. Os autores Pandey e Bacha (2010), por sua vez, inseriram perturbação aleatória com distribuição gaussiana na frequência e na amplitude no sinal do discurso. Observaram que a adição de perturbação de frequência ciclo-a-ciclo torna a voz eletrolaríngea mais parecida com a voz humana, enquanto que oscilações de amplitude reduzem a qualidade acústica. Recentemente, Li *et al.* (2018) modificaram parâmetros acústicos do equipamento com mistura gaussiana, inserindo contornos suavizados na f_0 . Após a realização de experimentos subjetivos e objetivos verificaram que o uso do método aumentou a naturalidade sem prejudicar a inteligibilidade da fala eletrolaríngea.

Sobre outro parâmetro acústico relacionado à naturalidade, ao realizar experimentos com fala sintetizada, estudos afirmaram que mesmo o pulso glotal, menor evento acústico da voz, pode fazer com que uma emissão seja considerada natural ou não natural (NUSBAUM; FRANCIS; HENLY, 1995). Assim, no caso da síntese de voz, a utilização de sinais de entrada com formato de onda adequado, representando a abertura gradativa e o fechamento abrupto da glote, tornam o sinal de saída mais natural (ROSENBERG, 1971). A relevância da adequação das características acústicas da fonte, também foi descrita por Childers e Wong (1994). Os autores referiram que o formato adequado da onda interage com as características do filtro de forma a aumentar a intensidade dos formantes do som. O resultado acústico é percebido principalmente em vogais e consoantes vozeadas, aumentando a naturalidade do discurso sintetizado.

Em relação à característica da entrada em eletrolaringes, Yan, Ng e Lee (2014) descreveram que são utilizados trem de impulsos alternados ou onda quadrada. Entretanto,

relatarem que não existiam estudos que justificassem o uso desses sinais ou que respondessem porque seu uso traria aceitação pelo interlocutor ou melhor inteligibilidade. Tentando resolver essa problemática, produziram amostras de fala com diferentes padrões de sinais de entrada. Utilizaram distintas combinações de impulsos alternados, onda quadrada, onda serreada e onda senoidal. Dentre os sinais testados, encontrou-se como melhores para a condução o uso apenas do impulso, impulso associado a perturbação aleatória com distribuição gaussiana, trem de pulsos de onda quadrada, onda de serra descendente associada a trem de pulso e impulso acrescido de onda serreada decrescente.

Outros parâmetros acústicos vinculados à naturalidade, foram o valor da f_0 e das frequências formantes, em especial F_1 , F_2 e F_3 . Sobre isso, os autores Assmann, Nearey e Dembling (2006) realizaram um experimento em que a partir de informações acústicas obtidas de quatro adultos, dois homens e duas mulheres, foram sintetizadas sentenças faladas manipulando esses parâmetros. Como resultados, obtiveram que os ouvintes julgam as vozes mais naturais quando os valores de frequência fundamental e formantes com suas variações se aproximam ao encontrado em emissões humanas. Assim, f_0 e formantes com valores baixos foram percebidos como pertencentes a emissões de homens, enquanto que valores elevados de f_0 e de formantes foram classificados como emissões de mulheres.

No que se refere às eletrolaringes, Yan, Ng e Lee (2014) analisaram o efeito do uso de valores de f_0 variando de 90 a 140 Hz. As emissões foram avaliadas por ouvintes sem experiência prévia com vozes alaríngeas. Ressaltaram que os valores de f_0 de 108 Hz, 105 Hz, 111 Hz, 120 Hz e 140 Hz tornaram as emissões mais parecidas com o som de saída humano.

Em relação aos formantes, Xiao *et al.* (2020) relataram que a posição do equipamento de estudo em posição diferente da glote, resulta em valores excessivamente elevados e descaracteriza principalmente F_1 e F_2 .

Visando melhorar a naturalidade da sonoridade da eletrolaringe, há ainda estudos que trabalharam com outros parâmetros acústicos. Como exemplo, Dinh *et al.* (2020) realizaram modificações em sinais gravados de fala eletrolaríngea. Dentre os ajustes, cancelaram a voz binária ou ruído de fundo, adequaram os valores da f_0 , inseriram contornos enotonacionais de f_0 e melhoram das características espectrais no que se refere a ajustes dos valores de formantes e larguras de banda.

Não foram encontrados artigos científicos em que tenha sido realizada a inserção de perturbação aleatória com distribuição uniforme ou possuindo padrão similar ao de resposta de sistema de segunda ordem subamortecido acrescido de aleatoriedade em eletrolaringes. Além

disso, buscas a artigos científicos realizadas na presente pesquisa, indicaram o uso de experimento de síntese para testar parâmetros acústicos antes de inseri-los no equipamento apenas no estudo realizado por Saikachi, Stevens e Hillman (2009); no entanto os autores trabalharam com outro parâmetro acústico: modulações entonacionais da f_0 .

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Consideração ética

O presente trabalho, transversal e prospectivo, seguiu todos os preceitos éticos contidos nos artigos 32º a 34º do capítulo IX do Código de Ética em Fonoaudiologia, bem como a resolução 466/2012 atualmente em vigência sobre ética em pesquisa em seres humanos. Foi aprovado pela Comissão de Pesquisa e Extensão da Unidade Saúde-Escola da UFSCar, e também pelos Comitês de Ética em Pesquisas da UFSCar (CAAE 82333517.6.1001.5504) e do Hospital Amaral Carvalho em Jaú (CAAE 82333517.6.2002.5434), conforme pareceres disponibilizados no **Anexo A**.

Para todos os participantes foram explicados os objetivos e procedimentos da pesquisa. Enfatizou-se que não seriam diretamente beneficiados com o estudo e que não teriam custos envolvendo a participação. Além disso, firmou-se sigilo sobre as informações fornecidas, bem como de suas identidades, salientando-se ainda a possibilidade de desligamento da pesquisa no momento em que desejassem. Realizaram as atividades descritas na metodologia apenas após manifestação de aceite mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme **Anexo B**.

4.2 ETAPA 1: Identificação de valores dos parâmetros de fonte e filtro

4.2.1 Casuística

Para identificar medidas aplicáveis aos modelos matemáticos de fonte (f_0) e de filtro ($F_1, F_2, F_3, F_4, B_1, B_2, B_3, B_4$), foram convidados a participar da pesquisa mulheres e homens com idade de 18 a 80 anos durante o período de junho de 2018 a junho de 2019. Estes indivíduos eram alunos, professores, funcionários, participantes de diversos projetos e seus familiares que frequentaram no período do estudo a Unidade Saúde-Escola e demais departamentos e dependências da UFSCar. Em caso de aceite de participação, era realizada Anamnese, individualmente. Os voluntários eram submetidos a gravação apenas na ausência de queixas vocais, negando fumo, uso de drogas inalatórias ou alterações neurológicas, respiratórias, em glândula tireoide e refluxo gastroesofágico. Aos casos com queixa e histórico compatível com alterações de voz, foram entregues cartas de encaminhamento e orientados a levar o documento

até Unidade de Saúde próxima às suas casas, visando atendimento médico e/ou fonoaudiológico.

Manteve-se o procedimento até completar a gravação de 180 voluntários, 90 homens e 90 mulheres divididos igualmente entre as faixas etárias adulto jovem (18 a 44 anos), adulto de meia-idade (45 a 59 anos) e idosos (60 a 80 anos). A gravação englobava três emissões de vogal /a/ sustentada, com duração mínima de 3 segundos; fala encadeada (contagem de 1 a 10) e leitura de frases do “*Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice*” - CAPE-V (BEHLAU, 2003), disponibilizado no **Anexo C**.

As emissões dos 180 participantes foram submetidas a julgamento perceptivo-auditivo realizado pela presente autora. Para isso, utilizou-se a Escala de Desvio Vocal (YAMAZAKI *et al.*, 2017). O valor de corte utilizado para variação normal da qualidade da voz foi de 35,5 mm, sendo os participantes com escores além do indicado, considerados com disfonia, excluídos da amostra.

Assim, após esse procedimento, organizou-se a amostra com a gravação da vogal /a/ sustentada mais estável das três emitidas pelos indivíduos com voz considerada normal: 162 voluntários com idade de 18 a 80 anos (\bar{x} = 48,89 anos \pm 16,90). Esses indivíduos eram 78 mulheres de 19 a 80 anos (\bar{x} = 48,21 anos \pm 16,60) e 84 homens de 18 a 80 anos (\bar{x} = 49,52 anos \pm 17,25), todos falantes nativos do português brasileiro, residentes na cidade de São Carlos/SP – Brasil. O diagrama da **Figura 10** ilustra o processo de aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e a **Tabela 1** apresenta as características da amostra.

Figura 10 – Distribuição dos falantes laríngeos e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão

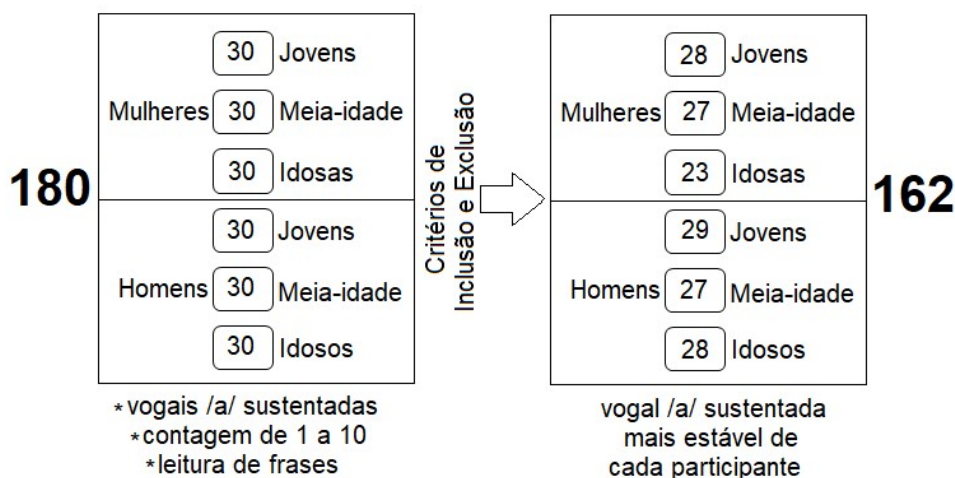
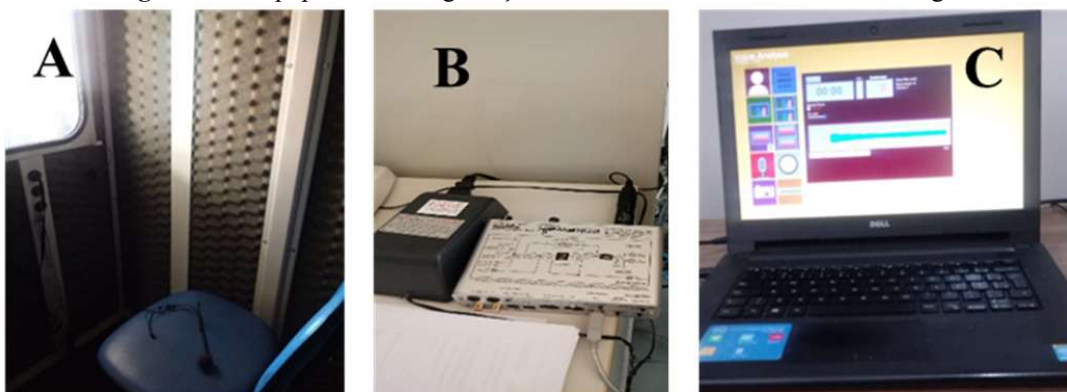


Tabela 1 – Características dos 162 falantes laríngeos participantes da pesquisa

	Mulheres			Homens		
	Jovens	Meia-Idade	Idosas	Jovens	Meia-Idade	Idosos
N	28	27	23	29	27	28
Mínimo	19	45	60	18	45	60
Máximo	43	59	80	44	59	80
Média	29	52,37	66,74	29,31	52,37	67,71
DP	6,79	4,15	5,79	8,06	4,46	5,87

4.2.2 Protocolo de gravação e análise acústica

As gravações foram realizadas individualmente dentro de cabine acusticamente tratada para evitar o efeito de reverberação e superfícies refletoras, conforme indicado por Titze (1994). Cada participante permaneceu sentado, com a coluna ereta. As emissões foram captadas com microfone *headset* da AKG- C520 (HARMAN, 2021), posicionado a 5 cm de distância da boca do participante e a um eixo de 45° a 90°. Este posicionamento foi utilizado visando manter taxa alta de relação entre sinal e ruído, reduzindo o registro de sons indesejáveis como os da movimentação da boca ao falar (TITZE, 1994). O microfone estava conectado a uma mesa de som *Cakewalk – uA25ex* (24bit/96 kHz) – USB áudio capture - da Roland Corporation (2021), ligado a um *notebook Dell Inspiron 143000 series* (DELL, 2021). Os procedimentos são ilustrados na **Figura 11**.

Figura 11 – Equipamentos de gravação e análise acústica das emissões laríngneas

A: Vista interna da cabine acústica com o microfone AKG. B: Mesa de som Roland na qual o microfone se conecta. C: *Notebook Dell Inspiron* ao qual a mesa de som se conecta.

A gravação foi realizada com taxa de amostragem de 44100 Hz, diretamente por um aplicativo desenvolvido na plataforma Visual Studio C# (MONTAGNOLI, 2021). A análise acústica foi realizada por meio do mesmo aplicativo, que converte o sinal do microfone em um

espectro de frequências (**Figuras 12 e 13**). No programa foi utilizada Codificação Preditiva Linear (LPC) com ordem 28, que extrai automaticamente da porção selecionada de cada sinal os valores de $f_0, F_1, F_2, F_3, F_4, B_1, B_2, B_3$ e B_4 .

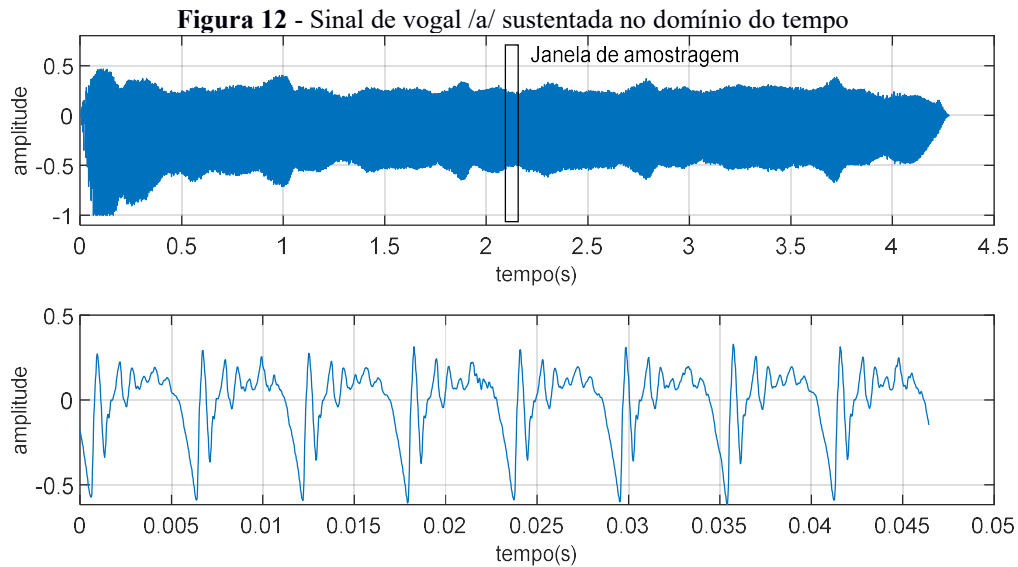
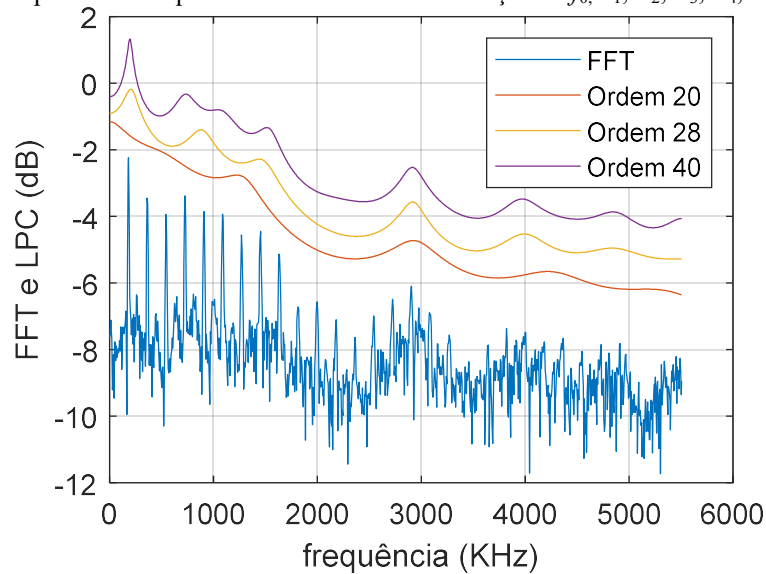


Figura 13 - Espectro de frequências com LPC e identificação de $f_0, F_1, F_2, F_3, F_4, B_1, B_2, B_3$ e B_4



A partir dos valores individuais dos parâmetros alvo ($f_0, F_1, F_2, F_3, F_4, B_1, B_2, B_3$ e B_4) pertencentes a todos os voluntários incluídos na amostra, calculou-se os valores de média e desvio padrão em função do sexo e faixa etária, os quais foram apresentados como resultado. Os valores de média obtidos foram aplicados na síntese de vogais /a/ sustentadas na Etapa 2.

Além disso, o conjunto de dados foi verificado com o teste de normalidade de Shapiro – Wilk. Pelo referido teste, se o p valor é superior a 0,05 há evidências de distribuição normal, enquanto que valores inferiores denotam que o conjunto de dados não corresponde a uma distribuição normal. Diante dos resultados, em caso de distribuição normal, a comparação entre sexo masculino e feminino foi realizada com o teste de T-student. Para comparar as diferentes faixas etárias, foi aplicado o teste de análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas Tukey HSD. Em caso de distribuição não normal, a comparação entre os sexos foi feita com o teste de Wilcoxon, enquanto para comparar faixas etárias com Kruskal-Wallis com o pós-teste Nemenyi. Adotou-se nível de significância de 5% (VIEIRA, 2008).

4.3 ETAPA 2: Naturalidade de dois padrões matemáticos de perturbação da f_0

4.3.1 Síntese de vogais /a/ sustentadas

A fim de possibilitar a comparação do grau de naturalidade proporcionado pelos dois diferentes padrões matemáticos de perturbação da f_0 experimentais com julgamento perceptivo-auditivo, sintetizou-se 24 vogais /a/ sustentadas, com programa computacional em linguagem C# (MONTAGNOLI, 2021) que utiliza o modelo linear proposto por Flanagan (1965). Neste programa, excitação $E(z)$ é utilizada como entrada do filtro glotal $G(z)$, depois é modelada por um filtro de trato vocal $V(z)$ e então passa pelo filtro de radiação dos lábios $L(z)$, resultando no sinal de fala $S(z)$:

$$S(z) = E(z).G(z).V(z).L(z) \quad (1)$$

Para a síntese de vogais seguindo este modelo, primeiramente modelou-se 24 excitações $e(n)$ como uma série de impulsos unitários espaçados pelo período de *pitch* (T), inverso da f_0 . Do total das séries de impulsos unitários, 4 foram sintetizadas com cada uma das 6 médias de valores de f_0 calculadas de acordo com o sexo e a faixa etária (mulher jovem, mulher de meia-idade, mulher idosa, homem jovem, homem de meia-idade e homem idoso).

$$e(n) = E_0 \sum_{j=0}^{\infty} \delta(n - jT), n = 0, 1, \dots \quad (2)$$

Esses 4 trens de impulsos espaçados com cada média de f_0 calculada em função do sexo e faixa etária, foram então acrescidos de perturbação, dividindo-se nos 4 métodos abaixo descritos.

- Grupo Controle: perturbação natural extraída de vozes humanas gravadas.

Para a extração da perturbação natural do sinal de voz, o programa em linguagem C#, seleciona uma única amostra e a correlaciona com todo o sinal; processo denominado autocorrelação parcial e expresso por:

$$y[n] = \sum_{k=0}^{N-1} x[k] \cdot h[n - k] \quad (3)$$

Considerando que $y[n]$: sinal de pulso glotal; $x[n]$: sinal de impulso; $h[n]$: modelo de Rosenberg de pulso glótico; onde $n_0 = F_s / f_0$, F_s é a frequência de amostragem do cartão de som e $F_0 = f_0$ do sinal vocal.

- Grupo Experimental 1: perturbação aleatória com distribuição uniforme, chamada no decorrer do texto de perturbação aleatória.

Para essa perturbação, em um dado período T_0 ($1/f_0$) a variação do comprimento de onda acontece randomicamente até a porcentagem descrita. Adotou-se a proporção de 0,1% para tons de impulsos espaçados a partir de valores de f_0 das diferentes faixas etárias de mulher e 0,2% quando a f_0 era de homem.

- Grupo Experimental 2: perturbação de segunda ordem subamortecida acrescida de aleatoriedade, chamada no decorrer do texto de perturbação de segunda ordem, em que a variação do comprimento de onda em um dado período T_0 ($1/f_0$) ocorre segundo uma senóide amortecida exponencialmente. A este modelo também foi incluída aleatoriedade na proporção de 0,1% quando a f_0 era de mulher e 0,2% quando a f_0 era de homem.

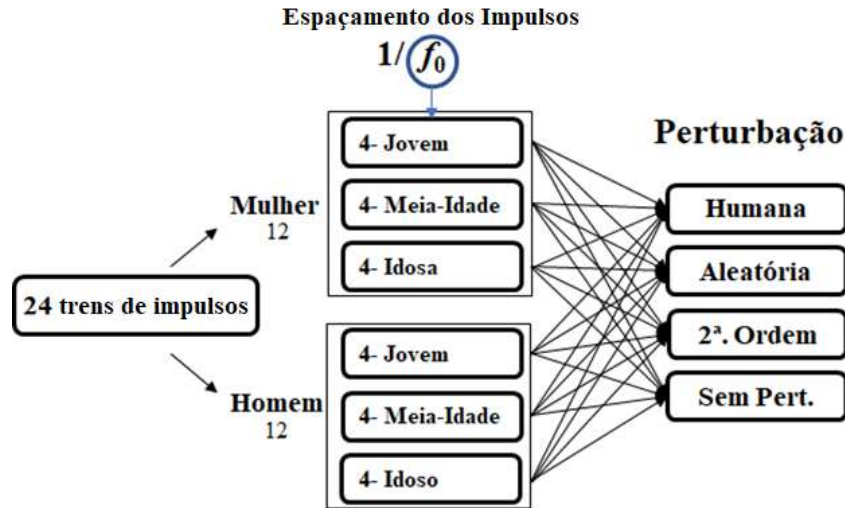
Esta perturbação é expressa por:

$$Y(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (4)$$

- Grupo Placebo (GP): sem perturbação

O diagrama da **Figura 14** apresenta esta etapa do processo de síntese:

Figura 14 - Diagrama da distribuição de trens de pulsos em função da f_0 e padrão de perturbação



Após, os trens de impulsos foram utilizados para excitar o filtro de pulso glotal; sendo selecionado para essa finalidade, o modelo matemático de Rosenberg (1971):

$$g(n) = \begin{cases} \frac{a}{2} \left[1 - \cos\left(\frac{t}{t_p} \pi\right) \right]; 0 \leq t \leq T_p \\ \frac{a}{2} \left[1 + \cos\left(\frac{t-t_p}{t_n} \frac{\pi}{2}\right) \right]; T_p \leq t \leq T_p + T_n \\ 0; \text{durante o fechamento glotal} \end{cases} \quad (5)$$

onde T_p é a porção do pulso com inclinação positiva e T_n é a porção do pulso com inclinação negativa. Os pulsos glóticos foram gerados utilizando T_p/T e T_n/T . O valor base empregado para *Speed Cotient*, que consiste na razão entre a fase aberta e a fase fechada foi de 0,7; e para *Open Cotient*, que é a razão entre o tempo de fase aberta e o período total, foi de 0,8.

Após gerar os pulsos glotais, os fluxos glotais resultantes foram filtrados pelo modelo do trato vocal (MONTAGNOLI, 1998; WAKITA, 1979):

$$V(z) = \prod_{i=l}^k \frac{1}{1 - e^{-\pi b_i T} \cos(2\pi f_i T) z^{-1} + e^{2\pi b_i T} z^{-2}} \quad (6)$$

onde, a ressonância espectral da frequência central f_i tem os dois lados da banda b_i que são definidos por cada par de polo complexo (z_i, z_i^*) , onde $z_i = \exp(-\pi b_i + j2\pi f_i T_s)$, z_i^* é o conjugado complexo de z_i e T_s é o período de amostragem. Estas ressonâncias também são chamadas de formantes, caracterizado pelas frequências de ressonância do trato vocal. Os valores de formantes e respectivas larguras de banda utilizados consistiram na média dos extraídos de cada grupo em função do sexo e faixa etária (mulher jovem, mulher de meia-idade, mulher idosa, homem jovem, homem de meia-idade e homem idoso).

Após passar pelo filtro de trato vocal, o sinal também foi filtrado pelo seguinte modelo matemático de radiação de lábios, com valor base 0,98 (FLANAGAN, 1965; MONTAGNOLI, 1998):

$$L(Z) = L_0(1 - \mu z^{-1}) \quad (7)$$

onde, L_0 é o fator de escala e μ um pólo entre 0,95 e 0,98 no plano-z.

4.3.2 Julgamento perceptivo-auditivo de vogais /a/ sustentadas sintetizadas

A amostra analisada foi composta por 24 arquivos de áudio de vogais /a/ sustentadas sintetizadas e mais 25% de repetição (6 vogais) a fim de averiguar a confiabilidade intra-avaliadora. Todas as emissões foram randomizadas por programa computacional que substituiu o nome de cada arquivo por um número.

Para averiguar o grau de naturalidade dessas vogais, contou-se com 6 fonoaudiólogas (Juízas A, B, C, D, E e F). A idade das juízas variou de 34 a 50 anos ($\bar{x}=43,16$ anos $\pm 6,94$) e a experiência clínica na área de voz de 2 a 20 anos ($\bar{x}=11,16$ anos $\pm 6,14$).

As juízas realizaram a avaliação individualmente, em ambiente silencioso, com fone de ouvido que ocluía ambas as orelhas. A análise realizada foi “cega”, ou seja, não foram fornecidas informações sobre as características acústicas das vogais.

Cada juíza realizou a análise da amostra completa, seguindo os seguintes procedimentos: a cada vogal ouvida, assinalava o grau de naturalidade correspondente em escala analógica visual de 100 mm, em que a extremidade esquerda 0 mm representava melhor qualidade vocal, enquanto que a extremidade direita 100 mm significava pior qualidade vocal. Esses escores foram convertidos para a apresentação dos resultados, de tal forma que o 0 passou a significar ausência de naturalidade e 100 a máxima naturalidade.

$$\text{Naturalidade} = 100 - \text{Pontuação atribuída}$$

Sequencialmente averiguou-se a confiabilidade intra avaliadora de cada juíza, a partir dos escores dos 6 áudios repetidos da amostra. Finalmente, a verificação da confiabilidade interavaliadoras foi realizada a partir dos escores atribuídos às 24 vogais sintetizadas. Utilizou-se tanto para a análise intra-avaliadora, como para a interavaliadoras, os Índices de Confiabilidade Intra-Classe (ICC). Foi selecionado o Modelo de Efeitos Mistos Bidirecionais para avaliadores fixos. Para a análise intra-avaliadoras, aplicado para um único juiz ICC (3, 1), enquanto que para a inter-avaliadoras aplicado a múltiplos juízes ICC (3, K). O teste inclui

estimativa de intervalo de confiança de 95% (KOO; LI, 2016; SHROUT; FLEISS, 1979). O ICC resulta em valores, os quais podem ser classificados conforme apresentado na **Tabela 2**.

Tabela 2 - Valores de ICC e classificação de confiabilidade

ICC	Grau de Confiabilidade
< 0,50	Pobre
0,50 - 0,75	Moderado
0,75 - 0,90	Bom
>0,90	Excelente

Fonte: Informações de Koo e Li (2016)

Nesse ínterim, conforme procedimentos descritos por Koo e Li (2016), considerou-se o julgamento perceptivo-auditivo realizado pelas fonoaudiólogas que obtiveram valores de ICC do limite inferior do intervalo de confiança superiores a 0,75, conforme apresentado na **Tabela 3**. As pontuações fornecidas pelas Juízas para os áudios repetidos, utilizadas como base para cálculo dos valores de ICC, encontram-se disponibilizados no **Apêndice B**.

Tabela 3 – Índices de Confiabilidade Intraclasse, interpretação e conduta

Fonoaudiólogas	ICC (3, 1)				Confiabilidade	Conduta
	Absoluto	IC* (95%)				
		Limite Inferior	Limite Superior			
Juíza A	0,94	0,77	0,99	Boa a Excelente	Incluída	
Juíza B	0,98	0,90	1,0	Boa a Excelente	Incluída	
Juíza C	0,96	0,82	0,99	Boa a Excelente	Incluída	
Juíza D	0,82	0,34	0,96	Pobre a Excelente	Excluída	
Juíza E	0,89	0,55	0,98	Moderada a Excelente	Excluída	
Juíza F	0,81	0,30	0,96	Pobre a Excelente	Excluída	
ICC (3, K)						
Juízas A, B e C	0,92	0,85	0,96	Boa a Excelente	Resultados	

* IC – Intervalo de Confiança.

As pontuações atribuídas pelas três juízas com maior confiabilidade intra e interavaliadoras foram utilizadas para a realização dos testes estatísticos, iniciando-se pelo teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Diante dos resultados, em caso de distribuição normal, a comparação entre os padrões de perturbação foi realizada com o teste de análise de variância (ANOVA) e comparações múltiplas Tukey HSD. Em caso de distribuição não normal, utilizou-se o Kruskal-Wallis com o pós-teste Nemeyi. Adotou-se nível de significância de 5% (VIEIRA, 2008).

4.4 ETAPA 3: Reabilitação da comunicação oral com eletrolaringe e impacto das modificações acústicas na qualidade da fala

Esta etapa da pesquisa contou com a participação de indivíduos que realizaram a cirurgia de laringectomia total para tratamento de câncer no Hospital Amaral Carvalho de Jaú.

A coleta foi realizada de 02 de junho a 01 de setembro de 2021. Devido à pandemia da Covid-19, o hospital cedeu o setor de Medicina e Segurança do Trabalho, às quartas-feiras no período da manhã para uso exclusivo da pesquisa. Foram seguidos procedimentos conforme Norma Regulamentadora 32 (**Anexo D**), acrescidos de medidas contra a Covid-19: uso de máscara N95, *faceshield* e capote descartável sobre o jaleco pela pesquisadora, higienização de superfícies, equipamentos, cadeiras e cabine acústica com álcool 70 e/ou Lysoform aerossol (LYSOFORM, 2021). Além disso, os participantes foram orientados a manter o estoma coberto e utilizar máscara cobrindo o nariz e a boca (ARAÚJO; SILVA; PERNAMBUCO, 2020). A pesquisadora manteve higienização das próprias mãos e das mãos dos pacientes por lavagem e também uso de álcool 70. Visando maior segurança foi agendado 3 pacientes por período nas três primeiras semanas de junho/2021 com intervalo mínimo de 30 minutos para higienização do material utilizado e 1 paciente por período da última semana de junho até setembro/2021.

4.4.1 Casuística – pacientes laringectomizados totais

Todos os pacientes que haviam recebido alta médica e estavam inscritos para reabilitação da comunicação oral junto ao serviço de Fonoaudiologia do Setor de Cabeça e Pescoço, 41 indivíduos (9 mulheres e 32 homens), eram elegíveis a participar da pesquisa. Diante disso, fez-se contato telefônico com pacientes e/ou familiares visando convidá-los às atividades. Convidou-se indivíduos que tinham consulta médica agendada no hospital nas quartas-feiras de manhã e que afirmaram estar imunizados com duas doses de vacina contra a Covid-19 e se disponibilizaram a estar no hospital durante o dia da semana selecionado para a coleta, no período matinal. Durante os contatos telefônicos reforçou-se os cuidados frente a pandemia da Covid-19 e firmou-se que participar ou não da pesquisa, não interferiria no seguimento do tratamento realizado pelo hospital.

Assim, seguindo-se os procedimentos, reforçando e respeitando os casos individuais e autonomia dos pacientes, aceitaram participar dos procedimentos 20 laringectomizados totais (4 mulheres e 16 homens). Emissões desses indivíduos foram submetidas a julgamento

perceptivo-auditivo prévio realizado pela presente pesquisadora, sendo aplicado como critério de inclusão a articulação e inteligibilidade de fala preservadas. Foram critérios de exclusão a rigidez tecidual que impedia a propagação do som eletrolaríngeo e fazia com que esse som fosse refletido resultando em excessivo ruído de fundo mascarando a emissão; a articulação travada e/ou imprecisa devido à rigidez tecidual ou fatores variados vinculados ao tratamento do câncer, idade e condição de saúde do indivíduo.

Seguindo os critérios de inclusão e exclusão, foram incluídas na amostra de fala laríngea gravações de 10 laringectomizados totais: 1 mulher e 9 homens com idade de 58 a 77 anos ($\bar{X}=68,40$ anos \pm 6,68), todos falantes nativos do português brasileiro, residentes no interior do estado de São Paulo – Brasil. O diagrama da **Figura 15** ilustra o processo de inclusão dos participantes na pesquisa e a **Tabela 4** apresenta as características da amostra.

Figura 15 – Distribuição dos laringectomizados totais e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão

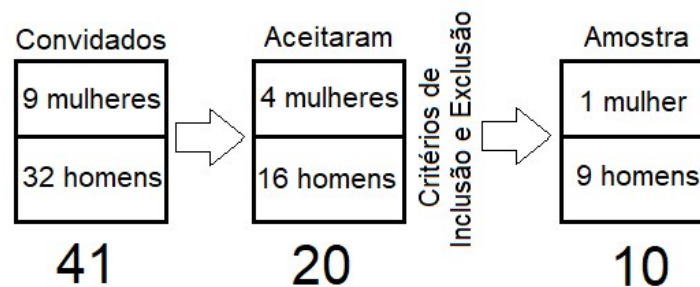


Tabela 4 – Características dos 10 pacientes laringectomizados totais participantes da pesquisa

	Mulher		Homens	
	Idosa	Meia-Idade	Idosos	
N	1	1	8	
Mínimo	60	58	63	
Máximo	60	58	77	
Média	60	58	70,75	
DP	0	0	\pm 5,06	

Os pacientes possuíam diferentes condições de comunicação: a mulher idosa não era reabilitada de comunicação oral por meio da voz alaríngea, o homem de meia-idade era falante esofágico e os oito homens idosos se dividiam em 7 indivíduos reabilitados de comunicação oral com eletrolarínge e 1 falante esofágico. Devido a isto, todos os indivíduos foram treinados a utilizar a eletrolarínge e fazer as emissões, tendo sido observada boa qualidade sonora e inteligibilidade de fala.

4.4.2 Procedimentos realizados com os pacientes laringectomizados totais

No dia agendado para as atividades da pesquisa, cada voluntário laringectomizado total realizou a seguinte sequência de procedimentos (**Apêndice C**):

- Anamnese: foram obtidos a data de nascimento e idade. Também informações relacionadas a qualidade articulatória.

- Questionário de Qualidade de Vida e Voz - QVV (GASPARINI; BEHLAU, 2007): composto por 10 questões em que os pacientes deveriam dizer, a partir da experiência de comunicação que possuem, o quanto cada situação apresentada consistia em um problema em suas vidas (**Anexo E**).

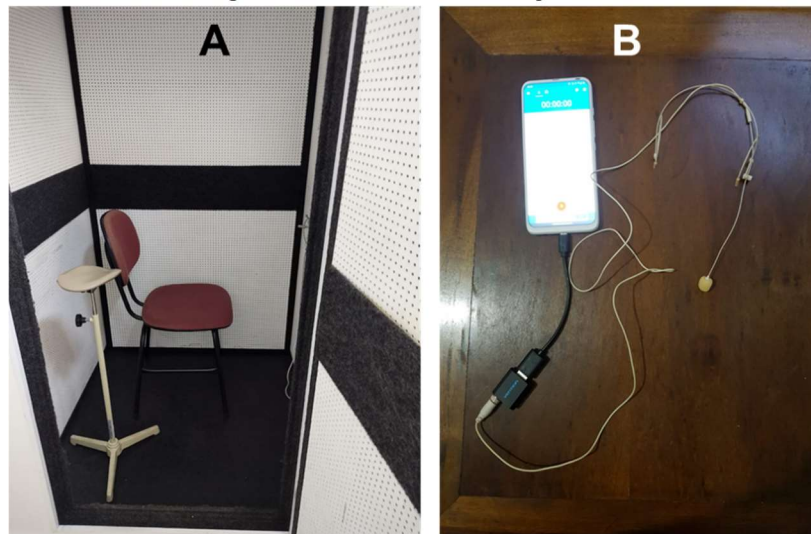
- Gravação de fala eletrolaríngea: Todos participantes foram treinados a realizar as emissões do protocolo com eletrolaringe.

- Escolha da sonoridade preferencial: Após a etapa de gravação, as emissões com equipamento modificado e convencional foram randomizadas e cada voluntário convidado a ouvi-las e escolher a sonoridade de sua preferência.

4.4.2.1 Protocolo de gravação com os participantes laringectomizados totais

As gravações foram realizadas individualmente dentro de cabine acusticamente tratada para evitar o efeito de reverberação e superfícies refletoras (**Figura 16**). As emissões foram captadas com microfone *headset* Karsect Ht3a P2 (KARSECT, 2021) posicionado a 5 cm de distância da boca do participante e a um eixo de 45° a 90°. O microfone estava conectado a uma placa de som USB Vention (VENTION, 2021), ligada a um *smartphone* Motorola One Fusion Plus (MOTOROLA, 2021). A gravação foi realizada com taxa de amostragem de 44100 Hz pelo aplicativo AudioRec (AC SMART STUDIO, 2021).

Figura 16 - Procedimentos de gravação



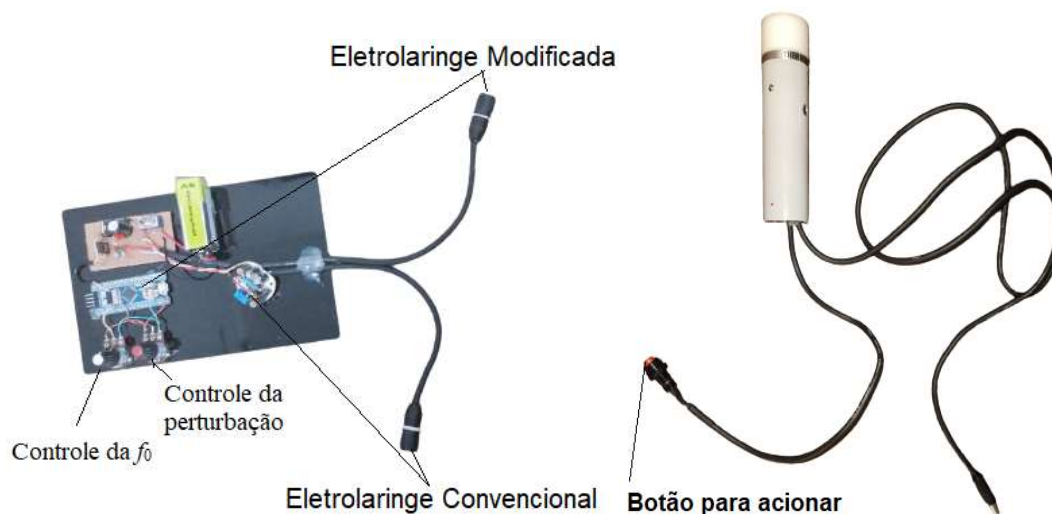
A: Vista interna da cabine acústica. **B:** Microfone Karsect conectado à placa de som Vention e ao Smartphone.

As emissões consistiam nas vogais /a/ e /ε/ sustentadas, fala encadeada (contagem de 1 a 10) e leitura de frases do “*Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice*” - CAPE-V (BEHLAU, 2003) (**Anexo C**), com duas diferentes condições:

- Eletrolaringe Modificada, com perturbação da f_0 e ajustada para cada voluntário conforme média de valores de f_0 extraídos dos falantes laríngeos participantes da pesquisa, em função do sexo e faixa etária.
- Eletrolaringe Convencional

As emissões foram realizadas utilizando-se um protótipo de eletrolaringe desenvolvido pela equipe de Engenharia do Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM-CNPq). Este protótipo (**Figura 17**) tornou possível acoplar o mesmo equipamento ao circuito da eletrolaringe com modificações acústicas, com controle que permitia o ajuste de valor de f_0 (69 a 248 Hz) e variação do período proporcional à resistência do potenciômetro, podendo variar esse valor de 0 a 13,5%, ajustado para a quantidade de perturbação compatível a medidas de *jitter* de 0,3% a 0,5%; e ao circuito da eletrolaringe convencional. Para as emissões, a pesquisadora realizava sorteio a fim de selecionar a sequência de ajustes do protótipo para as gravações com cada participante, de forma que esse não soubesse a diferença entre os ajustes realizados.

Figura 17 - Protótipo para eletrolaringe com controles de f_0 e de perturbação da f_0 .



4.4.3 Julgamento perceptivo-auditivo – emissões eletrolaríngeas

A amostra analisada consistiu de 10 arquivos de áudio e mais 3 (30%) de repetição a fim de averiguar a confiabilidade intra-avaliadora. Em cada áudio havia a descrição do sexo e faixa etária do falante, além de duas sequências de emissão realizadas pelo mesmo voluntário: Emissão A e Emissão B, cada qual composta por contagem de 1 a 10.

Utilizou-se contagem para julgamento perceptivo-auditivo, visto que devido ao tratamento do câncer e alterações teciduais, vários voluntários laringectomizados totais não conseguiam sustentar as emissões das vogais. Também haviam pacientes com dificuldade de leitura, o que prejudicava a fluência da fala e interferia na percepção auditiva da qualidade da voz. Essas emissões foram realizadas com eletrolaringe modificada e eletrolaringe convencional randomizadas.

Para averiguar a qualidade sonora das emissões eletrolaríngeas, contou-se com um total de 11 fonoaudiólogas com idade de 31 a 50 anos ($\bar{x}= 42,9$ anos $\pm 7,00$), tempo de experiência na área de voz variando de 2 a 25 anos ($\bar{x}= 14,27$ anos $\pm 7,45$). A análise realizada foi “cega”, ou seja, não foram fornecidas informações às juízas sobre as características acústicas vinculadas ao equipamento utilizado.

O protocolo para análise da qualidade da fala eletrolaríngea foi qualitativo. Neste sentido, conforme disponibilizado no **Apêndice D**, a cada áudio ouvido a juíza deveria assinalar se a melhor emissão era a A, ou se era a B, ou ainda se não havia diferença entre elas. Ao assinalar a emissão preferencial, era solicitado que a avaliadora justificasse sua escolha

assinalando se era devido a maior naturalidade, maior inteligibilidade, maior adequação para sexo e idade e/ou menor interferência do ruído de fundo.

As fonoaudiólogas receberam orientações em relação aos parâmetros em análise. Foi esclarecido que sempre analisassem a melhor emissão tendo como base de comparação a outra emissão do mesmo paciente: constante no mesmo arquivo de áudio. Orientou-se ainda que a emissão considerada mais natural seria a mais parecida com voz humana; a mais inteligível a mais facilmente compreendida pelo ouvinte; a com menor interferência do ruído de fundo, aquela que o ruído do equipamento mascarasse menos o sinal de fala; a mais adequada para o sexo e idade, a que se aproximasse mais das características esperadas para uma voz considerada normal pertencente a um indivíduo da população que pertencesse ao mesmo sexo e faixa etária do laringectomizado total que realizou a gravação.

As juízas realizaram o julgamento perceptivo-auditivo individualmente, em ambiente silencioso e com fone de ouvido que ocluía ambas as orelhas. Poderiam repetir o arquivo de áudio quantas vezes julgassem necessário. Havia a possibilidade de pausa entre as análises, a critério da avaliadora, a fim de evitar cansaço auditivo relacionado à audição de vozes alaríngeas.

Sequencialmente averiguou-se a confiabilidade intra avaliadora de cada juíza, a partir da porcentagem de concordância da avaliação dos 3 áudios repetidos da amostra. Finalmente, a verificação da confiabilidade interavaliadoras foi realizada a partir do pareamento das respostas fornecidas frente aos 10 arquivos de áudio com emissões eletrolaríngeas, com o teste Kappa de Fleiss. O referido teste resulta em valores, os quais podem ser classificados conforme apresentados na **Tabela 5**.

Tabela 5: Valores do Coeficiente Kappa e classificação de confiabilidade

Coeficiente Kappa	Concordância
< 0,00	Fraco
0,00 – 0,20	Leve
0,21 – 0,40	Razoável
0,41 – 0,60	Moderado
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Quase perfeito

Fonte: Informações de Landis e Koch (1977)

Nesse sentido considerou-se para confiabilidade intra-avaliadora valores a partir de 0,61 - acordo substancial. Para a confiabilidade inter-avaliadoras verificou-se a combinação com o

maior número de fonoaudiólogas dentro da melhor concordância possível pelo Kappa, conforme escala de Landis e Koch (1977).

A **Tabela 6** apresenta a classificação de confiabilidade intra-avaliadoras das 11 Juízas participantes dessa etapa da pesquisa com base na proporção e acerto. Selecionou-se as fonoaudiólogas com a porcentagem de acertos dos áudios de sinal e repetição a partir de 0,66, considerado acordo substancial. Sequencialmente pareou-se o a escolha das Juízas quanto aos 10 áudios de emissões eletrolaríngeas (dados disponibilizados no Apêndice D) a fim de encontrar a combinação com o máximo de fonoaudiólogas e maior confiabilidade pelo Kappa. Ao excluir as juízas 5 e 11, que possuíam maior número de desvios em relação às suas pares, encontrou-se entre as fonoaudiólogas 1, 4, 6, 7, 8, 9 e 10 coeficiente Kappa de 0,424, considerado confiabilidade moderada.

Tabela 6 – Percentual de acerto das 11 juízas

Fonoaudiólogas		Áudios			% de Acerto
		p6	p10	p19	
Juíza 1	sinal	C	M	M	66%
	repetição	M	M	M	
Juíza 2	sinal	C	M	M	33%
	repetição	S	S	M	
Juíza 3	sinal	C	M	M	33%
	repetição	S	S	M	
Juíza 4	sinal	S	M	M	100%
	repetição	S	M	M	
Juíza 5	sinal	S	S	M	66%
	repetição	S	M	M	
Juíza 6	sinal	S	M	M	100%
	repetição	S	M	M	
Juíza 7	sinal	C	M	M	100%
	repetição	C	M	M	
Juíza 8	sinal	S	M	M	66%
	repetição	S	S	M	
Juíza 9	sinal	S	M	M	100%
	repetição	S	M	M	
Juíza 10	sinal	M	S	M	66%
	repetição	M	M	M	
Juíza 11	sinal	M	M	M	66%
	repetição	C	M	M	

* C: Convencional, S: Sem Diferença e M:Modificada.

5 RESULTADOS

5.1 ETAPA 1: Valores dos parâmetros acústicos de fonte e filtro

As médias e desvio padrão da f_0 , formantes e larguras de banda extraídos das vogais /a/ sustentadas emitidas pelos 162 falantes laríngeos em função do sexo e da faixa etária são apresentados nas **Tabelas 7 e 8**. As medidas individuais referentes à análise acústica feita a partir da emissão de cada participante da pesquisa encontram-se disponibilizados no **Apêndice B**.

Tabela 7 – Média de valores de f_0 , formantes e larguras de banda da vogal /a/ sustentada emitida por mulheres adultas jovens, de meia-idade e idosas

Parâmetros (Hz)	Mulheres			
	Jovens n= 28	Meia-idade n= 27	Idosas n= 23	
Frequência Fundamental	f_0	197 ± 25	181 ± 20	175 ± 15
Frequências Formantes	F_1	906 ± 127	912 ± 85	855 ± 75
	F_2	1603 ± 135	1560 ± 133	1476 ± 103
	F_3	2915 ± 262	2798 ± 204	2855 ± 311
	F_4	4003 ± 301	3842 ± 256	3979 ± 364
Larguras de Banda	B_1	209 ± 98	228 ± 103	205 ± 73
	B_2	246 ± 59	228 ± 72	211 ± 51
	B_3	270 ± 73	259 ± 84	241 ± 73
	B_4	345 ± 87	319 ± 89	308 ± 89

Tabela 8 - Média de valores de f_0 , formantes e larguras de banda da vogal /a/ sustentada emitida por homens adultos jovens, de meia-idade e idosos

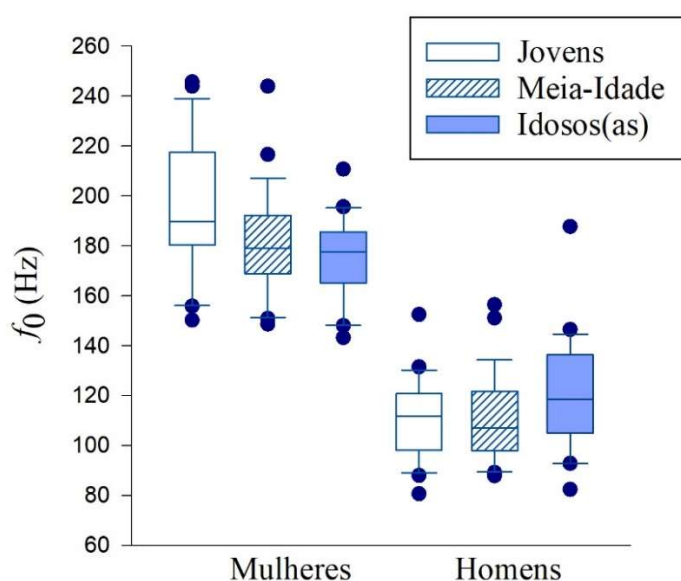
Parâmetros (Hz)	HOMENS			
	Jovens n= 29	Meia-idade n= 27	Idosos n= 28	
Frequência Fundamental	f_0	110 ± 16	110 ± 16	119 ± 21
Frequências Formantes	F_1	724 ± 90	734 ± 60	719 ± 68
	F_2	1309 ± 101	1296 ± 69	1288 ± 112
	F_3	2484 ± 198	2500 ± 220	2547 ± 236
	F_4	3619 ± 320	3633 ± 345	3604 ± 264
Larguras de Banda	B_1	144 ± 63	124 ± 67	140 ± 80
	B_2	163 ± 60	137 ± 65	157 ± 67
	B_3	290 ± 114	229 ± 90	234 ± 79
	B_4	313 ± 90	297 ± 99	310 ± 81

5.1.1 Comparação dos parâmetros em função do sexo e faixa etária

5.1.1.1 Frequência fundamental

A **Figura 18** mostra os valores de f_0 extraídos das vogais /a/ sustentadas produzidas pelos 162 falantes laríngeos para ambos os sexos (mulheres e homens) em função da idade. Os testes estatísticos aplicados a esses valores são apresentados na **Tabela 9**.

Figura 18 - Comparação dos valores de f_0 da vogal sustentada /a/ retratada para ambos os sexos (mulheres e homens) apresentados em função da idade



As barras de erro apresentam os valores de mínimo, quartil inferior, mediana, quartil superior e máximo.

Tabela 9– Testes estatístico aplicados às medidas acústicas de f_0

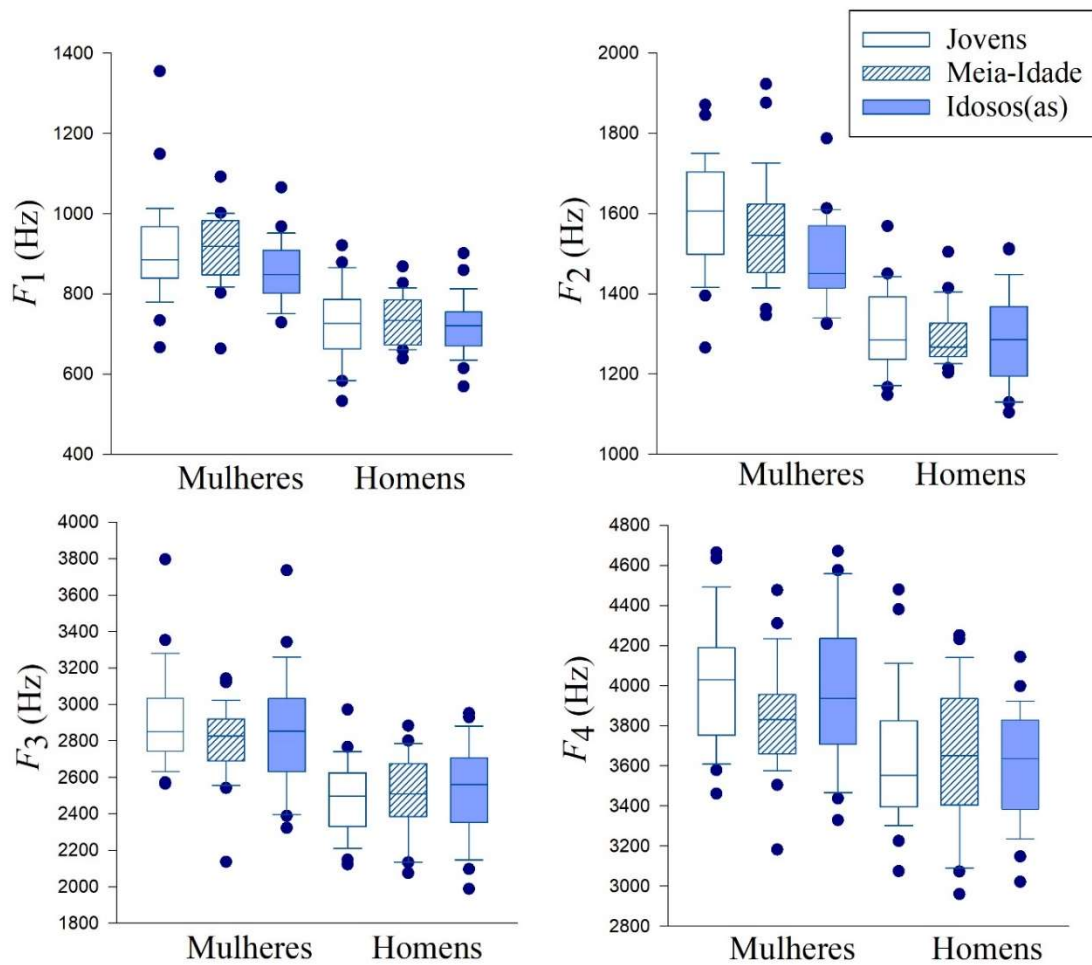
Comparações	Shapiro-Wilks	Teste	p valor
Mulheres			
Jovens - Meia-Idade			0,026*
Jovens – Idosas	0,599	Anova	0,002*
Meia-Idade – Idosas			0,599
Homem			
Jovens - Meia-Idade			0,970
Jovens – Idosos	0,016	Kruskal-Wallis	0,250
Meia-Idade – Idosos			0,171
Mulheres x Homens			
Jovens	0,563	T-student	< 0,001*
Meia-Idade	0,019	Wilcoxon	< 0,001*
Idosos(as)	0,127	T-student	< 0,001*

*Significância estatística: $p < 0,05$.

5.1.1.2 Freqüências formantes

A distribuição dos valores de F_1 , F_2 , F_3 e F_4 extraídos das gravações de vogal /a/ sustentada emitidas pelos 162 falantes laríngeos encontram-se representados graficamente para ambos os sexos (mulheres e homens) em função da idade na **Figura 19**. A **Tabela 10** mostra os resultados estatísticos relacionados.

Figura 19 - Comparação dos valores de F_1 , F_2 , F_3 e F_4 da vogal sustentada /a/ representada para ambos os sexos (mulheres, homens) apresentados em função da idade



As barras de erro apresentam os valores de mínimo, quartil inferior, mediana, quartil superior e máximo.

Tabela 10 – Testes estatísticos de comparação aplicados às frequências de formantes

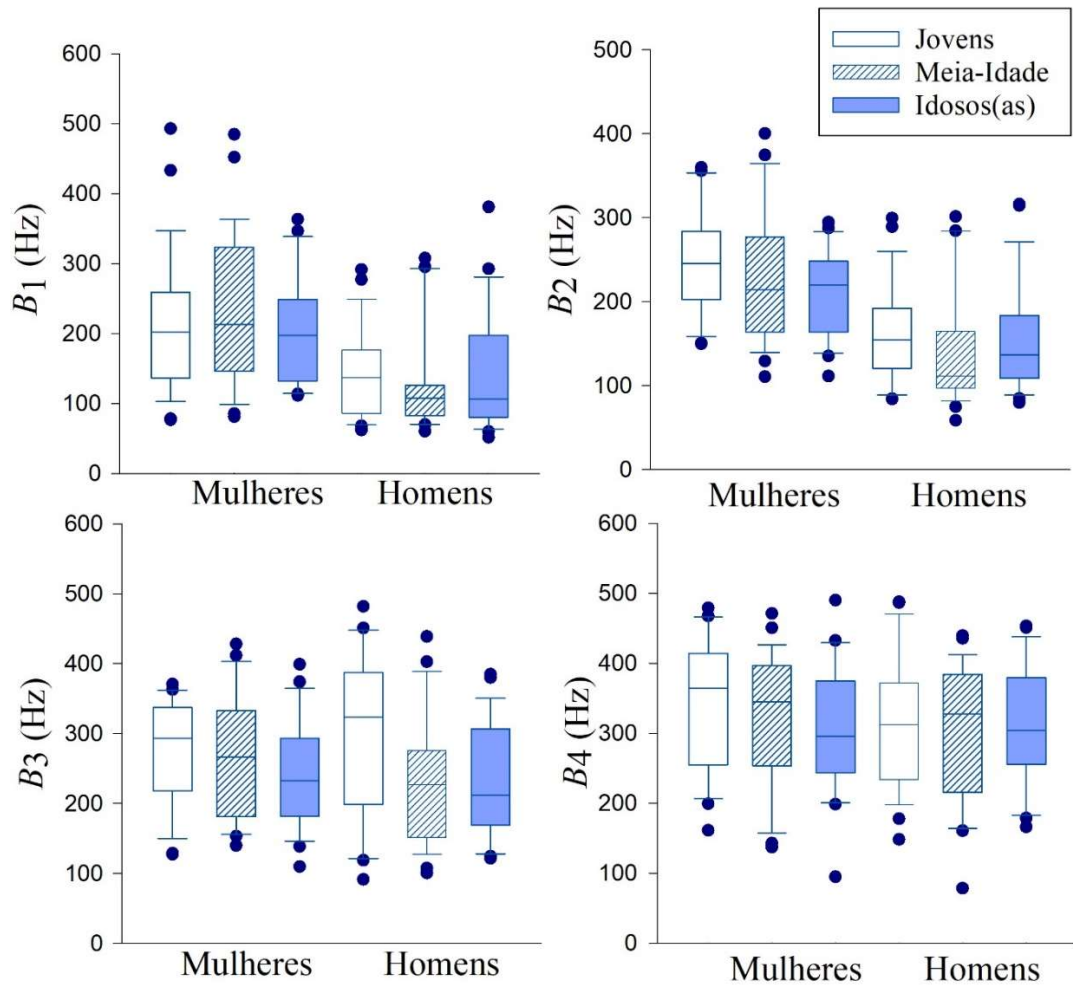
Comparações		F₁	F₂	F₃	F₄
Mulheres					
	S-W	<0,001	<0,001	0,008	0,345
	Teste	Kruskal-Wallis	Kruskal-Wallis	Kruskal-Wallis	Anova
Jovens - Meia-Idade	P	0,675	0,368	0,435	0,145
Jovens – Idosas	P	0,202	0,001*	0,863	0,958
Meia-Idade – Idosas	P	0,033*	0,074	0,788	0,281
Homem					
	S-W	<0,001	<0,001	0,599	0,678
	Teste	Kruskal-Wallis	Kruskal-Wallis	Anova	Anova
Jovens - Meia-Idade	P	0,915	0,879	0,847	0,985
Jovens – Idosos	P	0,890	0,754	0,431	0,981
Meia-Idade – Idosos	P	0,673	0,972	0,779	0,937
Mulheres x Homens					
Jovens					
	S-W	0,003	0,548	0,005	0,042
	Teste	Wilcoxon	T-student	Wilcoxon	Wilcoxon
	P	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*
Meia-Idade					
	S-W	<0,001	<0,001	0,134	0,729
	Teste	Wilcoxon	Wilcoxon	T-student	T-student
	P	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,01*
Idosos(as)					
	S-W	<0,001	<0,001	0,222	0,942
	Teste	Wilcoxon	Wilcoxon	T-student	T-student
	P	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

S-W: Shapiro-Wilk. *Significância estatística: p<0,05

5.1.1.3 Larguras de banda

A distribuição dos valores de B_1 , B_2 , B_3 e B_4 extraídos das gravações de vogal /a/ sustentada emitidas pelos 162 falantes laríngeos encontram-se representados graficamente para ambos os sexos (mulheres e homens) em função da idade na **Figura 20**. A **Tabela 11** mostra os resultados estatísticos relacionados.

Figura 20 – Distribuição dos valores de B_1, B_2, B_3 e B_4 extraídos da vogal sustentada /a/ representada para ambos os sexos (homens, mulheres) em função da idade



As barras de erro apresentam os valores de mínimo, quartil inferior, mediana, quartil superior e máximo.

Tabela 11 – Testes estatísticos de comparação aplicados às medidas de larguras de banda

Comparações		B₁	B₂	B₃	B₄
Mulheres					
	S-W	0,002	0,297	0,203	0,123
	Teste	Kruskal-Wallis	Anova	Anova	Anova
Jovens - Meia-Idade	P	0,735	0,531	0,877	0,538
Jovens – Idosas	P	0,987	0,120	0,402	0,312
Meia-Idade – Idosas	P	0,840	0,608	0,691	0,898
Homem					
	S-W	<0,001	<0,001	0,057	0,128
	Teste	Kruskal-Wallis	Kruskal-Wallis	Anova	Anova
Jovens - Meia-Idade	P	0,35	0,096	0,059	0,801
Jovens – Idosos	P	0,646	0,787	0,080	0,990
Meia-Idade – Idosos	P	0,875	0,338	0,986	0,872
Mulheres x Homens					
Jovens					
	S-W	0,004	0,062	0,109	0,384
	Teste	Wilcoxon	T-student	T-student	T-student
	P	0,007*	<0,001*	0,43	0,1884
Meia-Idade					
	S-W	<0,001	<0,001	0,014	0,020
	Teste	Wilcoxon	Wilcoxon	Wilcoxon	Wilcoxon
	P	<0,001*	<0,001*	0,137	0,514
Idosos(as)					
	S-W	<0,001	0,015	0,075	0,848
	Teste	Wilcoxon	Wilcoxon	T-student	T-student
	P	0,001*	0,001*	0,746	0,928

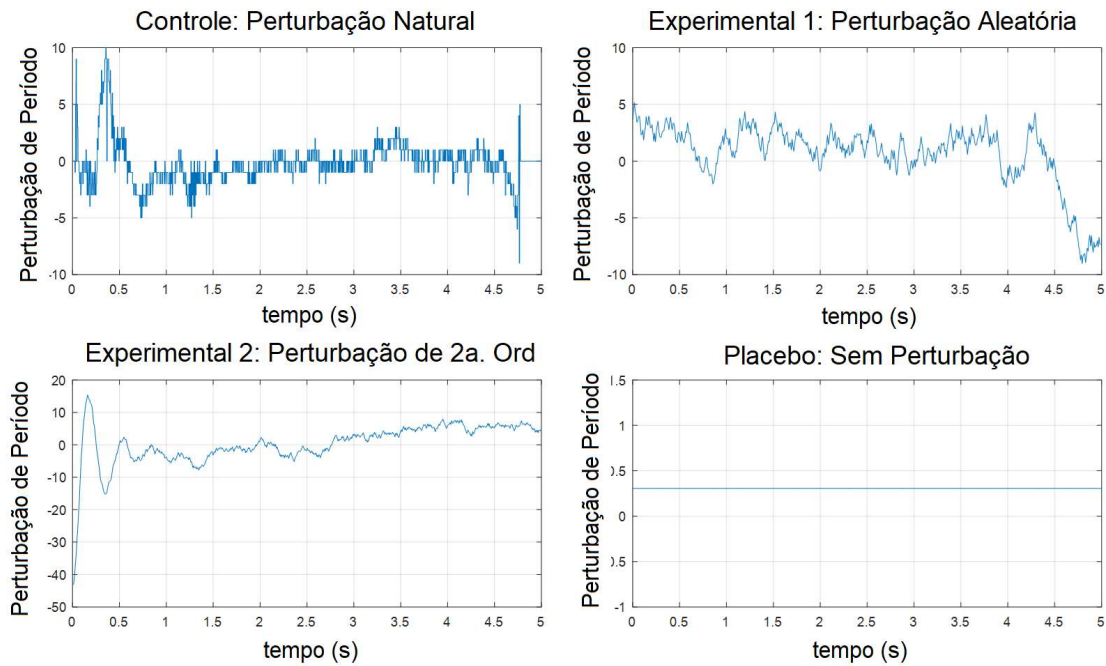
S-W: Shapiro-Wilk. *Significância estatística: $p < 0,05$

5.2 ETAPA 2: Grau de naturalidade dos dois padrões de perturbação da f_0 selecionados

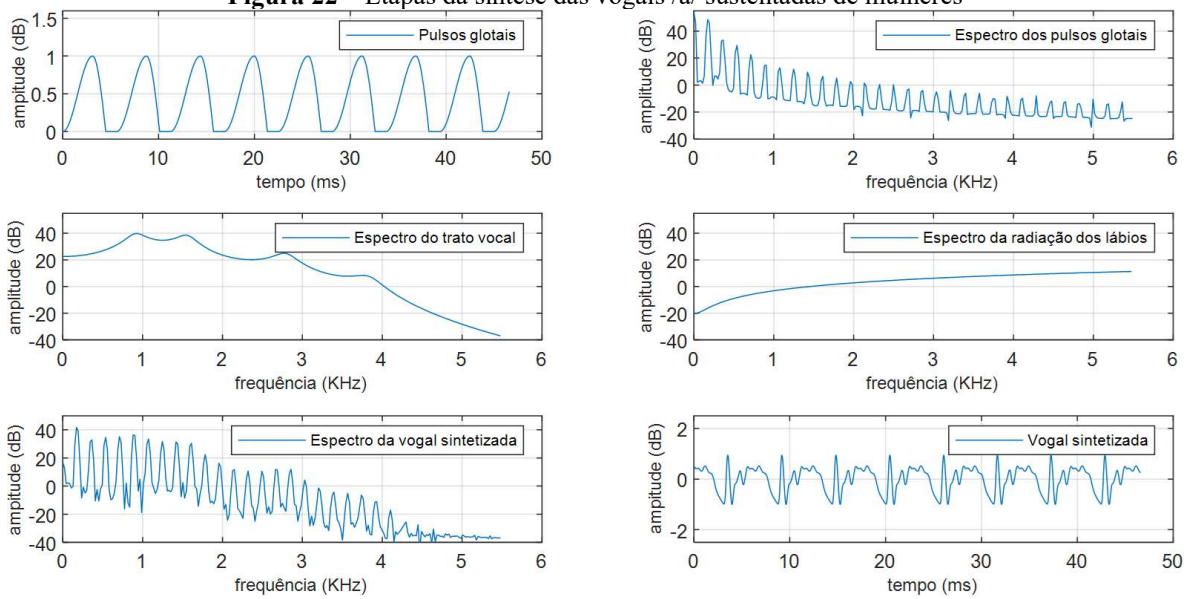
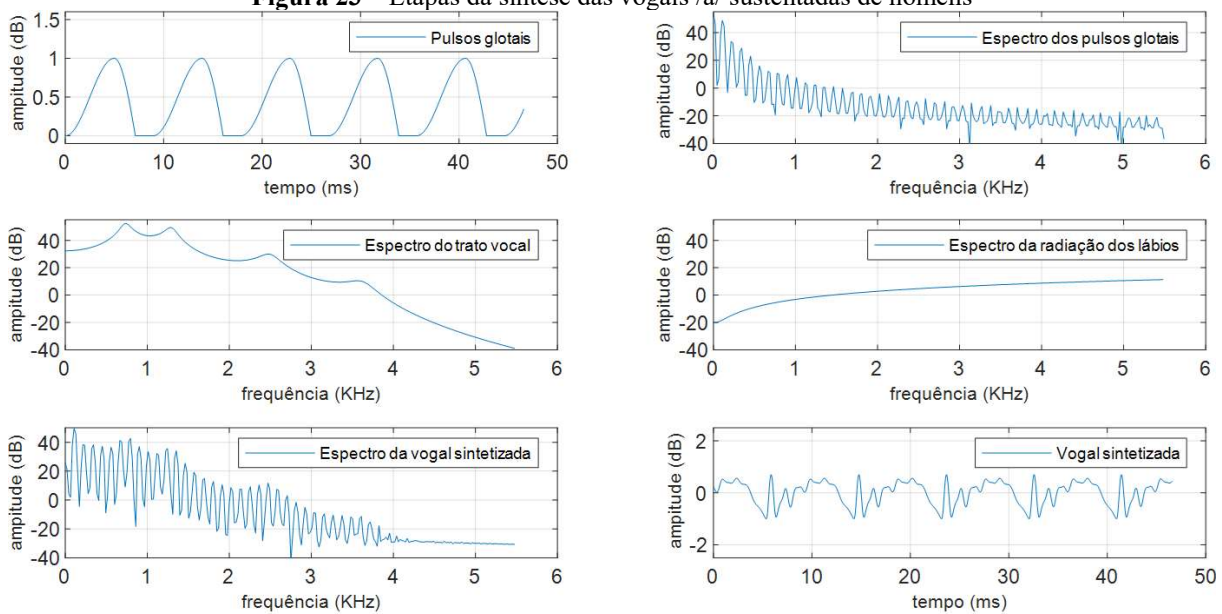
5.2.1 Síntese das vogais /a/ sustentadas

No processo de síntese foram produzidos 24 trens de impulsos, 4 com espaçamento dos impulsos unitários equivalente a cada um dos valores de média de f_0 apresentados nas **Tabelas 7 e 8**: mulher jovem, mulher de meia idade, mulher idosa, homem jovem, homem de meia idade e homem idoso. Esses trens de impulsos foram igualmente distribuídos entre 4 padrões de perturbação da f_0 : humano, aleatório, de segunda ordem e sem perturbação, conforme apresentados na **Figura 21**.

Figura 21 – Padrões de perturbação da f_0



A adição da perturbação na f_0 gerou variação no espaçamento localizado entre os impulsos unitários. Esses trens de impulsos foram utilizados como entrada para o filtro glotal, resultando no fluxo glotal. Sequencialmente, houve a convolução com o filtro de trato vocal, elaborado conforme valores de média de formantes e larguras de banda em função do sexo e faixa etária apresentados nas **Tabelas 7 e 8**. Depois, o sinal foi filtrado pelo modelo de radiação de lábios. Após estas etapas, é possível notar picos de ressonância no espectro de saída e então, ao voltar para o domínio do tempo, observa-se o sinal de vogal /a/ sustentada sintetizada. As **Figuras 22 e 23** apresentam as etapas de síntese de vogal a partir de valores dos parâmetros de fonte e filtro obtidos de amostra de mulheres e de amostra de homens.

Figura 22 – Etapas da síntese das vogais /a/ sustentadas de mulheres**Figura 23** – Etapas da síntese das vogais /a/ sustentadas de homens

5.2.2 Desempenho de diferentes padrões de perturbação da f_0 no grau de naturalidade de vogais sintetizadas

A **Tabela 12** apresenta o grau de naturalidade das 24 vogais sustentadas sintetizadas em função do padrão de perturbação da f_0 utilizado na síntese. Este parâmetro foi calculado como a média dos escores fornecidos pelas juízas A, B e C.

Tabela 12 – Grau de naturalidade das 24 vogais /a/ sustentadas sintetizadas, em função do padrão de perturbação da f_0

Categoria	Grau de Naturalidade			
	Pert. Humana Controle	Aleatória Exp. 1	2 ^a . Ordem Exp. 2	Sem Perturbação Placebo
Mulher				
Jovem	84,9 ±17,6	54,4 ±38,2	73,5 ±25,5	0,2 ±0,3
Meia-idade	87,0 ±7,3	56,7 ±9,3	73,7 ±10,3	0,1 ±0,2
Idosa	88,3 ±6,9	77,2 ±24,9	61,3 ±24,9	0,0 ±0,0
Homem				
Jovem	87,2 ±16,4	84,1 ±7,2	87,3 ±11,2	4,9 ±4,7
Meia-idade	81,5 ±17,9	56,7 ±9,3	77,1 ±14,4	3,9 ±6,5
Idoso	90,9 ±8,0	86,0 ±6,9	76,4 ±23,9	4,2 ±7,3
Total	86,5 ±11,5	69,1 ±21,6	74,8 ±19,7	2,2 ±4,3

Comparou-se o conjunto de escores de naturalidade fornecidos pelas juízas A, B e C para as vogais sintetizadas, apresentados no **Apêndice B**, em função do padrão de perturbação da f_0 utilizado na síntese. Os resultados encontram-se ilustrados na **Figura 24** e os dados estatísticos na **Tabela 13**.

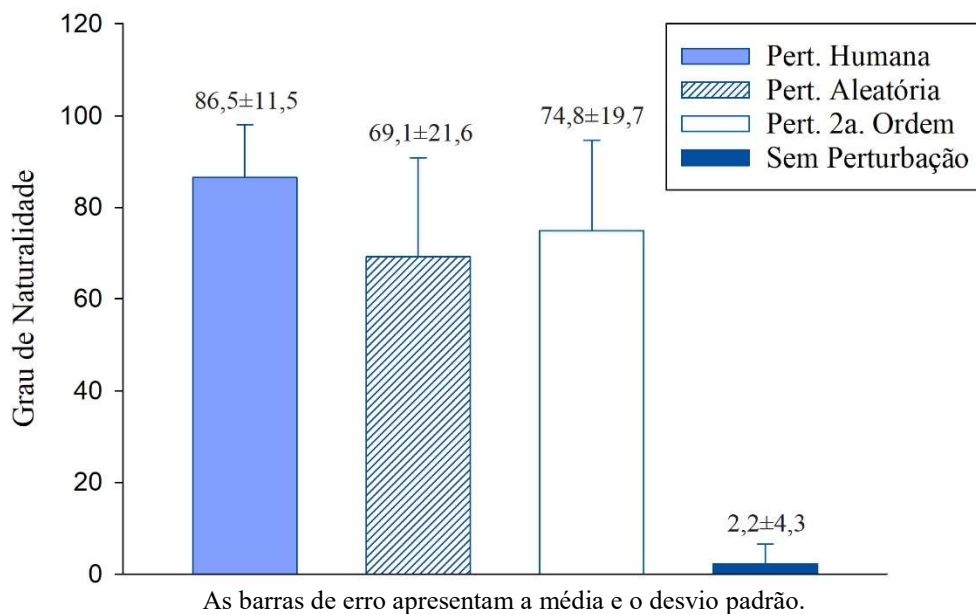
Figura 24: Comparação do grau de naturalidade das 24 vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação da f_0 

Tabela 13 – Comparação do grau de naturalidade das 24 vogais /a/ sustentadas sintetizadas em função do padrão de perturbação

Comparações	Shapiro-Wilk	Teste	p valor
Humana - 2a. Ordem			0,518
Humana - Aleatória			0,179
Humana - Sem Perturbação	<0,001	Kruskal-Wallis	< 0,001*
2a. Ordem - Aleatória			0,914
2a. Ordem - Sem Perturbação			< 0,001*
Aleatória - Sem Perturbação			< 0,001*

*Significância estatística: $p < 0,05$

A **Figura 25** apresenta a comparação dos padrões de perturbação da f_0 em função das categorias de Fonte e Filtro utilizadas na síntese. Para efetivar esta comparação, utilizou-se como base o grau de naturalidade fornecido pelas juízas A, B e C para vogais sintetizadas com parâmetros de mulheres e homens de diferentes faixas etárias. A **Tabela 14** mostra os resultados estatísticos.

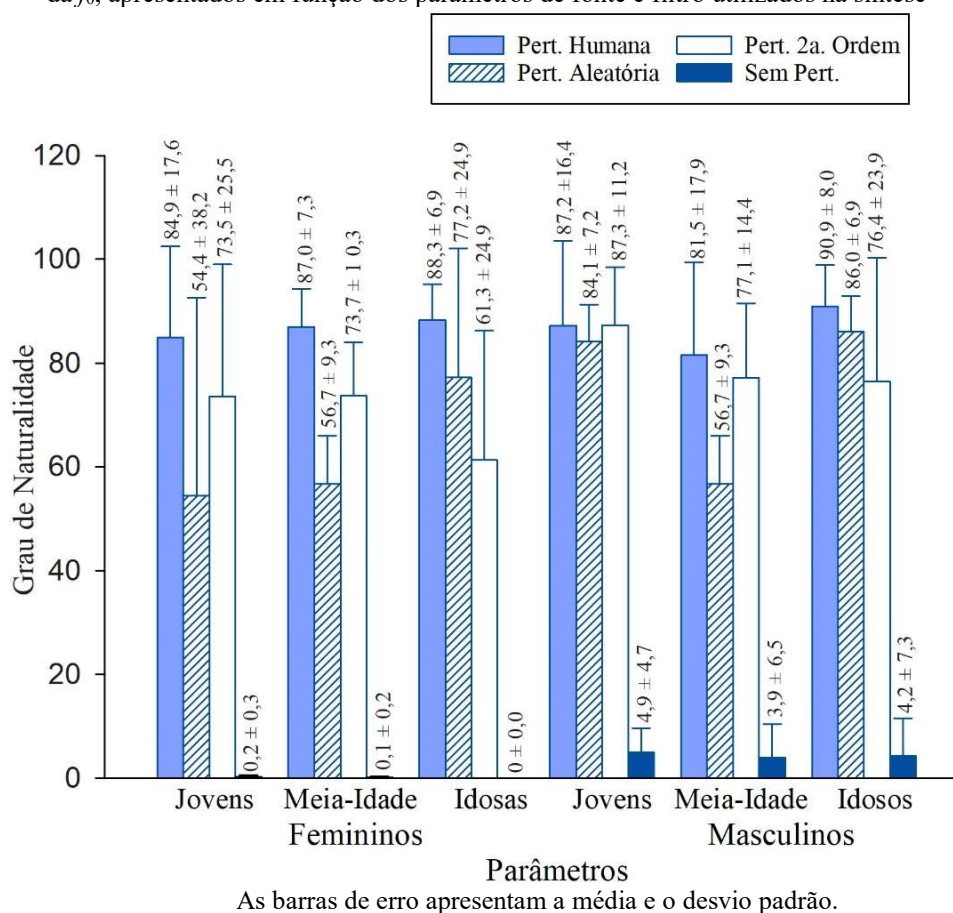
Figura 25 - Comparação do grau de naturalidade de vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação da f_0 , apresentados em função dos parâmetros de fonte e filtro utilizados na síntese

Tabela 14– Comparação do grau de naturalidade de vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação da f_0 , apresentados em função dos parâmetros de fonte e filtro utilizados na síntese

Comparações	Femininos			Mascullinos		
	Jovem	Meia-Idade	Idosa	Jovem	Meia-Idade	Idoso
Humana - 2a. Ordem	0,938	0,239	0,454	0,999	0,972	0,627
Humana - Aleatória	0,470	0,006*	0,916	0,983	0,158	0,821
2a. Ord. - Aleatória	0,779	0,106	0,798	0,981	0,279	0,982
Humana - Sem Pert.	0,012*	< 0,001*	0,004*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*
2a. Ord. - Sem Pert.	0,026*	< 0,001*	0,032*	< 0,001*	< 0,001*	< 0,001*
Aleatória - Sem Pert.	0,105	< 0,001*	0,009*	< 0,001*	0,004*	< 0,001*
Shapiro-Wilk	0,839	0,325	0,087	0,700	0,603	0,519

Teste Estatístico: Anova. *Significância estatística: $p < 0,05$

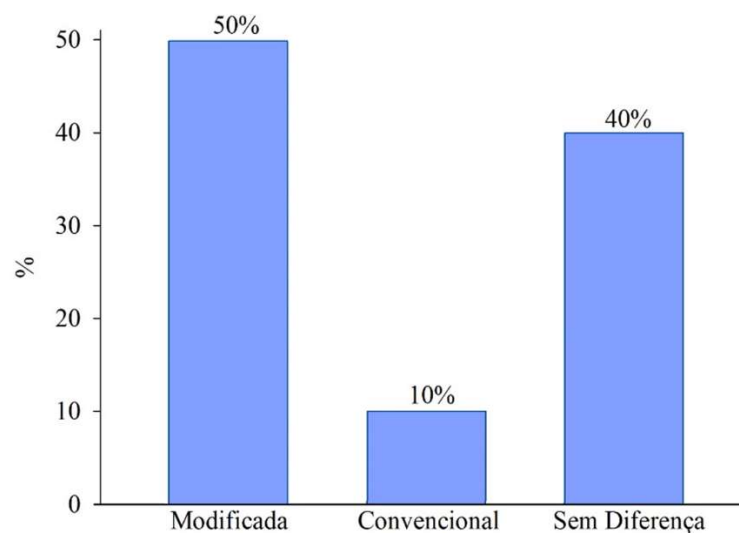
5.3 ETAPA 3: Impacto de modificações acústicas na qualidade sonora da eletrolaringe

5.3.1 Sonoridade escolhida pelos pacientes laringectomizados totais

Para as gravações, o equipamento modificado foi ajustado para 175 Hz para a mulher idosa, 110 Hz para o homem de meia-idade e 119 Hz para os homens idosos. Na eletrolaringe convencional foram utilizadas as configurações vindas de fábrica, cuja f_0 era 120 Hz.

A **Figura 26** apresenta a sonoridade escolhida pelos 10 participantes laringectomizados totais frente à comparação entre a eletrolaringe modificada e a convencional.

Figura 26 – Sonoridade preferida pelos pacientes laringectomizados totais



Ao ouvir as próprias emissões randomizadas, dos 10 pacientes laringectomizados totais participantes, 5 escolheram como melhor a sonoridade a emissão que havia sido realizada com a eletrolaringe modificada, dentre eles a mulher idosa; 1 selecionou a sonoridade da eletrolaringe convencional, sendo o homem de meia-idade; e 4 disseram não haver diferença entre as sonoridades.

Na **Tabela 15** é apresentada a sonoridade preferida pelos voluntários laringectomizados totais em função das características individuais.

Tabela 15 – Sonoridade preferida pelos pacientes laringectomizados totais em função das características individuais

Características da Amostra	Preferência			Total n=10 (100%)	
	Modificada	Convencional	Sem Diferença		
	n=5 (50%)	n=1 (10%)	n= 4 (40%)		
Sexo e Faixa etária	Mulher Idosa	1	0	0	1
	Homem Meia-idade	0	0	1	1
	Idoso	4	1	3	8
QVV	Escore Total	57,91 ±30,63	52, 5	78,12 ±13,90	66 ±26,35
	Funcionamento Físico	59,02 ±32,53	45,83	72,92 ±12,95	64,58 ±26,37
	Socioemocional	54,16 ±34,38	50	89,06±14,76	68,12 ±32,46

Complementarmente às informações apresentadas na **Tabela 17**, os 4 voluntários que disseram não haver diferença entre a eletrolaringe modificada e a convencional são reabilitados de comunicação oral, sendo 3 com eletrolaringe e 1 por voz esofágica. Afirmaram preferir a sonoridade do método que utilizam no dia a dia, por considerar como sendo suas vozes.

5.3.2 Julgamento perceptivo-auditivo de emissões eletrolaríngeas

A **Tabela 16** apresenta a distribuição de sonoridades escolhidas pelas juízas ao realizar julgamento perceptivo-auditivo “cego” das emissões feitas pelos 10 participantes laringectomizados totais com o equipamento modificado e o convencional.

Tabela 16 – Distribuição das sonoridades escolhidas pelas fonoaudiólogas ao avaliarem as emissões dos 10 participantes laringectomizados totais

Fonoaudiólogas	Sonoridade Escolhida		
	Modificada	Convencional	Sem Diferença
Juíza 1	8	2	0
Juíza 4	8	1	1
Juíza 6	9	1	0
Juíza 7	7	3	0
Juíza 8	7	1	2
Juíza 9	6	1	3
Juíza 10	8	1	1

A **Tabela 17** apresenta a distribuição dos motivos apontados pelas fonoaudiólogas, relacionados a suas escolhas.

Tabela 17 – Distribuição dos motivos apontados pelas fonoaudiólogas como relacionados a sonoridade preferencial

Juíza	Inteligibilidade		Menor Ruído Adicional		Adequada p/ Sexo e Idade		Naturalidade	
	Mod	Conv	Mod	Conv	Mod	Conv	Mod	Conv
1	6	2	3	1	1	0	3	0
4	2	1	6	0	2	0	0	0
6	3	0	6	0	0	0	3	0
7	1	0	5	3	3	1	0	3
8	6	0	4	0	1	0	4	0
9	1	0	4	0	1	0	4	0
10	4	0	4	0	1	0	6	0

6 DISCUSSÃO

6.1 ETAPA 1: Parâmetros de fonte e filtro

A partir dos valores de f_0 , formantes e larguras de banda extraídos de sinais das vogais /a/ sustentadas emitida pelos 162 falantes laríngeos com voz normal, calculou-se os valores médios que se encontram apresentados nas **Tabelas 7 e 8**. Ao contrastar as médias de f_0 com a literatura, observou-se que todos os grupos organizados em função do sexo e faixa etária (ou seja, mulheres jovens, mulheres de meia-idade, mulheres idosas, homens jovens, homens de meia-idade e homens idosos) foram próximos aos dos estudos de Torre e Barlow (2009), Eichhorn *et al.* (2018) e Viegas *et al.* (2019).

6.1.1 Frequência fundamental

No que se refere à comparação estatística de f_0 entre as faixas etárias (**Figura 18 e Tabela 9**), nas mulheres a média aferida nas jovens foi maior que a de mulheres de meia-idade e a de idosas. Nos homens, não foi encontrada diferença estatística ao comparar as diferentes faixas etárias, embora f_0 tenha valor absoluto ligeiramente maior em idosos. Esses dados estão de acordo com Torre e Barlow (2009), Eichhorn *et al.* (2018) e Albuquerque *et al.* (2020).

Ao investigar aspectos morfofuncionais que justificassem os achados, encontrou-se que tanto em homens como em mulheres ocorre enrijecimento de ligamentos (KAHANE, 1987); perda de massa muscular (LENELL; SANDAGE; JOHNSON, 2019) e afrouxamento da lâmina própria (KAHANE, 1987). No entanto, em mulheres, possivelmente devido a fatores hormonais essas modificações vêm acompanhadas de edema (ABITBOL; ABITBOL; ABITBOL, 1999; EADIE, 2000; LENELL; SANDAGE; JOHNSON, 2019) que gera aumento de massa das pregas vocais e, conseqüentemente, redução da f_0 (KAHANE, 1990). Nos homens é possível que as alterações advindas com o envelhecimento não resultem em mudanças aferíveis acusticamente, pois de acordo com Eichhorn *et al.* (2018) os homens tendem a realizar variações articulatórias que compensam as mudanças vocais.

6.1.2 Frequências formantes

As médias de F_1 e F_2 aferidos de gravações da vogal /a/ sustentada do idioma português brasileiro emitidas por mulheres e homens jovens participantes (**Tabelas 7 e 8**) foram próximos

dos descritos por Escudero *et al.* (2009). Na revisão de literatura realizada no presente trabalho não foram encontrados valores desses parâmetros para mulheres e homens de meia-idade e idosos.

Como apresentado na **Figura 19** e na **Tabela 10**, a análise estatística indicou que os valores de F_1 aferidos na presente amostra foram menores nas voluntárias idosas quando comparadas às de meia-idade. Também foi encontrado F_2 menor em idosas ao compará-las às mulheres jovens. Similarmente, Eichhorn *et al.* (2018) e Torre e Barlow (2009) encontraram F_1 menor em mulheres idosas ao comparar com as outras faixa etárias. Em contrapartida, Tykalova *et al.* (2020) relataram F_1 e F_2 estáveis para a vogal /a/ sustentada emitida por mulheres e homens falantes nativos da língua tcheca. Importante reforçar que os valores de F_1 e F_2 foram estáveis ao comparar as faixas etárias dos homens participantes da presente pesquisa.

Sobre os aspectos morfofuncionais relacionados, Xue e Hao (2003) compararam valores de formantes a imagens do trato vocal realizadas por meio de ressonância magnética; referiram redução dos valores de F_1 e F_2 devido ao aumento do comprimento e do volume da cavidade oral na terceira idade. No que se refere ao envelhecimento da cavidade oral que possa vincular-se a esses achados, Kahane (1990) encontrou perda de massa muscular na língua decorrente de atrofia, com resultante redução das espessuras máximas e medianas em idosos ao comparar com adultos jovens. Também descreveu fraqueza dos músculos mastigatórios em decorrência de atrofia muscular dos músculos masseter e temporal e consequente redução da capacidade de elevar a mandíbula com o avanço da idade. Relatou ainda atrofia muscular, redução da vascularização e quebra das fibras colágenas dos músculos circum-orais, ocasionando redução do tônus e mudança da postura labial. Esses aspectos podem estar relacionados às observações de Xue e Hao (2003) e também aos presentes achados F_1 e F_2 em mulheres. No sexo masculino, há possibilidade dos ajustes articulatorios descritos por Eichhorn *et al.* (2018) compensar parte dessas modificações relacionadas com o envelhecimento.

Até onde sabemos, não existiam valores de F_3 e F_4 na literatura para a vogal /a/ sustentada do Português Brasileiro referente a mulheres e homens jovens, de meia-idade e idosas. Além de identificar valores para esses parâmetros (**Tabelas 7 e 8**), com o presente estudo averiguou-se não haver diferença estatística ao comparar as diferentes faixas etárias (**Figura 19 e Tabela 10**). Esses achados estão em concordância com os estudos de Eichhorn *et al.* (2018), Torre e Barlow (2009), e Tykalova *et al.* (2020) que descreveram valores estáveis de F_3 ao comparar adultos jovens, de meia-idade e idosos. Em relação às dimensões do trato vocal

relacionadas a F_3 , Xue e Hao (2003) verificaram por meio de ressonância magnética comprimento e volume da faringe estáveis com o envelhecimento.

Em relação à comparação dos valores de F_1 , F_2 , F_3 e F_4 entre homens e mulheres, observou-se que sempre se encontram maiores no sexo feminino, com diferença estatística significativa (**Figura 19** e **Tabela 10**). Esse achado corrobora com os estudos de Albuquerque *et al.* (2020) e Tykalova *et al.* (2020), que também encontraram maiores valores de formantes em vozes de mulheres. Em relação a esse achado, interessante, Assman, Dembling e Nearey (2006) e Gelfer e Bennett (2013) descreveram que a diferença entre as frequências formantes permite a discriminação auditiva entre vozes femininas e masculinas mesmo com valores semelhantes de f_0 .

6.1.3 Larguras de banda

As médias de valores de largura de banda, B_1 , B_2 e B_3 das mulheres da presente amostra (**Tabelas 7 e 8**), independente da faixa etária, estão de acordo com os valores apresentados por Magri, Stamado e Camargo (2009) ao analisar a vogal sustentada /a/ de mulheres entre 30 e 65 anos falantes do Português Brasileiro. Não se encontrou na literatura, trabalhos que apresentassem valores desses parâmetros para o sexo masculino e nem que apresentassem valores de B_4 .

Ao comparar o sexo feminino com o masculino, foram encontrados maiores valores de B_1 e B_2 em mulheres, enquanto B_3 e B_4 não diferiram estatisticamente (**Figura 20** e **Tabela 11**). Este presente achado corrobora com os apresentados por Karlsson (1991) que observou maiores valores de B_1 e B_2 em mulheres, inclusive afirmando tais parâmetros como marcadores acústicos do dimorfismo sexual, juntamente com os valores de frequência de formantes. Sobre os correlatos morfofuncionais, Fleischer *et al.* (2015) relacionam maiores valores de largura de banda com a redução da tensão muscular do trato vocal.

6.1.4 Conclusão da Etapa 1

Diante dos resultados encontrados e comparados com as informações da literatura, considerando que as médias de Fonte-Filtro se modificam em mulheres com o passar da idade e são diferentes ao comparar mulheres e homens, utilizou-se os valores encontrados para a síntese de vogais /a/ sustentadas. Em relação a esta metodologia, os autores Assmann, Nearey,

e Dembling (2006) afirmaram que os valores de f_0 e formantes da população são importantes para produzir vozes sintetizadas com melhor qualidade.

6.2 ETAPA 2: Impacto de diferentes padrões de perturbação no grau de naturalidade de vogais /a/ sustentadas sintetizadas

Para a síntese de vogais, no presente trabalho simulou-se com o modelo matemático de Wakita (1979) um trato vocal fixo para cada uma das categorias de sujeitos em estudo (mulher jovem, mulher de meia-idade, mulher idosa, homem jovem, homem de meia-idade e homem idoso) a partir da média dos valores de F_1, F_2, F_3, F_4 e B_1, B_2, B_3, B_4 extraídos da amostra de falantes com voz normal participantes do Etapa 1. Esses tratos vocais foram utilizados para filtrar som glotal cujos trens de pulsos foram distanciados cada qual com a média de f_0 correspondente, em função do sexo e faixa etária, adicionando a eles os diferentes padrões de perturbação da f_0 . Essa metodologia está de acordo com o mencionado por Nusbaum, Francis e Henly (1995), que afirmaram que vogais sintetizadas podem ser usadas para testar o impacto de diferentes parâmetros acústicos na qualidade do som de saída; uma vez que permitem fixar os valores dos que não estão sendo testados visando o foco no parâmetro alvo da investigação.

6.2.1 Síntese das vogais /a/ sustentadas

A presente pesquisa contou com experimento de síntese de vogais /a/ sustentadas a fim de verificar o impacto de dois padrões matemáticos de perturbação da f_0 : (I) aleatório com distribuição uniforme e (II) de segunda ordem acrescido de aleatoriedade no grau de naturalidade percebida por meio de julgamento perceptivo-auditivo. Utilizou-se como controle a perturbação da f_0 extraída de vozes humanas gravadas e como placebo a ausência de perturbação.

Escolheu-se estes padrões de perturbação da f_0 , visto que observação prévia dos traçados gráficos de sinais humanos indicou maior perturbação no início das emissões similar ao que ocorre nos sistemas de controle de segunda ordem descrito por Dorf e Bishop (2008). Assim, como observado na **Figura 21**, tanto na perturbação natural humana, como no modelo de segunda ordem é possível distinguir o instante de pico, o tempo de acomodação compatíveis aos gráficos de sistema de segunda ordem subamortecido (**Figura 1**), e as flutuações finas que

se mantém até o final da emissão, apresentado pelos autores. Não há instante de pico na perturbação aleatória e é observável ausência de perturbação no modelo placebo.

Importante ressaltar que tanto na perturbação aleatória como no modelo de segunda ordem a proporção de perturbação foi de 0,1% para vozes sintetizadas a partir de valores de f_0 de mulheres e 0,2% para vozes sintetizadas a partir de valores de f_0 de homens.

Utilizou-se proporções diferentes de perturbação em relação ao sexo, pois a porcentagem de perturbação é inserida no período de *pitch*, ou seja, nos espaços localizados entre os impulsos unitários. Considerando-se que o período de *pitch* é o inverso da f_0 , o espaço entre dois impulsos sequenciais é menor em mulheres, fazendo com que menores quantidades de perturbação gerem maiores impactos no resultado sonoro percebido. Isto, devido ao efeito cumulativo da perturbação, resultando na sensação auditiva de disфонia caso a perturbação inserida em sinais sintetizados com parâmetros femininos fossem 0,15% ou 0,2%.

Um aspecto relevante se deve à necessidade de ajuste fino no momento da síntese a partir do seguinte procedimento: averiguação visual dos traçados gráficos de perturbação da f_0 acompanhadas da análise auditiva. Nesse sentido, observou-se que o traçado próximo ao eixo x favorece a naturalidade. Soma-se a isto que se o início do traçado gráfico for predominantemente negativo; ou ainda com o passar do tempo assumir posição diagonal, auditivamente perde-se a característica sonora humana. Em contrapartida, oscilações adversas no final do traçado gráfico não impactaram o resultado sonoro.

6.2.2 Grau de naturalidade de vogais sintetizadas com diferentes padrões de perturbação

O julgamento perceptivo-auditivo (**Tabelas 12-14 e Figuras 24 e 25**) indicou equivalência entre os padrões de perturbação humano, de segunda ordem e aleatório. Interessante notar que ao iniciar a pesquisa, em virtude do perfil dos traçados gráficos de perturbação, acreditava-se que o padrão de segunda ordem teria resultados de naturalidade mais próximos da perturbação humana. Inclusive, esse padrão se mostra compatível com a teoria de controle da fala por retroação, descrito por vários autores (AGNEW *et al.*, 2018; BRAJOT *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2011; STABLES *et al.*, 2012; WEERATHUNGE *et al.*, 2020). Ou seja, durante o processo da fala, o indivíduo planeja a emissão; ao perceber, por vias somatosensitivas, a incompatibilidade entre o resultado pretendido e a saída, realiza ajustes. Além disso, os autores Liu *et al.* (2011), por sua vez, verificaram compatibilidade da maior perturbação presente no início das emissões, com os traçados eletromiográficos dos músculos

cricotireóideos e tiroaritenóideos, sendo observado pico vocal 80 milissegundos após o pico de ativação desses músculos.

No entanto, a equivalência encontrada deve ter ocorrido em virtude dos ajustes entre o instante de subida, pico e acomodação do modelo de segunda ordem ocorrem dentro de 50 e 200 milissegundos (AGNEW *et al.*, 2018; BRAJOT *et al.*, 2018; STABLES *et al.*, 2012). Assim, auditivamente, logo após esse início, o que se mantém é a percepção das flutuações finas ao longo da emissão, sendo que esta característica mostrou vinculada ao grau de naturalidade encontrado nos dois modelos experimentais.

Ainda que o experimento acústico da presente pesquisa tenha sido realizado com vogais sustentadas, acredita-se que este padrão de perturbação também represente o que ocorre nas vogais da fala encadeada, conforme comentários de Lyberg (1984). Ademais, Lai e Liang (2010) referiram aumento da naturalidade da voz cantada sintetizada ao utilizar modelo similar para a criação do *overshoot* inicial igualmente acrescido de flutuações.

O modelo aleatório com distribuição uniforme foi inserido na eletrolaringe em virtude de limitações técnicas do equipamento que impediam gerar o *overshoot* inicial representativo do modelo de segunda ordem.

6.2.3 Conclusão da Etapa 2

Como descrito, houve equivalência estatística entre os modelos aleatório e de segunda ordem com a perturbação extraída de vogais humanas gravadas. Ou seja, ambos padrões matemáticos de perturbação da f_0 favoreceram o grau de naturalidade de vogais sintetizadas. O modelo aleatório com distribuição uniforme foi inserido na eletrolaringe em virtude de limitações técnicas do equipamento que impediam gerar o *overshoot* inicial representativo do modelo de segunda ordem.

6.3 ETAPA 3: Impacto das modificações acústicas na qualidade sonora da eletrolaringe

Esta etapa da pesquisa iniciou-se com a aplicação de questionário aos participantes acerca do uso da eletrolaringe como método de reabilitação da comunicação oral. Sequencialmente, os participantes realizaram as gravações com as duas variações do equipamento em teste: modificada (com os ajustes efetuados na presente pesquisa) e convencional. Esses áudios foram randomizados e o próprio falante convidado a escolher a

sonoridade preferencial. Finalmente, as gravações dos laringectomizados totais foram avaliadas por fonoaudiólogas por meio de julgamento perceptivo-auditivo, para verificar o impacto das modificações acústicas na qualidade da fala eletrolaríngea.

6.3.1 Escolha da sonoridade de eletrolaringe pelos participantes laringectomizados totais

Ressalta-se que compuseram a amostra efetiva 10 pacientes laringectomizados totais, devido a fator externo ao presente estudo, vinculado à pandemia da Covid-19. Entretanto, ainda assim, o número de sujeitos encontra-se compatível com o de outras pesquisas envolvendo a mesma população: 1 a 15 sujeitos (DINH *et al.*, 2020; DRUMMOND *et al.*, 1996; GLOBLEK *et al.*, 2009; MEMBIELA *et al.*, 2016; NG; KWOK; CHOW, 1997; ŠTAJNER-KATUŠIĆ *et al.*, 2006; WEISS; YENI-KOMSHIAN; HEINZ, 1979; XIAO *et al.*, 2020).

No que se refere à escolha da sonoridade preferencial de eletrolaringe nas emissões randomizadas (**Figura 26**), 50% dos participantes selecionou o som da modificada, 10% indicou a convencional como sendo melhor e 40% disse não haver diferença entre as sonoridades. Dentre os participantes que escolheram a sonoridade modificada se encontra a mulher laringectomizada, devido ao tom mais agudo. Com isso, considerando que os pacientes votaram dentre as emissões sem ter o conhecimento sobre o método utilizado em cada uma, há o entendimento que a adição de perturbação aleatória no equipamento gerou melhora da sonoridade percebida pelos pacientes. Importante notar que pesquisadores que também realizaram inserção de perturbação da f_0 em eletrolaringes (LI *et al.*, 2018; PANDEY; BASHA, 2010; YAN; NG; LEE, 2014), não investigaram a opinião dos pacientes laringectomizados, usuários do equipamento, sobre a sonoridade resultante. A opinião do paciente é relevante, pois se não gostar da nova voz ou se a considerar incompatível com sua personalidade, pode haver constrangimento ou falta de motivação para interagir, o que afeta suas relações sociais (BICKFORD *et al.*, 2013; KHAN *et al.*, 2011). Soma-se a isto que conhecer as expectativas dos pacientes permite que o profissional da saúde compreenda suas crenças e experiências, de forma a fornecer suporte adequado e individualizado em longo prazo (BICKFORD *et al.*, 2013).

Ao verificar a associação entre qualidade de vida e a sonoridade preferencial (Tabela 17), observou-se que os escores Total, de Funcionamento Físico e Socio Emocional dos participantes que disseram não haver diferença entre as sonoridades em teste ($78,12 \pm 13,90$; $72,92 \pm 12,95$; $89,06 \pm 14,76$) foram maiores que os dos seus pares que optaram pelo som da eletrolaringe modificada ($57,91 \pm 30,63$; $59,02 \pm 32,53$; $54,16 \pm 34,38$) ou que o indivíduo que

escolheu o som da convencional (52,5; 45,83; 50). Interessantemente, todos os indivíduos que afirmaram não haver diferença entre as sonoridades, afirmaram preferir a som do método de comunicação que já utilizam no dia a dia, seja a eletrolaringe ou a voz esofágica, alegando considerá-los como suas próprias vozes. Este achado é sugestivo de que a adaptação à nova condição, vivências positivas em relação à nova voz nas diversas interações e a satisfação em relação ao método de reabilitação da comunicação oral utilizado pode reduzir o interesse do indivíduo em buscar novas vozes de substituição.

Ao contrastar os presentes escores (**Tabela 15**) com a literatura, observou-se que o escore Total dos laringectomizados totais que afirmaram não haver diferença entre sonoridades foi similar ao do grupo de falantes eletrolaríngicos fluentes ($77,28 \pm 9,29$) do estudo de Eadie e Bowker (2012). Os escores Total, de Funcionamento Físico e Socioemocional do desses participantes também foram ligeiramente maiores que os apresentados por Cox e Doyle (2014) ao avaliarem grupo de 25 homens laringectomizados totais com média de idade similar ($62,8 \pm 18,8$; $68,75 \pm 25,8$; $65,2 \pm 19,2$, respectivamente). Acrescenta-se a isso, que os escores dos presentes voluntários que selecionaram a sonoridade modificada ou convencional, encontram-se mais próximos dos laringectomizados não reabilitados de comunicação oral ($40,50 \pm 21,02$) apresentados por Eadie e Bowker (2012). Sobre esta temática, Cox e Doyle (2014) encontraram relação entre a percepção negativa sobre a própria voz e a vivência de problemas em diversas situações de comunicação do dia a dia apresentados pelo Questionário de Qualidade de Vida Relacionado a Voz – QVV. Eadie e Bowker (2012) afirmaram que os escores do referido questionário se relacionam ao método de reabilitação utilizado pelos laringectomizados totais. Os presentes achados acrescentam o possível vínculo entre menores escores do questionário e a busca do indivíduo por novos métodos de reabilitação que favoreçam sua comunicação.

O resultado de qualidade de vida da mulher participante da pesquisa (**Tabela 15**) foi menor que os escores dos voluntários homens tanto para o escore total, quanto funcionamento físico e aspecto socioemocional (25; 25; 25, respectivamente). Também foi menor que o escore para encontrado por Cox e Doyle (2014) ao avaliar grupo de 15 mulheres que passaram pela cirurgia de laringectomia total ($55,6 \pm 22,7$; $60,8 \pm 29,5$; $57,7 \pm 23,8$, respectivamente). Importante ressaltar que a mulher em questão não é reabilitada de comunicação oral. Entretanto, no que se refere ao impacto da ausência de voz e da reabilitação alaríngea, pesquisadores descreveram que mulheres vivenciam maiores preocupações vinculadas à desfiguração física associada às modificações perceptivas da voz (VAN SLUIS *et al.*, 2020), observadas em situações cotidianas compatíveis à perda da identidade de gênero (COX *et al.*, 2015).

Em relação ao impacto da modificação física e vocal oriunda da cirurgia de laringectomia total, há o relato na literatura de que muitas mulheres passam a ser vistas como deficientes pelos seus cônjuges, os quais ou cuidam delas em demasia, ou mostram muita pena, ou não demonstram empatia pelos seus esforços para se ajustar à nova fase, ou as evitam (GARDNER, 1966) e se afastam, resultando em divórcio e solidão (VAN SLUIS *et al.*, 2020). Gardner (1966) relatou que dificuldades diversas são vivenciadas também por mulheres solteiras, que relataram que nem parentes, nem amigas as incentivavam a ter coragem ou a retornar à rotina normal. Além disso, Cox *et al.* (2015) afirmaram que as mulheres que têm percepção negativa em relação à própria voz se envolvem menos em interações sociais, havendo maior risco de retraimento social. Também sofrem com menor renda e rejeição de contratação mesmo em idade economicamente ativa, por serem consideradas inaptas para trabalhar (VAN SLUIS *et al.*, 2020). Alguns desses fatores, embora não investigados no presente estudo, podem estar vinculados a menor qualidade de vida observada pós-laringectomia total no sexo feminino.

6.3.2 Impacto das modificações acústicas na qualidade da fala eletrolaríngea

A sonoridade modificada foi selecionada pelas 7 fonoaudiólogas com maior confiabilidade intra e interavaliadoras, como sendo a melhor (**Tabela 16**). As juízas indicaram essa sonoridade como melhor dentre as emissões randomizadas, para 60% a 90% dos 10 áudios avaliados. Como observado na **Tabela 17**, essas 7 Juízas (100%) consideraram a sonoridade modificada mais inteligível e indicaram que o ruído adicional interferiu menos na percepção da fala; 6 (87,5%) apontaram maior adequação para sexo e idade para a falante do sexo feminino. A sonoridade modificada ainda foi indicada por 5 (71,42%) dessas juízas como possuindo maior naturalidade. Ainda, 2 (28,5%) das fonoaudiólogas escolheram como mais adequada para sexo e idade para até dois falantes do sexo masculino.

Os achados mostraram, assim como descrito por autores Chenauska e MacAuslan (2000), Li *et al.* (2018) e Pandey e Bacha (2010) que a inserção de perturbação melhora a qualidade da sonoridade da eletrolaríngea. Além disso, assim como os autores Dinh *et al.* (2020) afirmaram, os dados do presente estudo indicaram que a melhora da sonoridade do equipamento, favoreceu outra característica relevante para as interações sociais: a inteligibilidade.

Importante ressaltar que no presente estudo não foi realizado procedimento no equipamento para a retirada ou redução desse ruído. Contudo, averiguou-se que quando a sonoridade se aproxima mais da fonação humana, assim como apresentado por Cataldo e Soize

(2017) e Nusbaum Francis e Henly (1995), mais confortáveis os interlocutores se sentem na comunicação, se concentrando mais na mensagem. Frente a isso, o presente estudo acrescentou que o interlocutor passa a perceber menos os ruídos adicionais do equipamento.

No que se refere à adequação ao sexo e faixa etária, a sonoridade da eletrolaringe modificada foi escolhida tanto pelas fonoaudiólogas como pela paciente laringectomizada como sendo preferencial para mulheres. Cabe lembrar que no equipamento modificado a f_0 equivale à média amostral encontrada na Etapa 1 referentes ao seu sexo e idade (175 Hz), enquanto que no equipamento Convencional a f_0 é de aproximadamente 120 Hz. Em relação à relevância de valores de f_0 compatíveis com sexo e idade do usuário, Assmann, Nearey e Dembling (2006) ao trabalharem com discursos sintetizados, referiram que valores baixos foram percebidos como pertencentes a emissões de homens. Cox et al. (2015), por sua vez, referiram que as vozes alarínegas possuem tom baixo que faz com que emissões de mulheres sejam consideradas menos aceitáveis socialmente que as emissões de homens. Soma-se a isto, o fato de que a antipatia pelo som do dispositivo pode desestimular a realização do treino de fala, resultando em menor proficiência (BICKFORD *et al.*, 2013).

Dentro desse contexto, o presente estudo demonstrou que é possível fazer adequações que envolvem a inserção de perturbação na f_0 , incluindo controlar a quantidade dessa perturbação, além de permitir a escolha do valor da f_0 . Esses ajustes podem favorecer a aceitação dos pacientes, aumentando o engajamento durante o processo de reabilitação e adaptação à nova condição. Como resultado, há possibilidade dos usuários se sentirem mais à vontade nas diversas situações comunicativas. Tais parâmetros seriam passíveis de ajuste fino por profissional de fonoaudiologia em parceria com paciente e familiares, todos partícipes da construção da nova voz para o cometido.

7 CONCLUSÃO

A eletrolaringe modificada pela inserção de perturbação aleatória na frequência fundamental e adequação dos valores de frequência fundamental apresentou melhor qualidade sonora que a eletrolaringe convencional quanto aos aspectos de inteligibilidade de fala, redução do ruído adicional, adequação para sexo e idade e naturalidade. As modificações realizadas mostraram-se passíveis de serem disponibilizadas em eletrolaringes de forma a estarem acessíveis a todos os usuários do equipamento.

Foi possível obter essas informações seguindo-se os procedimentos das três etapas da pesquisa, por meio dos quais pode-se concluir de forma secundária:

- Ambos os padrões matemáticos de perturbação da f_0 , aleatório com distribuição uniforme e de segunda ordem acrescido de aleatoriedade, impactaram positivamente o grau de naturalidade de vogais sintetizadas, sendo equivalentes à perturbação natural humana. A perturbação aleatória com distribuição uniforme foi inserida na eletrolaringe.
- A eletrolaringe modificada foi considerada com melhor sonoridade que o equipamento convencional por meio do julgamento perceptivo-auditivo realizado por fonoaudiólogas e por pacientes laringectomizados totais que apresentaram menor escores de qualidade de vida relacionada a voz.

8 ARQUIVOS ADICIONAIS

Encontra-se abaixo o link do banco de dados da presente pesquisa. Nele há as 162 vogais /a/ sustentadas utilizadas como base para extração dos valores de f_0 , F_1 , F_2 , F_3 , F_4 , B_1 , B_2 , B_3 e B_4 ; as 24 vogais /a/ sustentadas sintetizadas e as emissões realizadas pelos 10 voluntários laringectomizados totais com articulação preservada:

<https://data.mendeley.com/datasets/9cxbtz6wf/draft?a=581c3193-f084-4d90-9db9-35a72a7dd8cf>

REFERÊNCIAS

ABITBOL, J.; ABITBOL, P.; ABITBOL, B. Sex hormones and the female voice. **Journal of Voice**, v. 13, n. 3, p. 424–446, 1999.

AC SMART STUDIO. **AC SmartStudio - baixe todos os aplicativos de AC SmartStudio**. Disponível em: <https://pt.apkshki.com/developer/ac-smartstudio>. Acesso em: 2 set. 2021.

AGNEW, Z. K. et al. Group and individual variability in speech production networks during delayed auditory feedback. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 143, n. 5, p. 3009–3023, May 2018.

AHMAD KHAN, Z. et al. Reconstructing the voice of an individual following laryngectomy. **AAC: augmentative and alternative communication**, v. 27, n. 1, p. 61–66, 2011. DOI: <https://doi.org/10.3109/07434618.2010.545078>.

ALBUQUERQUE, L. et al. A comprehensive analysis of age and gender effects in European Portuguese oral vowels. **Journal of Voice**, n. S0892199720304124, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.10.021>.

ALLEN, E.; MINUTELLO, K.; MURCEK, B. W. Anatomy, head and neck, larynx recurrent laryngeal nerve. **StatPearls**, 26 jul. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470179/>. Acesso em: 15 nov. 2021.

ALVES, M. et al. Voice disorders detection through multiband cepstral features of sustained vowel. **Journal of Voice**, v. S0892-1997(21)00042-4, 2021. DOI: [10.1016/j.jvoice.2021.01.018](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.01.018).

ALZAMENDI, G. A. et al. Evaluation of a new model for vowels synthesis with perturbations in acoustic parameters. **Latin American Applied Research**, v. 43, n. 3, p. 225–230, 2013.

AL-ZANOON, N.; PARSA, V.; DOYLE, P. C. Using visual feedback to enhance intonation control with a variable pitch electrolarynx. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 147, n. 3, p. 1802–1811, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1121/10.0000936>.

ARAÚJO, A. M. B.; SILVA, J. M. C.; PERNAMBUCO, L. Specific care for total laryngectomized patients during the COVID-19 pandemic in the Brazilian reality endereço para correspondência. **CoDAS**, v. 32, n. 4, p. e20200167, 2020. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/271707637/trf-2-jud-jfrj-18-11->. Acesso em: 4 set. 2021.

ASSMANN, P. F.; NEAREY, T. M.; DEMBLING, S. Effects of frequency shifts on perceived naturalness and gender information in speech. *In*: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SPOKEN LANGUAGE PROCESSING, 9., 2006, Pittsburgh. **Proceedings [...]**. [S.l.] LT World, 2006. v. 2, p. 889–892.

BARRIENTOS, L.; CATALDO, E. Synthesis of sung spanish vowels in lyrical singing by sopranos using the fant source-filter theory and the rosenberg glottal pulse model. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES E PROCESSAMENTO DE SINAIS*, 38., 2020, Florianópolis. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: SBrT, 2020.

BEHLAU, M. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE- V), ASHA 2003 [refletindo sobre o novo]. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 9, n. 3, p. 187–189, 2003.

BICKFORD, J. et al. Living with the altered self: a qualitative study of life after total laryngectomy. **International Journal of Speech-Language Pathology**, v. 15, n. 3, p. 324–333, 2013.

BLOOD, G. W. Fundamental frequency and intensity measurements in laryngeal and alaryngeal speakers. **Journal of Communication Disorders**, v. 17, n. 5, p. 319–324, 1984.

BRAJOT, F. et al. The impact of perilaryngeal vibration on the self-perception of loudness and the Lombard effect. **Springer**, v. 1, n. 6, p. 3, 1 jun. 2018. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00221-018-5248-9>>. Acesso em: 22 set. 2021.

BRASIL. **Portaria nº 39, de 11 de setembro de 2018**. Torna publica a decisão de incorporar a laringe eletrônica para neoplasia maligna da laringe no âmbito do sistema único de saúde - SUS. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 12 set.2018, n.176, seção 1, p.203. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/40505951/doi-2018-09-12-portaria-n-39-de-11-de-setembro-de-2018-40505746. Acesso em: 17 ago. 2021.

BRUZZI, C. et al. Presbyphonia. **Acta Biomedica**, v. 88, n. 1, p. 6–10, 2017.

CARELLO, M.; MAGNANO, M. A First comparative study of oesophageal and voice prosthesis speech production. **Eurasip Journal on Advances in Signal Processing**, n. 821304, 2009.

CASTELLANA, A. et al. Discriminating pathological voice from healthy voice using cepstral peak prominence smoothed distribution in sustained vowel. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement**, v. 67, n. 3, p. 646–654, 2018.

CATALDO, E.; BAHIANO, D. Stochastic models of glottal pulses from the Rosenberg and Liljencrants-Fant models with unified parameters. **Computer Speech and Language**, v. 69, n. 101225, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csl.2021.101225>.

CATALDO, E.; SOIZE, C. Voice signals produced with jitter through a stochastic one-mass mechanical model. **Journal of Voice**, v. 31, n. 1, p. 111.e9-111.e18, 2017.

CHEN, G. et al. Estimating the voice source in noise. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SPEECH COMMUNICATIONS ASSOCIATION*, 13., 2012, Portland. **Proceedings [...]**. Doi: 10.21437/Interspeech.2012-440.

CHENAUSKY, K.; MACAUSLAN, J. Utilization of microprocessors in voice quality improvement: the electrolarynx. **Current Opinion in Otolaryngology and Head and Neck Surgery**, v. 8, n. 3, p. 138–142, 2000.

CHILDERS, D. G.; WONG, C. F. Measuring and modeling vocal source-tract interaction. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v. 41, n. 7, p. 663–671, 1994.

COLEMAN, R. . Sources of variation in phonetograms. **Journal of Voice**, v. 7, n. 1, p. 1–14, 1993. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199705801079>. Acesso em: 17 ago. 2021.

COX, S. R.; DOYLE, P. C. The Influence of electrolarynx use on postlaryngectomy voice-related quality of life. **Otolaryngology - head and neck surgery (United States)**, v. 150, n. 6, p. 1005–1009, 2014.

COX, S. R. et al. The Multidimensional impact of total laryngectomy on women. **Journal of Communication Disorders**, v. 56, p. 59–75, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcomdis.2015.06.008>.

DAVATZ, G. C. **Reabilitação vocal e qualidade de vida em laringectomizados totais**. 2011. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos; Faculdade de Medicina de Ribeirão Pret; Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/tde-09052012-103409/en.php>. Acesso em: 9 fev. 2022.

DAVATZ, G. C. et al. Desempenho de um sistema de controle de segunda ordem no grau de naturalidade de vogais sintetizadas. *In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE DINÂMICA, CONTROLE E APLICAÇÕES*, 14., 2019, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: EESC/ICMC-USP, 2019. Disponível em: <http://www.dincon2019.eesc.usp.br/>. Acesso em: 17 ago. 2021.

DAVATZ, G. C. et al. Source and filter acoustic measures of young, middle-aged and elderly adults for application in vowel synthesis. **Journal of Voice**, n. S0892199721003040, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2021.08.025>.

DELL. **Site oficial Dell | Dell Brasil**. Disponível em: <https://www.dell.com/pt-br>. Acesso em: 26 ago. 2021.

DEORE, N. et al. Acoustic analysis of tracheo-oesophageal voice in male total laryngectomy patients. **Annals of the Royal College of Surgeons of England**, v. 93, n. 7, p. 523–527, 2011.

DINH, T. et al. Increasing the intelligibility and naturalness of alaryngeal speech using voice conversion and synthetic fundamental frequency. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SPEECH COMMUNICATION ASSOCIATION*, 21., 2020, Shanghai. **Proceedings [...]**. DOI: 10.214/Interspeech.2020-1196.

DORF, R. C.; BISHOP, R. **Modern control systems**. 2008. Disponível em: [http://mololibrary.jblfmu.edu.ph/Modern.Control.Systems.\(Richard.Dorf\).pdf](http://mololibrary.jblfmu.edu.ph/Modern.Control.Systems.(Richard.Dorf).pdf). Acesso em: 22 set. 2021.

DRUMMOND, S. et al. Perceptual and acoustical analysis of alaryngeal speech: determinants of intelligibility. **Perceptual and Motor Skills**, v. 85, n. 3, part 1, p. 801–802, 1996.

EADIE, T. L. Characteristics of the aging female voice. **Journal of Speech-Language Pathology & Audiology**, v. 24, n. 4, p. 162–180, 2000.

EADIE, T. L.; BOWKER, B. C. Coping and quality of life after total laryngectomy. **Otolaryngology - head and neck surgery (United States)**, v. 146, n. 6, p. 959–965, 2012.

EADIE, T. L.; DOYLE, P. C. Direct magnitude estimation and severity in tracheoesophageal (TE) speakers. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 45, n. 6, p. 1088–1096, 2002.

EICHHORN, J. T. et al. Effects of aging on vocal fundamental frequency and vowel formants in men and women. **Journal of Voice**, v. 32, n. 5, p. 644.e1-644.e9, Sept. 2018.

ESCUADERO, P. et al. A Cross-dialect acoustic description of vowels: brazilian and european portuguese. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 126, n. 3, p. 1379–1393, Sept. 2009.

FANT, G. The Source filter concept in voice production. **STL-QPSR**, v. 22, 1981. Disponível em: <<http://www.speech.kth.se/qpsr>>. Acesso em: 20 maio. 2021.

FANT, G.; LILJENCANTS, J.; LIN, Q. A Four-parameter model of glottal flow. **STL-QPSR**, v. 26, n. 4, p. 01–13, 1985. Disponível em: <http://www.speech.kth.se/qpsr>. Acesso em: 15 nov. 2021.

FARRÚS, M.; HERNANDO, J. Using jitter and shimmer in speaker verification. **IET Signal Processing**, v. 3, n. 4, p. 247–257, 2009.

FERRER, C.; HERNÁNDEZ-DÍAZ, M. E.; GONZÁLEZ, E. Using waveform matching techniques in the measurement of shimmer in voiced signals. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SPEECH COMMUNICATION ASSOCIATION*, 8., 2007, Belgium. **Proceedings [...]**. p.2436-2439. DOI: 10.21437/Interspeech. 2007-390.

FERRER, C. A. et al. Effect of different jitter-induced glottal pulse shape changes in periodicity perturbation measures. *In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SPEECH COMMUNICATION ASSOCIATION*, 16., 2015, Dresden. **Proceedings [...]**. [S.l.:s.n.], 2015. p.2704-2708.

FLANAGAN, J. L. **Speech analysis synthesis and perception**. Berlin: Springer-Verlag, 1965.

FLANAGAN, J. L.; ISHIZAKA, K.; SHIPLEY, K. L. Synthesis of speech from a dynamic model of the vocal cords and vocal tract. **Bell System Technical Journal**, v. 54, n. 3, p. 485–506, 1975.

FLEISCHER, M. et al. Formant frequencies and bandwidths of the vocal tract transfer function are affected by the mechanical impedance of the vocal tract wall. **Biomechanics and Modeling in Mechanobiology**, v. 14, n. 4, p. 719–733, Aug. 2015.

FLINT, P. W. **Cummings otolaryngology: head & neck surgery**. 5thed. Amsterdã: Elsevier, 2015.

FUJISAKI, H.; LJUNGQVIST, M. Proposal and evaluation of models for the glottal source waveform. *In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH AND SIGNAL PROCESSING*, 1986, Tokyo. **Proceedings [...]**. p. 1605–1608.
DOI: 10.1109/ICASSP.1986.1169239.

GARDNER, W. H. Problems of laryngectomized women. **Archives of Otolaryngology**, v. 83, p. 57–68, 1966.

GASPARINI, G.; BEHLAU, M. **Protocolo de qualidade de vida em voz – QQV**. 2007.

GELFER, M. P.; BENNETT, Q. E. Speaking fundamental frequency and vowel formant frequencies: effects on perception of gender. **Journal of Voice**, v. 27, n. 5, p. 556–566, Sept. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2012.11.008>.

GLOBLEK, D. et al. Comparison of alaryngeal voice and speech. **Logopedics Phoniatics Vocology**, v. 29, n. 2, p. 87–91, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14015430410033218>. Acesso em: 17 ago. 2021.

GUILLÉN, R. R.; RIESGO, C. A. F. Jitter as the main affecting factor in the performance of PDAs. *In: CONVENCION CIENTIFICA INTERNACIONAL*, 2., 2019, Cayos de Villa Clara, **Anais [...]**. Disponível em: <https://dspace.uclv.edu.cu/handle/123456789/12536>. Acesso em: 17 nov. 2021.

GUSMÃO, C.; CAMPOS, P.; MAIA, M. O Formante do cantor e os ajustes laríngeos utilizados para realizá-lo: uma revisão descritiva. **Per Musi: revista acadêmica de música**, v. 21, p. 43–50, 2010.

HARMAN. **C520**: professional head-worn condenser microphone with standard XLR connector. Disponível em: <https://www.akg.com/Microphones/Headset/Microphones/C520.html>. Acesso em: 26 ago. 2021.

HEATON, J. T.; ROBERTSON, M.; GRIFFIN, C. Development of a wireless electromyographically controlled electrolarynx voice prosthesis. *In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY*, 2011, Boston. **Proceedings [...]**. p.5352–5355.
DOI: 10.1109/IEMBS.2011.6091324.

HIRANO, M. **Clinical examination of voice**. New York: Springer-Verlag, 1981.

HOFFMANN, T. K. Total laryngectomy—still cutting-edge? **Cancers**, v. 13, n. 6, p. 1405, Mar. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6694/13/6/1405/htm>. Acesso em: 17 ago. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER. **Estatística para câncer de laringe e hipofaringe** - Instituto Oncoguia. Disponível em: <http://www.oncoguia.org.br/conteudo/estatistica-para-cancer-de-laringe-e-orofaringe/7534/212/>. Acesso em: 17 ago. 2021.

ISSHIKI, N.; TSUJI, D.; SENNES, L. **Tireoplastias**. São Paulo: Fundação Otorrinolaringologia Bios Comunicação, 1999.

KAHANE, J. C. Connective tissue changes in the larynx and their effects on voice. **Journal of Voice**, v. 1, n. 1, p. 27–30, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(87\)80020-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(87)80020-6).

KAHANE, J. C. Age-related changes in the peripheral speech mechanism: Structural and physiological changes. *In*: RESEARCH SYMPOSIUM ON COMMUNICATIONSKILLS AND AGING, 1990, Rockville. **Proceedings [...]**. Rockville: American Speech-Language-Hearing Association., 1990. p. 75–87.

KARLSSON, I. Female voices in speech synthesis. **Journal of Phonetics**, v. 19, n. 1, p. 111–120, Jan. 1991. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30306-7](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30306-7).

KARSECT. **恩平市卡赛特电子厂**. Disponível em: <http://www.karsect.com/>. Acesso em: 2 set. 2021.

KAYE, R.; TANG, C. G.; SINCLAIR, C. F. The Electrolarynx: voice restoration after total laryngectomy. **Medical Devices: evidence and research**, Auckland, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.2147/MDER.S133225>.

KAZI, R. *et al.* Quality of life assessment in laryngectomized individuals. **Clinical Otolaryngology**, v.31, n. 1, p. 83-84, 2006.

KERSTA, L. G.; BRICKER, P. D.; DAVID, E. E. Human or machine?—a study of voice naturalness. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 32, n. 11, p. 1502–1502, 1960. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.1935196>.

KLATT, D. H. Software for a cascade/parallel formant synthesizer. **Journal of Acoustic Society of America**, v. 67, n. 3, p. 971–975, 1980. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.383940>.

KOO, T. K.; LI, M. Y. A Guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155–163, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>.

KREIMAN, J. *et al.* Perceptual evaluation of voice source models. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 138, n. 1, p. 1, July 2015. DOI: <https://asa.scitation.org/doi/abs/10.1121/1.4922174>.

KRISHNA, Y.; RAJASHEKHAR, B. Association between bandwidths of vowel formants and age, gender and consonant context in Telugu. **Language in India**, v. 13, n. 3, p. 574–584, 2013. Disponível em: <https://eprints.manipal.edu/79358/>. Acesso em: 20 maio 2021.

KRÖGER, B. J.; BIRKHOLZ, P. Articulatory synthesis of speech and singing: state of the art and suggestions for future research. *In: ESPOSITO, A. et al. (Ed.). **Multimodal signals: cognitive and algorithmic issues.** Berlin: Springer, 2009. (Lecture Notes in Computer Science, 5398). p. 306–319. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-642-00525-1_31.*

LAI, W.; LIANG, S. An f_0 Control model for singing synthesis based on proportional-integral-derivative controller. *In: IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SIGNAL PROCESSING AND INFORMATION TECHNOLOGY, 10., 2010, Luxor. **Proceedings [...]**. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5711772/>. Acesso em: 22 set. 2021.*

LANDIS, J. R.; KOCH, G. G. The Measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159, 1977. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/2529310?seq=1#metadata_info_tab_contents. Acesso em: 17 ago. 2021.

LENELL, C.; SANDAGE, M. J.; JOHNSON, A. M. A Tutorial of the effects of sex hormones on laryngeal senescence and neuromuscular response to exercise. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 62, n. 3, p. 602–610, 2019. DOI: https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-S-18-017.

LI, M. et al. Mandarin electrolaryngeal voice conversion with combination of Gaussian mixture model and non-negative matrix factorization. *In: ASIA-PACIFIC SIGNAL AND INFORMATION PROCESSING ASSOCIATION ANNUAL SUMMIT AND CONFERENCE, 9., Kuala Lumpur. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2018. p.1360–1363. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8282244>. Acesso em: 17 ago. 2021.*

LIU, H.; NG, M. L. Electrolarynx in voice rehabilitation. **Auris Nasus Larynx**, v. 34, n. 3, p. 327–332, 2007.

LIU, H. et al. Laryngeal electromyographic responses to perturbations in voice pitch auditory feedback. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 129, n. 6, p. 3946–3954, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.3575593>.

LYBERG, B. Some fundamental frequency perturbations in a sentence context. **Journal of Phonetics**, v. 12, n. 4, p.307-317, Oct. 1984. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095447019308927>. Acesso em: 22 set. 2021.

LYSOFORM. **Aerossol | Lysoform®**. Disponível em: <https://www.lysoform.com.br/pt-br/products/aerosol>. Acesso em: 4 set. 2021.

MAEDA, S. A Digital simulation method of the vocal-tract system. **Speech Communication**, v. 1, n. 3–4, p. 199–229, Dec. 1982. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-6393\(82\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0167-6393(82)90017-6).

MAGRI, A.; STAMADO, T.; CAMARGO, Z. A. Influência da largura de banda de formantes

na qualidade vocal. **Revista CEFAC**, v. 11, n. 2, p. 296–304, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-18462009005000010&script=sci_arttext. Acesso em: 20 maio 2021.

MAKHOUL, J. Linear prediction: a tutorial review. **Proceedings of the IEEE**, v. 63, n. 4, p. 561–580, 1975. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1451722>.

MANDAL, T.; RAO, K. S. Analysis of perturbation in pitch period and contact quotient for classifying age groups. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER COMMUNICATION AND CONTROL*, 2015, Indore. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2016. DOI: 10.1109/ICA.2015.7375714.

MATHEWS, M. V.; MILLER, J. E.; DAVID, E. E. Pitch synchronous analysis of voiced sounds. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 33, n. 2, p. 179–186, 1961. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.1908614>.

MEMBIELA, C. M. G. et al. La Voz del laringectomizado: incapacidad, percepción y análisis acústico. **Revista de Logopedia, Foniatria y Audiología**, v. 36, n. 3, p. 127–134, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rlfa.2016.03.002>.

MERLO, M.; LI, G. P.; BACHMAN, M. A Remotely powered and wirelessly controlled intraoral electrolarynx. *In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY SOCIETY*, 30., 2008, Vancouver. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2008. p.3459–3462. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/4649950>.

MIFUNE, E. et al. Análise acústica da voz do idoso: caracterização da frequência fundamental. **Revista CEFAC**, v. 9, p. 238–247, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-18462007000200013>. Acesso em: 20 maio. 2021.

MILLS, P.; ZARA, J. 3D Simulation of an audible ultrasonic electrolarynx using difference waves. **PLoS ONE**, v. 9, n. 11, p. 113339, 2014. Disponível em: www.plosone.org. Acesso em: 17 ago. 2021.

MONTAGNOLI, A. N. **Análise residual do sinal de voz**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18133/tde-12122017-110633/en.php>. Acesso em: 20 maio 2021.

MONTAGNOLI, A. N. **Medical engineering research group**. 2021. Disponível em: <https://engmedica.com/>. Acesso em: 20 maio 2021.

MORETTIN, P.; BUSSAB, W. **Estatística básica**. 2017. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=vDhnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=estatística+básica+bussab+morettin+edição+&ots=DYe97fiVWf&sig=oui4ShcL6fDxr6hux3mB3Crj6MQ>. Acesso em: 15 nov. 2021.

MOTOROLA. **Smartphone motorola one fusion plus com 128 GB - loja oficial motorola**. Disponível em: <https://www.motorola.com.br/smartphone-motorola-one-fusion-plus/p>.

Acesso em: 2 set. 2021.

MOUKARBEL, R. V. et al. Voice-related quality of life (v-rqol) outcomes in laryngectomees. **Head and Neck**, v. 33, n. 1, p. 31–36, 2011.

MURPHY, P. Source-filter comparison of measurements of fundamental frequency perturbation and amplitude perturbation for synthesized voice signals. **Journal of Voice**, v. 22, n. 2, p. 125–137, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2006.09.007>.

NANDWANI, P.; VEER SHARMA, D. Speech synthesis for punjabi language using festival. **IOSR Journal of Computer Engineering (IOSR-JCE)**, v. 19, n. 5, p. 14–21, 2017. Disponível em: www.iosrjournals.org. Acesso em: 20 maio 2021.

NG, M. L.; KWOK, C. I.; CHOW, S. W. Speech performance of adult cantonese-speaking laryngectomees using different types of alaryngeal phonation. **Journal of Voice**, v. 11, n. 3, p. 338–344, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(97\)80013-6](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(97)80013-6).

NG, M. L. et al. Long-term average spectral characteristics of cantonese alaryngeal speech. **Auris Nasus Larynx**, v. 36, n. 5, p. 571–577, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anl.2008.12.005>.

NOCINI, R. et al. Updates on larynx cancer epidemiology. **Chinese Journal of Cancer Research**, v. 32, n. 1, p. 18–25, 2020. DOI: <https://doi.org/10.21147/j.issn.1000-9604.2020.01.03>. Acesso em: 17 ago. 2021.

NOORDZIJ, J. P.; OSSOFF, R. H. Anatomy and physiology of the larynx. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 39, n. 1, p. 1–10, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.otc.2005.10.004>.

NUSBAUM, H. C.; FRANCIS, A. L.; HENLY, A. S. Measuring the naturalness of synthetic speech. **International Journal of Speech Technology**, v. 1, p. 7–19, 1995. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2FBFB02215800>. Acesso em: 17 ago. 2021.

O'LEIDHIN, E.; MURPHY, P. Preliminary glottal source modeling for pathologic voices. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MODELS*, 3., 2003, Florence. **Proceedings [...]** Disponível em: <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=2251119&publisher=FF3888#page=245>. Acesso em: 17 nov. 2021.

ORIDATE, N. *et al.* Voice-related quality of life after treatment of laryngeal cancer. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v.135, n. 4, p.363-368, 2009. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamaotolaryngology/fullarticle/410024>. Acesso em: 17 ago. 2021.

PANDEY, P. C.; BASHA, S. K. Enhancement of electrolaryngeal speech by spectral subtraction, spectral compensation, and introduction of jitter and shimmer. *In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ACOUSTICS*, 20., 2010, Sydney. **Proceedings [...]** Disponível em: https://www.ee.iitb.ac.in/~spilab/papers/2010/paper_pcpandey_ica2010.pdf. Acesso em: 17 ago. 2021.

- PATIL, A. S.; SHAH, M. S. Comparison of vocal tract shape estimation techniques based on formant frequencies, autocorrelation, covariance and lattice. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON NASCENT TECHNOLOGIES IN THE ENGINEERING FIELD*, 2015, Navi Mumbai. **Proceedings [...]**. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7029934>. Acesso em: 17 ago. 2021.
- PRASAD, K. M. S.; RAMAIAH, G. N. K.; MANJUNATHA, M. B. Backend tools for speech synthesis in speech processing. **Indian Journal of Science and Technology**, v. 10, n. 1, p. 1–8, 2017.
- RABINER, L. R.; SCHAFER, R. W. **Theory and applications of digital speech processing**. London: Pearson Higher Education, 2011.
- RATCLIFF, A.; COUGHLIN, S.; LEHMAN, M. Factors influencing ratings of speech naturalness in augmentative and alternative communication. **AAC: augmentative and alternative communication**, v. 18, n. 1, p. 11–19, 2002.
- ROLAND CORPORATION. **Roland - UA-25EX | 24Bit/96kHz audio capture**. Disponível em: <https://www.roland.com/global/products/ua-25ex/>. Acesso em: 26 ago. 2021.
- ROSENBERG, A. E. Effect of glottal pulse shape on the quality of natural vowels. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 49, n. 2B, p. 583–590, Feb. 1971. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.1912389>.
- SAIKACHI, Y.; STEVENS, K. N.; HILLMAN, R. E. Development and perceptual evaluation of amplitude-based F0 control in electrolarynx speech. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 52, n. 5, p. 1360–1369, 2009. DOI: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2009/08-0167\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2009/08-0167)).
- SANDERS, W. R.; GRAMLICH, C.; LEVINEF, A. **Naturalness of synthesized speech**. Stanford, CA: Stanford University, y, Institute for Mathematical Studies in the Social Science, 2008.
- SHIM, H. J. et al. Cepstral, spectral an time-based analysis of voices of esophageal speakers. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 67, n. 2, p. 90–96, 2015.
- SHROUT, P. E.; FLEISS, J. L. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. **Psychological Bulletin**, v. 86, n. 2, p. 420–428, 1979.
- SHUE, Y.-L.; ALWAN, A. A New voice source model based on high-speed imaging and its application to voice source estimation. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL SPEECK COMMUNIUCATION ASSOCIATION, 11., 2010, Makuhari. **Proceedings [...]**. Disponível em: http://www.seas.ucla.edu/spapl/paper/shue_icassp_2010.pdf. Acesso em: 15 nov. 2021.
- STABLES, R. et al. Fundamental frequency modulation in singing voice synthesis. **Springer**, v. 7172 LNCS, p. 104–119, 2012. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-31980-8_10. Acesso em: 22 set. 2021.

ŠTAJNER-KATUŠIĆ, S. et al. Voice and speech after laryngectomy. **Clinical Linguistics & Phonetics**, v. 20, n. 2–3, p. 195–203, Apr. 2006.

DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02699200400026975>.

STROTHJOHANN, M.; BUZUG, T. M. Speech enhancement for an artificial larynx using a low-dimensional model of the hearing process. *In: ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE ENGINEERING IN MEDICINE AND BIOLOGY*, 26., 2004, San Francisco. **Proceedings [...]**. v.261,p. 707-710. DOI: 10.1109/IEMBS.2004.1403256.

SUNDBERG, J. **Ciência da voz** : fatos sobre a voz na fala e no canto. Traduzido por Gláucia Laís Salomão. São Paulo: EDUSP, 2015.

SUNG, H. et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **CA: a cancer journal for clinicians**, v. 71, n. 3, p. 209–249, maio 2021.

TANG, C. G.; SINCLAIR, C. F. Voice restoration after total laryngectomy. **Otolaryngologic Clinics of North America**, v. 48, n. 4, p. 687–702, 2015.

TARAFDER, K. H.; DATTA, P. G.; TARIQ, A. The Aging voice. **Bangabandhu Sheikh Mujib Medical University Journal**, v. 5, n. 1, p. 83–86, 2012. Disponível em: <https://doaj.org/article/b965cd46deb4f92a372cd98df7bf98c>. Acesso em: 17 ago. 2021.

TITZE, I. **Principles of voice production**. Boston: Allyn & Bacon, 1994.

TORRE, P.; BARLOW, J. A. Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. **Journal of Communication Disorders**, v. 42, n. 5, p. 324–333, Sept. 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2009.03.001>.

TYKALOVA, T. et al. Effect of ageing on acoustic characteristics of voice pitch and formants in czech vowels. **Journal of Voice**, v. 35, n. 6, p. 931e21-931e33, Nov. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.02.022>.

VAN SLUIS, K. E. et al. Objective and subjective voice outcomes after total laryngectomy: a systematic review. **European Archives of Oto-Rhino-Laryngology**, v. 275, n. 1, p. 11–26, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-017-4790-6>.

VAN SLUIS, K. E. et al. Women’s perspective on life after total laryngectomy: a qualitative study. **International Journal of Language and Communication Disorders**, v. 55, n. 2, p. 188–199, Mar. 2020.

VENTION. **Vention** - HDMI Cable, Audio Wire, Net Wire Manufacturer & Supplier. Disponível em: <https://www.ventioncable.com/>. Acesso em: 2 set. 2021.

VIEGAS, F. et al. Comparison of fundamental frequency and formants frequency measurements in two speech tasks. **Revista CEFAC**, v. 21, n. 6, p. 1–10, 2019.

VIEIRA, S. **Introdução à bioestatística**. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

VOJTECH, J. M. et al. The Effects of modulating fundamental frequency and speech rate on the intelligibility, communication efficiency, and perceived naturalness of synthetic speech. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 28, n. 2 Special Issue, p. 875–886, July 2019. DOI: https://doi.org/10.1044/2019_AJSLP-MS18-18-0052.

VOS, R. R. et al. The Perception of Formant Tuning in Soprano Voices. **Journal of Voice**, v. 32, n. 1, p. 126.e1-126.e10, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.03.017>.

WAKITA, H. Direct estimation of the vocal tract shape by inverse filtering of acoustic speech waveforms. **IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics**, v. 21, n. 5, p. 417–427, 1973. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1162506>.

WAKITA, H. Estimation of vocal-tract shapes from acoustical analysis of the speech wave: the state of the art. **IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing**, v. 27, n. 3, p. 281–285, 1979.

WAN, C. et al. Design and evaluation of an electrolarynx with tonal control function for mandarin. **Folia Phoniatrica et Logopaedica**, v. 64, n. 6, p. 290–296, 2013.

WANKHEDE, N. S.; SHAH, M. S. Investigation on optimum parameters for LPC based vocal tract shape estimation. *In*: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EMERGING TRENDS IN COMMUNICATION, CONTROL, SIGNAL PROCESSING AND COMPUTING APPLICATIONS, 2013, Bangalore. **Proceedings [...]**. Piscataway: IEEE, 2013. p. 1–6.

WEERATHUNGE, H. R. et al. Auditory-motor perturbations of voice fundamental frequency: feedback delay and amplification. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 63, n. 9, p. 2846–2860, 2020. DOI: https://doi.org/10.1044/2020_JSLHR-19-00407.

WEISS, M.; YENI-KOMSHIAN, G. H.; HEINZ, J. M. Acoustical and perceptual characteristics of speech produced with an electronic artificial larynx. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 65, n. 5, p. 1298–1308, 1979.

XIAO, K. et al. Acoustical and perceptual characteristics of mandarin consonants produced with an electrolarynx. **Speech Communication**, v. 123, p. 26-34, Oct. 2018.

XUE, S. A.; HAO, G. J. Changes in the human vocal tract due to aging and the acoustic correlates of speech production: a pilot study. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 46, n. 3, p. 689–701, June 2003. DOI: [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2003/054\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2003/054)).

YAMASAKI, R. et al. Perturbation measurements on the degree of naturalness of synthesized vowels. **Journal of Voice**, v. 31, n. 3, p. 389.e1-389.e8, May 2017.

YAMAUCHI, A. et al. Characteristics of vocal fold vibrations in vocally healthy subjects: analysis with multi-line kymography. **Journal of Speech, Language and Hearing Research**, v. 57, p. S648–S657, 2014.

YAN, N.; NG, M. L.; LEE, T. Improving the sound quality of an electronic voice box. *In*: SIGNAL AND INFORMATION PROCESSING ASSOCIATION ANNUAL SUMMIT AND CONFERENCE, 2014. Siem Reap. Proceedings [...]. Piscataway: IEEE, 2014. DOI: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7041703>.

APÊNDICE A - Tabelas com os valores dos parâmetros de fonte e filtro extraídos da vogal /a/ sustentada emitidas pelos 162 falantes laríngeos

Tabela 18 – Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por mulheres jovens

MULHERES JOVENS - 18 A 44 ANOS										
N	Idade	Frequência Fundamental	Frequências Formantes				Larguras de Banda			
		f_0	F_1	F_2	F_3	F_4	B_1	B_2	B_3	B_4
1	30	187,6	997,7	1514,8	2754,5	3578,3	202,8	359,9	297,1	467,7
2	27	205,6	823,9	1546	2572,2	3611,1	134,9	288	262,1	386,3
3	24	245,6	929,7	1478,3	2740,7	3986,2	259,7	232,8	127,4	230,8
4	21	229,2	913,1	1586,2	2957,2	4054,4	116,8	291,3	294,8	207,3
5	25	180,1	978,9	1735,8	3224	4142,2	324	242,8	152,2	199,2
6	42	209,9	859,9	1739,1	2694,4	3782,8	76,7	205,8	128,7	225,6
7	32	218,8	1149,3	1870,9	3241	4078,1	224,7	163,5	327,9	389,9
8	43	170,5	964,2	1696,9	3271,1	4098,1	110,6	159,1	296,3	348,3
9	20	232	853,7	1641	2895	4020,8	141,5	218,4	291,5	319,5
10	19	243,9	787,8	1474,1	2761,4	3716,8	105,4	270,4	311,8	360,5
11	29	156,1	734,3	1265,4	2751,5	3852,4	433,3	248,7	340,3	387,2
12	34	175,4	960	1556	2728,5	4038	209,6	242,7	338,6	416,7
13	26	213,3	885,5	1716,3	2840,4	4201,8	150,5	149,7	182,1	247,8
14	19	203,7	969,2	1732,2	3353,2	4633,5	170,2	261,4	332,3	353,3
15	37	184	666,9	1395,3	2939,4	3742,4	212,7	353,3	361,7	479,2
16	33	150,2	990,7	1599,8	2834,5	4316,1	214,3	356	259,5	437,9
17	33	187,1	875	1417,9	2564,7	3872,9	163,3	268,9	299,3	161,1
18	30	238,4	937,8	1664,3	2858,5	4050,2	78,3	185	161,1	354,2
19	20	187,9	884,8	1513,3	3046,4	3809,8	141,8	252,3	243,6	376,7
20	20	191,6	857,2	1683,3	2802,3	4152,1	259,6	150,4	217	247
21	25	155,8	842,4	1611,4	2921,1	4664,1	257,3	201,8	221,8	323,3
22	35	174,9	784,4	1554,3	2824,4	4278,9	298,7	175,9	237,2	367,7
23	38	181,1	984,7	1673,2	2709	3637,6	337,3	235	253,6	408,1
24	26	185	849	1483,1	2859,2	3903,5	199,3	331	360	466,1
25	30	196,2	838,7	1705,5	2993,5	4257,1	243,3	225,9	347,9	432,3
26	25	219,4	805,6	1691,4	2639,8	3461,3	109,4	271,2	370,6	276,2
27	32	212,2	1355,3	1845,3	3795,6	4476,6	493,1	308,8	362,6	436,4
28	37	183,6	892,5	1493,4	3063,8	3683,3	201,9	258,4	181,3	373,2
Média	29,00	197,11	906,15	1603,02	2915,62	4003,59	209,68	246,73	270,01	345,70
±DP	±6,79	±25,94	±127,25	±135,47	±262,68	±301,68	±98,72	±59,82	±73,74	±87,81

Tabela 19 – Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por mulheres de meia-idade

MULHERES DE MEIA-IDADE – 45 A 59 ANOS										
N	Idade	Frequência	Frequências Formantes				Larguras de Banda			
		Fundamental	F_1	F_2	F_3	F_4	B_1	B_2	B_3	B_4
		f_0								
1	46	192,3	918,3	1922,5	2987,3	3884,2	452,1	400,4	336,4	397,4
2	45	169	893,5	1674,5	2893,8	3917,2	233,5	142,1	244,4	471,2
3	46	191,6	948,5	1623,7	2725,5	3865,1	85,4	297,7	158	245,3
4	56	150,9	663,7	1346,0	2135,9	3182,1	341,4	110,6	400,9	346,3
5	59	160,5	802,9	1875,7	2876,9	4215,6	307,4	249,6	332,5	268,8
6	55	191	991,2	1581,8	2688,7	3604,1	146	374,8	314,8	336,1
7	55	180,8	892	1688,8	2856,7	4114,5	323,6	277,2	156,5	396,6
8	49	179,1	1000,1	1610	2809,4	3603,2	150,7	218,8	187,6	161,5
9	47	176	834	1449,8	2919,5	3912	214,1	170,7	428	450,8
10	48	171,1	1000,5	1619,7	2740	3942,6	484,9	246,8	281,3	269,3
11	55	181,9	865,3	1575,9	2558,2	4310,9	144,3	163,2	168	395
12	51	177,1	962,6	1578,6	2572,0	3637,1	327,9	214,2	353,9	371,7
13	54	199,3	936,9	1546,1	2896,5	4069,4	212,8	164	180,9	355,9
14	55	170,4	1002	1473,8	2952,8	3799	181,6	170,6	281	398,2
15	51	168,9	821	1501,8	2737,3	3830,9	196,7	252,7	411,9	314,4
16	59	165,9	941,4	1432,3	2722,6	3504,6	197,7	294,2	341,3	317
17	57	190,7	1092,2	1686,3	2827,3	3812,5	175	129,2	153,2	142,8
18	57	151,5	847,4	1441,9	2684,3	3748,5	117,7	213,3	269,7	207,4
19	49	216,6	841,9	1562,9	2576,2	3746,5	328,9	204,7	309,6	236,1
20	54	176,7	850,7	1480,2	2818,8	3871,8	102,6	211,3	139,7	137,1
21	45	182	834,4	1427,6	2912,3	3986,6	203,5	362	202,8	375,5
22	54	148,6	886,1	1518,1	2540,9	3659,8	217	260	165,3	253,7
23	51	203,6	982,8	1482	3141,8	3751,9	277,7	227,5	288,5	262,9
24	54	243,9	901,5	1452,4	2998,4	3756,2	104,9	163,3	208,6	420,4
25	56	196,3	974,8	1542,5	2988	3955,7	338,1	210,3	266,3	346,6
26	52	204,6	990,7	1678,5	3120,9	4476,3	81	279,4	229,4	405,4
27	54	157,3	966,1	1362	2881,2	3592	228,3	154,9	199,2	344,6
Média	52,37	181,39	912,69	1560,57	2798,64	3842,60	228,70	228,28	259,62	319,56
±DP	±4,15	±20,99	±85,29	±133,89	±204,43	±256,92	±103,99	±72,76	±84,26	±89,94

Tabela 20 – Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por mulheres idosas

MULHERES IDOSAS - 60 A 80 ANOS										
N	Idade	Frequência Fundamental	Frequências Formantes				Larguras de Banda			
		f_0	F_1	F_2	F_3	F_4	B_1	B_2	B_3	B_4
1	60	194,7	1065,6	1787,1	3011,1	3622,6	216,2	145,1	269,2	272,4
2	70	177,4	896,5	1606,5	2852,9	3979,9	219,2	160,2	206	349,2
3	66	181,5	918,9	1445,4	2405,6	3436,7	179,2	180,5	307	282,1
4	60	148	822,4	1489,7	2388,3	4671,2	326,8	268,3	203,6	219,1
5	61	210,7	848,5	1577,8	2871,2	3936,2	265,7	239,7	350,5	292,7
6	65	143,2	926,8	1324,7	2776,1	3735,5	291	248,2	157,4	365,8
7	60	185,5	807,6	1451,2	3041,5	3709,1	200,1	287,8	281,5	490,2
8	65	171,3	729,0	1326,9	2322,7	3865,7	249	111,3	399	94,8
9	68	179,2	866,0	1455,4	2629,8	4145,0	363,5	245,7	221,4	267
10	76	171,6	822,1	1435,9	3735,9	4441,3	132,4	218,1	374	252,5
11	64	163,9	876,0	1612,8	3133,4	3794,4	130,3	155,7	210,5	333,4
12	63	185,6	920,0	1456,7	2647,0	3329,2	111,5	177,3	177,3	203,6
13	80	180,5	801,8	1573,9	2618,9	4398,0	211,3	135,2	161,6	357,2
14	67	164,3	832,7	1491,8	2734,5	4575,5	179,4	220,7	263,2	432,6
15	60	174,7	831,7	1378,9	2975,4	3926,2	185	237,6	208,5	375,2
16	79	178,3	797,9	1442,6	3001,9	4531,5	144,8	165	138,5	424,9
17	63	195,6	893,6	1439,9	3031,1	4093,3	197,7	276,4	239,8	386,8
18	72	165,1	728,8	1414,0	2780,2	4235,2	113,4	209	181,5	359,5
19	61	170	968,1	1569,8	2955,9	4121,8	175,6	163,8	109,8	198,5
20	69	148,4	909,0	1465,8	2581,4	3958,6	116,5	262,6	232,6	212
21	66	186,2	848,5	1450,2	2781,1	3592,4	248,6	294,7	248,1	243,4
22	69	191,6	783,7	1399,0	3051,5	3510,7	346,7	231,8	293,3	379,4
23	71	165,4	789,0	1357,5	3342,5	3909,6	126	219,9	314,1	295,4
Média	66,74	175,33	855,83	1476,24	2855,21	3979,11	205,65	211,07	241,23	308,16
±DP	±5,79	±15,80	±75,22	±103,68	±311,09	±364,58	±73,32	±51,07	±73,35	±89,85

Tabela 21 – Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por homens jovens

HOMENS JOVENS – 18 A 44 ANOS										
N	Idade	Frequência	Frequências Formantes				Larguras de Banda			
		Fundamental	F_1	F_2	F_3	F_4	B_1	B_2	B_3	B_4
		f_0								
1	34	120,7	776,9	1277,4	2417,4	3528	74,8	127,6	209,6	300,5
2	20	105,3	865,3	1198,1	2595	3556,7	173,8	188,4	362,9	324,6
3	40	103,7	583	1266	2282,9	3336,8	207,3	106	370,8	177,7
4	41	111,1	667,3	1147,5	2122,1	3463,9	104,3	124	121,1	393,5
5	24	114,2	726,4	1411,7	2431,6	3672,1	174,9	174,7	284,5	249,8
6	24	118,6	533,1	1167,3	2245,3	3225,3	115,9	176,1	481,9	488,1
7	26	128,3	921	1568,4	2649,4	4380,6	62,1	144,4	322,9	235
8	30	92,1	814,5	1450,3	2246,8	4073,1	169,2	142,1	409,6	357,2
9	20	91	584,5	1263,7	2406,8	3396,1	123,6	167,1	416,3	290,3
10	25	101,4	742,6	1399,6	2628,5	3705,2	245	289,2	395,3	470,9
11	21	131,5	775,8	1276,9	2573,4	3834,7	249,2	245,7	227,5	360,5
12	25	107,1	718,9	1223,1	2715,9	3563,3	178	179,7	144,6	261,5
13	38	97,3	789,6	1420,8	2496,7	3301,8	69,6	183	91,4	371,9
14	18	117,6	686,8	1347,3	2313,7	3405,5	93,6	88,9	184,7	215,9
15	30	124,3	638,6	1171,9	2429,4	3471,1	123,7	124,2	118,7	278,5
16	27	88	791,4	1434,1	2741,4	4110,2	174,9	128,7	447,9	367,8
17	21	89,1	680,7	1284,2	2209,3	3391,4	154,6	160,9	363,2	314,8
18	34	120,8	763,4	1314,4	2719	3628	154,2	154,2	378,7	197,5
19	24	103,7	700	1203,5	2379,4	3638,2	75,5	97,4	155,1	148,1
20	35	126,5	878,7	1326,5	2524	3552,3	137,9	260	202,7	285
21	42	89,3	783,3	1278,3	2501,0	3393,4	128,1	138,4	347,5	199,7
22	19	152,5	762,6	1385,0	2620,5	3824,2	137,0	255,4	202,5	371,7
23	44	117,9	658,4	1442,7	2604,1	3369,3	67,8	84,4	197,9	425
24	43	111,8	602,1	1273,2	2346,2	4478,8	291,4	196	431,5	486,9
25	22	99,1	701	1250,6	2501,1	3490,9	78,5	89,2	357,8	312,7
26	41	120,6	642,5	1171,4	2971,6	3426,7	72,9	84	330,7	392,6
27	31	130,2	746,5	1357,9	2765,3	3864,1	184,2	299,6	199,5	232,2
28	23	120,6	684,6	1289,4	2148	3074,2	102,1	117,2	219,6	227,3
29	28	80,7	800,6	1374,7	2456,4	3823,2	277,2	227,7	450,9	358,5
Média	29,31	110,86	724,83	1309,51	2484,21	3619,97	144,87	163,94	290,60	313,64
±DP	±8,06	±16,07	±90,31	±100,61	±198,70	±320,52	±63,20	±60,52	±114,43	±90,57

Tabela 22 – Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por homens de meia-idade

HOMENS DE MEIA-DADE - 45 A 59 ANOS										
N	Idade	Frequência	Frequências Formantes				Larguras de Banda			
		Fundamental								
		f_0	F_1	F_2	F_3	F_4	B_1	B_2	B_3	B_4
1	50	112,2	707	1316,5	2457,3	3500,6	82,8	106,3	146,9	78,3
2	48	103,1	730	1293,8	2385	3983,7	126,2	83,7	151,3	435,6
3	53	87,9	803,1	1504,1	2420,4	3697,9	307,8	183,9	236,5	384,2
4	58	107,2	715,9	1324,1	2504,8	3650,1	72,7	74,8	100,6	160,6
5	52	95,8	734,2	1338,1	2609,7	3530,3	292,4	301,4	438,8	327,4
6	57	105,4	827	1248,4	2518,6	3815,7	88,9	164,4	220,5	344,7
7	46	112,3	661,4	1251,2	2074,3	3095,4	100,8	110,4	132,7	168,7
8	57	100,7	768,9	1240,3	2134,9	3934,8	69,8	112,2	157,9	402,3
9	57	105,6	668,7	1387,8	2448,4	4015,4	86,6	245,8	279,2	381,2
10	52	89,2	799,8	1203,1	2676,2	3829,0	132,2	114,3	267,1	243,6
11	45	113,7	785,3	1402,7	2174,6	3190,5	90,9	111,1	233,6	347,8
12	51	130,1	868,6	1316,7	2605,4	3072,8	73,2	125,5	166,3	215,6
13	48	109,9	684,7	1266,8	2782,5	3728,6	107,4	284,5	385,5	391,3
14	46	103,9	660,0	1237,3	2448,4	3280,5	81,6	91,4	265,9	216,5
15	58	121,6	812,1	1414,3	2595,6	3403,9	295,3	283,9	374,9	406,5
16	58	156,4	797,0	1326,9	2707,8	3805,4	100,6	114,4	275,4	239,9
17	47	104,2	669,5	1214,4	2727,6	3940,2	83,4	97,5	284,9	196,1
18	53	107,1	677,0	1264,3	2801,5	4231,4	176,5	97,1	135,5	326,1
19	59	126	757,1	1352,9	2766,2	4116,3	110,1	84,9	273,2	378,1
20	47	89,6	664,2	1254,4	2509,5	3555,2	120,2	103,3	107,5	384,4
21	55	112,5	749,8	1264,8	2296,0	3436,7	111,6	183,7	132,8	164,7
22	59	127,3	770,9	1314,8	2555,1	2960,2	112,1	108,9	263,6	275,3
23	51	97	672,4	1229,8	2158,2	3715,5	70,7	58,5	190,2	172,9
24	55	151,1	760,8	1314,2	2642,2	3234,0	112,8	88,3	402,6	362,2
25	47	98	706,1	1229,3	2508,0	4251,3	175,7	145,5	178,3	439,6
26	54	122,9	639,0	1243,5	2882,5	3578,3	60,3	140,5	226,9	231,5
27	51	93,8	748,9	1253,2	2133,5	3557,3	113,7	108,8	179,3	369,7
Média	52,37	110,54	734,79	1296,58	2500,90	3633,74	124,31	137,96	229,92	369,7
±DP	±4,46	±16,67	±60,02	±69,25	±220,25	±345,30	±67,49	±65,94	±90,40	±99,35

Tabela 23 – Parâmetros acústicos de fonte e filtro extraídos de vogais /a/ sustentadas emitidas por homens idosos

HOMENS IDOSOS - 60 A 80 ANOS										
N	Idade	Frequência	Frequências Formantes				Larguras de Banda			
		Fundamental	F₁	F₂	F₃	F₄	B₁	B₂	B₃	B₄
		f₀	F₁	F₂	F₃	F₄	B₁	B₂	B₃	B₄
1	74	137,6	758,3	1267,7	2512,4	3366,9	169,1	174,4	320,4	339,6
2	63	94,9	614,8	1130,8	2706,6	3872,2	92,6	98	301,9	451,1
3	66	92,8	666,6	1414,4	2548,8	3341,8	118,9	84,5	204,8	183,1
4	73	115,3	692,5	1161,5	2928,9	3697,7	235,1	266,3	328,1	328,7
5	71	118,3	692	1149,7	2617,4	3420,5	178,8	175,1	124,6	291,7
6	62	142,5	808,0	1385,6	2522,5	3469,2	381,1	123,4	295,6	261,2
7	74	146,5	662,5	1201,6	1988,1	4143,2	88,7	148,7	331,3	380,2
8	60	118,8	686,8	1148,6	2153,7	3021,1	98	79,8	179	280,1
9	71	144,5	782,6	1285,4	2550,9	3364,6	208,7	115,9	185,6	376,8
10	62	96,9	753,3	1367,5	2704,9	3147,7	105,3	314,5	379,9	370,3
11	62	136,3	741,6	1441,1	2875,7	3746,1	292,4	126,2	265,9	267,7
12	69	130,4	725,8	1192,1	2952,0	3783,3	203,8	316,1	384,8	422,1
13	72	92,8	682,3	1368,1	2401,5	3651,1	59,9	142	135,7	236,1
14	63	130,3	859,6	1269,7	2096,5	3509,8	65,8	141	347,1	316,3
15	62	100	569,6	1104,3	2328,7	3914,0	97,7	108,1	290,3	328,2
16	69	123	705,0	1233,8	2733,4	3541,7	107	218,2	223,7	332,8
17	69	104,9	749,8	1295,6	2539,2	3712,4	221	91,4	165,7	166,0
18	62	107	901,4	1238,4	2665,0	3621,0	279,8	255,4	308,4	453,4
19	69	187,7	717,3	1315,9	2734,8	3997,0	63,9	167	182,5	257,8
20	77	139,1	637,6	1512,8	2824,8	3681,0	105,6	89,4	183,9	231,7
21	61	106	775,0	1286,6	2347,7	3505,8	130,5	97,2	121,5	178,6
22	64	125,8	755,2	1364,5	2339,0	3246,6	150,2	120,5	163,4	216,1
23	80	106,3	662,3	1510,1	2675,5	3833,5	64,9	186,3	202	271,3
24	64	82,4	731,3	1231,6	2694,7	3873,6	51,4	132,2	219,5	393,1
25	78	136,4	745,1	1439,3	2568,8	3380,2	86,9	109,7	161,3	255,1
26	64	116,4	725,1	1300,7	2601,8	3875,9	129,6	141,2	233,7	436,7
27	75	105,4	651,4	1129,0	2371,4	3393,4	78,1	112,7	128,4	394,9
28	60	121,3	703,3	1323,6	2342,9	3813,0	67	260,9	184,7	270,1
Média	67,71	119,99	719,86	1288,21	2547,41	3604,44	140,42	157,00	234,06	310,39
±DP	±5,87	±21,84	±68,74	±112,89	±236,97	±264,86	±80,95	±67,65	±79,34	±81,74

APÊNDICE B – Vogais sintetizadas: Coeficientes de Confiabilidade Intraclasse
intra e inter-juízas, escores de naturalidade e análise estatística

Tabela 24 – Confiabilidade das juízas do julgamento perceptivo-auditivo de vogais sintetizadas

CONFIABILIDADE INTRA-AVALIADORAS (3, 1)													
Voz Sintetizada	A		B		C		D		E		F		
	Sinal	Repet	Sinal	Repet	Sinal	Repet	Sinal	Repet	Sinal	Repet	Sinal	Repet	
Mul. Jovem_P. 2ª. Ord	79,4	82,0	45,6	28,5	95,6	83,5	88,9	93,0	80,0	59,2	75,0	59,5	
Mul. Meia-idade_P. Humana	94,0	91,5	87,7	96,2	79,4	90,5	94,0	73,7	95,3	87,0	74,4	89,6	
Mul. Idosa_P. Aleatória	92,1	73,4	48,4	50,0	91,1	69,9	88,9	88,9	95,0	80,4	80,1	74,4	
Hom. Jovem_Sem P.	10,1	14,2	3,8	0,0	0,9	0,9	98,7	99,1	9,5	29,4	86,1	90,2	
Hom. Meia-idade_Sem P.	11,4	35,1	0,0	2,2	0,3	1,3	94,3	98,4	29,7	9,1	90,2	84,8	
Hom. Meia-idade_P. Humana	94,3	94,6	89,2	88,3	61,1	49,7	60,8	60,1	84,5	96,5	50,0	49,7	
ICC	0,94		0,98		0,96		0,82		0,89		0,81		
Intervalo de Confiança (95%)	0,77 - 0,99		0,90 - 1,0		0,82 - 0,99		0,34 - 0,96		0,55 - 0,98		0,30 - 0,96		
CONFIABILIDADE INTER-AVALIADORAS (3, K)													
ICC JUÍZAS A, B e C	0,92						Confiabilidade						
Intervalo de Confiança (95%)	0,85 - 0,96						Boa a Excelente						

Tabela 25 – Grau de naturalidade de vogais sintetizadas

Vogal	Categoria	Pert.	JUIZAS						
			A	B	C	D	E	F	
V1	Mulher	Humana	64,90	97,80	92,10	89,60	87,80	60,10	
V2		Jovem	Aleatória	95,30	48,40	19,60	89,90	94,90	75,00
V3		2a. Ordem	79,40	45,60	95,60	88,90	80,00	75,00	
V4		Sem perturbação	0,00	0,00	0,60	92,40	89,90	89,90	
V5	Meia-idade	Humana	94,00	87,70	79,40	94,00	95,30	74,40	
V6		Aleatória	67,10	53,50	49,40	80,40	99,40	74,10	
V7		2a. Ordem	63,90	72,80	84,50	94,60	95,00	79,40	
V8		Sem perturbação	0,00	0,00	0,30	98,40	59,50	79,70	
V9	Idosa	Humana	94,30	80,70	89,90	88,30	94,00	69,30	
V10		Aleatória	92,10	48,40	91,10	88,90	95,00	80,10	
V11		2a. Ordem	79,40	22,20	82,30	88,00	90,80	74,40	
V12		Sem perturbação	0,00	0,00	0,00	98,10	4,40	89,90	
V13	Homem	Humana	100,00	93,00	68,70	95,90	33,20	89,60	
V14		Jovem	Aleatória	79,40	92,40	80,40	99,10	80,10	89,20
V15		2a. Ordem	90,20	96,80	75,00	99,10	65,50	85,80	
V16		Sem perturbação	10,10	3,80	0,90	98,70	9,50	86,10	
V17	Meia-idade	Humana	94,30	89,20	61,10	60,80	84,50	50,00	
V18		Aleatória	94,90	45,90	18,40	94,90	29,70	85,80	
V19		2a. Ordem	70,30	67,40	93,60	96,50	50,00	89,90	
V20		Sem perturbação	11,40	0,00	0,30	94,30	29,70	90,20	
V21	Idoso	Humana	94,60	94,60	80,70	98,10	37,70	85,80	
V22		Aleatória	84,80	93,40	79,70	98,70	80,00	89,60	
V23		2a. Ordem	82,60	96,50	50,00	97,20	60,10	81,00	
V24		Sem perturbação	12,70	0,00	0,00	89,90	0,00	89,90	

APÊNDICE C – Protocolos e características dos participantes laringectomizados
totais

ANAMNESE- LARINGECTOMIZADOS TOTAIS**I- IDENTIFICAÇÃO:**

Iniciais: _____ paciente n. _____
 Data de nascimento: _____ Idade: _____
 Cidade em que reside: _____ Profissão: _____
 Data: _____

II- CARACTERÍSTICAS PESSOAIS:

Utilizou máscara durante o procedimento? () sim
 Precisão articulatória: () ruim, () regular, () boa, () muito boa
 Utiliza bebida alcoólica: () não. () sim. Quanto? _____
 Possui doença neurológica: () não. () sim.
 Possui tremor: () não. () sim.
 Possui eletrolaringe própria? () não. () sim. Qual? _____

AUTOAVALIAÇÃO DAS EMISSÕES REALIZADAS COM ELETROLARINGE:

Qual das emissões preferiu? () A () B () A e B são semelhantes
 Comentários adicionais: _____

Tabela 26 – Características dos participantes laringectomizados totais

L.	Sexo	Idade	Reabilitação
1	M	72	Eletrolaringe
2	M	58	Voz Esofágica
3	M	74	Eletrolaringe
4	M	69	Eletrolaringe
5	M	72	Voz Esofágica
6	M	63	Eletrolaringe
7	M	64	Eletrolaringe
8	M	75	Eletrolaringe
9	M	77	Eletrolaringe
10	F	60	Não reabilitado

*L: Participante Laringectomizado

Tabela 27 – Sonoridade escolhida pelos participantes laringectomizados totais

L.	Sonoridade Escolhida	Observação
1	Sem diferença	Prefere o próprio equipamento
2	Sem diferença	Prefere a voz esofágica
3	Modificada	
4	Convencional	
5	Modificada	Prefere a voz esofágica
6	Sem diferença	Prefere o próprio equipamento
7	Modificada	
8	Sem diferença	Prefere o próprio equipamento
9	Modificada	
10	Modificada	

Tabela 28 – Escores de Qualidade de Vida dos participantes laringectomizados totais.

L.	Escore Total	Escore de Funcionamento Físico	Escore Sócio-Emocional
1	95	91,67	100
2	62,5	66,7	68,75
3	87,5	100	68,75
4	52,5	45,83	50
5	55	41,67	75
6	82,5	70,83	100
7	100	100	100
8	72,5	62,5	87,5
9	27,5	41,67	6,25
10	25	25	25

APÊNDICE D – Julgamento perceptivo-auditivo das emissões eletrolaríngeas

**PROTOCOLO DE JULGAMENTO PERCEPTIVO-AUDITIVO DE EMISSÕES
ELETROLARÍNGEAS**

JUIZA (iniciais) _____

DATA DE NASCIMENTO E IDADE: _____

É ESPECIALISTA EM VOZ? () Sim () Não

QUAL É A MAIOR TITULAÇÃO? () Especialização () Mestrado () Doutorado

QUANTOS ANOS DE EXPERIÊNCIA POSSUI NA ÁREA DE VOZ? _____

P1

Qual das emissões você considera melhor?

() A () B () A e B são similares

Por quê?

() maior naturalidade () melhor inteligibilidade de fala
() mais adequada para sexo e idade () ruído adicional do equipamento interfere menos

P2

Qual das emissões você considera melhor?

() A () B () A e B são similares

Por quê?

() maior naturalidade () melhor inteligibilidade de fala
() mais adequada para sexo e idade () ruído adicional do equipamento interfere menos

P3

Qual das emissões você considera melhor?

() A () B () A e B são similares

Por quê?

() maior naturalidade () melhor inteligibilidade de fala
() mais adequada para sexo e idade () ruído adicional do equipamento interfere menos

P4

Qual das emissões você considera melhor?

() A () B () A e B são similares

Por quê?

() maior naturalidade () melhor inteligibilidade de fala
() mais adequada para sexo e idade () ruído adicional do equipamento interfere menos

P5

Qual das emissões você considera melhor?

() A () B () A e B são similares

Por quê?

() maior naturalidade () melhor inteligibilidade de fala
() mais adequada para sexo e idade () ruído adicional do equipamento interfere menos

P6

Qual das emissões você considera melhor?

() A () B () A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P7

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P8

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P9

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P10

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P11

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P12

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- maior naturalidade melhor inteligibilidade de fala
 mais adequada para sexo e idade ruído adicional do equipamento interfere menos

P13

Qual das emissões você considera melhor?

- A B A e B são similares

Por quê?

- () maior naturalidade () melhor inteligibilidade de fala
 () mais adequada para sexo e idade () ruído adicional do equipamento interfere menos

OBRIGADA!

Tabela 29 – Análise completa das juízas 1 a 6 quanto a melhor sonoridade de eletrolaringe e motivo da escolha

Emissão do Paciente	JUÍZAS											
	1		2		3		4		5		6	
L1	C	IF	C	RA	C	RA	S		S	RA	S	
L2	M	IF, RA	M	RA	M	RA	M	RA	S	NA	M	RA
L3	M	NA, IF	M	RA	M	RA, IF	M	RA	M	IF	M	RA
L4	M	IF, RA	M	IF, RA	M	RA, IF	M	SI, IF	M	IF	M	RA
L5	C	IF, RA	C	IF	C	IF	C	IF	C	NA	M	IF
L6	M	SI, IF	M	SI, IF, RA	M	SI, IF	M	SI, IF	M	SI	M	NA, IF
L7	M	RA	M	RA	M	RA	M	RA	C	IF	M	RA
L8	M	NA, IF	M	NA, RA	M	NA, IF	M	RA	S	RA	M	IF
L9	M	NA	M	RA	M	RA	M	RA	S	RA	M	NA, RA
L10	M	IF	M	NA, SI, RA	M	SI, RA	M	RA	S	IF	M	NA, RA

* C: Convencional, S: Sem Diferença, M: Modificada. N – Maior Naturalidade, IF – Maior inteligibilidade de fala, SI – Maior adequação com o sexo e idade, RA – Ruído adicional interfere menos

Tabela 30 – Análise completa das juízas 7 a 11 quanto a melhor sonoridade de eletrolaringe e motivo da escolha

Emissão do Paciente	JUÍZAS									
	7		8		9		10		11	
L1	C	NA	S		S		M	IF	M	NA, IF
L2	M	RA	M	RA, IF	M	NA, IF, RA	S		M	RA
L3	M	RA	M	RA, IF	M	NA, RA	M	NA, RA	M	NA, IF
L4	M	SI, RA	M	NA, IF, RA	M	NA, SI	M	NA, IF	M	NA, IF
L5	C	NA, RA	C	SI, IF	C	IF, RA	C	NA	C	NA, IF
L6	C	NA, SI	M	NA, IF	M	SI, RA	M	SI	M	NA, SI
L7	M	RA	M	RA	M	NA, RA	M	RA	C	IF
L8	M	RA	S		S		M	NA	C	NA
L9	M	SI, IF, RA	M	NA, IF	S		M	RA, IF	M	NA
L10	M	SI, RA	M	NA	M	RA	M	NA, IF	M	NA, IF

* N – Maior Naturalidade, IF – Maior inteligibilidade de fala, SI – Maior adequação com o sexo e idade, RA – Ruído adicional interfere menos.

ANEXO A – Documentação dos Comitês de Ética da UFSCar e do Hospital
Amaral Carvalho de Jaú



Universidade Federal de São Carlos

Unidade Saúde Escola (USE)
Rodovia Washington Luís, km 235 – CP 676
13565-905 – São Carlos – SP
Fone (16) 3351.8645 – e-mail: use@ufscar.br



São Carlos, 23 de novembro de 2017.

Parecer da Comissão de Pesquisa e Extensão da USE

Dados do projeto:

1) Natureza do Projeto:

- Pesquisa: Doutorado Mestrado Iniciação Científica
 Trabalho de Graduação Outro: _____
 Extensão: Atividade Curso Programa
 Outro: _____

2) Título do Projeto: O impacto de modificações acústicas no grau de naturalidade, agradabilidade e inteligibilidade das eletrolaringes.

3) Dados do Proponente/Coordenador do projeto:

Nome completo: Giovanna Castilho Davatz Lopes

E-mail: _____

Telefone: _____

Instituição de Origem: USP – São Carlos

4) Para pesquisa, dados do orientador:

Nome completo: Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli

E-mail: _____

Telefone: _____

Instituição de Origem: _____

5) Para extensão: Nº. processo: _____ Reoferta: _____

Considerando as informações e documentos enviados a esta comissão, este projeto tem **PARECER FAVORÁVEL** à sua realização com ciência/aceite das condições descritas a seguir.

Condições gerais:

1. Apresentar o projeto e participar das atividades da(s) Linha(s) de Cuidado no qual este está inserido.
2. A USE não se responsabiliza/garante a disponibilidade e aquisição de recursos e materiais a serem utilizados neste projeto.
3. A solicitação e agendamento de utilização dos espaços devem ser feitos na secretaria da USE segundo em formulário disponibilizado pela mesma.
4. As atividades devem respeitar o horário de funcionamento da Unidade. Horários diferentes ao de funcionamento normal devem ser acordados e agendados com a Direção.
5. Comunicar a CoPEX em caso de alterações na metodologia e/ou recrutamento de pacientes, descrito no projeto inicial.
6. Encaminhar relatório final à CoPEX ao término das atividades.
7. O pesquisador deverá se responsabilizar pelo registro de encerramento da ação no Prontuário da USE.

Condições específicas para pesquisa:

1. Entregar ANTES do início da pesquisa o parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.

Jovanna Castilho Davatz Lopes
Comissão de Pesquisa e Extensão – USE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto de medidas de perturbação em curto prazo na qualidade sonora da Eletrolaringe

Pesquisador: Giovanna Castilho Davatz

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82333517.6.1001.5504

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.639.600

Apresentação do Projeto:

Esta proposta focaliza a eletrolaringe, que é um dispositivo eletrônico utilizado por pacientes laringectomizados em substituição à voz natural. Trata-se de um instrumento não invasivo e que não depende de tempo prolongado de treinamento para o aprendizado, o que facilita sua utilização. Ao ser colocado em contato com o pescoço, seu acionamento induz vibrações da mucosa orofaríngea que produzem um som que ao ser articulado, permite a comunicação oral, mas que a qualidade do som gerado é considerada artificial com característica robotizada. Neste estudo a eletrolaringe é um dos métodos utilizados para a reabilitação da comunicação oral na ausência da voz laríngea. A hipótese aqui apresentada é de que a adição de medidas de perturbação em curto prazo, Jitter e Shimmer, melhora a qualidade vocal da laringe eletrônica, trazendo maior naturalidade, agradabilidade e inteligibilidade à fala.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Verificar o impacto da adição de medidas de perturbação em curto prazo, Jitter e Shimmer, na qualidade sonora da eletrolaringe.

Objetivos Secundários:

- Obter parâmetros de medidas de perturbação em curto prazo de vozes normais, masculinas e

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA **CEP:** 13.565-905
UF: SP **Município:** SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9683 **E-mail:** cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.639.600

femininas, de diferentes faixas etárias, utilizando as ferramentas computacionais desenvolvidas e disponibilizadas pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica (GPEM- CNPq).

- Viabilizar a colocação das medidas de perturbação em eletrolaringes.
- Comparar, por meio de análise perceptivo-auditiva, a qualidade sonora de laringe eletrônica convencional, com a de eletrolaringe modificada no que se refere a naturalidade, agradabilidade e inteligibilidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

De acordo com as informações da pesquisadora:

Riscos:

Existem riscos mínimos em se submeter a esse estudo, relacionados principalmente ao desconforto por cansaço ao responder as perguntas das entrevistas e qualidade de vida, ou durante a realização da avaliação e gravação vocais. Para minimizar esses riscos, o participante será informado de que pode pedir pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão. Para evitar preocupação e constrangimento no fornecimento de informações, será reforçado o sigilo tanto de sua identidade como dos dados disponibilizados. Para as gravações de voz, caso o participante sinta medo de estar na cabine acústica, poderá solicitar a presença da pesquisadora na cabine no momento de gravar as emissões ou se retirar da pesquisa, caso seja sua vontade.

Benefícios:

Os participantes do estudo não serão diretamente beneficiados. Ocorre que caso os resultados da nova configuração acústica da laringe eletrônica sejam positivos, futuramente haverá um dispositivo com melhor característica sonora disponível para laringectomizados totais no mercado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora responsável atendeu as recomendações da Resolução Resolução 466/2012.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto datada e assinada adequadamente. O TCLE foi apresentado novamente pela pesquisadora responsável de acordo com a Resolução Resolução 466/2012 em vigência. Todas as pendências resolvidas.

Recomendações:

Nenhuma recomendação.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235	CEP: 13.565-905
Bairro: JARDIM GUANABARA	
UF: SP	Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9683	E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.639.600

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto adequado em relação à Resolução 466/12.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1035206.pdf	18/04/2018 13:28:06		Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_ok.pdf	18/04/2018 13:02:19	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	projeto_fapesp_em_andamento_cep.docx	16/04/2018 17:49:21	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	16/04/2018 17:48:51	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termos_De_consentimento_livre_esclarecido.docx	16/04/2018 17:48:33	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_doutorado_andamento_1.docx	16/12/2017 14:41:21	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	CARTEIRA_PROFISSIONAL_FONO.jpg	04/12/2017 15:17:55	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	aprovacao_comissao_pesquisa_e_Extensao_USE_UFSCAR.pdf	04/12/2017 15:09:31	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	CURRICULOS_RESUMIDOS.doc	01/12/2017 13:40:46	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	LATTES_ORIENTADOR.pdf	01/12/2017 13:39:37	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	LATTES_AUTORA.pdf	01/12/2017 13:39:11	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	ENCAMINHAMENTO_UFSCAR.pdf	01/12/2017 13:37:55	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	ENCAMINHAMENTO_COMITE_AMARAL.pdf	01/12/2017 13:30:54	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	ENCAMINHAMENTO_DIRECAO_AMARAL.pdf	01/12/2017 13:30:29	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	AUTORIZACAO_CHEFE_SERVICO_AMARAL.pdf	01/12/2017 13:28:49	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	AUTORIZACAO_FONO_PDF_AMARAL.pdf	01/12/2017 13:28:24	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	TERMO_CONF_ORIENTADOR.pdf	01/12/2017 13:27:13	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 2.639.600

Outros	TERMO_ENTREGA_RELATORIO_FINAL.pdf	01/12/2017 13:24:48	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	TERMO_CONFIDENCIALIDADE_AUTORA.pdf	01/12/2017 13:24:25	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	DECLARACAO_ONUS_FINANCEIRO_PDF.pdf	01/12/2017 13:23:32	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	01/12/2017 13:23:02	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO CARLOS, 07 de Maio de 2018

Assinado por:
Priscilla Hortense
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
Bairro: JARDIM GUANABARA **CEP:** 13.565-905
UF: SP **Município:** SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9683 **E-mail:** cephumanos@ufscar.br



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Impacto da adição de perturbação na frequência fundamental no grau de naturalidade da Eletrolaringe

Pesquisador: Giovanna Castilho Davatz

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 82333517.6.1001.5504

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.848.252

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma emenda do Projeto de Pesquisa Original "Impacto de medidas de perturbação em curto prazo na qualidade sonora da Eletrolaringe", que obteve aprovação do Comitê de Ética da UFSCar - Universidade Federal de São Carlos, em 7 de maio de 2018.

No documento apresentado os pesquisadores apresentam as seguintes alterações com as respectivas justificativas:

1- Atualização para Apreciação do Comitê de Ética do Hospital Amaral Carvalho – Jaú: Visando início da Etapa da pesquisa já aprovada pelo Comitê de Ética da UFSCar – parecer número 2.639.600, entrou-se em contato com o Hospital Amaral Carvalho de Jaú em outubro de 2019, sendo necessário atualização de data e dados da documentação relacionada ao projeto, além de nova submissão pela plataforma Brasil a fim de que a pesquisa fosse analisada também pelo Comitê de Ética local para o fornecimento de permissão do uso das dependências do Hospital. Houve ajustes de cronograma para incluir a análise pelo Comitê do Hospital. Todos os procedimentos solicitados foram adequadamente seguidos.

2- Mudança de Título: O título da pesquisa aprovada foi modificado para "Impacto da adição de perturbação na frequência fundamental no grau de naturalidade da eletrolaringe", necessário apenas para melhor especificação da pesquisa .

Os pesquisadores ressaltaram que todos os procedimentos aprovados pelo comitê de ética estão sendo seguidos e cumpridos sem alterações de ordem metodológica.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.848.252

Objetivo da Pesquisa:

Houve adaptação dos objetivos no entanto, mantiveram-se de acordo com a mudança do título, indicando apenas uma melhor especificação dos objetivos. Os objetivos secundários foram ampliados detalhando a pesquisa. Não foram observadas mudanças incompatíveis com a proposta original ou que exijam alterações metodológicas, sendo assim descritos:

Objetivo Primário: Verificar o impacto da adição de perturbação na frequência fundamental no grau de naturalidade da eletrolaringe.

Objetivos Secundários:

- Sintetizar vogais /a/ sustentadas, com os diferentes métodos de perturbação na frequência fundamental em análise, de acordo com o sexo e faixa etária
- Comparar, por meio de análise perceptivo-auditiva, as vozes sintetizadas com os diferentes métodos de perturbação na frequência fundamental, a fim de definir qual proporciona maior grau de naturalidade.
- Viabilizar a colocação de perturbação na frequência fundamental nas eletrolaringes.
- Analisar a influência da adaptação da frequência fundamental na qualidade de vozes femininas emitidas por eletrolaringe.
- Analisar se a adição de perturbação na frequência fundamental da eletrolaringe interfere na agradabilidade e inteligibilidade da voz produzida com o equipamento.
- Verificar o potencial da laringe eletrônica na reabilitação vocal e qualidade de vida dos laringetomizados totais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Mantiveram-se conforme projeto original e estão assim descritos:

Riscos: Existem riscos mínimos em se submeter a esse estudo, relacionados principalmente ao desconforto por cansaço ao responder as perguntas das entrevistas e qualidade de vida, ou durante a realização da avaliação e gravação vocais. Para minimizar esses riscos, o participante será informado de que pode pedir pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão. Para evitar preocupação e constrangimento no fornecimento de informações, será reforçado o sigilo tanto de sua identidade como dos dados disponibilizados. Para as gravações de voz, caso o participante sinta medo de estar na cabine acústica, poderá solicitar a presença da pesquisadora na cabine no

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235	CEP: 13.565-905
Bairro: JARDIM GUANABARA	
UF: SP	Município: SAO CARLOS
Telefone: (16)3351-9685	E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.848.252

momento de gravar as emissões ou se retirar da pesquisa, caso seja sua vontade.

Benefícios: Os participantes do estudo não serão diretamente beneficiados. Ocorre que caso os resultados da nova

configuração acústica da laringe eletrônica sejam positivos, futuramente haverá um dispositivo com melhor característica sonora disponível para laringectomizados totais no mercado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A emenda apresentada está bem descrita e documentada atendendo aos preceitos éticos estabelecidos pela Resolução CNS 466/12 (e suas complementares. A pesquisa, portanto, mantém sua eticidade íntegra.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os documentos obrigatórios foram adequadamente apresentados, bem como a justificativa da emenda.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda adequada.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1469724_E1.pdf	07/12/2019 13:03:23		Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao_de_uso_infraestrutura_fono_medicina_trabalho.pdf	07/12/2019 12:51:52	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	autorizacao_de_uso_infraestrutura_chef_e_medicina_trabalho.pdf	07/12/2019 12:51:41	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Orçamento	orcamento_ok.pdf	07/12/2019 12:46:34	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	relatorio_final.pdf	06/12/2019 09:50:27	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	certidao_casamento.pdf	06/12/2019 09:40:03	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	oficio_encaminhamento_dds.pdf	06/12/2019 09:37:48	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9685

E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.848.252

Outros	oficio_encaminhamento_cep.pdf	06/12/2019 09:37:24	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	mudanca_nome.pdf	06/12/2019 09:37:04	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	curriculos_resumidos.pdf	06/12/2019 09:36:22	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	emenda_projeto.pdf	06/12/2019 09:34:59	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração do Patrocinador	onus_financeiro.pdf	06/12/2019 09:34:34	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	autorizacao_chefe_fono_bucomaxilofacial.pdf	06/12/2019 09:33:54	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade_orientador.pdf	06/12/2019 09:32:57	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade_coorientadora.pdf	06/12/2019 09:32:46	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade_autora.pdf	06/12/2019 09:32:35	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_juiz_analise_perceptivo_auditiva.docx	06/12/2019 09:32:24	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_gravacao_laringes_eletronicas.docx	06/12/2019 09:32:15	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	GIOVANNA_DAVATZ_QUALIFICACAO.pdf	06/12/2019 09:31:56	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_2639600.pdf	06/12/2019 09:30:14	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	06/12/2019 09:29:33	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Brochura Pesquisa	3_projeto_atual_resultados_parciais_ok.pdf	06/12/2019 09:28:50	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_nova.pdf	06/12/2019 09:28:16	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
 Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
 UF: SP Município: SAO CARLOS
 Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br



Continuação do Parecer: 3.848.252

Outros	oficio_encaminhamento_cep.pdf	06/12/2019 09:37:24	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	mudanca_nome.pdf	06/12/2019 09:37:04	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	curriculos_resumidos.pdf	06/12/2019 09:36:22	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	emenda_projeto.pdf	06/12/2019 09:34:59	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração do Patrocinador	onus_financeiro.pdf	06/12/2019 09:34:34	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	autorizacao_chefe_fono_bucomaxilofacial.pdf	06/12/2019 09:33:54	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade_orientador.pdf	06/12/2019 09:32:57	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade_coorientadora.pdf	06/12/2019 09:32:46	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	confidencialidade_autora.pdf	06/12/2019 09:32:35	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_juiz_analise_perceptivo_auditiva.docx	06/12/2019 09:32:24	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	9_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_gravacao_laringes_eletronicas.docx	06/12/2019 09:32:15	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	GIOVANNA_DAVATZ_QUALIFICACAO.pdf	06/12/2019 09:31:56	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_2639600.pdf	06/12/2019 09:30:14	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	06/12/2019 09:29:33	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Brochura Pesquisa	3_projeto_atual_resultados_parciais_ok.pdf	06/12/2019 09:28:50	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_nova.pdf	06/12/2019 09:28:16	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235
 Bairro: JARDIM GUANABARA CEP: 13.565-905
 UF: SP Município: SAO CARLOS
 Telefone: (16)3351-9685 E-mail: cephumanos@ufscar.br



HOSPITAL AMARAL
CARVALHO / FUNDAÇÃO DR.
AMARAL CARVALHO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Impacto de medidas de perturbação em curto prazo na qualidade sonora da Eletrolaringe

Pesquisador: RENATA FURIA SANCHEZ

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 82333517.6.2002.5434

Instituição Proponente: FUNDACAO DOUTOR AMARAL CARVALHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.062.094

Apresentação do Projeto:

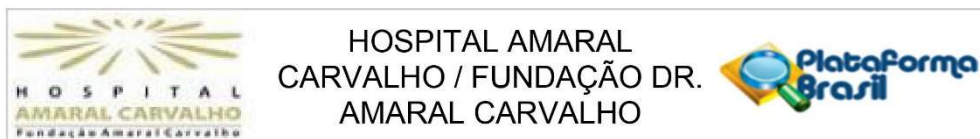
O Projeto intitulado "Impacto das medidas de perturbação em curto prazo na qualidade sonora da Eletrolaringe." É um projeto multicêntrico, tem como proposta avaliar a qualidade sonora do aparelho de eletrolaringe, utilizados por pacientes submetidos à laringectomia total que consequentemente perderam a voz. O aparelho oferece a voz robotizada na qual, permite a comunicação oral. A proposta do trabalho é promover medidas de redução de perturbações, para que possam trazer maior grau de naturalidade, de agradabilidade e provavelmente de inteligibilidade à qualidade sonora da eletrolaringe. A proposta e testagem de eletrolaringe convencionais e modificadas modelo construído, através de gravações das emissões vocais (normais e eletrônicas), além da aplicação de questionário sobre reabilitação vocal e qualidade de vida. Avaliadas por profissionais das áreas da fonoaudiologia com e sem experiência na eletrolaringe.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo principal: Verificar o impacto da adição de medidas de perturbação em curto prazo, Jitter e Shimmer, na qualidade sonora da eletrolaringe.

Objetivos secundários: Obter parâmetros de medidas de perturbação em curto prazo de vozes normais, masculinas e femininas, de diferentes faixas etárias, utilizando as ferramentas computacionais desenvolvidas e disponibilizadas pelo Grupo de Pesquisa em Engenharia Médica

Endereço: Rua das Palmeiras, 89
Bairro: VILA ASSIS **CEP:** 17.210-120
UF: SP **Município:** JAU
Telefone: (14)3602-1194 **Fax:** (14)3602-1207 **E-mail:** cep.aurea@amaralcarvalho.org.br



Continuação do Parecer: 4.062.094

(GPEM- CNPq).

Viabilizar a colocação das medidas de perturbação em eletrolaringes.

Comparar, por meio de análise perceptivo-auditiva, as vozes sintetizadas com os diferentes métodos de perturbação na frequência fundamental, a fim de definir qual proporciona maior grau de naturalidade.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

As profissionais fonoaudiólogas participantes da pesquisa serão as juízes na avaliação da vozes gravadas, terão como riscos o desconforto no possível cansaço de avaliar as vozes alaríngeas. Porém, para minimizar esses riscos, podem parar e interromper em qualquer momento.

Os pacientes laringectomizados sujeitos principais são considerados os riscos o desconforto relacionado ao cansaço de responder as perguntas da entrevista, ou durante a realização da avaliação e gravação vocais. Porém, para minimizar podem pedir pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão e em caso de medo pela cabine acústica na gravação da voz, poderá interromper.

Os participantes do estudo não serão diretamente beneficiados. Ocorre que caso os resultados da nova configuração acústica da laringe eletrônica sejam positivos, futuramente haverá um dispositivo com melhor característica sonora disponível para laringectomizados totais no mercado.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O trabalho foi submetido ao CEP da UFSCAR (aprovado com o Parecer 2.639.600), na qual parte dos dados serão coletados na Unidade Saúde da Escola da instituição referida.

O Hospital Amaral Carvalho de Jaú serão colaboradores da pesquisa os seguintes participantes: os pacientes laringectomizados e as fonoaudiólogas prestadoras de serviço da instituição como juízes nas avaliações das vozes gravadas. Foram realizados Termos de Consentimento Livre e Esclarecido individuais aos diferentes públicos alvos da pesquisa (profissionais e pacientes) e atualizados, atendendo todas recomendações éticas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Pesquisadora apresentou todos os documentos adequados em conformidade com CEP

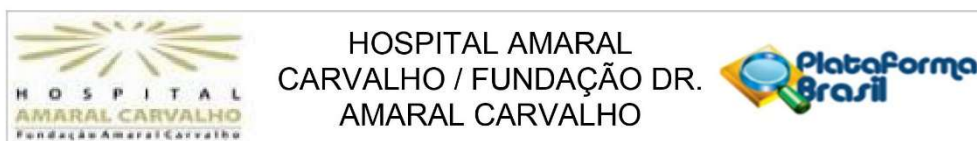
Recomendações:

Não possui recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não possui nenhum entrave ético, atendendo a todas as recomendações

Endereço: Rua das Palmeiras, 89	CEP: 17.210-120
Bairro: VILA ASSIS	
UF: SP	Município: JAU
Telefone: (14)3602-1194	Fax: (14)3602-1207
E-mail: cep.aurea@amaralcarvalho.org.br	



Continuação do Parecer: 4.062.094

Considerações Finais a critério do CEP:

O colegiado acompanha parecer do relator.

Informamos que nenhum dos pesquisadores envolvidos no estudo participou da votação.

Aproveite para recordar-lhe do compromisso de enviar Relatórios Semestrais referentes à evolução do estudo e Relatório Final contendo os resultados da pesquisa.

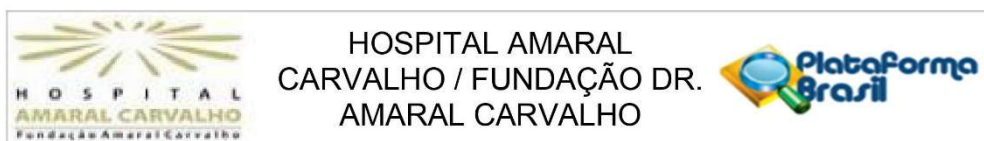
Qualquer alteração/emenda o projeto deverá passar novamente por apreciação deste Comitê de Ética em Pesquisa.

Não autorizamos divulgação dos dados e/ou publicação sem antes passar para análise deste CEP o Relatório Final de encerramento do estudo contendo os resultados da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1130429.pdf	09/04/2020 14:41:25		Aceito
Outros	Autorizacao_DDS.pdf	09/04/2020 14:34:49	Bruno Fernando da Silva	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	09/04/2020 14:33:23	Bruno Fernando da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	EMENDA_1_Projeto_atualizado_com_resultados_parciais_ok.pdf	07/04/2020 13:24:35	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_confidencialidade_colaboradora.jpeg	09/03/2020 17:07:50	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	CURRICULOS_RESUMIDOS.doc	08/03/2020 17:22:06	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	curriculo_colaboradora.pdf	08/03/2020 17:21:46	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	OFICIO_DDS_AMARAL_ASSINADO.pdf	06/03/2020 21:09:30	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	OFICIO_CEP_AMARAL_ASSINADO.pdf	06/03/2020 21:07:50	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Termo_De_confidencialidade_orientador.pdf	06/03/2020 20:57:26	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Termo_De_confidencialidade_autora.pdf	06/03/2020 20:57:01	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Endereço: Rua das Palmeiras, 89
Bairro: VILA ASSIS **CEP:** 17.210-120
UF: SP **Município:** JAU
Telefone: (14)3602-1194 **Fax:** (14)3602-1207 **E-mail:** cep.aurea@amaralcarvalho.org.br



Continuação do Parecer: 4.062.094

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	PROJETO_ORIGINAL_Termo_de_Consentimento_Livre_e_Esclarecido.docx	06/03/2020 20:55:29	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Termo_entrega_relatorio_final.pdf	06/03/2020 20:54:18	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	Projeto_Original_1_Parecer_de_Aprovação.pdf	06/03/2020 20:53:35	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Informacoes_basicas_projeto.pdf	06/03/2020 20:53:23	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Declaracao_de_Onus_Financeiro.pdf	06/03/2020 20:51:34	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Autorizacao_fonoaudiologia.pdf	06/03/2020 20:51:15	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Autorizacao_Chefe_Servico.pdf	06/03/2020 20:50:46	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	Projeto_Original_1_Aprovacao_comissao_de_pesquisa_use_ufscar.pdf	06/03/2020 20:47:52	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_ORIGINAL_1.docx	06/03/2020 20:46:53	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	mudanca_nome.pdf	06/03/2020 20:46:39	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	EMENDA_1_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_juiz_analise_perceptivo_auditiva.docx	06/03/2020 20:46:14	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	EMENDA_1_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_gravacao_laringes_eletronicas.docx	06/03/2020 20:46:05	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Relatorio_Final.pdf	06/03/2020 20:45:52	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	EMENDA_1_Parecer_De_Aprovacao.pdf	06/03/2020 20:45:10	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Orçamento	EMENDA_1_Orcamento.pdf	06/03/2020 20:45:00	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Onus_Financeiro.pdf	06/03/2020 20:44:49	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Justificativa_da_emenda.pdf	06/03/2020 20:44:04	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Brochura Pesquisa	EMENDA_1_informacoes_basicas_projeto.pdf	06/03/2020 20:43:34	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	EMENDA_1_Confidencialidade_orientador.pdf	06/03/2020 20:42:40	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	EMENDA_1_Confidencialidade_Coorientadora.pdf	06/03/2020 20:42:27	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Endereço: Rua das Palmeiras, 89

Bairro: VILA ASSIS

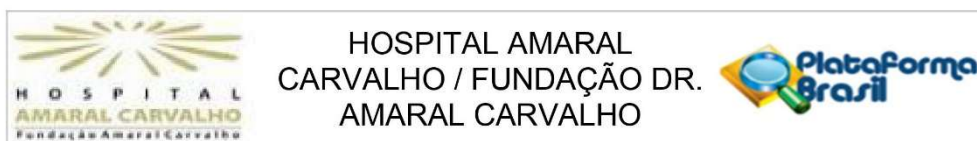
CEP: 17.210-120

UF: SP Município: JAU

Telefone: (14)3602-1194

Fax: (14)3602-1207

E-mail: cep.aurea@amaralcarvalho.org.br



Continuação do Parecer: 4.062.094

Declaração de Pesquisadores	EMENDA_1_Confidencialidade_autora.pdf	06/03/2020 20:42:13	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Autorizacao_fono_medicina_do_trabalho.pdf	06/03/2020 20:41:57	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Autorizacao_chefe_medicina_do_trabalho.pdf	06/03/2020 20:41:32	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Autorizacao_chefe_fono_bucomaxilo.pdf	06/03/2020 20:41:11	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Curriculo_Orientador.pdf	06/03/2020 20:40:04	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Curriculo_Co_Orientadora.pdf	06/03/2020 20:39:49	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Curriculo_Autora.pdf	06/03/2020 20:39:16	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Cronograma	Cronograma_atualizado.pdf	06/03/2020 20:38:56	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	certidao_casamento.pdf	06/03/2020 20:38:45	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	CARTEIRA_PROFSSIONAL_FONO.jpg	06/03/2020 20:38:26	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JAU, 01 de Junho de 2020

Assinado por:
Oswaldo Contador Junior
 (Coordenador(a))

Endereço: Rua das Palmeiras, 89
Bairro: VILA ASSIS **CEP:** 17.210-120
UF: SP **Município:** JAU
Telefone: (14)3602-1194 **Fax:** (14)3602-1207 **E-mail:** cep.aurea@amaralcarvalho.org.br



HOSPITAL AMARAL
CARVALHO / FUNDAÇÃO DR.
AMARAL CARVALHO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Impacto da adição de perturbação na frequência fundamental no grau de naturalidade da Eletrolaringe

Pesquisador: RENATA FURIA SANCHEZ

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 82333517.6.2002.5434

Instituição Proponente: FUNDACAO DOUTOR AMARAL CARVALHO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.378.942

Apresentação do Projeto:

Projeto aprovado em 1 de junho de 2020. (CAAE 82333517.6.2002.5434)

Solicita a ampliação do prazo de coleta, até 22/12/2021, devido a pandemia de COVID-19

Objetivo da Pesquisa:

Verificar o impacto da adição de perturbação na frequência fundamental no grau de naturalidade da eletrolaringe.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

previamente avaliados

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

atende aos preceitos éticos

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

todos os documentos necessários para esse parecer foram encaminhados

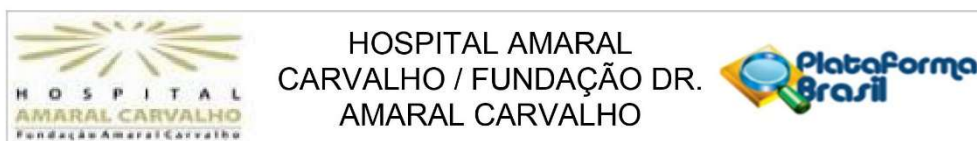
Recomendações:

n/a

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

a solicitação de prorrogação do prazo de coleta é justificável considerando o atual cenário

Endereço: Rua das Palmeiras, 89
Bairro: VILA ASSIS **CEP:** 17.210-120
UF: SP **Município:** JAU
Telefone: (14)3602-1194 **Fax:** (14)3602-1207 **E-mail:** cep.aurea@amaralcarvalho.org.br



Continuação do Parecer: 4.378.942

pandêmico

Considerações Finais a critério do CEP:

O colegiado acompanha parecer do relator.

Informamos que nenhum dos pesquisadores envolvidos no estudo participou da votação.

Aproveito para recordar-lhe do compromisso e obrigatoriedade de encaminhar ao CEP os Relatórios Semestrais referentes à evolução do estudo e Relatório Final do projeto contendo os resultados da pesquisa.

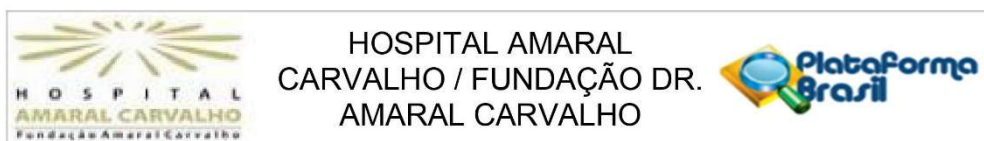
Qualquer alteração nos termos contido no TCLE exigirá nova apresentação e novo consentimento dos participantes.

Qualquer alteração/emenda o projeto deverá passar novamente por apreciação deste Comitê de Ética em Pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1514249_E1.pdf	25/09/2020 10:28:35		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	EMENDA_1_Projeto_atualizado_com_resultados_parciais_ok.docx	25/09/2020 10:23:23	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Relatorio_Final.pdf	25/09/2020 10:20:27	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Brochura Pesquisa	EMENDA_1_Projeto_atualizado_com_resultados_parciais.pdf	25/09/2020 10:20:10	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	Projeto_Original_1_Declaracao_de_Onus_Financeiro.pdf	25/09/2020 10:18:12	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	Projeto_Original_1_Parecer_de_Aprovacao.pdf	25/09/2020 10:16:56	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	Projeto_Original_1_Aprovacao_comissao_de_pesquisa_use_ufscar.pdf	25/09/2020 10:16:45	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Endereço: Rua das Palmeiras, 89
Bairro: VILA ASSIS **CEP:** 17.210-120
UF: SP **Município:** JAU
Telefone: (14)3602-1194 **Fax:** (14)3602-1207 **E-mail:** cep.aurea@amaralcarvalho.org.br



Continuação do Parecer: 4.378.942

Outros	OFICIO_Encaminhamento_comite.pdf	25/09/2020 10:16:06	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	EMENDA_1_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_juiz_analise_percetivo_auditiva.docx	25/09/2020 10:15:43	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	EMENDA_1_Termos_de_consentimento_livre_esclarecido_via_gravacao_laringes_eletronicas.docx	25/09/2020 10:15:35	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Parecer Anterior	EMENDA_1_Parecer_De_Aprovacao.pdf	25/09/2020 10:15:25	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Orcamento.pdf	25/09/2020 10:14:48	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	EMENDA_1_Confidencialidade_orientador.pdf	25/09/2020 10:14:34	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	EMENDA_1_Confidencialidade_Coorientadora.pdf	25/09/2020 10:14:21	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Declaração de Pesquisadores	EMENDA_1_Confidencialidade_autora.pdf	25/09/2020 10:14:07	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Autorizacao_fono_medicina_do_trabalho.pdf	25/09/2020 10:13:50	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Autorizacao_chefe_medicina_do_trabalho.pdf	25/09/2020 10:13:33	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Outros	EMENDA_1_Autorizacao_chefe_fono_bucocomaxilo.pdf	25/09/2020 10:13:14	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA_EMENDA_ATUALIZADO.pdf	25/09/2020 10:11:46	Giovanna Castilho Davatz	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_nova.pdf	25/09/2020 10:11:31	Giovanna Castilho Davatz	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JAU, 04 de Novembro de 2020

Assinado por:
Oswaldo Contador Junior
(Coordenador(a))

Endereço: Rua das Palmeiras, 89
Bairro: VILA ASSIS CEP: 17.210-120
UF: SP Município: JAU
Telefone: (14)3602-1194 Fax: (14)3602-1207 E-mail: cep.aurea@amaralcarvalho.org.br

ANEXO B – Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

GRAVAÇÃO DE EMISSÕES - FALANTES LARÍNGEOS

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa: **“Impacto de medidas de perturbação em curto prazo na qualidade sonora da eletrolaringe.”**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar a qualidade sonora da eletrolaringe é que esta é utilizada em substituição à voz natural, por pacientes que tiveram câncer e perderam suas laringes. Este dispositivo permite o restabelecimento da comunicação oral proporcionando, entretanto, voz com característica robótica. Acreditamos que modificar aspectos acústicos desse aparelho possa deixar a voz mais parecida com a natural humana, melhorando a interação e a inserção social desses indivíduos. Para melhorar a eletrolaringe, primeiramente precisamos de dados de vozes humanas normais com a finalidade de identificar dados matemáticos relacionados que favoreçam a realização de nova programação para o dispositivo. Para isso será feita coleta de emissões de 180 indivíduos, sendo 90 homens e 90 mulheres divididos igualmente por faixas etárias: 18 a 45 anos, 45 a 60 anos e de 60 a 80 anos. Os participantes passarão por entrevista com a pesquisadora fonoaudióloga e avaliação da voz. Caso seja diagnosticada normalidade vocal, denotando ausência de rugosidade, sopro e tensão, sendo a voz considerada adequada para gênero e idade, será feita a gravação.

A gravação será realizada na Unidade Saúde Escola – USE – da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e consistirá de três emissões de vogais sustentadas /a/, fala encadeada (contagem de 1 a 10) e leitura de frases foneticamente balanceadas. As gravações serão realizadas dentro de cabine acústica; portanto, em ambiente silencioso. O voluntário deverá permanecer sentado de forma confortável, com a coluna ereta. A captura do sinal será realizada utilizando-se microfone headset que será posicionado a uma distância de 5 cm da boca a um eixo de 45° a 90°.

RISCOS E BENEFÍCIOS: Existem riscos e desconforto mínimos em se submeter a esse estudo, relacionados ao cansaço de responder as perguntas da entrevista, ou durante a realização da avaliação e gravação vocais. Para minimizar esses riscos, salientamos que você pode pedir pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão. Para evitar preocupação e constrangimento no fornecimento de informações, reforçamos que será mantido sigilo tanto de sua identidade como dos dados por você disponibilizados. Caso você sinta medo de estar na cabine acústica para gravar a voz, pode solicitar a presença da pesquisadora na cabine durante a gravação ou se retirar da pesquisa.

Você não será diretamente beneficiado com o presente estudo. Lembre-se, entretanto, que caso os resultados da nova configuração acústica da laringe eletrônica sejam positivos, futuramente haverá um dispositivo com melhor característica sonora, disponível para laringectomizados totais.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSINTÊNCIA: Será disponibilizada declaração com o resultado da avaliação vocal, bem como tiradas dúvidas que você possa ter em relação à sua voz. Caso durante a entrevista/avaliação vocal seja identificada alguma alteração, por meio da declaração você será encaminhado para a Unidade Básica de Saúde mais próxima de sua residência visando a realização de tratamento adequado.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a

qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da avaliação vocal serão entregues a você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma via deste consentimento ser-lhe-á entregue e outra será arquivada com a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes da Universidade de São Paulo.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos a participantes ou acompanhantes, uma vez que participarão do estudo pessoas que já estejam presentes na USE-UFSCAR para atendimentos em outras áreas. Caso haja algum dano a Vossa Senhoria, a indenização é garantida, após decisão judicial ou extrajudicial.

DECLARAÇÃO DA PARTICIPANTE:

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora fonoaudióloga Giovanna Castilho Davatz Lopes, certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes através do telefone nº (16) 98251-5557 ou e-mail giovannadavatz@usp.br, ou seu orientador, Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli a quem poderei consultar pelo telefone nº (16) 3351-9705 ou e-mail arlindomn@gmail.com.br.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma via deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

JUIZA- JULGAMENTO PERCEPTIVO-AUDITIVO – VOGAIS SINTETIZADAS

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) da presente pesquisa na área de voz. Para esta etapa do projeto, uma amostra com emissões de indivíduos de diferentes faixas etárias deverá ser avaliada por fonoaudiólogos(as) especialistas em voz, quanto ao parâmetro Naturalidade. O procedimento tem duração máxima prevista de 1 hora.

O(a) voluntário(a) que aceitar participar receberá um link com um vídeo de orientação sobre os procedimentos, os quais também se encontram descritos abaixo.

A amostra de vozes será compartilhada com o(a) voluntário(a) via Google Drive. Para fazer a análise este(a) deverá baixar a pasta completa em seu computador. Nesta pasta há todos os arquivos de voz e também um programa executável que não requer instalação, por meio do qual será realizado o julgamento perceptivo-auditivo.

Dentro deste programa, ao clicar em PLAY, haverá a reprodução da primeira voz. O(a) fonoaudiólogo(a) deverá sinalizar na escala analógica-visual de 100 mm o quanto essa voz soa natural. Esta escala está estruturada de forma semelhante a “Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice” - CAPE-V (BEHLAU, 2003). Neste sentido, a extremidade esquerda ou 00 mm representa o máximo de Naturalidade, ou seja, normalidade quanto a este parâmetro. Sequencialmente, leve representa vozes com falhas leves de Naturalidade. Moderado se refere às falhas moderadas de Naturalidade. Severo a alterações severas de Naturalidade. E finalmente a extremidade direita representa a ausência de Naturalidade.

Após pontuar a voz de acordo com o grau de naturalidade que considera para a mesma como Juíz (a), deve-se clicar em SAVE. Depois, deverá clicar em PLAY novamente e proceder a avaliação da segunda voz.

A análise se segue até a avaliação do último arquivo de áudio concluída ao pressionar SAVE. Após a realização da análise completa, o arquivo em CVS (Excel) precisa ser reencaminhado à pesquisadora pelo e-mail: giovannadavatz@usp.br.

Para fazer o julgamento perceptivo-auditivo, o(a) voluntário(a) deverá estar em ambiente silencioso, sentado de forma confortável. As vozes precisam ser ouvidas com fone de ouvido em intensidade sonora que considere confortável.

RISCOS E BENEFÍCIOS: Existem riscos e desconforto mínimos em se submeter a esse estudo, relacionados ao cansaço de avaliar as vozes. Para minimizar esses riscos, salientamos que você pode fazer pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão. Para evitar preocupação e constrangimento no fornecimento de informações, reforçamos que será mantido sigilo tanto de sua identidade como dos dados por você disponibilizados. Você não será diretamente beneficiado com o presente estudo.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSINTÊNCIA: Em caso de dúvidas poderá chamar a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes através do telefone nº (16) 98251-5557 ou e-mail giovannadavatz@usp.br, ou seu orientador, Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli a quem poderei consultar pelo telefone nº (16) 3351-9705 ou e-mail arlindomn@gmail.com.br.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da avaliação vocal serão entregues a você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento será entregue e outra será arquivada com a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes da Universidade de São Paulo.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para o participante, pois os procedimentos serão realizados totalmente por meios digitais. Caso haja algum dano a Vossa Senhoria, a indenização é garantida, após decisão judicial ou extrajudicial.

DECLARAÇÃO DA PARTICIPANTE:

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora fonoaudióloga Giovanna Castilho Davatz Lopes, certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes através do telefone nº (16) 98251-5557 ou e-mail giovannadavatz@usp.br, ou seu orientador, Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli a quem poderei consultar pelo telefone nº (16) 3351-9705 ou e-mail arlindomn@gmail.com.br.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

LARINGECTOMIZADO TOTAL - GRAVAÇÃO DE EMISSÕES COM LARINGE ELETRÔNICA CONVENCIONAL E MODIFICADA E RESPOSTA A QUESTIONÁRIOS

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa: **“Impacto da adição de perturbação na frequência fundamental no grau de naturalidade da eletrolaringe.”**

A JUSTIFICATIVA, OS OBJETIVOS E OS PROCEDIMENTOS: O motivo que nos leva a estudar a qualidade sonora da eletrolaringe é que esta é utilizada em substituição à voz natural por pacientes que tiveram câncer e perderam suas laringes. Este dispositivo permite o restabelecimento da comunicação oral proporcionando, entretanto, voz com característica robótica. Acreditamos que modificar aspectos acústicos desse aparelho possa deixar a voz mais parecida com a natural humana, melhorando a interação e a inserção social desses indivíduos.

Para a execução do projeto, precisamos da gravação de emissões de laringectomizados totais utilizando-se de laringe eletrônica Convencional (disponível no mercado) e Laringe Eletrônica Modificada (com ajustes acústicos realizados pelos pesquisadores), visando a elaboração de um banco de dados para que juízes avaliem comparativamente a qualidade vocal dos dois instrumentos.

Para isso será feita gravação de emissões de laringectomizados totais, as quais serão feitas dentro de cabine audiométrica, no setor de Medicina do Trabalho do Hospital Amaral Carvalho de Jahu em alguma quarta-feira. Os participantes passarão, também, quarta entrevista com a pesquisadora fonoaudióloga para responder a perguntas sobre a eletrolaringe como método de reabilitação vocal e questionário sobre qualidade de vida e voz. Ainda serão convidados a avaliar a qualidade acústica das emissões gravadas com eletrolaringe Convencional e a Modificada, sem saber qual método utilizado para cada emissão, a fim de auxiliar na validação da qualidade vocal do novo equipamento comparativamente ao já disponível no mercado. A aplicação dos procedimentos tem tempo de duração máximo de 30 minutos.

A gravação consistirá de três emissões de vogais sustentadas /a/ e /ε/, fala encadeada (contagem de 1 a 10) e leitura de frases foneticamente balanceadas. As gravações serão realizadas dentro de cabine acústica; portanto, em ambiente silencioso. O voluntário deverá permanecer sentado de forma confortável, com a coluna ereta. A captura do sinal será realizada utilizando-se microfone *headset* que será posicionado a uma distância de 5 cm da boca a um eixo de 45° a 90°.

RISCOS E BENEFÍCIOS: Existem riscos e desconforto mínimos em se submeter a esse estudo, relacionados ao cansaço de responder as perguntas da entrevista, ou durante a realização da avaliação e gravação vocais. Para minimizar esses riscos, salientamos que você pode pedir pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão. Para evitar preocupação e constrangimento no fornecimento de informações, reforçamos que será mantido sigilo tanto de sua identidade como dos dados por você disponibilizados. Caso você sinta medo de estar na cabine acústica para gravar a voz, pode solicitar a presença da pesquisadora na cabine durante a gravação ou se retirar da pesquisa.

Você não será diretamente beneficiado com o presente estudo, mas estará auxiliando no aprimoramento da laringe eletrônica visando melhora da comunicação oral de laringectomizados totais.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSINTÊNCIA: Caso durante a entrevista/avaliação vocal seja identificada alguma alteração ou haja queixa vinculada a questões de saúde, o caso será informado imediatamente ao serviço de fonoaudiologia do departamento de Bucomaxilofacial do Hospital Amaral Carvalho.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade ou perda de benefícios.

A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da avaliação vocal serão entregues a você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma via deste consentimento será entregue e outra será arquivada com a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes, discente da Universidade de São Paulo.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos a participantes ou acompanhantes, uma vez que participarão do estudo pessoas que já estejam presentes no Hospital Amaral Carvalho de Jaú/SP para o grupo de laringectomizados ou realização de atendimentos em outras áreas. Caso haja algum dano a Vossa Senhoria, a indenização é garantida, após decisão judicial ou extrajudicial.

DECLARAÇÃO DA PARTICIPANTE:

Eu, _____ fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora fonoaudióloga Giovanna Castilho Davatz Lopes, certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes através do telefone nº (16) 98251-5557 ou e-mail giovannadavatz@usp.br, ou seu orientador, Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli a quem poderei consultar pelo telefone nº (16) 3351-9705 ou e-mail arlindomn@gmail.com.br.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
Nome	Assinatura do Pesquisador	Data

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

JUIZA- JULGAMENTO PERCEPTIVO- AUDITIVO- FALA ELETROLARÍNGEA

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) da presente pesquisa na área de voz. O(a) voluntário(a) que aceitar participar receberá um link com formulário em que constam 13 amostras de emissões de falantes eletrolaríngeos. Em cada arquivo há duas emissões de cada falante: Emissão A e Emissão B. O fonoaudiólogo deverá selecionar qual das emissões considerou mais natural, considerando o sexo e faixa etária do falante. O procedimento tem duração máxima prevista de 30 minutos.

RISCOS E BENEFÍCIOS: Existem riscos e desconforto mínimos em se submeter a esse estudo, relacionados ao cansaço de avaliar as emissões. Para minimizar esses riscos, salientamos que você pode fazer pausas durante todo o procedimento, sabendo que será respeitado em sua decisão. Para evitar preocupação e constrangimento no fornecimento de informações, reforçamos que será mantido sigilo tanto de sua identidade como dos dados por você disponibilizados. Você não será diretamente beneficiado com o presente estudo.

FORMA DE ACOMPANHAMENTO E ASSINTÊNCIA: Em caso de dúvidas poderá chamar a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes através do telefone nº (16) 98251-5557 ou e-mail giovannadavatz@usp.br, ou seu orientador, Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli a quem poderei consultar pelo telefone nº (16) 3351-9705 ou e-mail arlindomn@gmail.com.br.

GARANTIA DE ESCLARECIMENTO, LIBERDADE DE RECUSA E GARANTIA DE SIGILO: Você será esclarecido(a) sobre a pesquisa em qualquer aspecto que desejar. Você é livre para recusar-se a participar, retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não irá acarretar qualquer penalidade.

A pesquisadora irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados da avaliação vocal serão entregues a você e permanecerão confidenciais. Seu nome ou o material que indique a sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar deste estudo. Uma cópia deste consentimento será entregue e outra será arquivada com a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes da Universidade de São Paulo.

CUSTOS DA PARTICIPAÇÃO, RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO POR EVENTUAIS DANOS: A participação no estudo não acarretará custos para o participante, pois os procedimentos serão realizados totalmente por meios digitais. Caso haja algum dano a Vossa Senhoria, a indenização é garantida, após decisão judicial ou extrajudicial.

DECLARAÇÃO DA PARTICIPANTE:

Fui informada (o) dos objetivos da pesquisa acima de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que em qualquer momento poderei solicitar novas informações e motivar minha decisão se assim o desejar. A pesquisadora fonoaudióloga Giovanna Castilho Davatz Lopes, certificou-me de que todos os dados desta pesquisa serão confidenciais.

Em caso de dúvidas poderei chamar a pesquisadora Giovanna Castilho Davatz Lopes através do telefone nº (16) 98251-5557 ou e-mail giovannadavatz@usp.br, ou seu orientador,

Prof. Dr. Arlindo Neto Montagnoli a quem poderei consultar pelo telefone nº (16) 3351-9705 ou e-mail arlindomn@gmail.com.br.

Declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Nome	Assinatura do Participante	Data
------	----------------------------	------

Nome	Assinatura do Pesquisador	Data
------	---------------------------	------

ANEXO C – Consenso da avaliação perceptivo-auditiva da voz

CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO AUDITIVA DA VOZ (CAPE-V)

PROTOCOLO - CONSENSO DA AVALIAÇÃO PERCEPTIVO AUDITIVA DA VOZ (CAPE-V) – ASHA 2003, SID3

Nome _____ Data: _____

Os parâmetros da qualidade vocal deverão ser preenchidos conforme as seguintes tarefas:

- 1) Vogal sustentada com 3 a 5 segundos
- 2) Produção das seguintes sentenças:

a) Érica tomou suco de pêra e amora.	d) Agora é hora de acabar.
b) Sonia sabe sambar sozinha.	e) Minha mãe namorou um anjo
c) Olha lá o avião azul.	f) Papai trouxe pipoca quente.
- 3) Fala espontânea, com os seguintes conteúdos: "Fale-me sobre o seu problema de voz" ou "Diga-me como está a sua voz".

Legenda: C = consistente I = Intermitente

		SCORE
GRAU GERAL	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
RUGOSIDADE	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
SOPROSIDADE	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
TENSÃO	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
<i>PITCH</i>	indique a natureza de desvio de <i>pitch</i> _____	C I ____/100

	DI MO AC	
<i>LOUDNESS</i>	indique a natureza de desvio de <i>loudness</i> _____	C I ____/100

	DI MO AC	
_____	_____	C I ____/100
	DI MO AC	
_____	_____	C I ____/100
	DI MO AC	

Comentários sobre ressonância: NORMAL OUTRA (descreva): _____

Características adicionais (por exemplo: diplofonia, som basal, falsete, astenia, afonia, instabilidade de frequência, tremor, qualidade molhada ou outras observações relevantes)

Clínico: _____

ANEXO D – Norma Regulamentadora 32

NORMA REGULAMENTADORA 32 (NR 32)



HOSPITAL DE ENSINO

REGRAS INSTITUCIONAIS – NR32

O Hospital Amaral Carvalho estabelece o seguimento da Normatização da NR32, assim, todo estagiário/visitante deverá estar adequado às solicitações das normas institucionais, podendo iniciar o estágio com todas as solicitações em conformidade.

- × Vestimenta – dispositivo com qualidade de proteger o trabalhador dos riscos suscetíveis de ameaçar a sua segurança e a saúde no trabalho, usado sobre a roupa (exemplo: avental impermeável, jaleco).
- × Calçado Fechado – aquele que proporciona total proteção da região do calcâneo (calcanhar), dorso (peito), ponta e laterais do pé. Calçado fechado não possui abertura(s) ou furo(s) na parte da frente (bico), calcanhar, laterais e/ou na parte superior.
- × Adornos – qualquer elemento que serve para embelezar ou dar aspecto mais atraente as pessoas, tais como anel, pulseira, corrente, tornozeleira, escapulário, brinco de qualquer tamanho, relógio, piercing, alargador, cachecol, xale e outros acessórios de manta, lã, tecido ou seda utilizados para agasalhar o pescoço, ombros e cabeça, tiara com enfeite (pedraria, pena, flor ou outros), gravata, cordão de crachá e broche.
- × Unhas - utilização de esmaltes em tons claros e unhas curtas.
- × Cabelos – cabelos abaixo do ombro devem estar sempre presos.

Jaú, 21 de maio de 2021.


Estagiário- Fonoaudióloga
GIOVANNA CASTILHO DAVATZ LOPES
CRFa 16416

Giovanna C. Davatz Lopes
Fonoaudióloga
CRFª 16.416

ANEXO E – Protocolo de Qualidade de Vida e Voz

PROTOCOLO DE QUALIDADE DE VIDA EM VOZ – QVV

Participante n: _____
Data de nascimento: _____ Idade: _____
Cidade: _____ Profissão: _____
Data de avaliação: _____

Estamos procurando compreender melhor como um problema de voz pode interferir nas atividades de vida diária. Apresentamos uma lista de possíveis problemas relacionados à voz.

Para responder ao questionário, considere tanto a gravidade do problema, como sua frequência de aparecimento, avaliando cada item abaixo de acordo o tamanho do problema que você tem. A escala que você irá utilizar é a seguinte:

- 1= não é um problema
- 2= é um problema pequeno
- 3= é um problema moderado/médio
- 4= é um grande problema
- 5 = é um problema muito grande

Por causa de minha voz, o quanto isto é um problema?

- 1. Tenho dificuldades em falar forte (alto) ou ser ouvido em lugares barulhentos. 1 2 3 4 5
- 2. O ar acaba rápido e preciso respirar muitas vezes enquanto eu falo. 1 2 3 4 5
- 3. Às vezes, quando começo a falar não sei como minha voz vai sair. 1 2 3 4 5
- 4. Às vezes, fico ansioso ou frustrado (por causa da minha voz). 1 2 3 4 5
- 5. Às vezes, fico deprimido (por causa da minha voz). 1 2 3 4 5
- 6. Tenho dificuldades em falar ao telefone (por causa da minha voz). 1 2 3 4 5
- 7. Tenho problemas no meu trabalho ou para desenvolver minha profissão. 1 2 3 4 5
(por causa da minha voz).
- 8. Evito sair socialmente (por causa da minha voz). 1 2 3 4 5
- 9. Tenho que repetir o que falo para ser compreendido. 1 2 3 4 5
- 10. Tenho me tornado menos expansivo (por causa da minha voz). 1 2 3 4 5

MÉTODO DE AFERIÇÃO DOS ESCORES DO QUESTIONÁRIO DE QUALIDADE DE VIDA E VOZ - QVV

Scoring Algorithm for V-RQOL Measure

V-RQOL General Scoring Algorithm

$$100 - \frac{(\text{Raw Score} - \# \text{ items in domain or total}) \times 100}{(\text{Highest Possible Raw Score} - \# \text{ items})}$$

Social-Emotional Domain (Items 4, 5, 8, 10)

$$100 - \frac{(\text{Raw Score} - 4) \times 100}{16}$$

Physical Functioning Domain (Items 1, 2, 3, 6, 7, 9)

$$100 - \frac{(\text{Raw Score} - 6) \times 100}{24}$$

Total Score (Items 1-10)

$$100 - \frac{(\text{Raw Score} - 10) \times 100}{40}$$