IVANI ROSA DOS SANTOS

ANÁLISE ACÚSTICA DA VOZ DE INDIVÍDUOS NA TERCEIRA IDADE

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação Interunidades em
Bioengenharia (Escola de Engenharia de São
Carlos – Faculdade de Medicina de Ribeirão
Preto – Instituto de Química de São Carlos) da
Universidade de São Paulo como parte dos
requisitos para obtenção do Título de Mestre em
Bioengenharia**

**Área de Concentração: Fonoengenharia
Orientador: Prof. Dr. José Carlos Pereira**

**São Carlos
2005**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP**

S237a Santos, Ivani Rosa dos
Análise acústica da voz de indivíduos na terceira
idade / Ivani Rosa dos Santos. -- São Carlos, 2005.

Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de
São Carlos -Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-
Instituto de Química de São Carlos - Universidade de
São Paulo, 2005.

Área: Bioengenharia.

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Pereira.

1. Voz. 2. Terceira idade. 3. Análise. 4. Acústica
da fala. 5. Instrumentação. 6. Qualidade da voz. I.
Título.

Dedicado este trabalho, com todo amor do meu coração, aos meus pais, *Ivo Rosa dos Santos (in memoriam)* e *Iracema Ferreira dos Santos*, que jamais negaram esforços em favor da minha educação.

AGRADECIMENTOS

Sou grata, de todo meu coração, àqueles que são tão especiais e sem os quais não seria possível a conclusão dessa etapa da minha vida

OBRIGADA MEU DEUS pelo seu amor, sua bondade e pela força no dia-a-dia, pelo dom da vida e por tua presença constante em minha vida!

OBRIGADA MÃE por me dar a vida, me dar amor e carinho, palavras de sabedoria, conforto e incentivo. Por estar ao meu lado sempre, por ser tão maravilhosa. Por me ensinar o que é viver, me educar e me ensina a amar!

OBRIGADA PAI porque mesmo não estando mais aqui, sinto em todos os momentos da minha vida tua presença sempre amiga. Obrigada por teu exemplo de vida, de luta, honestidade e trabalho. Obrigada pela educação e o amor que me deste! Tudo que tenho, sou e ainda serei é fruto do amor e da educação que recebi de ti!

OBRIGADA ILMA minha irmã por me ajudar em todos os momentos da vida.

OBRIGADA ELISANDRO por fazer parte da nossa família

OBRIGADA MEUS AMIGOS Andreza Cruz, Aveliny Mantovan Lima, Maria Eugênia Dajer, Maurício Raymundo de Cunto, Raquel Dell'Acqua Malara e Thaís Peres Vanzella pela força e companhia constante durante o Mestrado, pelo carinho e amor, pelos momentos de discussões e principalmente por compartilharem desse momento único em minha vida. Obrigada também aos meus **amigos do LIM** Everthon, Leandro, Mori e Daniel Espanhol pela acolhida sempre carinhosa, a amizade e os esclarecimentos.

OBRIGADA AOS MEUS COLEGAS DE MESTRADO das outras áreas de pesquisa (fisioterapeutas, biomédicos, dentistas, educadores físicos) pela troca

de conhecimento e pelas discussões sobre matemática, física e a aplicação das ciências exatas na área da saúde.

OBRIGADA AOS PROFESSORES e orientadores de pesquisa no período da **Graduação na UNESP – Marília**, Prof. Dra. Célia Maria Giacheti, Prof. Dr. Sadao Omote, Profa. Ms. Eliana Gradim Fabron, e Profa. Dra. Luciana Tavares Sebastião jamais os esquecerei, muito obrigada por colaborarem na minha formação profissional e pessoal. Obrigada especialmente por sempre acreditarem em mim e pelo incentivo à cursar a Pós-Graduação

OBRIGADA AOS PROFESSORES DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM VOZ DA USP – BAURU em especial à Profa. Dra. Lídia Cristina Teles Magalhães e Profa. Dra. Alcione Brasolotto pela formação em Voz, pelas discussões e pelo incentivo no Mestrado

OBRIGADA AO PROF. DR. CARLOS DIAS MACIEL E À IVONETE pelas sugestões e preciosa colaboração neste trabalho.

OBRIGADA AO PROF. DR. JOSÉ CARLOS CINTRA pela amizade e pelos ensinamentos

OBRIGADA AO PROF. DR. JOSÉ MARCOS ALVES pelas sugestões neste estudo e pela participação na banca julgadora do exame de qualificação.

OBRIGADA AOS PROFESSORES DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM BIOENGENHARIA por todo conhecimento transmitido

OBRIGADA À TODOS OS FUNCIONÁRIOS da biblioteca da EESC e de modo especial obrigada à **JANETE FERREIRA RODRIGUES DOS SANTOS**, secretaria da Bioengenharia, pelo atendimento sempre carinhoso e atencioso, obrigada pela amizade e incentivo

MUITO OBRIGADA AOS IDOSOS, participantes deste estudo, sem os quais não seria possível a realização deste trabalho.

À todos que direta e indiretamente colaboraram para que eu completasse mais essa etapa da minha vida acadêmica deixo o meu sincero e carinhoso obrigado!

Agradeço à **CAPES** pela bolsa de estudo concedida

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis”
(Fernando Pessoa).*

AO PROF. DR. JOSÉ CARLOS PEREIRA

Um homem de caráter e conduta inquestionável. Exemplo de profissional, primoroso professor e orientador, ser humano inigualável, que acolhe, corrige, orienta e ensina, com humildade, dedicação e amor

Suas palavras sempre tão sábias me iluminaram nesta trajetória! Obrigada por abri-me um caminho novo, mostrando como devo caminhar. Obrigada por incentivar o meu desenvolvimento profissional e pessoal

Obrigada por estar comigo, me ajudando a vencer os desafios da ciência, por saber além dos limites de sua área, por colaborar para que eu ampliasse minha visão sobre Ciência, sobre Voz e sobre a Fonoaudiologia. Obrigada por ser mais que um professor, ser um exemplo de vida pra mim!

À APARECIDA DE CÁSSIA GUERRA

Minha amiga, muito obrigada pela constante ajuda na coleta de dados, pelas discussões sobre voz, pelo incentivo e força! Por me ajudar a desvendar a ciência matemática, mas obrigada principalmente, por me dar a alegria da tua presença carinhosa e tua amizade sincera!

AO ARLINDO NETO MONTAGNOLI

Obrigada por todas as discussões, pela atenção e disponibilidade em rever o programa, pelas preciosas sugestões neste trabalho e por sempre me incentivar no estudo da análise acústica da voz. Obrigada especialmente pela amizade construída.

Se você pensa que pode, ou sonha que pode, comece. Uma jornada de mil milhas inicia-se com o primeiro passo. A diferença entre o possível e o impossível está na determinação de cada um. Sabe o que é impossível? É aquilo que ninguém fez até que alguém o faça (Goethe)

Não importa onde você parou ou em que momento da vida você cansou. Recomeçar é dar uma nova chance a si mesmo, é renovar as esperanças na vida e o mais importante... acreditar em você de novo!

Onde você quer chegar? Sonhe alto! Queira o melhor do melhor! Queira coisas boas para a vida. Pensando assim trazemos aquilo que desejamos. Se pensarmos pequeno, coisas pequenas teremos. Já se desejarmos fortemente o melhor e principalmente LUTARMOS PELO MELHOR...O melhor vai se instalar na nossa vida

(Trecho extraído de "Faxina na Alma" - Carlos Drummond de Andrade)

RESUMO

Santos, I. R. dos. (2005). *Análise acústica da voz de indivíduos na terceira idade*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia (EESC/FMRP/IQSC), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

O envelhecimento vocal é chamado de presbifonia e consiste na deterioração da voz pela idade. É resultante de um processo de modificações anatômicas e fisiológicas ocorridas na laringe e que interferem na qualidade de voz. Este estudo teve como objetivo analisar acusticamente vozes de indivíduos na terceira idade, investigando as diferenças nos parâmetros acústicos da voz entre jovens adultos e a população geriátrica. Os parâmetros acústicos vocais consistem a forma de caracterizar o sinal da voz. Realizou-se uma entrevista inicial com os participantes, posteriormente foram feitas a aquisição e análise acústica das vozes, com o intuito de obter os parâmetros quantitativos específicos. Os participantes foram divididos em dois grupos experimentais: 180 indivíduos da terceira idade e 52 jovens-adultos, de ambos os gêneros. O programa de análise acústica utilizado foi “Análise de Voz” que possui instrumentos que avaliam vários parâmetros acústicos: um osciloscópio; medidor de intensidade vocal; analisador de espectro; *jitter*; *shimmer*; nivelamento espectral de resíduos (SFR), nivelamento de filtro inverso (SFF); amplitude de *pitch* (PA); coeficiente de excesso (EX) e frequência fundamental (F0). Os participantes apresentavam bom estado de saúde geral, sem a presença de patologias neurológicas e realizavam atividades sócio-culturais. A análise dos dados foi feita por meio da análise estatística descritiva e por meio do teste t para comparação entre médias. A análise dos resultados dos parâmetros acústicos da voz de homens idosos, no decorrer dos anos, permitiu concluir que a F0 apresentou um aumento na passagem da quinta para a sexta década de vida; o *jitter* apresentou uma acentuada queda entre a sexta e sétima década de vida; o *shimmer* tende a diminuir gradativa e linearmente, mostrando-se como o parâmetro acústico mais sensível à idade vocal masculina, o SFR manteve-se constante até a sétima década, apresentando um aumento de 10% entre a sétima e a oitava década de vida, o SFF manteve-se estável até a sétima década e apresentou um ligeiro aumento a partir da sétima década de vida, o PA se mantém estável no decorrer das décadas de vida e o EX permanece estável no decorrer da idade. Para as mulheres, a análise dos resultados dos parâmetros acústicos da voz, no decorrer dos anos, permitiu concluir a F0 apresentou um aumento entre a quarta e quinta década de vida. Na passagem da quinta para sexta década de vida há uma diminuição mantendo-se até a oitava década; o *jitter* apresentou uma tendência ao aumento ao longo das décadas; o *shimmer* apresentou um aumento acentuado na passagem da sétima para a oitava década de vida; o SFR tende a diminuir gradativa e linearmente, mostrando-se como parâmetro acústico mais sensível à idade feminina; o SFF apresentou uma queda acentuada na passagem da quarta para quinta década de vida, nas demais décadas não apresentou variação significativa; o PA apresentou uma queda acentuada na passagem da

sétima para a oitava década de vida; o EX apresentou uma queda acentuada entre a quarta e quinta década de vida. Os resultados da comparação das vozes de homens idosos e jovens permitiram concluir que o grupo de idosos apresentou F0 mais grave; as medidas de perturbação da voz (*jitter* e *shimmer*), SFF e o EX apresentaram-se maiores no grupo de idosos, o SFR e o PA apresentou uma diminuição no grupo de idoso. No que se refere às mulheres, a comparação entre mulheres idosas e jovens, permitiu concluir que o grupo de idosas apresentou F0 mais grave; as medidas de perturbação da voz (*jitter* e *shimmer*), SFR e o PA apresentaram-se menores no grupo de idosas; o SFF e o EX apresentaram-se elevados no grupo de idosas.

Palavras - chave: voz – terceira idade – análise - acústica da fala – instrumentação - qualidade da voz

ABSTRACT

Santos, I. R. dos. (2005). *Acoustic analysis the voice the elderly speakers*. Dissertation – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia (EESC/FMRP/IQSC), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

The vocal aging is called presbyphonia and consists of voice degeneration as the age increase. It results from physiologic and anatomic changes of larynx and, of course interfere on the voice quality. In this work, the voice of elderly people is acoustically analyzed and compared with acoustic parameters of young adults. Each subject was asked to pronounce the Brazilian Portuguese phoneme /a/ for nearly 5 seconds in comfortable levels of *pitch* and magnitude witch corresponded to his conversation natural voice. Two experimental groups has been settled for both sexes: 180 subjects of the third age and 52 young adults. It was used the software “*Analise de Voz*” in order to evaluate the signal spectrum, voice intensity as well as the acoustic parameters: *jitter*, *shimmer*, spectral flatness (SF), *pitch* amplitude (PA), excess coefficient (EX) and fundamental frequency (F0). All speakers presented apparently good health and social activities. The data was statistically analyzed by t-test and results showed that for elderly F0 increased between fifth and sixth decades of life: jitter presented an accentuated decrease between sixth and seventh decade; shimmer decays linearly with the age and seems to be the most sensitive parameter to the men age; all others parameters (SFR, SFF, PA and Ex) are insensitive to the age. The comparison between old and young men showed that F0, SFR and PA are lower for elderly people while *jitter*, *shimmer*, SFF, and EX are higher. For women the results showed that F0 increased between 4th and 5th decades, decreasing after that: jitter increased all over the time; shimmer presented a large increase between 7th and 8th decades; SFR decreased linearly and presents good correlation with women vocal age; all others parameters presented decreasing in such specific decades, SFF and Ex between 4th and 5th and PA between 7th and 8th decades. The comparison between elderly and young people allowed to conclude that SFF and EX increase with age and F0, *jitter*, *shimmer*, SFR and PA decreased as a function of age.

Keywords: voice – elderly – analysis - speech acoustics – instrumentation - voice quality

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Trato Vocal	27
Figura 2	Laringe: À esquerda: vista frontal da laringe com articulações e traquéia. À direita: Vista lateral da laringe	28
Figura 3	Músculos e cartilagens da laringe	29
Figura 4	Estrutura Multilaminada das pregas vocais	30
Figura 5	Pregas vocais aduzidas em posição de fonação	31
Figura 6	Pregas vocais abduzidas em posição respiratória	32
Figura 7	Tela do programa Análise de Voz	65
Figura 8	Parâmetros acústicos da voz	67
Figura 9	Análise espectrográfica da voz	67
Figura 10	Distribuição simétrica	68
Figura 11	Assimetria à direita (ou positiva)	69
Figura 12	Assimetria à esquerda (ou negativa)	69
Figura 13	Grau de Achatamento: Mesocúrtica ou Mesocurtose	70
Figura 14	Grau de Achatamento: Platicúrtica ou Platocurtose	70
Figura 15	Grau de Achatamento: Leptocúrtica ou Leptocurtose	70
Figura 16	Histograma da F0 homens	74
Figura 17	Histograma da F0 mulheres	74
Figura 18	Gráfico da variação da F0 ao longo dos anos – homens	76
Figura 19	Gráfico da variação da F0 ao longo dos anos – mulheres	76
Figura 20	Histograma do <i>jitter</i> homens	77
Figura 21	Histograma do <i>jitter</i> mulheres	78
Figura 22	Gráfico da variação do <i>jitter</i> ao longo dos anos – homens	80
Figura 23	Gráfico da variação do <i>jitter</i> ao longo dos anos – mulheres	80
Figura 24	Histograma do <i>shimmer</i> homens	81
Figura 25	Histograma do <i>shimmer</i> mulheres	82
Figura 26	Gráfico da variação do <i>shimmer</i> ao longo dos anos – homens	84
Figura 27	Gráfico da variação do <i>shimmer</i> ao longo dos anos – mulheres	84
Figura 28	Histograma do SFR homens	85
Figura 29	Histograma do SFR mulheres	86
Figura 30	Gráfico da variação do SFR ao longo dos anos – homens	88

Figura 31	Gráfico da variação do SFR ao longo dos anos – mulheres	88
Figura 32	Histograma do SFF homens	89
Figura 33	Histograma do SFF mulheres	90
Figura 34	Gráfico da variação do SFF ao longo dos anos – homens	92
Figura 35	Gráfico da variação do SFF ao longo dos anos – mulheres	92
Figura 36	Histograma do PA homens	93
Figura 37	Histograma do PA mulheres	94
Figura 38	Gráfico da variação do PA ao longo dos anos – homens	96
Figura 39	Gráfico da variação do PA ao longo dos anos – mulheres	96
Figura 41	Histograma do EX homens	97
Figura 42	Histograma do EX mulheres	98
Figura 43	Gráfico da variação do EX ao longo dos anos – homens	100
Figura 44	Gráfico da variação do EX ao longo dos anos – mulheres	100
Figura 45	Gráfico da comparação da F0 entre jovens e idosos	104
Figura 46	Gráfico da comparação do <i>jitter</i> entre jovens e idosos	106
Figura 47	Gráfico da comparação do <i>shimmer</i> entre jovens e idosos	108
Figura 48	Gráfico da comparação do SFR entre jovens e idosos	110
Figura 49	Gráfico da comparação do SFF entre jovens e idosos	112
Figura 50	Gráfico da comparação do PA entre jovens e idosos	114
Figura 51	Gráfico da comparação do EX entre jovens e idosos	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Parâmetros Acústicos da voz	66
Tabela 2	Resultados estatísticos da F0 para homens	75
Tabela 3	Resultados estatísticos da F0 para mulheres	75
Tabela 4	Resultados estatísticos do <i>jitter</i> para homens	79
Tabela 5	Resultados estatísticos do <i>jitter</i> para mulheres	79
Tabela 6	Resultados estatísticos do <i>shimmer</i> para homens	83
Tabela 7	Resultados estatísticos do <i>shimmer</i> para mulheres	83
Tabela 8	Resultados estatísticos do SFR para homens	87
Tabela 9	Resultados estatísticos do SFR para mulheres	87
Tabela 10	Resultados estatísticos do SFF para homens	91
Tabela 11	Resultados estatísticos do SFF para mulheres	91
Tabela 12	Resultados estatísticos do PA para homens	95
Tabela 13	Resultados estatísticos do PA para mulheres	95
Tabela 14	Resultados estatísticos do EX para homens	99
Tabela 15	Resultados estatísticos do EX para mulheres	99
Tabela 16	Resultados estatísticos para homens jovens	102
Tabela 17	Resultados estatísticos para mulheres jovens	102
Tabela 18	Resumo comparativo dos parâmetros acústicos entre jovens e idosos – homens	117
Tabela 19	Resumo comparativo dos parâmetros acústicos entre jovens e idosos – mulheres	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

$\bar{x}$	Média Estimada
α	Nível de significância do teste estatístico
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APQ	Quociente de Perturbação de Amplitude
CAPES	Coordenadoria de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior
dB	Decibéis
DP	Desvio Padrão
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
EX	Coeficiente de excesso
F0	Frequência fundamental
FFT	(<i>Fast Fourier Transform</i>) - Transformada Rápida de Fourier
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
GI	Grau de liberdade
HNR	Razão harmônico-ruído
Hz	Hertz
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQSC	Instituto de Química de São Carlos
LIM	Laboratório de Instrumentação Microeletrônica
Md	Média
Mo	Moda
NBR	Norma Brasileira Registrada
OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Amplitude do <i>pitch</i> (índice de vocalização)
PPVV	Pregas vocais
RAP	Perturbação Média Relativa
SESC	Serviço Social do Comércio
SF	<i>Spectral flatness</i> (nivelamento espectral)
SFF	Suavidade Espectral do Filtro
SFR	Suavidade Espectral do Resíduo
t_c	T crítico
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO

18

1- LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

18

1.1 VOZ E ENVELHECIMENTO

18

1.1.1 Envelhecimento: conceitos e aspectos gerais

18

1.1.2 A relação da Fonoaudiologia com o envelhecimento

23

1.1.3 A voz humana: aspectos anatômicos e fisiológicos

26

1.1.3.1 Estrutura das pregas vocais

29

1.1.4 A voz na terceira idade: mudanças anatômicas, fisiológicas e acústicas

32

1.1.5 Envelhecimento vocal: diferenças entre homens e mulheres

41

1.1.6 Voz presbifônica e os parâmetros acústicos

45

1.2 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE VOZ

49

1.2.1 Análise acústica da voz

49

1.2.2 Técnicas acústicas para a análise do sinal de voz

52

1.2.3 Parâmetros acústicos da voz

53

1.2.3.1 Parâmetros acústicos no domínio do tempo

54

1.2.3.2 Parâmetros acústicos no domínio da frequência

59

2- OBJETIVOS

61

3- MATERIAL E MÉTODO

62

3.1 Grupos Experimentais

62

3.1.1 Idosos

62

3.1.2 Jovens - Adultos

63

3.2 Procedimentos

63

3.3 Descrição do Instrumento

64

3.4 Forma de análise dos dados – Procedimentos Estatísticos

68

4- RESULTADOS

72

4.1 Avaliação Perceptivo-Auditiva

72

4.2 Vozes de Idosos

72

4.2.1 Frequência Fundamental

73

4.2.2 <i>Jitter</i>	77
4.2.3 <i>Shimmer</i>	81
4.2.4 Suavidade Espectral do Resíduo	85
4.2.5 Suavidade Espectral do Filtro	89
4.2.6 Amplitude do <i>Pitch</i>	93
4.2.7 Coeficiente de Excesso	97
4.3 Vozes de Jovens	101
4.4 Comparação dos resultados entre jovens e idosos	103
4.4.1 Freqüência Fundamental	103
4.4.2 <i>Jitter</i>	105
4.4.3 <i>Shimmer</i>	107
4.4.4 Suavidade Espectral do Resíduo	109
4.4.5 Suavidade Espectral do Filtro	111
4.4.6 Amplitude do <i>Pitch</i>	113
4.4.7 Coeficiente de Excesso	115
5- DISCUSSÃO	118
5.1 Freqüência Fundamental	118
5.1.1 F0 masculina	118
5.1.2 F0 feminina	119
5.2 Medidas de Perturbação	120
5.2.1 <i>Jitter</i> masculino	120
5.2.2 <i>Shimmer</i> masculino	120
5.2.3 <i>Jitter</i> feminino	121
5.2.4 <i>Shimmer</i> feminino	122
5.3 Suavidade Espectral	123
5.3.1 Suavidade Espectral do Resíduo	123
5.3.2 Suavidade Espectral do Filtro	124
5.4 Amplitude do <i>Pitch</i>	125
5.5 Coeficiente de Excesso	126
6- CONCLUSÃO	127
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	132
8- GLOSSÁRIO DE TERMOS FONOAUDIOLÓGICOS	150
9-ANEXOS	153

Anexo A – Parâmetros acústicos da voz relacionados à soprosidade - artigo	153
Anexo B - Carta de Informação ao Paciente	178
Anexo C - Termo de Esclarecido Livre e Esclarecido	181
Anexo D - Roteiro de Entrevista e Avaliação perceptivo-auditiva	184

INTRODUÇÃO

A análise acústica vocal é atualmente uma importante ferramenta para o trabalho do especialista em voz, pois auxilia na avaliação e no tratamento dos distúrbios da voz. A voz na terceira idade apresenta diversas peculiaridades devido às grandes transformações que ocorrem na laringe neste período de vida. Conhecer mais profundamente a voz do idoso e caracterizar os parâmetros acústicos da voz são os principais pilares desse trabalho.

1. LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

1.1 VOZ E ENVELHECIMENTO

1.1.1 ENVELHECIMENTO: CONCEITOS E ASPECTOS GERAIS

Sobreveio um grande avanço nos estudos científicos sobre o processo de envelhecimento nas duas últimas décadas. Isso se deve ao fato de que nos últimos tempos, houve um aumento significativo na expectativa de vida do ser humano, despertando desse modo, o interesse na investigação desse período da vida.

Há diversos estudos apontando o enorme crescimento da população idosa no Brasil, destacando que a estimativa para o ano 2020 é que o Brasil seja o sexto país com o maior número de idosos. Há ainda, uma estimativa de que no ano de 2050 a proporção de idosos seja de 15% do total da população. (FERRARI, 2002; LIMA-COSTA; BARRETO; GIATTI, 2003; MONTE; MOURÃO; MOTA, 2001; QUEIROZ, 1999)¹.

¹ Os sistemas de chamada deste trabalho estão de acordo com as normas da ABNT NBR 6023/ago 2002 na normalização dos documentos no âmbito da USP – Universidade de São Paulo. Funaro, V. M. B. O. et al. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso**. São Paulo: SIBi – USP, 2004, 115 p. (Cadernos de Estudo).

O censo realizado pelo IBGE, no ano de 2000, constatou uma tendência de crescimento da população geriátrica de 7,9% para 9,1% da população total. Neste mesmo estudo, ficou comprovado que os idosos representam cerca 5,85% da população do Brasil (IBGE/CENSO 2000).

A estimativa de vida ao nascer, em 1980, era de 57,2 anos para os homens e 64,3 para a mulher. No ano de 1990, esses dados passaram a ser 59,5 e 65,8 anos, respectivamente. No ano 2000, no nosso país, a expectativa de vida foi de 64,8 para o homem e 72,5 anos para a mulher, esses dados mostram-nos o enorme crescimento da expectativa de vida da população brasileira (PESSINI; QUEIROZ, 2002).

Foi a partir da percepção do rápido crescimento da proporção de idosos no Brasil, que se tornaram mais comuns as pesquisas sobre o processo de envelhecimento no nosso país. A OMS, em 1982, considerou a população idosa como sendo as pessoas com idade igual ou superior a 65 anos. Segundo Queiroz (1999), a Lei nº 8.842 reconhece como idoso as pessoas maiores de 60 anos de idade.

O ciclo da vida ocorre com todos os seres vivos, todos nascem, crescem, envelhecem e morrem, desse modo envelhecer é tão natural como qualquer fase da vida. O envelhecimento é considerado como um fenômeno biopsicossocial no qual o ser humano sofre diversas transformações. Este fenômeno envolve mudanças em diferentes áreas da vida de uma pessoa: biológica (orgânica e fisiológica); comportamental; sócio-cultural e também político-econômica (DOMINGUES; DERNTL; OURIQUE, 2002).

O fenômeno do envelhecimento deve ser concebido também como um processo individual, no qual há de ser considerado o histórico de vida, a herança genética, o ambiente, os fatores psicológicos e sociais que envolvem cada indivíduo (ROLIM, 2002).

Ballone, Fernandes e Rossi (1981) conceituam o envelhecimento como um período da vida no qual ocorrem complexas interações dos processos biológicos, psicológicos e sociológicos. Consideram-no ainda como um processo de desenvolvimento social do homem, que o acompanha ao longo de sua vida, sendo assim, o envelhecimento faz parte da formação permanente do homem. O envelhecimento não pode ser definido somente pela cronologia, mas pelas condições funcionais, psicológicas, físicas e sociais das pessoas

idosas. É uma fase de desenvolvimento do ser humano, a qual possui limitações, mas também potencialidades e perspectiva de vida pessoal e social (FERRARI, 1999).

O envelhecimento é um processo fisiológico natural, contínuo e irreversível, não devendo ser categorizado como doença. O processo de envelhecimento varia de um indivíduo para o outro, e está relacionado com fatores genéticos e ambientais (MONTE; MOURÃO; MOTA, 2001).

Cada espécie de ser vivo tem seu próprio modo de envelhecer, as mudanças associadas à idade são altamente específicas, não só para cada um de nós, mas para cada um de nossos órgãos. O ser humano apresenta um processo de desenvolvimento até os 25 anos, através do qual atinge o ápice de suas funções. Logo após, esse processo dá lugar a uma série de alterações que têm início em torno dos 25-30 anos, e vai ganhando mais velocidade a partir dos 40 - o processo do envelhecimento (RIBEIRO, 1999).

O envelhecimento é visto também como um processo inexorável, gradativo, lento e multidimensional com mudanças em diversas dimensões: funcional, orgânica, social e psicológica (GIACHETI; DUARTE, 1997). O envelhecimento é ainda conceituado como um processo dinâmico e progressivo onde há modificações tanto morfológicas como funcionais, bioquímicas e psicológicas, que determinam progressiva perda da capacidade de adaptação do indivíduo ao meio ambiente (CARVALHO; ALENCAR, 2000; LUSTRI; MORELLI, 2004).

Douglas (2002) entende o envelhecimento como o conjunto de processos através dos quais o indivíduo se torna velho, isto é, atinge a velhice. A velhice então, é o estado resultante do envelhecimento. O envelhecimento consiste na deterioração progressiva do organismo depois do amadurecimento. Segundo Ribeiro (1999), o processo de envelhecimento é progressivo, degenerativo e universal nas espécies, é o momento em que há uma menor eficiência funcional e enfraquecimento dos mecanismos de defesa biológicos.

Com o avanço da idade, ocorrem transformações no ser humano que são consideradas normais, tais como a diminuição da força, dores e a rigidez nas articulações e a diminuição do vigor físico. Porém, também há uma grande probabilidade de desenvolvimento de patologias, e desse modo, há uma diminuição nas capacidades físico-funcionais. Patologias como hipertensão

arterial, diabetes ou acidente vascular cerebral (derrames) acometem pessoas nesta fase da vida (FERRARI, 1999).

O envelhecimento traz diversas mudanças na anatomia e fisiologia da pessoa, dentre elas: alterações na forma do corpo, alterações no sistema ósseo; no sistema articular e no sistema neuromuscular, há ainda alterações nos sistema nervoso e cardiorespiratório. Os aspectos de mudanças biológicas englobam alterações celulares, morfológicas e funcionais, alterações nos sistemas nervoso, endócrino, imunológico, nos órgãos do sentido; alterações no aparelho cardiovascular e respiratório e mudanças no peso corporal (LUSTRI; MORELLI, 2004; RIBEIRO, 1999). Douglas (2002) apontou que as manifestações patológicas mais freqüentemente observadas na velhice são: aterosclerose e suas complicações, hipertensão arterial sistêmica, insuficiência cardíaca, doença de Alzheimer, câncer sob diversas formas, diabetes, depressão mental, obesidade e reduzida resistência às infecções. Desse modo, do ponto de vista biológico, o envelhecimento é caracterizado por modificações sucessivas de todas as estruturas e sistemas, que provocam uma diminuição da capacidade de adaptação ao meio ambiente.

O envelhecimento é, sem dúvida, um fenômeno complexo que precisa ser analisado sob diversos prismas, considerando sua multi - dimensão. Deve ser investigada pelas mais diferentes ciências do conhecimento humano a fim de haver uma maior compreensão desse processo.

Quando voltamos o olhar para estas pessoas idosas e para a sua saúde, não podemos deixar de lembrar da Gerontologia e da Geriatria, pois elas envolvem-se no estudo do envelhecimento, enfocando seus aspectos clínicos, preventivos e terapêuticos. A gerontologia surgiu após a 2ª Guerra Mundial, e engloba um conjunto de disciplinas que estudam o processo de envelhecimento, segundo uma visão das ciências sociais, psicológicas e biológicas.

Dentro da gerontologia há três ramos que são: a gerontologia experimental, mais ligada às ciências naturais, a gerontologia médica (geriatria) que abrange as doenças do envelhecimento e a gerontologia social, que envolve a Psicologia e os processos psicossociais da velhice (GIACHETTI; DUARTE, 1997). De acordo com Ferrari (1999) a geriatria seria “o estudo da

atenção médica em idade avançada”. A geriatria trata da saúde das pessoas em todos os seus aspectos: preventivo, terapêutico, clínico e de reabilitação.

A Gerontologia tem um caráter interdisciplinar, em sua própria gênese, aproximando diversas áreas, aquelas denominadas “ciências tecnológicas” àquelas chamadas de “áreas específicas de aplicação”. A gerontologia possibilita uma nova visão, uma troca entre os diversos profissionais (médico, assistente social, enfermeiro, fonoaudiólogo, sociólogo, entre outros) e contribui para um conhecimento mais completo das questões do envelhecimento (BERTACHINI; GONÇALVES, 2002).

Atualmente, há diversos profissionais da área da saúde estudando, de modo mais específico, a gerontologia: médicos, fisioterapeutas, fonoaudiólogos, biomédicos, nutricionistas, terapeutas ocupacionais, psicólogos, pedagogos, atuando no sentido de encontrar meios de garantir uma melhor qualidade de vida e saúde para o idoso. Para os profissionais da área da saúde, cresce a preocupação com a qualidade de vida do idoso e a busca do “viver bem”. Estes profissionais buscam atualmente ter uma visão integrada dos aspectos biológicos, psicológicos e sociais do idoso (FERRARI, 2002; ROLIM, 2002).

É possível incluirmos nesta integração os profissionais das ciências exatas, que com o avanço da Engenharia Biomédica tem acentuadamente colaborado com os profissionais da área da saúde, não somente desenvolvendo programas e aparelhos para serem utilizados com os pacientes, mas também na discussão e compreensão do mecanismo funcional do ser humano. Com estes estudos integrados com as ciências exatas os profissionais da área da saúde, podem oferecer melhor tratamento para os idosos doentes e garantir uma qualidade de vida adequada a esta população.

A OMS define saúde não somente como ausência de patologias, mas considera a saúde como o estado completo de bem-estar físico, mental e social (PESSINI, 2002).

Há a necessidade de compreendermos o idoso como um ser humano, passando por diversas transformações: físicas, sociais, psicológicas, que vai aos poucos sofrendo um decréscimo orgânico-funcional que influenciará em suas atividades cotidianas. Desse modo, é de fundamental importância o estudo e pesquisa sobre as modificações decorrentes do processo de

envelhecimento, tendo por intuito, colaborar com a qualidade de vida e saúde do indivíduo na terceira idade.

É preciso olhar o envelhecimento sob as diversas facetas, buscando correlacionar os fatores envolvidos neste complexo fenômeno.

1.1.2 A RELAÇÃO DA FONOAUDIOLOGIA COM O ENVELHECIMENTO

O artigo primeiro do Código de Ética do Fonoaudiólogo (2004) define o fonoaudiólogo como o profissional que atua na área da saúde com a comunicação oral e escrita, voz e audição, realizando pesquisa, prevenção, avaliação e terapia fonoaudiológicas, e atende às pessoas das mais diferentes idades, incluindo desde de recém-nascidos até as pessoas da terceira idade.

O Conselho Federal de Fonoaudiologia (2002), em documento sobre o "Exercício Profissional do Fonoaudiólogo", chamou-nos a atenção ao enquadrar, dentre as diversas áreas de competência do fonoaudiólogo, o desenvolvimento de pesquisas a fim de captar recursos e disponibilizar os dados de produção científica à população. Tendo em vista tal fato, e refletindo sobre a questão do idoso e do envelhecimento, a pesquisa e atuação clínica fonoaudiológica com esta população, aos poucos, vêm crescendo acentuadamente. Há nos últimos tempos, um maior interesse em estudo e pesquisa sobre a comunicação e os aspectos fonoaudiológicos na terceira idade.

A fonoaudiologia atuando com a comunicação, e garantindo a efetividade desta, permite ao indivíduo partilhar com o meio social suas idéias, pensamentos, desejos, sentimentos e aspirações. Lembramos que, um dos principais fatores que assegura uma boa qualidade de vida ao idoso é o relacionamento social, que depende de um adequado processo de comunicação o que está intimamente ligado à audição e a sua voz (MOTTA, 1999).

A partir do momento, em que o Brasil está entre os países com maior número de população idosa no mundo, o fonoaudiólogo não pode esquivar-se de promover o estudo científico do envelhecimento e suas perspectivas. É

imprescindível estimular a troca de experiência entre cientistas, pesquisadores e profissionais de saúde (RUSSO, 1999).

O objetivo da atuação fonoaudiológica com idosos é amenizar as dificuldades comunicativas, de recepção e compreensão da linguagem, que podem surgir com o processo de envelhecimento (ROLIM, 2002; RUSSO, 1999). Na área fonoaudiológica, essa atenção ao idoso, pode ser caracterizada na atuação nas áreas de prevenção primária, secundária ou terciária. Na intervenção primária o fonoaudiólogo atua antes do aparecimento de sintomas de um quadro patológico, e tem por intuito desenvolver a saúde de forma geral e o bem-estar do indivíduo. Na prevenção secundária, a atuação visa diagnosticar precocemente as alterações comunicativas e oferece um tratamento imediato, essa atuação colabora limitando as seqüelas das patologias. A prevenção terciária ocorre por meio da reabilitação, ou seja, é a atuação terapêutica propriamente dita, quando uma patologia fonoaudiológica já está presente.

O “especialista em fala e audição” tem o papel de identificar, avaliar e tratar os distúrbios de fala, linguagem oral e escrita, audição, voz e deglutição do idoso, visando colaborar na manutenção e aperfeiçoamento da comunicação humana.

O envelhecimento traz em si mudanças biológicas para todos os seres humanos, mudanças essas que, podem causar prejuízos em vários aspectos fisiológicos do corpo humano (marcha, visão, alimentação, coordenação motora...), assim como também na comunicação, caracterizando os distúrbios da comunicação humana.

Distúrbios da comunicação decorrentes do envelhecimento podem ser conseqüências da redução dos níveis de atenção, consciência, memória, raciocínio, fala e linguagem. Encontramos, ainda, na população idosa prejuízos na deglutição e nas funções neurovegetativas (respiração e mastigação). Além dessas alterações, podemos ainda encontrar, nesta população, alterações na comunicação causadas por patologias neurológicas (acidente vascular cerebral, esclerose lateral amiotrófica, mal de Alzheimer, mal de Parkinson), que resultam em alterações fonoaudiológicas: afasias, apraxias, disartrias, demências, disfagias, agnosias, entre outras (GIACHETI; DUARTE, 1997).

Entretanto, apesar de haver alterações fonoaudiológicas decorrentes de patologias no envelhecimento, existem também alterações naturais no processo de comunicação. Os exemplos que poderíamos dar seriam a presbifonia e a presbiacusia. A presbifonia é a deterioração da voz pela idade, alterando as estruturais da laringe prejudicando a eficiência comunicativa oral. A presbiacusia é a perda da audição associada ao envelhecimento, em determinadas ocasiões, o idoso necessita utilizar o aparelho de amplificação sonora individual (AASI) para maximizar sua audição. É interessante notar que, a presbiacusia também pode ser um fator desencadeador de outros problemas, como as alterações vocais. Quando o indivíduo não escuta bem, ele tende a aumentar a intensidade da voz, e com o passar dos anos, isso pode se manifestar com alterações na qualidade de voz e na comunicação da pessoa. Quando falamos em distúrbios da comunicação devemos lembrar que há também alterações nos órgãos fonoarticulatórios (lábios, língua, dentes, ossos, bochechas), as quais resultam em distúrbios articulatórios e ou de deglutição (DEDIVITIS; BARROS, 2002; ZAMPERLINI; KYROLLOS; SANTOS, 1997).

Diante de tal constatação o trabalho da Fonoaudiologia junto a pessoas idosas pode ser feito no intuito de amenizar os prejuízos comunicativos decorrentes de próprio processo de envelhecimento, é realizado com a finalidade de prevenir alterações comunicativas, ou também é feito com o objetivo de reabilitar as alterações já instaladas. Desse modo, o fonoaudiólogo pode atuar com a população idosa prevenindo, orientando, minimizando ou reabilitando perdas. O fonoaudiólogo pode contribuir significativamente, quer seja na reabilitação, quer seja na facilitação de processos alterados, ou na orientação de condutas, fornecendo maior qualidade e prazer de vida ao idoso (SANTOS; FERRARI; GIACHETI, 2001).

O ser humano nasce comunicando-se (pelo choro) e pode manter a comunicação durante toda a sua vida, é por isso que a fonoaudiologia está intrinsecamente ligada ao processo de envelhecimento, pois visa contribuir, em alguma extensão, para a qualidade de vida e saúde das pessoas idosas, estejam elas sem alterações patológicas ou não.

Há diversas áreas de especialidades dentro da fonoaudiologia que são: voz, motricidade oral, audição e linguagem, cada qual atuando com um aspecto diferente da comunicação humana. Este trabalho insere-se de modo particular

dentro da especialidade da “voz e seus distúrbios” e se aprofunda, de modo específico, na voz humana e seus parâmetros acústicos. A ênfase maior de nossa investigação refere-se às características acústicas da voz de homens e mulheres adultos de meia idade e idosos.

1.1. 3 A VOZ HUMANA: ASPECTOS ANATÔMICOS E FISIOLÓGICOS

A voz humana é um dos principais instrumentos da comunicação, é produzida por meio de mecanismos complexos, e envolve a interação de diversos sistemas do nosso corpo: sistema nervoso central, sistema fonador e respiratório. Além disso, para que haja a produção vocal o “feed-back” auditivo é essencial, pois fornece um retorno ao falante. O som da voz é produzido na laringe, órgão pertencente ao sistema respiratório, local onde ficam as pregas vocais (ANDRADE et al., 2002; ARONSON, 1990; STEMPLER; GLAZE; GERDEMAN, 1996; SATALOFF; SPIEGEL; ROSEN, 1997).

Para que ocorra a produção da voz é necessário que o ar expirado passe pelas pregas vocais que, em vibração, produzem um som com características distintas. Esse som é modulado e modificado ao passar pelas cavidades de ressonância (trato vocal): cavidade nasal, cavidade oral, língua, lábios, bochechas, palato duro, úvula e dentes. O mecanismo de fonação é um ato complexo que envolve a ativação e controle de diversos músculos e estruturas do sistema nervoso (DOUGLAS, 2002; ZEMLIM, 1998; DEDIVITIS; BARROS, 2002). A figura 1 mostra o trato vocal humano.

Figura 1. Trato Vocal (Caixas de ressonância da voz)

Fonte - Ilustração modificada de

<http://www.voiceproblem.org/glossary/images>

A laringe é o principal órgão da fonação e começa a desenvolver-se na terceira semana de vida intrauterina, ela é a responsável pela produção do som. Conceitualmente é um arcabouço esqueleto-membranoso com as funções de respiração, fonação e proteção das vias aéreas. Na pessoa adulta, a laringe tem cerca de 5 cm de comprimento, no sexo masculino, sendo um pouco menor na mulher. É composta pelas cartilagens: tireóide; cricóide; epiglote; aritenóides; corniculadas e cuneiformes. A tireóide, a cricóide e as aritenóides são compostas de cartilagem hialina, e podem desenvolver calcificação e ou ossificação. A ossificação da cartilagem tireóide começa por volta dos 20 anos de idade, na borda posterior de suas lâminas; as demais cartilagens da laringe são elásticas. Na figura 2 podem ser vistas as cartilagens que compõem o arcabouço laríngeo.

Figura 2. À esquerda vista frontal da laringe com suas cartilagens e membranas. À direita vista lateral da laringe.

Fonte - Ilustrações modificadas de
www.arthursclipart.com/medical/respirbw.htm
www.alergias.com.pe/infoanato.htm

Existe também um componente laríngeo ósseo, é o osso hióide que atua na fixação da laringe, através da membrana tireo-hióidea e da musculatura extrínseca da laringe.

A laringe possui músculos que atuam diretamente na sustentação desse órgão e também na produção dos sons vocais. Os músculos laríngeos são classificados em extrínsecos e intrínsecos. Os músculos extrínsecos atuam na movimentação e suspensão da laringe, quase todos se inserem no osso hióide, e participam ativamente na deglutição e fonação. Os músculos intrínsecos, possuem origem e inserção na própria laringe, atuando na movimentação das pregas vocais; podem alongá-las ou encurtá-las. A musculatura intrínseca da laringe está diretamente associada à produção do som. Todos os músculos da laringe são inervados pelo nervo laríngeo recorrente do vago (10º par de nervos cranianos), exceto o músculo cricotireóideo, inervado pelo nervo laríngeo superior. A figura 3 mostra os músculos e cartilagens que compõem a laringe.

Figura 3. Músculos e Cartilagens da laringe

Legenda: 1 – Cartilagem Tireóide; 2- Cartilagem Aritenóide; 3-Músculo Interaritenóide; 4- Músculo Cricotireóide Posterior; 5- Músculo Cricotireóide Lateral; 6- Cartilagem Cricóide; 7- Traquéia; 8- Ligamento Vocal

Fonte - Ilustração modificada de

http://www.voiceproblem.org/glossary/images_04.asp

1.1.3.1 Estrutura das pregas vocais

As pregas vocais são compostas pelas seguintes camadas:

- mucosa de epitélio pavimentoso estratificado (mais resistente do que o epitélio respiratório, pois esta mucosa realiza uma proteção contra traumas da emissão vocal).
- lamina própria superficial ou espaço de Reinke
- lâmina própria média ou profunda que corresponde ao ligamento vocal

- músculo vocal (DEDIVITIS; BARROS, 2002; ZEMLIM, 1998; DOUGLAS, 2002).

As pregas vocais apresentam propriedades biomecânicas, apresentando-se como um meio viscoelástico, cuja complacência e elasticidade variam segundo a ação da musculatura intrínseca, permitindo a fonação. Para a produção da voz, as pregas vocais se aproximam da linha mediana, fechando a glote, através de contração muscular. Behlau (2001) retrata que para a função fonatória, o conceito mais importante é que as pregas vocais são estruturas multilaminadas, onde cada camada apresenta propriedades mecânicas diferentes. Na figura 4 pode ser vista a estrutura multilaminada das pregas vocais, com suas diferentes camadas.

Figura 4. Estrutura Multilaminada das Pregas Vocais. Legenda 1- Epitélio (camada epitelial); 2- Lâmina Própria (camada superficial); 3- Ligamento Vocal (camada intermediária); 4- Músculo Vocal (tireoaritenóide).

Fonte: Ilustração modificada de

http://www.voiceproblem.org/glossary/images_06.asp

Existem mecanismos básicos que são determinantes no processo de fonação, pois a emissão do som pela laringe exige a presença e a ação de princípios biofísicos e fisiológicos. Douglas (2002) resumiu os seguintes mecanismos básicos determinantes da fonação:

- determinação de um fluxo expiratório do pulmão (ar elemento desencadeante do som);
- interposição de um órgão adequado para modificar vibratoriamente o fluxo aéreo (laringe);
- formação do som fundamental: fenômenos biofísicos (dependentes da massa, do formato, da elasticidade das ppvv);
- capacidade de a laringe introduzir modificações adaptativas da onda sonora (modificações que ocorrem com o som ao passar na laringe e em todas as estruturas componentes da caixa de ressonância do tubo acústico vocal)

De acordo com Douglas (2002) o estabelecimento da fonação propriamente dita estaria fundamentada na geração do som fundamental, mas que pode ser modificado quanto sua intensidade (medida em decibéis, dB), que depende da oscilação da vibração, devida, em grande parte das características do fluxo expiratório e as características vibráteis das pregas vocais.

As figuras 5 e 6 mostram o aspecto das pregas vocais, por uma imagem de videolaringoscopia, mostram as ppvv aduzidas (no momento da fonação) e abduzidas (no momento da respiração).

Figura 5. Laringoscopia direta. Pregas vocais fechadas em posição de fonação. Fonte: Figura modificada de PUTZ, R.; PABST, R. (Ed.). **Sobotta atlas de anatomia humana**. 20.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. v.1, p.124-134.

Figura 6. Laringoscopia direta. Pregas vocais abertas em posição respiratória. Fonte: Figura modificada de PUTZ, R.; PABST, R. (Ed.). **Sobotta atlas de anatomia humana**. 20.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. v.1, p.124-134.

1.1.4 A VOZ NA TERCEIRA IDADE: MUDANÇAS ANATÔMICAS, FISIOLÓGICAS E ACÚSTICAS

Com o passar dos anos o indivíduo vai sentindo uma diminuição nas suas habilidades corporais (físicas), o envelhecimento traz conseqüências a diversos órgãos do corpo humano, interferindo também no funcionamento do aparelho fonador, alterando aspectos anatômicos e fisiológicos da laringe. É interessante notar que, devido às alterações anatomo-fisiológicas que ocorrem na laringe, é possível perceber alterações perceptivo-auditivas e acústicas na voz da pessoa que envelhece.

A laringe passa por diversas mudanças anatômicas com o avanço da idade, de modo geral as fibras elásticas tornam-se menos densas dentro da prega vocal; as cartilagens começam a se calcificar e perdem a elasticidade; há uma atrofia dos músculos laríngeos que provocam uma curvatura da prega vocal (essa curvatura é denominada arqueamento da prega vocal). Além disso, estas podem ficar descoradas como resultado de uma degeneração da gordura ou queratose, essas mudanças anatômicas e fisiológicas ocasionam mudanças na qualidade vocal. Com relação à laringe do idoso Zemlin (1998) aponta que: mudanças na freqüência fundamental e na extensão vocal² acompanham o processo de envelhecimento. As mudanças ocorrem devido a deterioração do

² Verificar o significado no glossário de termos fonoaudiológicos

tecido muscular e também da diminuição do tecido conjuntivo nas ppvv juntamente com a ossificação das cartilagens tireóide e cricóide. As mudanças que ocorrem na laringe podem resultar em conseqüências funcionais na produção da voz. As cartilagens cricóide (hialinas) começam a se ossificar mais ou menos aos 20 anos de idade, e aos 65 anos, toda a estrutura laríngea, com exceção das cartilagens elásticas torna-se óssea.

Greene (1989) pontua o envelhecimento da voz enfocando a calcificação laríngea, a atrofia da pregas vocais e dos músculos que constituem a laringe humana. No que diz respeito às pregas vocais estas podem apresentar um arqueamento e a sua membrana mucosa pode se tornar avermelhada ou com uma pigmentação amarelada ou amarronzada. Toda a rigidez no aparelho fonador causa as alterações na qualidade vocal³, a soprosidade, leve aspereza por diversas vezes, rouquidão e a intensidade fraca.

Ferreira (1998) apresentou o conceito de "voz madura" definindo-a como aquela que "ocorre por volta dos 18 anos de idade, estando a freqüência fundamental no nível que permanecerá por várias décadas". Apesar de ser aos 18 anos que a voz humana é definida como madura, sua maior eficiência se dá em um período mais tarde, conforme Russo (1997) apontou, o período de máxima eficiência vocal, encontra-se, geralmente entre 25 e 40 anos de idade. Após essa idade, dependendo de cada indivíduo, há uma deterioração da voz.

O envelhecimento vocal é chamado de "presbifonia", "muda senil" ou "senescência vocal" que é a deterioração da voz pela idade. É resultante de um processo de envelhecimento do organismo de forma geral, e as modificações ocorridas na laringe, que interferem na qualidade de voz, prejudicam a comunicação. O termo mais comum utilizado na fonoaudiologia é **presbifonia**, que tem sua origem do grego presbys = homem velho e phoneo = vocalizar ou emitir sons (BRASOLOTTO, 2000, 2004). Sendo por isso usado para referir o processo de envelhecimento da voz. Morsomme et al. (1997) relataram que a presbifonia refere-se ao processo de senescência vocal que acompanha o processo normal de envelhecimento humano.

O envelhecimento traz um decréscimo na eficiência biomecânica da laringe como um todo, afetando significativamente a voz. Devemos considerar

³ Verificar o significado dos termos utilizados neste parágrafo no glossário de termos fonoaudiológicos

também as seguintes diferenças: quando denominamos senescência vocal, descrevemos o processo normal de envelhecimento da voz no homem, no entanto, se nos referirmos a senilidade vocal, estaremos abordando a condição patológica. Um outro termo que temos é a **presbilaringe**, ou seja, a laringe envelhecida, que por encontrar-se em uma condição envelhecida pode gerar a presbifonia (GREENE, 1989).

Ximenes-Filho (2002) após a análise de diversos estudos sobre as mudanças anatômicas e fisiológicas da laringe, relatou que ainda são discordantes na literatura quais os principais fatores responsáveis pelo desenvolvimento da presbifonia. Há várias teorias propostas, as mais aceitas são:

- atrofia de fibras musculares
- alterações nas fibras elásticas no ligamento vocal
- alterações no sistema de fibras colágenas
- redução da espessura das mucosas
- redução na velocidade de transmissão neural
- calcificação das cartilagens laríngeas
- alterações na produção de muco pelas células glandulares da laringe.

Kahane (1983) relatou que na idade avançada ocorrem várias alterações no cone elástico e nas fibras elásticas da lâmina própria das ppvv, especialmente nos homens. As fibras elásticas tornam-se fragmentadas e a densidade do ligamento vocal diminui. Existe também a perda do tecido conjuntivo no interior das ppvv.

Ferreira (1998) destacou que com o avanço da idade há a perda do controle neuro-muscular, o que afeta o sistema de produção da voz. Também fez menção às mudanças nos aspectos morfológicos relacionados às pregas vocais, pontuando que estas, sofrem alterações em relação às fibras elásticas, o que conseqüentemente as torna mais soltas e atrofiadas, há também uma redução da mobilidade da prega vocal, causando um prejuízo na qualidade vocal. Um outro aspecto refere-se ao menor suporte respiratório e às questões anatômicas de calcificação das cartilagens laríngeas.

Monte, Mourão e Mota (2001) ressaltaram que a fonação sofre modificações no decorrer dos anos (desde o nascimento até à velhice), e isso é conseqüência das mudanças ocorridas no crescimento, mudanças hormonais e

da própria deterioração estrutural do mecanismo neurológico de controle muscular. As alterações vocais mais freqüentemente associados ao envelhecimento são a rouquidão⁴, sopro e instabilidade fonatória, e todas estas características vocais, podem ser explicadas pela modificação do mecanismo anátomo-fisiológico da laringe com o envelhecimento.

Block (1986) afirmou que no envelhecimento vocal há espessamento das pregas vocais e diminuição dos movimentos das articulações laríngeas.

Dedivitis e Barros (2002) reforçaram que a laringe na senescência reflete o processo de atrofia encontrado nos músculos das outras partes do organismo idoso. A mucosa fica mais fina e menos hidratada e há perda de elasticidade nas pregas vocais. Ocorre ainda uma infiltração de gordura, o efeito vasomotor é menos marcante e o controle do mecanismo fonador torna-se mais pobre.

Yamasaki (2001) realizou um estudo com o intuito de caracterizar a laringe de adultos idosos, por meio de imagens de telescópio rígido e estroboscopia, e comparou as imagens da laringe de idosos com as de adultos jovens. Utilizou 50 adultos jovens (com idade entre 20 e 45 anos) e 50 adultos idosos (com idade variando de 65 a 80 anos). Encontrou diferenças com significância estatística entre a laringe de idosos e jovens: aumento da proporção glótica, arqueamento da porção membranosa das ppvv, saliência no processo vocal e tremor das estruturas laríngeas. As diferenças encontradas quanto ao sexo foram: presença de arqueamento da porção membranosa das ppvv no sexo masculino; presença de maior tremor das estruturas laríngeas à fonação no sexo feminino. Por conclusão, o estudo ressalta que há um padrão de laringe no idoso, que os distingue dos adultos jovens.

Segundo Costa, Andrada e Silva (1998) apesar de se considerar que a voz do adulto passe a apresentar sinais de envelhecimento aos 60 anos no homem, e aos 50 anos na mulher, considera-se a voz presbifônica como aquela que surge a partir dos 40 anos de idade. A extensão vocal tende a diminuir e a qualidade de voz passa a ser "sombria e afilada", com um timbre⁵ "pobre". Além disso, estes autores retrataram também a questão do tremor senil, e associaram tal acontecimento ao fato da diminuição da capacidade

^{4 5} Verificar o significado no glossário de termos fonoaudiológicos

pulmonar, o que tende a produzir uma intensidade vocal⁶ restringida. Costa; Andrada e Silva (1998) apontaram ainda que há diversos fatores que interferem no envelhecimento vocal, entre eles: os problemas neurológicos, problemas endócrinos (diminuição da produção de hormônios), a queda da capacidade pulmonar e as modificações na qualidade do epitélio de revestimento da laringe (alterações histológicas).

De acordo com Leden e Alessi (1995) há mudanças anatômicas na laringe que abrangem suas cartilagens, articulações, músculos intrínsecos, e nervos laríngenos. Em relação às pregas vocais há uma perda da elasticidade do ligamento vocal, o que acarreta uma aproximação irregular das pregas vocais, causando escape de ar no momento da produção do som. Também se referindo às mudanças anatômicas ocorridas no envelhecimento, Leden e Alessi (1995) ressaltaram que, com o processo normal de envelhecimento, ocorrem mudanças nos sistemas hormonal, circulatório, esquelético e neuromuscular. Apontaram que há o decréscimo progressivo do funcionamento do sistema nervoso central, o que resulta em um significativo impacto na laringe. Mudanças em relação à acústica da laringe, relatando que em mulheres idosas a laringe assume uma posição mais baixa no pescoço, o que contribui para um abaixamento da ressonância vocal, também foram ressaltadas. Estes autores afirmaram que: "a voz estereotipada do idoso tem *pitch*⁷ alterado, rouquidão e falta de intensidade e modulação". Constataram que o jitter aumenta, o timbre torna-se abafado e agudo, os sons ficam de forma geral, trêmulos e monótonos. O *loudness*⁸ também apresenta um aumento significativo.

Behlau e Pontes (1995) resumiram duas principais alterações anatômicas da laringe: calcificação e ossificação gradual das cartilagens laríngenas, que ao redor dos 65 anos de idade apresentam pouca mobilidade; e a atrofia dos músculos intrínsecos da laringe, que resulta em uma menor eficiência biomecânica de todo o sistema fonador. Já Costa; Andrada e Silva (1998), além de citarem as mesmas alterações anatômicas, também destacaram o processo de artrose que as articulações da laringe sofrem ao

^{6 7 8} Verificar significado no glossário de termos fonoaudiológicos

realizar movimentos. Pontuaram que os músculos que sustentam a laringe com o envelhecimento perdem sua elasticidade e tonicidade, além da posição mais baixa no pescoço que a laringe assume.

Colton e Casper (1996) pontuaram que ocorrem muitas mudanças acústicas na voz do idoso, e destacaram as mudanças de frequência fundamental para mais grave ou mais agudo, a intensidade controlada deficientemente e mudanças na qualidade vocal. Em algum grau, todas essas mudanças, refletem as transformações fisiológicas que a laringe sofre com o avanço da idade.

Bressan (1999) destacou mudanças acústicas na voz ao envelhecer, de forma geral. No sexo masculino há um aumento na frequência fundamental dos 60 aos 80 anos; e no sexo feminino uma diminuição após os 60 anos. Também há uma grande variabilidade da frequência fundamental aumentada nos idosos especialmente no homem, dando a impressão de tremor. Essas mudanças foram atribuídas às alterações estruturais: irregularidades na vibração das pregas vocais, incompetência glotal, atrofia da prega vocal, e tensão laríngea.

Motta (1999) pontuou que os homens de idade avançada têm uma tendência a apresentar uma voz mais aguda e de tom mais alto do que quando mais jovem e nas mulheres a voz pode tornar-se mais grave com o avançar da idade.

Linville (1996) retratou que há uma degeneração de gordura dos tecidos acarretando uma diminuição da elasticidade dos ligamentos, pontua que as mudanças anatômicas na laringe decorrentes da idade podem limitar a extensão do fechamento das pregas vocais.

Segundo Boone e McFarlane (1994) os diversos estudos realizados sobre o envelhecimento vocal chegaram as seguintes conclusões: há mudanças laríngeas que contribuem para as mudanças acústicas que podem ser ouvidas; há significativas mudanças anatômicas na laringe (ossificação das cartilagens e diminuição de fibras de colágeno nos músculos intrínsecos). Em relação aos parâmetros vocais acústicos encontraram: diminuição da frequência fundamental em ambos os sexos, conforme o avanço da idade, a partir dos 50 anos, somente após os 60 anos parece haver uma tendência à elevação da frequência no sexo masculino. O jitter e o shimmer tendem a ficar elevados.

De acordo com Morrison e Gore-Hickman (1986) os estudos sobre a cartilagem, mucosa, músculos, tecido conjuntivo e os componentes da laringe são bem abrangidos na literatura sobre mudanças na voz com o envelhecimento normal. As ossificações da cartilagem começam com 25 anos de idade e se completam com 65 anos. Geralmente no sexo feminino, há uma maior preservação da cartilagem tireóide (que não se calcifica de maneira uniforme nas mulheres) e a cricóide sofre a ossificação completa. Há mudanças no tecido conjuntivo de forma uniforme, mas há diferenças entre os sexos. Geralmente nas mulheres diminui consideravelmente o número de fibras colágenas depois dos 50 anos, e também diminui a densidade das fibras. Tradicionalmente, há um decréscimo da intensidade vocal com a idade, outras mudanças na voz com a idade estão relacionadas (atribuídas) à irregularidade vibratória e ao tremor vocal. É preciso também ressaltar que, as doenças neurológicas são muito comuns com a idade, e há diversas dificuldades vocais que ocorrem nessas condições. Infartos cerebrais (AVC)⁹ e suas variações são causa de diversos problemas vocais ou são causa das deficiências no funcionamento voluntário motor. Lesões cerebrais podem causar monotonia na voz (ou seja, voz com mono tom - sem variações) ou mesmo rouquidão. Geralmente a voz do idoso pode ser mais soprosa, de acordo com os estudiosos.

Behlau (1999) ao analisar diversos estudos sobre voz senil pontuou algumas modificações mais significativas: a capacidade respiratória vital diminui com a idade, há alteração da frequência fundamental e na ressonância como resultado da diminuição da força e elasticidade dos músculos laríngeos; aumento na variabilidade do *pitch*, presença de tremor vocal devido às irregularidades na respiração e à instabilidade da frequência fundamental. Quanto à extensão vocal há a redução do número de notas na tessitura, e a qualidade vocal fica mais deteriorada nos homens, em comparação com as mulheres.

Carbonell, Tolosa e Juan (1996), estudando os parâmetros acústicos da voz de 36 indivíduos entre 65 e 93 anos, encontraram o primeiro e o segundo formantes alterados, durante as emissões das vogais /a/, /u/ e /o/; frequência

⁹ AVC – Acidente Vascular Cerebral (conhecido também como derrame cerebral)

fundamental agudizada em homens e agravada em mulheres; pouca alteração de jitter, extensão vocal reduzida; amplitude nas frequências médias normal.

Ptacek et al. (1966), investigaram mudanças na voz associadas com o avanço da idade. Selecionaram alguns parâmetros da voz como: respiração, fonação e articulação a fim de medir os limites do funcionamento desses mecanismos e procuraram investigar as diferenças entre jovens adultos e a população geriátrica. Os autores estudaram adulto-jovens (idade até 40 anos) e a população geriátrica (acima de 65 anos). O grupo dos jovens-adultos foi composto por 31 sujeitos (homens e mulheres). O grupo dos idosos foi formado por 27 homens e 36 mulheres. Os resultados encontrados: em relação ao *pitch*: o grupo de homens e mulheres geriátricos mostraram-se significativamente reduzido quando comparado com o grupo dos jovens - adultos. Essas reduções na extensão vocal (tanto em homens como em mulheres) foram associadas às mudanças que ocorrem na laringe, o processo de calcificação das cartilagens e musculatura laríngea. Além disso, encontraram diferenças significantes entre os jovens adultos, quanto à capacidade vital; a duração máxima de sustentação de vogal; a intensidade máxima e a pressão intra-oral. Em todos os parâmetros da voz analisados pelos estudiosos os idosos tiveram escores reduzidos.

Vanzella (2004) realizou um estudo com a voz de idosos por meio da fonetografia¹⁰ e teve como objetivo determinar as características da voz de 30 homens idosos, sem alterações vocais, com idades variando entre 60 anos e 83 anos. Os resultados indicaram uma redução da frequência da extensão vocal e uma restrição à intensidade vocal.

Honjo e Isshiki (1980) realizaram um estudo com 20 homens e 20 mulheres com idade média de 75 anos com o intuito de determinar as características vocais e laríngeas de pessoas idosas. Encontraram edema (inchaço) de prega vocal em 74% das mulheres e 56% dos homens; atrofia de pregas vocais em 67% dos homens e 26% das mulheres e fechamento glótico incompleto em 67% dos homens e 58% das mulheres. Além disso, os estudiosos encontraram como característica perceptivo-auditiva uma leve

¹⁰ Fonetografia é um dos métodos clínicos para avaliação dos parâmetros da voz foi proposto por DAMSTÉ (1970), é um método de mensuração das relações das frequências e das intensidades vocais, além disso, a fonetografia é o perfil da extensão vocal por meio da relação entre frequência e intensidade (VANZELLA, 2004).

rouquidão e aspereza em mulheres, frequência fundamental média de 162 Hz para homens e 167 Hz para mulheres e valores de perturbação da frequência no limite de normalidade para homens e fora da normalidade para mulheres. Honjo e Isshik (1980) retratam ainda que, as alterações de massa das ppvv são os principais fatores de mudanças vocais nos idosos, que tendem a ter uma voz classificada como discretamente rouca. Estes autores reafirmaram que as alterações vocais, com o decorrer da idade, são atribuídas à irregularidade na vibração de ppvv, incompetência glótica, atrofia de ppvv e tensão laríngea, além de citarem também as alterações histológicas dos tecidos conjuntivos.

Morsomme et al. (1997) realizaram um estudo com 40 idosos (30 mulheres e 10 homens) com idade entre 70 e 90 anos. Compararam os seus resultados com a população jovem tentando buscar as diferenças entre os sexos. As medidas utilizadas neste estudo foram: capacidade vital, tempo máximo de fonação e quociente fonatório. Em relação às frequências fundamentais houve aumento nos homens (120 Hz para 158 Hz); e nas mulheres houve um decréscimo da F0 (de 225 Hz para 205 Hz). Na discussão dos resultados os autores associaram as mudanças da F0 nas mulheres ao edema da mucosa na ppvv na menopausa e nos homens a atrofia do músculo vocal. Em relação às outras medidas dos parâmetros vocais os idosos do estudo tiveram decréscimo em todas (capacidade vital, tempo máximo de fonação e quociente fonatório) tanto homens como também as mulheres. Somente houve uma exceção com relação ao quociente fonatório (PQ) que nas mulheres apresentaram um bom resultado quando comparado com mulheres mais jovens.

Para Ferreira e Silva (2003) há várias mudanças no sistema laríngeo: ossificação do esqueleto laríngeo e a calcificação avançada. As alterações mais frequentes no individuo idoso são a atrofia de pregas vocais, o aparecimento do sulco vocal, a incompetência glótica e o edema de prega vocal.

De modo geral, classificamos as duas principais mudanças anatômicas mais citadas pelos autores: a calcificação e ossificação gradual das cartilagens laríngeas. No processo de envelhecimento acontece a atrofia dos músculos laríngeos intrínsecos o que modifica a qualidade vocal, há uma menor eficiência biomecânica de todo o sistema, ou seja, ocorrem mudanças nas

funções da laringe, há um agravamento no suporte respiratório o que deixa a traquéia amolecida e alongada (BEHLAU, 2001; BEHLAU; PONTES, 1995; BOONE; McFARLANE, 1994; BRASOLOTTO, 2004; CARBONELL; TOLOSA; JUAN, 1996; SATALOFF; SPIEGEL; ROSEN, 1997).

As alterações edematosas que produzem deformidades nas pregas vocais resultando irregularidades vibratórias da onda mucosa, com uma voz áspera, podem impedir a aproximação adequada das ppvv, ocasionando uma voz soprosa e de intensidade menor. A irregularidade vibratória das ppvv ocasiona mudanças em parâmetros acústicos como F0, jitter e shimmer. Observa-se também o afinamento e deterioração das fibras elásticas e colágenas, deixando as estruturas mais rígidas e finas, influenciando assim na voz envelhecida. Os outros componentes que interferem na voz são: a respiração, volume ligeiramente reduzido, afinamento/agudização da voz e perda da eficiência vocal, a borda da prega vocal também se torna mais rígida (BOONE; McFARLANE, 1994; DE BIASE; CERVANTES; ABRAÃO, 1998; GREENE, 1989; SATALOFF; SPIEGEL; ROSEN, 1997).

1.1.5 ENVELHECIMENTO VOCAL: DIFERENÇAS ENTRE HOMENS E MULHERES

Diversos autores apontaram as diferenças significativas que ocorrem na mudança de voz entre homens e mulheres. Ferreira (1998); Behlau e Pontes (1995) citaram que nas mulheres há uma redução da frequência fundamental, passam a apresentar *pitch* mais grave, enquanto os homens apresentam um aumento na frequência fundamental. Costa; Andrada e Silva (1998) apontaram que as modificações são mais marcantes na mulher do que no homem idoso.

Morrison e Gore - Hinckman (1986); Motta (1999) determinaram que o início do processo de ossificação das cartilagens é tardio e menos extensivo em mulheres, sendo o processo todo bastante variável entre indivíduos. As mudanças do tecido conjuntivo são bastante uniformes, mas novamente há diferenças entre os sexos. Nos homens, as fibras elásticas são em menor número, fragmentadas e agrupadas. O número absoluto de fibras colágenas decresce após os 50 anos e as fibras afinam. Elas parecem também separar-se uma das outras e tornar-se mais onduladas. Nas mulheres, a relação de

densidade e linearidade é preservada. As mudanças são ausentes ou mínimas em laringes femininas envelhecidas.

Aronson (1990), ao descrever o desenvolvimento normal da voz, da infância a senescência, retrata que a frequência fundamental dos homens se eleva, enquanto que isso não ocorre na mulher; as pregas vocais sofrem mudanças estruturais, como atrofia, redução de espessura, edema e desidratação da mucosa das pregas vocais.

Honjo e Isshik (1980) ressaltaram que as alterações laringoscópicas são maiores nos homens, nos quais há atrofia de ppvv.

O fato das mudanças vocais serem mais marcantes nas mulheres reside no fato de que a mulher entre 50 e 55 anos de idade passa pelo período denominado de climatério. Costa (2000) ressaltou que na idade de 45 e 50 anos ocorre uma perimenopausa, que se inicia em torno de 5 anos antes da menopausa. Allodi e Ferreira (2001), em pesquisa realizada com 40 mulheres a partir de 40 anos, constataram que a faixa mais freqüente da menopausa foi entre 51 e 55 anos de idade.

Tonisi (2000) conceituou o climatério como sendo o período no qual a mulher passa por uma transição na sua capacidade reprodutiva. A menopausa é um evento marcante no climatério, pois é o ponto em que cessam permanentemente as menstruações, seguindo-se uma perda na atividade ovariana. Há sintomas que indicam que a mulher está passando pela fase do climatério, tais como: ondas de calor, suores noturnos, e esses sintomas estão diretamente relacionados à queda da produção do hormônio estrógeno. Além disso, é preciso notar que neste período ocorrem diversas modificações fisiológicas com o organismo da mulher, que podem apresentar alterações no aparelho cardiovascular, geniturinário, estado geral físico (dentes, visão, mamas), ou alterações psíquicas e sexuais.

No período de menopausa há uma variação hormonal no organismo da mulher, e a voz humana é sensível às alterações hormonais (BEHLAU; PONTES, 1995; FERREIRA, 1998; TONISI, 2000). Nesta fase, há uma queda do hormônio estrógeno circulante, que pode levar a uma atrofia muscular ou até uma fadiga muscular podendo afetar a laringe (DUPRAT, 1998). Leden; Alessi (1995) confirmaram que em mulheres após a menopausa ocorrem alterações na frequência fundamental.

Greene (1989) refere que o desequilíbrio endócrino pode ser um causador de rouquidão, relata que mudanças hormonais influenciam na mucosa laríngea, além disso, o climatério é um período na vida da mulher em que podem ocorrer dificuldades vocais, e um pequeno edema pode causar rouquidão, redução da tonicidade muscular e limitações do timbre (extensão vocal). As pregas vocais podem tornar-se edematosas (inchadas) e isto freqüentemente é acompanhado por sintomas catarrais (muco) e a voz pode tornar-se notavelmente grave e rouca. As mudanças vocais na menopausa podem ser agravadas por fumo excessivo, que produz laringite crônica, tosse, e uma queda considerável no timbre vocal.

Boone; Mc Farlane (1994) referem que há problemas vocais relacionados com algum tipo de disfunção endócrina. Na menopausa, algumas mulheres experimentam mudanças na voz, particularmente uma redução da freqüência fundamental. Devido à secreção de hormônios androgênicos excessivos após a menopausa, a borda glótica torna-se mais espessa aumentando o tamanho da massa das pregas vocais produzindo uma redução na altura vocal e às vezes aspereza vocal.

Boone (1996) apontou que à medida que as mulheres avançam na idade, sua altura vocal torna-se mais baixa, após a menopausa as mulheres experienciam o rebaixamento de altura vocal, ocasionalmente acompanhado por uma pequena rouquidão, com cada nova década de vida. A laringe humana sofre intensa influência das alterações hormonais. A mulher, em particular, experimenta alterações de voz induzidas por hormônios durante momentos determinados em sua vida, tais como durante a puberdade, menstruação, gravidez e menopausa. A maior influência hormonal sobre a voz feminina é durante e após a menopausa. Menos estrógeno está disponível, enquanto existe, ao mesmo tempo, algum aumento no hormônio masculino (testosterona), causando maior espessamento da mucosa que reveste as pregas vocais. Há ainda a atrofia dos músculos da laringe e a calcificação das cartilagens da laringe. A mulher, pós-menopausa, também tem sua laringe um pouco mais baixa no pescoço. Todas essas alterações físicas contribuem para um abaixamento contínuo do nível da altura vocal, em idade avançada (BOONE, 1996; BOONE; Mc FARLANE, 1994; GREENE, 1989).

Colton e Casper (1996) referem que os andrógenos causam aumento na massa da prega vocal o que resulta em uma mudança na voz referida como virilização.

Tonisi (2000) ao focar os efeitos da menopausa na voz da mulher, afirma que existe uma relação importante entre o avanço da idade e a alteração vocal e destaca a alteração mais evidente como sendo a variabilidade da frequência fundamental. A autora notou também que nessa fase há o edema e espessamento das pregas vocais, levando à diminuição da extensão vocal.

Conforme indicaram Luchsinger e Arnold¹¹ (1965 apud ALLODI e FERREIRA, 2001, p. 221), com o avanço da idade a voz feminina tende a reduzir e a abaixar os tons, assemelhando-se ao timbre masculino, além de apresentar tremor e intensidade fraca.

Segundo Ribeiro (1999) os efeitos do envelhecimento sobre o sistema endócrino é mais complexo, a autora apontou que o envelhecimento pode influenciar a produção, secreção, transporte, metabolismo e a ação dos hormônios (e não somente os sexuais - estrogênio e testosterona), mas também os hormônios de crescimento, de tireóide e hormônio relacionado ao sono (melatonina).

Ximenes-Filho (2002) realizou um estudo com 20 cadáveres (10 homens e 10 mulheres), com idade média de 64 anos (variando de 29 a 90 anos) com intuito de observar as modificações da porção membranosa das ppvv e o envelhecimento. Verificou maiores alterações no sexo masculino, notou ainda, nas ppvv redução da espessura da lâmina própria, da celularidade epitelial e também observou tortuosidade desse epitélio. Segundo este estudioso, a diminuição da espessura da lâmina própria de ppvv com o avanço da idade, poderia contribuir para o padrão vocal presente nos idosos.

Honjo e Isshiki (1980) realizaram, por meio de vídeo-laringoscopia, 40 pacientes idosos (de ambos os sexos) e notaram diferenças entre cada sexo, em decorrência da idade. Nas ppvv de homens idosos observaram maior

¹¹ LUCHSINGER, R.; ARNOLD, G. E. Voice-Speech-Language Clinical Communicology: Its Physiology and Pathology. Califórnia, Wadsworth Publishing, 1965 apud ALLODI, P. M.; FERREIRA, L. P. A voz no envelhecer. In: FERREIRA, L. P.; COSTA, H. O. Voz Ativa: **falando sobre a clínica fonoaudiológica**. São Paulo: Roca, 2001, p. 219-236.

freqüência de atrofia muscular e notaram fenda glótica que se manifesta com o aumento da freqüência fundamental. Nas mulheres idosas, observaram edema da mucosa de ppvv e isso provoca o abaixamento na F0 e discreta disфонia, tudo isso foi atribuído às alterações pós-menopausa.

Há diferenças entre a laringe masculina e a laringe feminina: a laringe masculina é de um quarto a um terço maior que a de mulheres e as ppvv das mulheres são quase um terço mais curta que as de homens. O padrão vocal do idoso é fraco e soproso, a tendência da modificação é tornar-se fraca e soproso e trêmula. Há o arqueamento das ppvv, atrofia ou até flacidez de ppvv (ISSIKI; ISUJI; SENNES, 1999).

1.1.6. VOZ PRESBIFÔNICA E OS PARÂMETROS ACÚSTICOS

Allodi e Ferreira (2001), em uma pesquisa realizada com 40 mulheres, divididas em dois grupos: um grupo com idade entre 40 e 59 anos, e outro com idade igual ou superior a 60 anos, constataram que houve: entre as mulheres de 40 a 59 anos uma prevalência de *pitch* "agudo"; nas mulheres com idade acima de 60 anos, houve prevalência de *pitch* "grave". Em relação ao *loudness*, entre as mulheres de 40 a 59 anos, houve prevalência de *loudness* adequado, já nas mulheres acima de 60 anos foi constatado *loudness* forte e adequado. As autoras explicaram que, segundo a literatura, há uma diminuição do *loudness* em decorrência da idade, mas o grupo pesquisado não abordou mulheres com idade igual ou superior a 70 anos, justificando os resultados da pesquisa. No que se refere à qualidade vocal, encontraram 35% de vozes roucas, entre as mulheres pesquisadas, independente da idade, e notaram que 45% das mulheres perceberam mudança na voz com o avanço da idade.

Alarcos, Behlau e Tosi (1983) também realizaram um vasto estudo abrangendo 160 indivíduos de ambos os sexos, jovens e idosos e obtiveram como resultados: um aumento de freqüência fundamental para homens, redução de freqüência fundamental para mulheres e aumento de jitter. Estes autores, também notaram uma maior deterioração de qualidade vocal para homens.

Linville (1996) ao descrever a "voz da senescência" destacou alguns valores dos parâmetros acústicos de perturbação da voz. Segundo a autora, a

tendência destes parâmetros é elevar-se com o decorrer da idade. Orlikoff (1990) extraiu para dois grupos de idade de homens (durante a produção da vogal sustentada /a/) valores para o jitter e shimmer. Para jovens encontrou média de jitter de 0,46% e para idosos 0,72%; para o shimmer, encontrou para jovens 0,70 dB e para idosos 1,08 dB.

Ferrand (2002) realizou um estudo com intuito de distinguir as alterações vocais acústicas com o decorrer da idade, buscando identificar se os parâmetros acústicos constituíam-se em um índice da idade vocal. As medidas acústicas utilizadas foram F0, jitter e HNR (razão harmônico-ruído). Neste estudo foram utilizados 3 grupos de mulheres: jovens, meia-idade e adultos velhos, a população foi de 42 mulheres ficando divididas em: 14 jovem-adultas (de 21 a 34 anos); 14 adultas (40 a 65 anos) e 14 adulto-idosas (70 a 90 anos), todas as adulto-idosas eram saudáveis e independentes. O programa utilizado para análise das vozes foi o Laboratório de Voz e Fala - CSL – modelo 4300 B – Kay Elemetrics Corporation. Foram realizadas análises das variâncias pelo ANOVA¹², no qual foi comprovado que cada grupo apresentava variâncias diferentes, além de ser realizado o teste de Fischer dois a dois.

Os resultados encontrados foram: quanto à F0 o grupo de jovens obteve uma média de 209,68 Hz; o grupo de meia-idade 204,49 Hz e o grupo de idosas uma média de 175,23 Hz. Houve uma diminuição da F0 conforme o avanço da idade. De acordo com a autora, somente os resultados da F0 não são suficientes para diferenciar entre o funcionamento normal da vibração das ppvv, e uma desordem ou modificação conforme a idade (ou uma desordem vocal).

Quanto ao *jitter* o grupo de idoso não diferiu de maneira significativa do grupo de adulto conclui-se que não houve variação significativa no valor do *jitter* conforme o avanço da idade. Diferenças estatísticas significativas foram encontradas somente no HNR para idosas e jovens. Concluiu-se que há uma diminuição do HNR nos idosos, em relação aos jovens e que este parâmetro pode ser um índice da idade vocal. O HNR mostrou-se como um índice da função vocal mais sensível do que o *jitter*.

¹² ANOVA – procedimento estatístico que fornece a análise das variâncias.

A justificativa encontrada para a diminuição dos valores do HNR são as mudanças na laringe como a ossificação das cartilagens, degeneração na musculatura e no tecido conjuntivo e as mudanças respiratórias. Estas alterações contribuem para instabilidade da vibração das ppvv interferindo na periodicidade da vibração. Uma outra justificativa encontrada para as alterações nos parâmetros acústicos vocais foi o uso de medicamentos pelas mulheres idosas.

Xue e Deliyski (2001) realizaram um estudo com intuito de obter dados normativos das medidas acústicas da voz para homens e mulheres idosas. Participaram do estudo 44 idosos, 21 homens e 23 mulheres, com idade de 70 a 80 anos. Utilizaram o programa da Kay Elemetrics (MDVP - Multi Dimensional Voice Program) e avaliaram 15 parâmetros acústicos, entre eles F0, jitter, shimmer e HNR. Todos os participantes do estudo estavam em bom estado de saúde geral (sem apresentar doenças neurológicas). A vogal /a/ foi utilizada para a gravação, sendo sustentado em *pitch* e *loudness* adequado. Compararam seus resultados com jovens e adultos de meia-idade, e verificaram que de modo geral os parâmetros acústicos das vozes dos idosos foram elevados, quando comparados com os valores encontrados para os jovens e adultos de meia-idade, somente a F0 apresentou significativa diminuição entre os idosos.

Mais especificamente, estes pesquisadores encontraram em relação a F0 que os idosos (homens e mulheres juntos) obtiveram uma significativa diminuição do valor deste parâmetro. Os homens idosos apresentaram uma média de 127,62 Hz $\pm$ 29,18 Hz e os homens do grupo adulto-jovens 145,22 Hz $\pm$ 23,41Hz. As mulheres tiveram uma média estimada da F0 de 187,70Hz $\pm$ 42,15 Hz e as mulheres adultas - jovens 243,97Hz $\pm$ 27,46 Hz. Analisando os resultados observa-se que tanto homens quanto as mulheres tiveram uma diminuição na média da F0.

No que se refere às medidas de perturbação, obtiveram os seguintes resultados: os homens idosos apresentam *jitter* de 2,10% $\pm$ 1,55%, e o grupo dos adultos-jovens 0,59% $\pm$ 0,54%. O *shimmer* do grupo masculino de idosos apresentou média estimada de 5,54% $\pm$ 3,51% e o grupo de adultos jovens 2,52% $\pm$ 1,00%. Conclui-se, portanto, que o *jitter* e o *shimmer* apresentaram-se

elevados nos homens idosos. No grupo feminino, o resultado também foi um aumento, as mulheres idosas tiveram uma média estimada do *jitter* de $2,02\% \pm 2,03\%$ e as adultas-jovens $0,63\% \pm 0,33$. Quanto ao *shimmer* obtiveram para mulheres idosas um valor médio de $5,34\% \pm 4,51\%$ e para as mulheres adultas-jovens $2,00\% \pm 0,79\%$. Tanto o *jitter* quanto o *shimmer* nas mulheres idosas apresentam-se elevados quando comparados com as mulheres adultas-jovens.

Os pesquisadores destacaram a importância do conhecimento das características acústicas da voz do idoso para elaboração de programas de reabilitação vocal, e sugerem que seria necessária a criação de um banco de dados com medidas normativas acústicas para esta população, nos programas de análise vocal.

1.2 TÉCNICAS DE ANÁLISE DE VOZ

1.2.1 ANÁLISE ACÚSTICA DA VOZ

A fonoaudiologia ao atuar com a voz humana precisa realizar inicialmente uma avaliação clínica. Esta avaliação atualmente está dividida em dois momentos específicos e diferenciada: a avaliação perceptivo-auditiva e a avaliação acústica computadorizada. A avaliação perceptivo-auditiva é aquela que o fonoaudiólogo não utiliza nenhum instrumento específico, somente o ouvido especializado e treinado, e tem por finalidade identificar a qualidade e ressonância vocais, caracterizando o comportamento vocal do indivíduo. A análise acústica computadorizada é o procedimento que oferece ao clínico da voz uma riqueza de dados objetivos e quantificados que auxiliam no processo de avaliação e tratamento dos distúrbios da voz. Por meio dessa avaliação, é possível “visualizar” a voz do paciente, como em um gráfico. O fonoaudiólogo extrai, desta análise, diversos parâmetros específicos que auxiliam na compreensão do mecanismo de fonação. No Brasil, a avaliação acústica computadorizada passou a ser muito utilizada na clínica e nas pesquisas mais fortemente na década de 90. A maior interação da Fonoaudiologia com as Ciências Exatas (Engenharia Elétrica e Eletrônica, Engenharia da Computação, Engenharia Biomédica, Matemática e Física) auxiliou significativamente neste processo de avanço da avaliação vocal (ANGELIS; CERVANTES; ABRAHÃO, 2001; BARROS; CARRARA - DE ANGELIS, 2002; CAMARGO, 1999; DAVIS, 1979; SANTOS, 2004; SANTOS; DELL' ACQUA; PEREIRA, 2003).

O século XX marcou uma série de modificações progressivas na análise acústica. Durante a década de 20 houve um enorme desenvolvimento no estudo da análise da voz, com o aparecimento dos oscilogramas e a visualização gráfica dos parâmetros vocais. Na década de 40 teve início a utilização da Análise de Fourier (técnica de análise de sinais) para a obtenção da análise espectral. Em 1950, aconteceu um grande avanço tecnológico que revolucionou a análise vocal e o estudo das características dos sons da fala, foi o surgimento do espectrógrafo que fornece o espectrograma, onde é possível a

visualização da concentração de energia variando no decorrer do tempo (ARAÚJO, 1999; KENT; READ, 1992).

Em 1960, GUNNAR FANT postulou a Teoria Fonte - Filtro Linear (ou Modelo Fonte - Filtro) da produção vocal que promoveu uma interpretação matemática do fenômeno da voz e da fala (CAMARGO, 1999; FANT 1970, 1973; KENT; READ, 1992; KENT, 1993, 1997). Fundamentalmente, o modelo postula que o sinal de fala que é radiado pelos lábios representa e contém características da fonte (glote) e também do filtro (trato vocal), ou seja, o som produzido pela vibração das pregas vocais é modificado ao passar pelas características específicas do filtro vocal (ressonância) (FANT, 1970; 1973; KENT; READ, 1992; KENT, 1993, 1997). O modelo proposto por FANT foi adotado por outros autores como ISHIZAHA; FLANAGAN, 1972 e DAVIS, 1979.

Este modelo matemático pressupõe três principais sub-sistemas acústicos para a produção da voz: de conformação do pulso glótico; de caracterização do trato vocal e de radiação labial (KENT, 1993,1997). FANT (1970) caracterizou este modelo por meio da equação:

$$P(f) = U(f) \cdot T(f) \cdot R(f)$$

onde

(f) é a frequência;

P(f) é o sinal de voz (fala);

U(f) é o conformador do pulso glotal;

T(f) constitui as características do trato vocal;

R(f) é a radiação labial.

Após FANT, os estudiosos preocuparam-se na separabilidade dos filtros envolvidos na produção geral da voz e da fala, isso devido às diversas implementações científicas computadorizadas. Posteriormente, outros diversos modelos matemáticos expressaram cada filtro componente da voz: o modelo da forma glotal; o modelo do trato vocal e por fim, o modelo da radiação labial, especificando cada filtro, separadamente.

A década de 70 marcou o desenvolvimento do processamento digital dos sinais, iniciou-se o uso de softwares analisando o sinal de voz. As técnicas

de processamento de sinais permitem obter as características de vibração das pregas vocais (PEREIRA e MONTAGNOLI, 1999). O processamento digital de sinais é realizado por meio da FFT -Transformada Rápida de Fourier (*Fast Fourier Transform*) ou LPC – (*Linear Predictive Coding*), técnicas de filtragem e *Cepstrum* (ARAÚJO, 1999; BAKEN; ORLIKOFF, 2000; CHILDERS; SKINNER; KEMERAIT, 1977; DAVIS, 1979; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999; READ, BUDER; KENT, 1992).

Geralmente por meio dos programas de análise acústica é possível visualizar: a forma de onda, as medidas de perturbações (como *jitter* e *shimmer*), a frequência fundamental e também a quantidade de ruído presente no sinal de voz (ARAÚJO, 1999).

A avaliação acústica consiste no processo de extração e quantificação de padrões precisamente definidos do sinal vocal por instrumentos. Oferece informações sobre importantes aspectos da função laríngea, incluindo os ajustes laríngeos quanto à aerodinâmica e biomecânica, a extensão da frequência e da intensidade e suas correlações na fonação; estabilidade fisiológica da fonação; coordenação laríngea na fonoarticulação e também a eficiência da laringe. Além disso, oferece dados normativos para diferentes realidades vocais e serve como documentação vocal do diagnóstico e da evolução da fonoterapia (BARROS; CARRARA - DE ANGELIS, 2002).

As vantagens proporcionadas pela análise acústica são: uma maior compreensão acústica da saída vocal; estreitamento das linhas de associação entre as análises perceptivo-auditiva e acústica; monitoramento da eficácia do tratamento e a possibilidade de comparação dos resultados; além de servir como instrumento de detecção precoce de problemas vocais e laríngeos (BEHLAU, 2001). Outra vantagem é que a análise objetiva do sinal vocal é uma técnica não-invasiva, pois, permite o acesso ao comportamento vocal e da glote e não necessita a inserção de instrumentos no trato vocal. Além de ser de fácil utilização, fornece uma avaliação rápida, dinâmica e precisa, colaborando no aspecto educacional da voz, tanto para o clínico como para o paciente, que tem a possibilidade de “visualizar” sua voz. O método objetivo de avaliação poderia ser comparado à função do audiograma, fornecendo um “gráfico” da voz (DAVIS, 1979).

A análise acústica deve seu desenvolvimento às áreas de Engenharia Elétrica, Matemática e Tecnologia Computadorizada. A integração da Fonoaudiologia com outras ciências enriquece o conhecimento da voz e dos instrumentos utilizados na clínica para a análise vocal.

1. 2. 2 TÉCNICAS ACÚSTICAS PARA A ANÁLISE DO SINAL DE VOZ

Conhecer as técnicas matemáticas e acústicas utilizadas para a análise do sinal da voz é essencial para a compreensão da extração e interpretação dos parâmetros acústicos do sinal vocal. Por meio deste conhecimento é possível raciocinar e associar o entendimento sobre o processo realizado pelo mecanismo fonador para a produção dos sons vocálicos e a forma que os programas de análise acústica interpretam-nos.

O sinal da voz pode ser analisado por meio de duas maneiras específicas: pelo sinal direto e pelo sinal indireto.

Sinal direto: é a análise que é realizada por meio da onda de pressão do som irradiado pela boca, ou seja, é a técnica que processa o sinal da voz da pressão do som.

Sinal indireto: é uma versão modificada do sinal de voz, por exemplo, espectro, *cepstrum* e sinal residual. Pode-se separar (por processos matemáticos, e por meio do modelamento matemático do trato vocal) a fonte glótica do tubo acústico. Técnicas específicas de filtragem inversa são utilizadas para retirar todo o efeito do trato vocal sobre o sinal da voz. Existem dois métodos de filtragem inversa utilizada: técnica de filtragem inversa residual e técnica de filtragem inversa glotal (DAVIS, 1979; PEREIRA, MONTAGNOLI, 1999).

A técnica de filtragem inversa residual é aplicada com o intuito de remover os efeitos das características acústicas do trato vocal sobre o sinal da voz, podendo chegar ao sinal resultante aproximado da excitação periódica. Portanto, as medidas baseadas na técnica de filtragem inversa residual do sinal de voz subtraem um modelo fixo dos sub-sistemas glotal e supra-glotal mantendo as informações relativas ao sub-sistema glotal. A técnica de filtro inverso glotal retira os efeitos da radiação labial e do trato vocal, preservando

as características do sub-sistema glotal. Conseqüentemente o sinal obtido é o pulso glotal ao invés do sinal residual (DAVIS, 1979; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999).

Matematicamente a separação entre trato vocal e a radiação labial é devida as diferentes características acústicas entre os mesmos. O trato vocal é responsável por ressonâncias (formantes), enquanto a radiação labial é responsável pela propagação do som. De acordo com a interpretação fonoaudiológica, pelo modelo “perceptivo auditivo” não se faz distinção entre trato vocal e radiação labial.

Neste estudo utilizaremos um programa de análise acústica que analisa vários parâmetros pela técnica de filtragem inversa residual: EX, PA, *jitter* e *shimmer*. Estes parâmetros serão abordados a seguir.

1. 2. 3 PARÂMETROS ACÚSTICOS DA VOZ

Os parâmetros acústicos vocais consistem a forma de caracterizar o sinal da voz. Caracterizando o sinal de voz, o clínico pode correlacionar estes achados com sua avaliação perceptivo-auditiva, para estabelecer após uma interpretação, o diagnóstico do caso. Os parâmetros acústicos, extraídos pelos programas de análise de voz são úteis para o fonoaudiólogo atuar no momento da avaliação e também no momento do tratamento (reabilitação), pois mudanças nos valores dos parâmetros podem ser conseqüências de mudanças no comportamento vibratório das pregas vocais. Com os valores dos parâmetros acústicos é possível quantificar as alterações laríngeas e a perceber gráfica e numericamente o aumento e/ou diminuição de rouquidão, aspereza ou soproidade na qualidade da voz humana. No anexo A apresentamos o artigo “Parâmetros acústicos da voz relacionados à soproidade”, publicado na Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (março de 2005) no qual fazemos uma extensa revisão dos parâmetros relacionados à forma do sinal de voz, são apresentados visando a interpretação física dos mesmos. São apresentados parâmetros oriundos de técnicas espectrais, filtragem inversa e cepstral.

1.2.3.1. PARÂMETROS ACÚSTICOS NO DOMÍNIO DO TEMPO

O primeiro parâmetro que abordamos é a **freqüência fundamental (F0)**: é uma das principais medidas utilizadas pelos estudiosos para caracterizar a voz humana em diversas etapas da vida. A freqüência fundamental tem uma relação direta com a massa, elasticidade e comprimento das pregas vocais. Está também na dependência da pressão sub-glótica e da configuração do trato vocal do indivíduo. Por meio da análise da freqüência fundamental o clínico da voz pode designar a idade, o tamanho e sexo do indivíduo. A freqüência fundamental avalia o número de ciclos do pulso glotal que ocorrem por segundo, é expressa em Hertz (Hz). Segundo Behlau; Pontes (1995), os valores normais são de 80 a 150 Hz para os homens, 150 a 250 Hz para as mulheres e acima de 250 Hz para as crianças. O *pitch* é o correspondente da F0 na análise perceptivo-auditiva (ANDRADE et al., 2001; ARAÚJO, 1999; CASTRO; PEGORARO-KROOK, 1994; COLTON; CASPER, 1996; MORRISON; RAMMAGE, 1994; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1998).

Matematicamente podemos expressar a F0 como:

$$F_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F_{0(i)}$$

onde:

$F_{0(i)} = 1/T_{0(i)}$ inverso do i-ésimo período do sinal de voz

N = número de períodos do *pitch* extraídos

MEDIDAS DE PERTURBAÇÃO

Este grupo de medidas avalia as variações de parâmetros característicos do sinal, quando ocorrem alterações de massa, por presença de calosidades, ou há alterações neurológicas ocasionando perturbação no período e na amplitude do sinal de voz. Essas perturbações são denominadas de *jitter* e *shimmer* respectivamente. As medidas de perturbação são baseadas no pressuposto de que a voz é quase periódica e sendo assim, apresenta variações na frequência e amplitude. Autores como BIEALMOWICZ et al. (1996); DAVIS (1979); ESKENASI, CHILDERS E HICKS (1990); HORII (1979, 1980, 1982); MARTIN, FITCH; WOLFE, 1995 classificaram as várias qualidades de voz segundo estes parâmetros acústicos. É importante notar que os dados normativos do *jitter* e *shimmer* dependem dos métodos utilizados por cada programa, sendo que estes valores podem variar conforme a idade, o sexo e a vogal utilizada. Não há ainda uma padronização para as medidas de perturbação (ANDRADE et al., 2001; BARROS; CARRRA - DE ANGELIS, 2002; DAVIS, 1979; PEREIRA, MONTAGNOLI, 1999).

De acordo com Araújo et al. (2002) a análise de frequência fundamental, medidas de perturbação como *jitter* e *shimmer* e medidas de ruído, permitem descrever quase completamente a voz humana. Isso colabora significativamente no processo de avaliação e tratamento dos distúrbios vocais.

JITTER - PERTURBAÇÃO MÉDIA RELATIVA (RAP)

Várias são as medidas baseadas na perturbação de *pitch*, a primeira delas foi proposta por Lieberman (1963) o **fator de perturbação de *pitch* (PFF)**. Este parâmetro é definido como a frequência relativa das perturbações de período de *pitch* maiores que 0,5 ms que ocorrem em uma vogal sustentada. A perturbação do período de *pitch* é definida como a diferença de tempo entre as durações de período sucessivos no sinal de voz. Uma outra medida é a **perturbação média relativa (RAP)** proposta por Koike (1973), que é calculado usando a média de três períodos consecutivos do sinal, além de normalizá-lo em relação ao período médio. Outras medidas de perturbação foram propostas por diversos pesquisadores, sempre utilizando a perturbação

da freqüência, atualmente a nomenclatura utilizada para englobar todos os fatores de perturbação de período (freqüência) é *jitter*. O *jitter* então é definido como a perturbação ou variabilidade da freqüência fundamental ciclo a ciclo, ou seja, a perturbação da freqüência do sinal vocal. Nas alterações de massa, também pode -se encontrar maior valor para o *jitter*. As alterações no *jitter* podem ser indicativas de doenças neurológicas ou dificuldades psicológicas. Este parâmetro está relacionado ao aspecto perceptual de aspereza na voz (ANDRADE et al., 2001; BEHLAU, 2001; BEHLAU; PONTES, 1995; HORII 1979, 1980, 1982; DAVIS, 1979; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999).

Como exemplo, expressamos matematicamente o RAP que é uma das formas de medir o *jitter*:

$$RAP = \frac{\frac{1}{N-2} \sum_{i=2}^{N-1} \left| \frac{P(i-1) + P(i) + P(i+1)}{3} - P(i) \right|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P(i)}$$

Onde $P(i)$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$ denota os períodos de *pitch* sucessivos. O numerador é a perturbação média avaliada em três períodos, e o denominador é o período médio.

SHIMMER - QUOCIENTE DE PERTURBAÇÃO DE AMPLITUDE (APQ)

Quando a perturbação no sinal de voz é calculado sobre a amplitude, temos o *shimmer* e geralmente é possível obter todos parâmetros correspondentes aos citados para o *jitter*.

O *shimmer* é definido como a perturbação ou variabilidade da amplitude ciclo a ciclo (HORII 1979, 1980, 1982; DAVIS, 1979). A alteração do *shimmer* é encontrada, principalmente, na presença de lesões de massa nas pregas vocais como nódulos, pólipos, edemas ou carcinomas. Esse parâmetro acústico está intimamente relacionado ao aspecto perceptual de rouquidão (ANDRADE et al., 2001; BEHLAU, 2001; BEHLAU; PONTES, 1995; DAVIS, 1979; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999).

Matematicamente Takahashi e Koike (1975) usaram a mesma fórmula do RAP, mas substituíram o período pela amplitude do sinal na fórmula. O parâmetro acústico foi é denominado quociente de perturbação de amplitude (APQ) ou *shimmer* e é representado por:

$$APQ = \frac{\frac{1}{N-4} \sum_{i=3}^{N-2} \left| \frac{A_{i-2} + A_{i-1} + A_i + A_{i+1} + A_{i+2} - A_i}{5} \right|}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i}$$

Onde $P(i)$, $i = 1, 2, 3, \dots, N$ denota os períodos de *pitch* sucessivos. O numerador é a perturbação média avaliada em cinco períodos, e o denominador é o período médio.

COEFICIENTE DE EXCESSO (EX)

Este parâmetro é utilizado a fim de obter uma relação entre o sinal e o ruído da voz (CRAMER¹³, 1958 apud DAVIS, 1979; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999). Vozes normais apresentam distribuições mais concentradas e de maior magnitude, enquanto em vozes patológicas há uma distribuição dispersa e com menor amplitude. Este coeficiente pode ser entendido como uma avaliação da razão entre o sinal/ruído da voz (PEREIRA; MONTAGNOLI, 1998).

Matematicamente o EX corresponde à medida de curtose¹⁴ da distribuição das amplitudes do sinal residual. Verifica-se em pessoas normais que a curva é leptocúrtica, enquanto que para padrões de voz soprosos, a distribuição é platicúrtica, pois o padrão de pulsos periódicos existente neste sinal é mais definido em vozes normais do que em vozes patológicas. O EX é a relação entre o quarto momento central e o quadrado do segundo momento central. Sendo positivo a distribuição é concentrada e, por outro lado, se for

¹³ CRAMER, H. Mathematical methods of statistics. Princeton, N. J: Princeton University Press, 1958 apud DAVIS, S. B. Acoustic characteristics of normal and pathological voices. In: LASS, N. J. (Ed) **Speech and Language: Advances in Basic Research and Practice**, vol 1, New York Academic Press, p. 271-335, 1979.

¹⁴ Curtose refere-se ao grau de achatamento da distribuição.

negativo a distribuição é dispersa (DAVIS, 1979). O coeficiente de excesso é calculado por:

$$EX = \frac{E[(x - \bar{x})^4]}{\{E[(x - \bar{x})^2]\}^2} - 3$$

AMPLITUDE DO *PITCH* (PA)

É um parâmetro acústico no domínio residual e avalia o índice de vocalização. Este parâmetro avalia a qualidade vocal e ressalta a “nitidez” da vocalização. Na presença de aspereza ou soprosidade na voz, o valor do PA diminui significativamente. Isto se deve ao fato de que por meio deste parâmetro é possível verificar os efeitos de uma patologia sobre a vocalização (ANDRADE, 2003; DAVIS, 1979; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999; MONTAGNOLI, 1998).

Davis, 1979 definiu o PA como sendo o maior valor das amplitudes *pitch* encontrado no sinal residual. O valor de PA é bem alto para as vogais, tem um valor reduzido para sons fricativos sonoros e tem valor nulo (zero) para as fricativas não-vozeadas (tal como em /f/ ou /s/). Vozes sem alterações terão valores alto de PA, pois apresentam o período do *pitch* bem definido. Nesses casos existe uma forte periodicidade nas formas de onda (área e velocidade do movimento glotal) associadas à simetria do movimento das pregas vocais. Nas vozes alteradas (disfônicas, tais como vozes soprosas) os valores de PA serão semelhantes aos valores encontrados em indivíduos normais quando elicitam sons não-vozeados. Em suma, o valor de PA é baixo ou não pode ser medido se o sinal da voz tem baixa periodicidade, percebendo-se uma alta quantidade de ruído (vozes disfônicas) (DAVIS, 1979; MONTAGNOLI, 1998; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999).

Fundamentalmente, a variação deste parâmetro indica os efeitos da patologia sobre as estruturas de vocalização, pois a existência perceptual de aspereza ou soprosidade implica na redução da magnitude deste parâmetro.

Este parâmetro avalia o índice de vocalização, ou seja, o quão está mais próximo o sinal de uma vogal ou uma consoante. A quantificação desta medida corresponde à mediana da amplitude do segundo pico da autocorrelação do sinal residual (MONTAGNOLI, 1998).

1.2.3.2 PARÂMETROS ACÚSTICOS NO DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA

A análise no domínio da frequência possibilita a verificação de outros parâmetros acústicos. No domínio espectral é possível analisar o sinal de voz por meio de suas componentes da frequência, no qual temos o espectro vocal. Destacamos neste estudo o nivelamento espectral.

NIVELAMENTO ESPECTRAL

O nivelamento espectral é uma técnica que realiza a medida da variação do envoltório do sinal da voz, ou seja, quantifica o quanto o espectro do sinal está distanciado do ruído branco. De acordo com Montagnoli, 1998 este parâmetro acústico é uma medida da variação espectral do sinal, isto é, está relacionado à variação das amplitudes das componentes espectrais do sinal. Neste trabalho a suavidade espectral (SF) é aplicada no sinal residual (SFR) e no filtro inverso (SFF).

Matematicamente o nivelamento espectral é calculado pela relação entre a média geométrica e média aritmética do espectro, isto é,

$$SF = 10 \log \left[\frac{(x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot \dots \cdot x_n)^{1/n}}{\frac{1}{N}(x_1 + x_2 + \dots + x_n)} \right]$$

SUAVIDADE ESPECTRAL DO RESÍDUO (SFR)

Este parâmetro mede as mudanças espectrais da forma glotal que podem ter sido ocasionadas por patologias laríngeas. Traz informações do pulso glótico mascarando informações da atuação do trato vocal e da radiação labial

SUAVIDADE ESPECTRAL DO FILTRO (SFF)

Este parâmetro mede a magnitude do espectro (em decibéis) e avalia a ressonância do trato vocal.

Tais medidas foram utilizadas para a avaliação vocal por estudiosos como Davis, 1979 e Yanagihara, 1967. Em termos práticos podemos dizer que o SFR analisa e traz informações quanto ao formato do pulso glotal, enquanto o SFF avalia a ressonância do trato vocal (avalia quantitativamente a atuação do trato vocal).

Os parâmetros acústicos tem sido estudados na literatura com vozes normais e patológicas a fim de estabelecer uma padronização e com intuito de investigar melhor a qualidade da voz. Este estudo surgiu da reflexão das questões complexas que envolvem a voz do idoso, suas mudanças no decorrer do tempo e os diversos fatores que podem vir a interferir nas características acústicas vocais da população nesta faixa etária.

Estabelecer padrões de normalidade dos parâmetros acústicos vocais de pessoas na faixa etária acima dos 40 anos e conhecer de maneira mais ampla as variações e o comportamento destes parâmetros é a proposta deste estudo. Os resultados podem trazer importantes implicações para a elaboração de programas de prevenção e tratamento da voz de pessoas nesta faixa etária. Optamos por trabalhar com pessoas sem queixa de alterações vocais e sem outros comprometimentos orgânicos (patológicos) mais severos, como Mal de Parkinson ou doença de Alzheimer, pois em pessoas que apresentam tais patologias a alteração vocal é decorrente, entre outros fatores, de prejuízos no controle neurológico da voz.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo foi levantar dados dos parâmetros acústicos da voz de indivíduos de meia e terceira idade.

Teve-se também como objetivo específico:

- Investigar as diferenças nos valores dos parâmetros acústicos entre jovens adultos e a população geriátrica;
- Distinguir as alterações nas medidas acústicas com o decorrer da idade, investigando as tendências destes e buscando identificar se os parâmetros acústicos constituem-se em um índice da idade vocal.

3 METODOLOGIA

3.1 Grupos Experimentais

Foram utilizados neste estudo dois grupos diferentes de participantes: idosos e jovens-adultos, que descrevemos a seguir.

3.1.1 Idosos

Participaram deste estudo 180 indivíduos, de ambos os gêneros, 52 homens, com idade entre 50 e 87 anos, com $\bar{x} = 67,42$ e desvio padrão de $\pm 8,67$ anos. E 128 mulheres que apresentaram idade entre 43 e 84 anos, com $\bar{x} = 62,35$ e desvio padrão de $\pm 9,70$ anos.

Todos os participantes deste estudo apresentavam-se em adequado estado de saúde geral, eram integrantes do grupo de convivência da Terceira Idade do SESC - Serviço Social do Comércio, da cidade de Araraquara/SP e São Carlos/SP. Nestes grupos realizavam atividades físicas e também eventos sócio-culturais. Entre as atividades físicas participavam de hidroginástica, caminhadas, aulas de danças e ainda nos eventos culturais organizavam e participavam de momentos de confraternização como bailes comemorativos, declamavam poesias e encenavam peças teatrais. Os participantes deste estudo apresentavam-se em bom estado de saúde geral, no momento da coleta de dados e não apresentavam queixas de alterações vocais.

2 Jovens-Adultos

A fim de realizar uma comparação dos valores dos parâmetros acústicos vocais entre idosos e jovens, realizou-se neste estudo o levantamento dos parâmetros acústicos das vozes de 52 jovens, sendo 38 mulheres e 14 homens com idade entre 21 e 45 anos. Estas vozes fazem parte do banco de dados do LIM – Laboratório de Instrumentação e Micro-Eletrônica (EESC/SEL/USP) e foram coletadas e analisadas na dissertação de Mestrado “*Determinação dos limiares de normalidade dos parâmetros acústicos da voz*” de autoria de Andrade (2003) defendida no programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia. Todas as vozes foram coletadas no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, e foram classificadas como vozes normais ou neutras na avaliação perceptivo-auditiva. Todos os indivíduos deste estudo passaram por uma inspeção de vídeoesfiboscopia e apresentaram-se sem alterações laríngeas, sem queixas de alterações vocais e em estado adequado de saúde geral.

3. 2 Procedimentos

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), do qual recebeu aprovação. Os idosos participantes da pesquisa leram a CARTA DE INFORMAÇÃO AO PACIENTE que continha os objetivos deste estudo, logo após assinaram o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO e a fonoaudióloga, responsável pela pesquisa com os idosos, dirimiu possíveis dúvidas sobre o projeto (anexo B e C).

Inicialmente foi realizada a entrevista fonoaudiológica com os idosos (roteiro de entrevista - anexo D) a fim de verificar os hábitos vocais. Neste instante também foi realizado a avaliação perceptivo-auditiva, com intuito de verificar o tipo de voz do participante (classificamos com normal ou neutra e alterada).

Posteriormente foram realizadas a aquisição e análise acústica das vozes dos participantes. A avaliação acústica foi realizada no local de reunião dos idosos, em sala silenciosa. Na gravação foi utilizada a vogal sustentada /a/ por um período de até cinco segundos conforme a sustentação da voz pelo idoso. Solicitou-se que o participante produzisse uma vogal sustentada em tom e intensidade confortáveis para o falante. As aquisições das vozes foram realizadas com os participantes sentados, direto no computador e com microfone de cabeça unidirecional.

O programa utilizado neste estudo é um programa desenvolvido por engenheiros elétricos: **Programa Análise de Voz - versão 3.0**. Foi elaborado por MONTAGNOLI (1998) no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos – USP, durante o curso de Mestrado.

3.3 Descrição do Instrumento

Programa de Análise Acústica: ANÁLISE DE VOZ

O programa “*Análise de Voz*” foi elaborado pelo engenheiro elétrico MONTAGNOLI (1998) sob a orientação de PEREIRA, durante o curso de Pós-Graduação em sua dissertação de Mestrado, no Departamento de Engenharia Elétrica da USP de São Carlos - EESC Escola de Engenharia de São Carlos. A figura 7 mostra uma das janelas do programa.

Figura 7 Tela do programa Análise de Voz

Para a padronização do banco de dados do programa foi realizado um estudo das vozes de pessoas sem alterações laríngeas e ou vocais. Por meio deste estudo, foram determinados valores mínimos e máximos dos parâmetros acústicos. As vozes foram obtidas no Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto e as vozes foram analisadas no LIM - Laboratório de Instrumentação e Microeletrônica da USP - São Carlos. Foram também utilizadas amostras de vozes disfônicas de pessoas que apresentavam patologias laríngeas e ou vocais comprovadas por meio do exame de nasolaringoscopia (realizados na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP). A tabela 2 destaca os parâmetros extraídos pelo programa e suas respectivas unidades. Os parâmetros somente calculam os valores para vogais, e os limites foram calibrados para a vogal /a/ sustentada. A figura 8 mostra graficamente os parâmetros acústicos da voz.

Tabela 1: Parâmetros Acústicos da Voz

Parâmetro	Unidade	Breve descrição
F0	Hz	Avalia o número de ciclos do pulso glotal que ocorrem por segundo. O limiar masculino/ feminino, segundo avaliação estatística, foi estipulado ser 160 Hz, não indicando disfonias, enquanto o limiar de 250 Hz indica uma alteração nos padrões de normalidade.
JITTER	%	Avalia a perturbação da frequência do sinal. É calculado pela razão entre as variações do período e o período médio constantes da amostra selecionada. Determinou-se como valor de normalidade o limiar de 2%
SHIMMER	%	Avalia a perturbação da amplitude do sinal. Calcula-se o parâmetro pela substituição do período pela amplitude do sinal. Determinou-se o valor de limiar (15%).
PA	Adimensional	Amplitude do <i>Pitch</i> : a quantificação desta medida corresponde à mediana da amplitude do segundo pico da autocorrelação do sinal residual.
EX	Valor Absoluto	Coefficiente de Excesso: é uma medida da forma da distribuição de amplitudes do sinal residual. É uma avaliação da razão entre o sinal/ruído. O valor estabelecido como limiar é 2,0.
SFR	dB	Suavidade Espectral do Residual: é uma medida da variação espectral do sinal, isto é, está relacionado à variação das amplitudes das componentes espectrais do sinal. O sinal SFR traz informações do formato do pulso glotal.
SFF	dB	Suavidade Espectral do Filtro Inverso: quantifica a suavidade das componentes espectrais relativas aos lábios, trato vocal e glote. O parâmetro SFF avalia a ressonâncias do trato vocal, o seja é uma medida quantitativa da atuação do trato vocal
ATAQUE VOCAL	%	O ataque vocal é calculado através da diferença em porcentagem da energia no início da fonação com um trecho após a estabilização
ÍNDICE DE NASALIZAÇÃO	—	Consiste no parâmetro que mede um índice de nasalização, valores próximos a 1 correspondem a vozes não nasais e próximos a 10, nasais.

O programa também realiza a análise espectrográfica da voz e apresenta o espectrograma, possibilitando a análise vocal em uma escala de tempo e amplitude (figura 9). Apresenta um banco de dados (em língua portuguesa) onde o clínico pode completar dados de anamnese do paciente, e realiza cálculos médios, a fim de proporcionar resultados mais precisos da voz humana (MONTAGNOLI, 1998).

Figura 8 Parâmetros acústicos da voz

Figura 9 Análise Espectrográfica da Voz

3.4- Forma de análise dos dados – Procedimentos Estatísticos

Neste estudo foi realizada a análise quantitativa e qualitativa (na avaliação perceptivo-auditiva das vozes) dos dados obtidos na entrevista fonoaudiológica e na análise acústica computadorizada. Para a comparação das médias entre jovens e idosos foi aplicada à análise estatística por meio do Teste t para a comparação das médias.

Os resultados estatísticos apresentados referem-se à estatística descritiva que trata da apuração, apresentação, análise e interpretação dos dados observados (descreve a amostras). Serão apresentadas as medidas da tendência central ou medida de localização. Estas medidas são úteis, pois se constituem no único meio de descrever as propriedades das populações. Além das medidas mais conhecidas (média estimada, mediana, erro padrão, desvio padrão e variância) também serão apresentadas a assimetria e a curtose. Ambas medidas são consideradas medidas de qualidade da amostra e também são utilizadas para caracterizar a população (GLANTZ, 1992; LEVINE; BERENSON; STEPHAN, 2000; SOKAL; ROHLF, 1981; VIEIRA, 1981, 1999; ZAR, 1984).

A assimetria (também chamada distorção) é o grau de afastamento de uma distribuição da unidade de simetria. Em uma distribuição simétrica tem-se igualdade dos valores da média, mediana e moda. A figura 10 mostra uma distribuição normal simétrica.

Figura 10: Distribuição simétrica

Porém pode ocorrer que a distribuição da amostra seja deformada, ou seja, assimétrica. Essa a assimetria pode dar-se na cauda esquerda (positivo)

ou na direita (negativo) da curva de freqüências (GLANTZ, 1992; LEVINE; BERENSON; STEPHAN, 2000; SOKAL; ROHLF, 1981; ZAR, 1984).

Em uma distribuição assimétrica positiva, ou assimetria à direita, predominam valores superiores à média. A figura 11 mostra uma assimetria positiva.

Figura 11 – Assimetria à direita (ou positiva)

Em uma distribuição assimétrica negativa ou assimetria à esquerda, predominam valores inferiores à Moda. A figura 12 mostra uma assimetria negativa.

Figura 12- Assimetria à esquerda (ou negativa)

A curtose refere-se ao grau de achatamento da distribuição, pode-se ter variados graus de achatamento: mesocúrtica, platicúrtica e leptocúrtica, tais

como ilustramos a seguir (LEVINE; BERENSON; STEPHAN, 2000; SOKAL; ROHLF, 1981).

Na figura 13 temos uma distribuição nem chata e nem delgada, chamada mesocúrtica.

Figura 13 - Grau de achatamento: Mesocúrtica ou Mesocurtose

Na figura 14 mostramos uma distribuição achatada, denominada de platicúrtica.

Figura 14 - Grau de achatamento: Platicúrtica ou Platocurtose

Na figura 15 temos uma distribuição delgada, que chamamos de leptocúrtica.

Figura 15 - Grau de achatamento: Leptocúrtica ou Leptocurtose

Além da análise da estatística descritiva neste estudo, também foi utilizado para a comparação entre as médias dos parâmetros acústicos de jovens e idosos, o Teste t.

O Teste t é um teste estatístico cujo objetivo é testar a igualdade entre duas médias. O teste supõe independência e normalidade das observações. O teste t compara a diferença entre as médias de duas amostras ou de uma amostra e uma população (LEVINE; BERENSON; STEPHAN, 2000; SOKAL; ROHLF; 1981; VIEIRA, 1981, 1999; ZAR, 1984).

4 RESULTADOS

4.1 Quanto à avaliação perceptivo-auditiva

Para verificar se a voz dos participantes apresentava-se normal ou alterada (conforme o protocolo de avaliação perceptivo-auditivo) foi feita uma análise perceptivo-auditivo no momento da coleta de dados. Dentre todos os participantes que gravaram a voz somente uma mulher apresentou uma voz alterada, com sinais típicos de disfonia, apresentou rouquidão e aspereza. Essa participante não foi incluída na análise dos resultados deste trabalho, pois apresentou uma voz típica de disfonia. As outras vozes apresentavam-se neutra sem alterações relevantes de notas, de acordo com a avaliação perceptivo-auditivo.

4.2 Vozes de Idosos

Quanto aos parâmetros acústicos

Os parâmetros serão apresentados separados, ou seja, Frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, nivelamento espectral (SFF e SFR), PA e EX, em forma gráfica para os dois grupos, masculino e feminino.

4.2.1 FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL (F0)

A F0 avalia o número de ciclos do pulso glotal que ocorrem por segundo. O limiar masculino e feminino, segundo avaliação estatística para o Análise de Voz, foi estipulado ser 160 Hz, não indicando disfonias, enquanto o limiar de 250 Hz indica uma alteração nos padrões de normalidade.

A média da F0 apresentada pelos homens foi de 120,30Hz $\pm$ 21,85Hz. Estes dados estão descritos na tabela 2¹⁵. É interessante notar que entre os homens de 60 anos até 87 anos, a F0 não apresentou alterações (ficando em torno de 121 Hz).

Para as mulheres a média da F0 foi de 186,95Hz $\pm$ 24,95 Hz. Estes dados estão descritos na tabela 3. Também para o grupo feminino nota-se que entre 60 até 84 anos a F0 se manteve em torno de 184 Hz (não havendo grandes alterações).

O histograma¹⁶ é utilizado para mostrar a distribuição da frequência relativa da população da amostra. As figuras 16 e 17 mostram a distribuição da F0, respectivamente para os homens e mulheres, vê-se que a distribuição da amostra apresentou-se normal (ou distribuição de Gauss ou distribuição gaussiana) para o grupo feminino. A curva normal gaussiana evidencia que o tamanho da amostra foi suficiente para o estudo.

¹⁵ As análises estatísticas descritivas deste trabalho foram obtidas por meio do software Microsoft® Excel e também pelo software Microcal™ Origin™ Server versão 5.0.

¹⁶ Todos os gráficos apresentados neste trabalho foram elaborados por meio do Software Microcal™ Origin™ Server versão 5.0.

Figura 16: Histograma da F0 masculina

Figura 17: Histograma da F0 feminina

As tabelas 2 e 3 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para a F0, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 2: Resultados Estatísticos da F0 para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	120,30	3,03	117,14	± 21,85	477,64	0,36	-0,82
50-59 anos N=13	114,68	4,84	116,06	± 17,45	304,64	-0,10	-1,60
60-69 anos N=17	121,85	5,77	117,15	± 23,81	567,10	0,62	-0,79
70-79 anos N=18	122,58	5,51	116,43	± 23,40	547,77	0,24	-1,15
Acima de 80 anos N=4	121,66	12,13	127,05	± 24,26	588,68	-1,18	1,76

Tabela 3: Resultados Estatísticos para F0 das mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	186,95	2,20	188,26	± 24,95	622,83	-0,26	0,31
43-49 anos N=12	183,74	4,64	188,15	± 15,41	7,68	0,71	0,72
50-59 anos N=44	192,36	3,14	191,63	± 20,88	436,37	-0,42	0,95
60-69 anos N=43	183,40	4,34	183,09	± 28,50	812,59	0,01	-0,18
70-79 anos N=22	184,76	5,05	186,99	± 25,83	667,62	-0,85	1,15
Acima de 80 anos N=7	185,18	13,48	183,83	± 35,67	1272,56	0,50	-0,31

Figura 18: Gráfico da variação da F0 - homens

Figura 19: Gráfico da variação da F0 - mulheres

4.2.2 JITTER

O *jitter* avalia a perturbação da frequência do sinal. É calculado pela razão entre as variações do período e o período médio constantes da amostra selecionada. Determinou-se como valor de normalidade o limiar de 2% (MONTAGNOLI, 1998).

O valor encontrado para o *jitter* no grupo masculino foi de $0,94\% \pm 0,99\%$, nota-se uma variação no decorrer dos anos. A média do *jitter* para as mulheres foi de $0,60\% \pm 0,57\%$, e este parâmetro também apresentou uma variação ao longo das décadas de vida das mulheres. Estes resultados podem ser vistos nas tabelas 4 e 5.

As figuras 20 e 21 mostram a distribuição do *jitter* em histograma respectivamente para os homens e mulheres.

Figura 20: Histograma do *jitter* masculino

Figura 21: Histograma do *jitter* feminino

As tabelas 4 e 5 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para o *jitter*, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 4: Resultados Estatísticos do *jitter* para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	0,94	0,13	0,5	$\pm 0,99$	0,98	1,85	2,70
50-59 anos N=13	0,94	0,34	0,45	$\pm 1,25$	1,56	2,10	3,10
60-69 anos N=17	1,13	0,27	0,55	$\pm 1,14$	1,31	1,49	1,24
70-79 anos N=18	0,77	0,15	0,52	$\pm 0,64$	0,42	1,44	1,19
Acima de 80 anos N=4	0,83	0,39	0,67	$\pm 0,78$	0,60	0,76	-1,53

Tabela 5: Resultados Estatísticos do *jitter* para mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	0,60	0,05	0,4	$\pm 0,57$	0,33	3,44	13,38
43-49 anos N=12	0,49	0,07	0,37	$\pm 0,24$	0,05	0,87	-0,98
50-59 anos N=44	0,47	0,04	0,39	$\pm 0,42$	0,18	5,77	36,18
60-69 anos N=43	0,59	0,07	0,4	$\pm 0,46$	0,21	2,32	5,36
70-79 anos N=22	0,67	0,11	0,46	$\pm 0,52$	0,28	2,52	1,67
Acima de 80 anos N=7	1,44	0,55	0,62	$\pm 1,47$	2,17	1,18	-0,72

Figura 22: Gráfico da variação do *jitter* - homens

Figura 23: Gráfico da variação do *jitter* - mulheres

4.2.3 SHIMMER

O *shimmer* avalia a perturbação da amplitude do sinal. Calcula-se o parâmetro pela substituição do período pela amplitude do sinal. Determinou-se o valor de limiar (15%).

O valor encontrado para o *shimmer* para os homens foi de $6,17\% \pm 3,27\%$. Este resultado pode ser visto na tabela 6 e é interessante notar a variação que ocorreu ao longo dos anos neste grupo. No grupo feminino a média do *shimmer* foi de $4,83\% \pm 2,26\%$, pode-se observar que neste grupo o valor do *shimmer* durante a quinta até a sétima década de vida esteve em torno de 4,70%, tendo somente uma elevação na oitava década de vida. Estes resultados podem ser vistos nas tabela 7.

As figuras 24 e 25 mostram a distribuição do *shimmer* em forma de histograma, respectivamente para os homens e mulheres.

Figura 24: Histograma do *shimmer* masculino

Figura 25: Histograma do *shimmer* feminino

As tabelas 6 e 7 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para o shimmer, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 6: Resultados Estatísticos do *shimmer* para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	6,17	0,45	5,18	± 3,27	10,72	1,35	1,92
50-59 anos N=13	7,29	1,02	7,18	± 3,69	13,65	0,64	0,64
60-69 anos N=17	6,88	0,88	5,37	± 3,66	13,42	1,56	2,29
70-79 anos N=18	5,02	0,58	4,57	± 2,47	6,10	1,34	2,27
Acima de 80 anos N=4	4,62	0,72	4,29	± 1,44	2,09	0,88	-0,97

Tabela 7: Resultados Estatísticos do *shimmer* para mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	4,83	0,20	4,14	± 2,26	5,14	1,13	1,23
43-49 anos N=12	5,49	0,69	4,59	± 2,40	5,79	1,18	0,13
50-59 anos N=44	4,44	0,34	3,76	± 2,29	5,26	1,80	4,10
60-69 anos N=43	4,70	0,27	4,4	± 1,82	3,33	0,38	-0,60
70-79 anos N=22	4,99	0,47	4,71	± 2,24	5,04	0,46	-0,64
Acima de 80 anos N=7	6,39	1,44	4,89	± 3,81	14,58	0,50	-1,82

gráfico da variação do *shimmer* ao longo dos anos - homens

Figura 26: Gráfico da variação do *shimmer* - homens

Gráfico da variação do *shimmer* ao longo dos anos - mulheres

Figura 27: Gráfico da variação do *shimmer* - mulheres

4.2.4 SFR – Suavidade Espectral do Resíduo

A suavidade espectral (SF) é uma medida da variação espectral do sinal, isto é, está relacionado à variação das amplitudes das componentes espectrais do sinal. Quando este parâmetro é aplicado ao sinal residual temos a suavidade espectral do resíduo (SFR), o qual nos fornece informações do pulso glotal.

Encontramos para os homens um valor de $-7,49 \text{ dB} \pm 1,67 \text{ dB}$. Nota-se que não houve, ao longo dos anos, uma grande variação desta média, somente na oitava década de vida houve um aumento. Estes dados podem ser vistos na tabela 8.

Por sua vez, o grupo feminino apresentou uma média de $-10,26 \text{ dB} \pm 2,34 \text{ dB}$. Também neste grupo não houve alterações bruscas durante a passagem dos anos (da quarta até a sexta década de vida), porém na sétima e oitava década de vida, houve uma queda no valor da média. Nota-se nitidamente um declínio linear ao passar dos anos. Estes resultados estão descritos nas tabelas 9.

As figuras 28 e 29 mostram a distribuição em forma de histograma do SFR, respectivamente para os homens e mulheres.

Figura 28: Histograma do SFR masculino **Figura 29:** Histograma do SFR feminino

As tabelas 8 e 9 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para o SFR, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 8: Resultados Estatísticos do SFR para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	- 7,49	0,23	7,26	± 1,67	2,79	0,92	0,32
50-59 anos N=13	- 7,40	0,51	7,31	± 1,85	3,45	1,45	2,14
60-69 anos N=17	- 7,62	0,41	7,05	± 1,71	2,95	0,96	0,43
70-79 anos N=18	- 7,32	0,35	7,26	± 1,51	2,29	0,60	0,06
Acima de 80 anos N=4	- 8,02	1,03	7,65	± 2,06	4,24	0,60	-2,37

Tabela 9: Resultados Estatísticos do SFR para mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	- 10,26	0,20	10,3	± 2,34	5,47	-0,38	-0,14
43-49 anos N=12	- 10,93	0,54	11,09	± 1,87	3,53	-0,50	0,09
50-59 anos N=44	- 10,75	0,33	10,74	± 2,24	5,04	-0,36	-0,11
60-69 anos N=43	- 10,12	0,38	10,4	± 2,49	6,22	-0,21	-0,70
70-79 anos N=22	- 9,69	0,42	9,53	± 1,98	3,92	-0,38	0,91
Acima de 80 anos N=7	- 8,74	1,15	9,03	± 3,04	9,26	-0,70	0,09

Figura 30: Gráfico da variação do SFR - homens

Figura 31: Gráfico da variação do SFR - mulheres

4.2.5 SFF – Suavidade Espectral do Filtro

A Suavidade Espectral do Filtro Inverso: quantifica a suavidade das componentes espectrais relativas aos lábios, trato vocal e glote. O parâmetro SFF avalia a ressonâncias do trato vocal, ou seja, é uma medida quantitativa da atuação do trato vocal.

A média encontrada para o SFF no grupo masculino foi de $-16,01 \text{ dB} \pm 3,48 \text{ dB}$. Observa-se que durante a quinta e sexta década de vida os valores do SFF se mantiveram em torno de $-15,75 \text{ dB}$. Porém na sétima e oitava década, houve um ligeiro crescimento deste valor. Estes resultados estão descritos na tabela 10.

Para o grupo feminino a média do SFF foi de $-13,68 \text{ dB} \pm 3,18 \text{ dB}$. Neste grupo pode-se observar que o SFF não apresentou grandes alterações, ao longo dos anos. Estes resultados podem ser vistos na tabela 11.

As figuras 32 e 33 mostram a distribuição do SFF em forma de histograma, respectivamente para os homens e mulheres.

Figura 32: Histograma do SFF masculino

Figura 33: Histograma do SFF feminino

As tabelas 10 e 11 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para o SFF, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 10: Resultados Estatísticos do SFF para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	- 16,01	0,48	16,14	± 3,48	12,13	-0,20	-0,23
50-59 anos N=13	-15,85	1,08	16,64	± 3,90	15,26	-0,80	-0,20
60-69 anos N=17	- 15,75	0,90	15,79	± 3,74	14,04	-0,19	-0,96
70-79 anos N=18	- 16,11	0,73	16,07	± 3,11	9,70	0,33	1,02
Acima de 80 anos N=4	- 17,18	1,80	15,76	± 3,60	13,01	1,76	3,08

Tabela 11: Resultados Estatísticos do SFF para mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	- 13,68	0,28	13,58	± 3,18	10,14	0,11	0,22
43-49 anos N=12	- 14,82	0,93	15,13	± 3,25	10,56	-0,23	-1,09
50-59 anos N=44	- 13,39	0,47	12,76	± 3,18	10,13	-0,15	-0,19
60-69 anos N=43	- 13,57	0,48	13,5	± 3,21	10,31	0,17	-0,82
70-79 anos N=22	- 13,67	0,68	12,86	± 3,23	10,45	0,87	1,79
Acima de 80 anos N=7	- 14,27	1,20	14,36	± 3,18	10,16	0,18	1,66

Gráfico da variação do SFF ao longo dos anos - homens

Figura 34: Gráfico da variação do SFF - homens

Gráfico do SFF ao longo dos anos - mulheres

Figura 35: Gráfico da variação do SFF - mulheres

4.2.6 PA – AMPLITUDE DO *PITCH*

A Amplitude do *Pitch* ou índice de vocalização é a medida que corresponde à mediana da amplitude do segundo pico da autocorrelação do sinal residual. Este parâmetro aproxima-se de 1 para sinais sonoros ideais, está entre zero e um para sinais com algum ruído e é zero para sinais fricativos.

A média da PA para os homens foi $0,40 \pm 0,11$. Nota-se neste grupo que não houve grandes alterações da média, no decorrer dos anos. Este achado pode ser visto na tabela 12. Para as mulheres obteve-se uma média de $0,53 \pm 0,11$ e também não houve alterações bruscas ao passar dos anos. Estes resultados podem ser vistos na tabela 13.

As figuras 36 e 37 mostram a distribuição em forma de histograma do PA, respectivamente para os homens e mulheres.

Figura 36: Histograma do PA masculino

Figura 37: Histograma do PA feminino

As tabelas 12 e 13 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para o PA, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 12: Resultados Estatísticos do PA para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	0,40	0,01	0,41	± 0,11	0,01	0,11	-0,65
50-59 anos N=13	0,38	0,03	0,36	± 0,11	0,01	0,17	-1,32
60-69 anos N=17	0,39	0,03	0,41	± 0,12	0,01	0,04	-0,11
70-79 anos N=18	0,40	0,02	0,42	± 0,12	0,01	0,20	-0,57
Acima de 80 anos N=4	0,43	0,04	0,42	± 0,09	0,01	0,58	1,15

Tabela 13: Resultados Estatísticos do PA para mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	0,53	0,01	0,54	± 0,11	0,01	-0,23	-0,19
43-49 anos N=12	0,54	0,02	0,56	± 0,09	0,01	0,09	-1,16
50-59 anos N=44	0,57	0,01	0,6	± 0,11	0,01	-0,46	0,16
60-69 anos N=43	0,51	0,01	0,52	± 0,12	0,01	-0,10	-0,36
70-79 anos N=22	0,52	0,02	0,51	± 0,09	0,01	-0,27	0,39
Acima de 80 anos N=7	0,41	0,03	0,42	± 0,10	0,01	- 0,77	1,88

Figura 38: Gráfico da variação do PA – homens

Figura 39: Gráfico da variação do PA - mulheres

4.2.7 EX - COEFICIENTE DE EXCESSO

O Coeficiente de Excesso é uma medida da forma da distribuição de amplitudes do sinal residual. É uma avaliação da razão entre o sinal/ruído. O valor estabelecido como limiar é 2,0.

Obteve-se uma média para os homens de $13,76 \pm 8,05$ e nota-se que durante o passar dos anos não houve alterações bruscas neste valor, que pode ser visto na tabela 14. O valor médio encontrado para o Ex no grupo feminino foi de $12,23 \pm 6,80$. Neste grupo houve alterações no decorrer dos anos. Estes dados podem ser vistos na tabelas 15.

As figuras 41 e 42 mostram a distribuição do Ex em forma de histograma, respectivamente para os homens e mulheres.

Figura 41: Histograma do EX masculino

Figura 42: Histograma do EX feminino

As tabelas 14 e 15 mostram os valores dos dados estatísticos descritivos para o Ex, respectivamente, para os homens e as mulheres. Os dados são mostrados por faixa etária.

Tabela 14: Resultados Estatísticos do EX para homens

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=52	13,76	1,11	10,69	± 8,05	64,86	0,93	0,27
50-59 anos N=13	12,93	2,19	9,95	± 7,90	62,56	0,79	-0,22
60-69 anos N=17	13,84	1,87	10,93	± 7,72	59,60	0,70	-0,63
70-79 anos N=18	14,45	2,22	10,47	± 9,45	89,40	1,12	0,56
Acima de 80 anos N=4	13,00	2,30	14,43	± 4,61	21,25	-1,40	1,63

Tabela 15: Resultados Estatísticos do EX para mulheres

Faixa Etária	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância	Assimetria	Curtose
Todos juntos N=128	12,23	0,60	11,03	± 6,80	46,37	1,17	1,84
43-49 anos N=12	16,20	2,12	17,89	± 7,37	54,36	0,16	-0,62
50-59 anos N=44	11,94	0,82	12,27	± 5,49	30,20	0,54	0,53
60-69 anos N=43	13,15	1,23	11,78	± 8,12	66,09	1,34	1,96
70-79 anos N=22	9,04	1,04	7,82	± 4,91	24,13	0,91	0,35
Acima de 80 anos N=7	11,66	2,45	10,24	± 6,50	42,32	2,20	5,41

Figura 43: Gráfico da variação do EX – homens

Figura 44: Gráfico da variação do Ex - mulheres

4.3 Vozes de jovens-adultos

A fim de realizar uma comparação dos valores dos parâmetros acústicos vocais entre idosos e jovens-adultos, realizou-se neste estudo o levantamento dos parâmetros acústicos das vozes de 52 jovens-adultos. Na dissertação de Mestrado “*Determinação dos limiares de normalidade dos parâmetros acústicos da voz*” Andrade (2003) analisou acusticamente as vozes por meio do Programa Análise de Voz versão 2.0. No presente trabalho as vozes foram analisadas em uma nova versão do mesmo programa, por isso os resultados aqui apresentados diferem do estudo de Andrade (2003).

Os resultados encontrados foram:

Quanto a F0 os homens apresentaram uma média de 134,50 Hz $\pm$ 19,34 Hz. O *jitter* apresentou uma média de 0,82% $\pm$ 0,95% e o *shimmer* 6,06% $\pm$ 2,84%. No que se refere aos resultados do nivelamento espectral, tivemos uma média de 9,30 dB $\pm$ 2,10 dB para o SFR e 15,44 dB $\pm$ 4,07dB para o SFF. O PA do grupo masculino apresentou uma média de 0,52 $\pm$ 0,11 e o EX apresentou média de 12,59 $\pm$ 6,62. Todos esses resultados estão descritos na tabela 16 com as outras medidas estatísticas.

As mulheres quanto a F0 apresentaram uma média de 208,90 Hz $\pm$ 28,86 Hz. O *jitter* apresentou uma média de 0,68% $\pm$ 1,36 e o *shimmer* 6,44% $\pm$ 3,53. No que se refere aos resultados do nivelamento espectral, tivemos uma média de 11,75 dB $\pm$ 1,99 dB para o SFR e 10,76 dB $\pm$ 2,56 dB para o SFF. O PA do grupo feminino apresentou uma média de 0,63 $\pm$ 0,11 e o EX apresentou média de 10,45 $\pm$ 5,49. Todos esses resultados estão descritos na tabela 17, com as outras medidas estatísticas descritivas.

Tabela 16- Resultados estatísticos descritivos para homens jovens

Parâmetro Acústico	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância da Amostra	Assimetria	Curtose
F0	134,50 Hz	5,17	127,95	± 19,34	374,23	0,65	-0,67
<i>Jitter</i>	0,82 %	0,25	0,39	± 0,95	0,90	2,31	5,71
<i>Shimmer</i>	6,06 %	0,75	6,56	± 2,84	8,08	0,03	-0,47
SFR	9,30 dB	0,56	9,08	± 2,10	4,44	0,30	0,16
SFF	15,44 dB	1,08	15,24	± 4,07	16,62	2,05	6,92
PA	0,52	0,02	0,53	± 0,11	0,01	-0,35	-0,32
EX	12,59	1,77	10,26	± 6,62	43,94	1,46	1,79

Tabela 17 - Resultados estatísticos descritivos para mulheres jovens

Parâmetro Acústico	Média Estimada	Erro padrão	Mediana	Desvio Padrão	Variância da Amostra	Assimetria	Curtose
F0	208,90 Hz	4,68	205,99	± 28,86	833,15	-1,08	3,27
<i>Jitter</i>	0,68%	0,22	0,4	± 1,36	1,87	5,88	35,56
<i>Shimmer</i>	6,44%	0,57	5,72	± 3,53	12,53	0,81	-0,11
SFR	11,75 dB	0,32	11,60	± 1,99	3,69	0,50	0,28
SFF	10,76 dB	0,41	10,33	± 2,56	6,55	0,21	-0,27
PA	0,63	0,01	0,64	± 0,11	0,01	0,31	1,22
EX	10,45	0,89	8,88	± 5,49	30,14	1,39	2,16

4.4 COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS ENTRE JOVENS E IDOSOS

Realizou-se a comparação dos resultados dos parâmetros acústicos obtidos para idosos e para os jovens. A análise estatística comparativa foi realizada por meio Teste t^{17} para a comparação entre as médias.

4.4.1 Frequência Fundamental

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) apresentaram diferença estatisticamente significativa. Este resultado foi obtido tanto para os homens como para as mulheres. A figura 45 ilustra graficamente a comparação dos valores da F0 entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	134,50429	374,23252	14
Idosos	120,30327	477,64438	52
$t = 2,20712$		$t_c = 1,998$	gl=64
$p = 0,0309$			$\alpha < 0,05$

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	208,90947	833,15758	38
Idosas	186,95453	622,83865	128
$t = 4,59033$		$t_c = 1,978$	gl=164
$p = 0,000008763$			$\alpha < 0,05$

¹⁷ O teste t apresentado neste trabalho foi obtido por meio do software Microcal™ Origin™ Server versão 5.0.

Figura 45: Gráfico da comparação da F0 entre jovens e idosos

4.4.2 JITTER

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Este resultado foi obtido tanto para os homens como para as mulheres. A figura 46 ilustra graficamente a comparação dos valores do *jitter* entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	0,82143	0,90591	14
Idosos	0,94038	0,98021	52
t = 0,40215		t _c = 1,998	gl=64
p = 0,68891		$\alpha < 0,05$	

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	0,68605	1,87014	38
Idosas	0,60438	0,33629	128
t = 0,53523		t _c = 1,978	gl=164
p = 0,59321		$\alpha < 0,05$

Figura 46: Gráfico da comparação do *jitter* entre jovens e idosos

4.4.3 SHIMMER

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) apresentaram diferença estatisticamente significativa somente para o grupo das mulheres. O grupo dos homens não apresenta diferença estatística significativa. A figura 47 ilustra graficamente a comparação dos valores do *shimmer* entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	6,06286	8,08275	14
Idosos	6,17154	10,72246	52
t = 0,11309		t _c = 1,998	gl=64
p = 0,91031		$\alpha < 0,05$	

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	6,44816	12,53026	38
Idosas	4,83047	5,14883	128
t = 3,35453		t _c = 1,978	gl=164
p = 0,0009876		$\alpha < 0,05$

Figura 47: Gráfico da comparação do *shimmer* entre jovens e idosos

4.4.4 SFR – Suavidade Espectral do Resíduo

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) apresentaram diferença estatisticamente significativa. Este resultado foi obtido tanto para os homens como para as mulheres. A figura 48 ilustra graficamente a comparação dos valores do SFR entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	3,00212	0,57382	14
Idosos	2,41688	0,25799	52
t = 3,42453		t_c = 1,998	gl=64
p = 0,00108		α < 0,05	

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	3,97475	0,947	38
Idosas	3,37683	0,7638	128
t = 3, 60709		t_c = 1,978	gl=164
p= 0, 00041070		α< 0,05

Figura 48: Gráfico da comparação do SFR entre jovens e idoso

4.4.5 SFF – Suavidade Espectral do Filtro

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) apresentaram diferença estatisticamente significante somente para as mulheres. O grupo dos homens não apresenta diferenças significativas. A figura 49 ilustra graficamente a comparação dos valores do SFF entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	5,60447	1,65657	14
Idosos	6,82362	7,26507	52
t = 1,63594		t_c = 1,998	gl=64
p = 0,10676			α < 0,05

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	3,60352	1,21907	38
Idosas	5,17373	4,06065	128
t = 4,59639		t_c = 1,978	gl=164
p =0, 000008541			α < 0,05

Figura 49: Gráfico da comparação do SFF entre jovens e idosos

4.4.6 Amplitude do *Pitch* (PA)

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) apresentaram diferenças estatisticamente significantes. Este resultado foi obtido tanto para os homens como para as mulheres. A figura 50 ilustra graficamente a comparação dos valores do PA entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	0,52643	0,01239	14
Idosos	0,40096	0,01395	52
t = 3,56872		t _c = 1,998	gl=64
p = 0,0006862		$\alpha < 0,05$	

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	0,63658	0,01283	38
Idosas	0,53609	0,01377	128
t = 4,67162		t _c = 1,978	gl=164
p = 0,000006193		$\alpha < 0,05$

Figura 50: Gráfico da comparação da amplitude do *pitch* entre jovens e idoso

4.4.7 Coeficiente de Excesso (EX)

Com nível de significância de 0,05 as duas médias (jovens e idosos) não apresentaram diferença estatisticamente significativa. Este resultado foi obtido tanto para os homens como para as mulheres. A figura 51 ilustra graficamente a comparação dos valores do Ex entre jovens e idosos.

Homens	Média	Variância	n
Jovens	12,59214	43,94908	14
Idosos	13,76308	64,86239	52
t = 0,4995		t_c = 1,998	gl=64
p = 0,61914			α < 0,05

Mulheres	Média	Variância	n
Jovens	10,45632	30,1471	38
Idosas	12,23641	46,37067	128
t = 1,47441		t_c = 1,978	gl=164
p = 0,14229			α < 0,05

Figura 51: Gráfico da comparação do coeficiente de excesso entre jovens e idoso

As tabelas 18 e 19 mostram um resumo comparativo dos resultados encontrados para os parâmetros acústicos da voz de jovens e idosos.

Tabela 18: Resumo comparativo dos valores dos parâmetros acústicos para homens jovens e idosos

PARÂMETRO ACÚSTICO	JOVENS N = 14 Média e Desvio Padrão	IDOSOS N = 52 Média e Desvio Padrão
Frequência Fundamental	134,50 Hz (± 19,34)	120,30 Hz (± 21,85)
<i>Jitter</i>	0,82 % (± 0,95)	0,94 % (± 0,99)
<i>Shimmer</i>	6,06 % (± 2,84)	6,17 % (± 3,27)
SFR	9,30 dB (± 2,10)	7,49 dB (± 0,23)
SFF	15,44 dB (± 4,07)	16,01 dB (± 3,48)
PA	0,52 (± 0,11)	0,40 (± 0,11)
EX	12,59 (± 6,62)	13,76 (± 8,05)

Tabela 19: Resumo comparativo dos valores dos parâmetros acústicos para mulheres jovens e idosas

PARÂMETRO ACÚSTICO	JOVENS N = 38 Média e Desvio Padrão	IDOSAS N = 128 Média e Desvio Padrão
Frequência Fundamental	208,90 Hz (± 28,86)	186,95 Hz (± 24,95)
<i>Jitter</i>	0,68 % (± 1,36)	0,60 % (± 0,57)
<i>Shimmer</i>	6,44 % (± 3,53)	4,83 % (± 2,26)
SFR	11,75 dB (± 1,99)	10,26 dB (± 2,34)
SFF	10,76 dB (± 2,56)	13,68 dB (± 3,18)
PA	0,63 (± 0,11)	0,53 (± 0,11)
EX	10,45 (± 5,49)	12,23 (± 6,80)

5 DISCUSSÃO

5.1 FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL (F0)

5.1.1 F0 MASCULINA

Os resultados deste estudo ao que se refere à F0 dos homens mostra um aumento com o avanço da idade. Esse aumento é bem perceptível se observarmos as extremidades das faixas-etárias, ou seja, os homens da quinta década de vida e os da oitava. Este resultado concorda com a grande parte da literatura que afirma que a tendência da F0 do homem é aumentar com o decorrer da idade (ARONSON, 1990; COLTON; CASPER, 1996; LINVILLE, 1996; HONJO; ISSIKI, 1980; MORSOMME et al., 1997). Nota-se nitidamente uma variação da média da F0 ao longo dos anos, há um importante aumento da F0 na passagem da quinta para a sexta década de vida (de 114, 68 Hz com 50 anos para 121, 85 Hz na faixa etária de 60 anos). Este fato é coincidente com BEHLAU; PONTES (1995); BOONE; McFARLANE (1994); BRESSAN (1999); COSTA; ANDRADA E SILVA; 1998. É importante ressaltar que a frequência fundamental masculina apresentou um aumento da quinta para sexta década de vida, depois se manteve estável (com poucas flutuações).

As justificativas mais relatadas para o aumento da F0 são as mudanças anatômicas e fisiológicas na laringe, decorrente do processo de envelhecimento, especialmente a atrofia dos músculos e tecidos da laringe, além da ocorrência da inflexibilidade (aumento da dureza) do tecido das ppvv. As mudanças acústicas como o aumento na frequência fundamental, em homens dos 60 aos 80 anos de idade, são também atribuídas às irregularidades na vibração das pregas vocais, incompetência glótica, atrofia das pregas vocais, e tensão laríngea. Nossos achados são concordantes com a maioria dos estudos, pois tivemos um aumento da F0 dos idosos de 114,68 Hz (com 50 anos) para 121,66 Hz (para homens com mais de 80 anos).

Quando comparamos a F0 de homens idosos com adultos-jovens, encontramos uma redução no seu valor (passou de 134,50 Hz para 120,30 Hz). Este dado concorda com Xue e Deliyski (2001) que encontraram um agravamento na F0 dos homens idosos quando comparados com jovens. Interessante notar que, nossos achados ficaram bem próximos aos de Xue e Deliyski (2001), enquanto encontramos uma média de 120,30 Hz $\pm$ 21,85 estes obtiveram, uma média de 127,62 Hz $\pm$ 29,18 para homens idosos. Uma das justificativas plausível para este resultado é o fato da amostra deste estudo ser de homens idosos ativos (fisicamente desenvolvem atividades como caminhadas, hidroginástica, dança e alguns ainda trabalham e participam de atividades comemorativas como bailes de carnaval, festas de aniversários e viagens turísticas), ou sejam, todos os homens participantes deste estudo eram ativos sócio-culturalmente.

5.1.2 F0 FEMININA

Quanto ao que se refere à F0 das mulheres, obtivemos um agravamento com o decorrer da idade. Este resultado concorda com os achados descritos na literatura, que dizem que a tendência, com o avanço da idade em mulheres é ocorrer uma diminuição no valor da F0, ou seja, as mulheres idosas apresentam uma voz mais grave. Esse agravamento se dá no decorrer dos anos, principalmente se observarmos a quinta década de vida e a oitava, na qual a F0 passou de 192,36 Hz para 185, 18 Hz (ALLODI; FERREIRA, 2001; ARONSON, 1990; CARBONELL; TOLOSA; JUAN, 1996; FERRAND, 2002; FERREIRA, 1998; HOLLIEN, SHIPP, 1972; LINVILLE, 1996; SATALOFF; SPIEGEL; ROSEN, 1997; XUE; DELIYSKI, 2001). No estudo de Xue e Deliyski (2001), o valor da média estimada encontrado foi de 187,70 Hz $\pm$ 42, 15 Hz, este resultado médio ficou bem próximo ao valor achado neste estudo (186,95 Hz $\pm$ 24,95 Hz). Este parâmetro acústico também apresentou uma diminuição quando comparamos as mulheres idosas com mulheres adultas-jovens (diminuiu de 208,90 Hz em jovens para 186,95 Hz em idosas).

Há uma característica notável de flutuação na média da F0 feminina: da quinta para a sexta década é possível verificar um agravamento. Entretanto, entre a sexta, sétima e oitava décadas de vida há uma maior estabilização

nestes valores. Uma das justificativas para este fato é que depois dos 60 anos de idade a mulher já passou pela fase crítica da menopausa de maior queda da produção hormonal (que ocorre entre 50 e 55 anos).

A F0 de a mulher tornar-se mais grave com o passar dos anos, devido às questões das mudanças hormonais, que ocorre no período da menopausa. A F0 nas mulheres tem uma grande queda no período da menopausa, devido especificamente às mudanças hormonais ocorridas, a menopausa causa edema de ppvv, o que resulta em uma voz mais grave (BOONE, 1994; LINVILLE, 1996; SCUKANEC; PETROSINO; RASTATTER, 1992; MORSOMME et al., 1997).

5.2 MEDIDAS DE PERTURBAÇÃO (*JITTER* E *SHIMMER*)

As medidas de perturbação são baseadas no pressuposto de que a voz é quase periódica e sendo assim, apresentam variações na frequência e amplitude, *jitter* e *shimmer*, respectivamente.

5.2.1 *JITTER* MASCULINO

Quanto ao que se refere ao *jitter* masculino observando a variação ao longo dos anos, vê-se que este parâmetro apresentou um aumento passando de 0,94% (aos 50 anos) para 1,13% (aos 60 anos). Estes resultados são concordantes com a literatura que aponta que a tendência do *jitter* é apresentar-se aumentado na população geriátrica. Entretanto, apesar do aumento do *jitter* na passagem da quinta para sexta década, foi verificado que há uma grande variação nas demais décadas de vida para este parâmetro. As variações dos valores médios do *jitter* (ao longo das décadas) são explicadas pela irregularidade vibratória da ppvv em conseqüências das alterações anatômicas e fisiológicas do sistema laríngeo, pela desidratação da mucosa de ppvv que favorece a rigidez nesta, e também devido à atrofia dos músculos intrínsecos da laringe que influenciam diretamente a produção do pulso glótico.

O resultado do valor do *jitter* homens idosos, quando comparado com os homens jovens, apresentou um aumento (embora não seja um aumento estatisticamente significativo), este achado é concordante com Xue e Deliyski

(2001). Os dados sugerem que os homens idosos apresentam altos valores do *jitter* quando comparados com os homens adultos-jovens.

5.2.2 SHIMMER MASCULINO

No que se refere ao *shimmer* (variação da amplitude), para o grupo masculino, é importante notar que houve uma variação gradativa linear (sempre diminuindo o valor) do *shimmer* ao longo dos anos: da quinta para sexta década houve uma diminuição (de 7,29% para 6,88%), da sexta para sétima década também ocorreu uma diminuição (de 6,88% para 5,02%) e da sétima para a oitava década, o *shimmer* passou de 5,02% para 4,62%, ou seja, diminuiu de forma gradativa e linear ao longo dos anos. Pode-se concluir, ao ver estes dados que, para este estudo, a tendência do valor do *shimmer* é diminuir com o decorrer da idade. Este achado é discordante com a maioria da literatura, discorda de BEHLAU (2001); BOONE; McFARLANE (1994); LEDEN; ALESSI (1995); LINVILLE (1996); XUE; DELIYSKI (2001). Os estudos descritos por estes autores afirmam que a variação da amplitude no sinal vocal tende a aumentar com o envelhecimento.

Deve-se notar que, houve uma queda linear, no decorrer do tempo, para o *shimmer* no grupo masculino. Este resultado mostra, que este parâmetro foi o mais sensível (dentro os outros parâmetros aqui estudados) à da idade vocal, devido a sua tendência gradativa e linear de queda. Este resultado pode ser explicado pelo perfil da população de idosos analisada neste estudo, composta por homens que se apresentam físicos e socialmente ativos.

Comparando os resultados de jovens e idosos, ainda para o grupo masculino, houve um aumento no valor médio do *shimmer* para os idosos (aumento não significativo em termos estatísticos). Resultados que são concordantes com Xue e Deliyski (2001), que também apontaram aumento neste parâmetro acústico quando comparou vozes de jovens e idosos. Xue e Deliyski (2001) citaram que tanto para mulheres quanto para homens há um significativo aumento nas medidas dos parâmetros acústicos (como *jitter* %; *shimmer* %; NHR) quando comparados com os jovens-adultos. Os autores

justificam seus achados como sendo o reflexo do próprio processo natural do avanço da idade.

5.2.3 JITTER FEMININO

O resultado obtido para grupo feminino, em nossa pesquisa, quanto ao que se refere ao *jitter* é que o valor médio deste parâmetro, ao longo dos anos aumentou, passando de 0,49% (aos 40 anos) para 1,44% (para mulheres com mais de 80 anos), este resultado é coincidente com a maioria dos estudos (BOONE; McFARLANE, 1994; BRESSAN, 1999; LINVILLE, 1996; ORLIKOFF, 1990; XUE; DELIYSKI, 2001). Apesar do aumento na média do *jitter* (ao analisarmos as extremidades das faixas etárias) há uma flutuação nos valores deste parâmetro entre as décadas de vida.

Uma outra análise importante refere-se à comparação dos valores entre jovens e idosas. O valor do *jitter*, quando comparamos com os achados das mulheres jovens apresentou uma diminuição (não significativa estatisticamente). Este resultado discorda de Xue e Deliyski (2001) que obtiveram que o valor do *jitter* feminino aumentou de 0,63% em jovens para 2,02% em mulheres idosas. Porém, este resultado é concordante com Ferrand (2002) que encontrou uma pequena diminuição no valor do *jitter* em mulheres idosas (0,66%) quando comparadas com mulheres adultas de meia idade (0,69%).

5.2.4 SHIMMER FEMININO

No que se refere ao *shimmer* do grupo feminino, nota-se que houve um aumento, no decorrer dos anos, passando de 5,49 % na quarta década de vida para 6,39 % na oitava década. Este resultado é coincidente com a maioria dos estudos da literatura (BEHLAU; PONTES, 1995; BOONE; McFARLANE, 1994; BRESSAN, 1999; LEDEN; ALESSI, 1995; LINVILLE, 1996; ORLIKOFF, 1990; XUE; DELIYSKI, 2001).

Apesar de haver este aumento na média do *shimmer* feminino analisando os extremos das faixas etárias, há uma variação intermediária (entre a quinta,

sexta e sétima décadas de vida). Estas flutuações podem ser explicadas pelas características do grupo estudado, que possui suas peculiaridades e suas próprias variações (são idosas saudáveis física e socialmente).

Por sua vez, quando comparamos os valores do *shimmer* de mulheres idosas com as jovens notamos uma diminuição (essa queda no valor do *shimmer* do grupo feminino foi estatisticamente significativa), este resultado é discordante com os achados de Xue e Deliyski (2001).

As mudanças que ocorrem na laringe contribuem para a instabilidade da vibração das ppvv, isso associado com a ossificação das cartilagens e a degeneração do músculo vocal, pode causar o aumento da aspereza e da rouquidão na voz das pessoas idosas. Por este motivo, justificam - se os altos valores encontrados no *jitter* e no *shimmer*, pois há o aumento do tremor vocal (LINVILLE, 1996; ORLIKOFF, 1990).

A variação e o aumento nas medidas de perturbação é bem nítida em idosos de ambos os gêneros. As justificativas quanto às mudanças no *jitter* e no *shimmer* são as variadas modificações estruturais e funcionais do mecanismo laríngeo (conseqüentemente há uma maior dificuldade na sustentação da fonação), há uma redução do tônus muscular, a atrofia do músculo vocal, a ossificação laríngea e a redução das estruturas elásticas da laringe. Todas essas modificações são importantes e consideradas para a caracterização da qualidade vocal e dos valores dos parâmetros acústicos em idosos (BOONE; McFARLANE, 1994; LINVILLE, 1996).

Na avaliação perceptivo-auditiva também é possível verificar que a voz da pessoa idosa apresenta uma característica típica e peculiar, de maior soproidade, rouquidão e com maior presença de tremor (menor instabilidade – tremor senil). Todas essas características perceptivas são explicadas pela modificação das estruturas anatômicas na laringe e no trato vocal, que interfere de maneira significativa no funcionamento biomecânico do aparelho fonador, e conseqüentemente na qualidade vocal do indivíduo (BRASOLOTTO, 2004).

5.3 SUAVIDADE ESPECTRAL (SFR e SFF)

A suavidade espectral é uma técnica que realiza a medida da variação do envoltório do sinal da voz, ou seja, mede a variação da variação espectral.

5.3.1 SFR

A suavidade espectral do resíduo (SFR) mede as mudanças da forma glotal espectral. Traz informações do pulso glótico mascarando informações da atuação do trato vocal e da radiação labial. E a suavidade espectral do filtro (SFF) mede a magnitude do espectro (em decibéis) e avalia a ressonância do trato vocal. Tais medidas foram utilizadas para a avaliação vocal por Davis, 1979.

Foi encontrada uma diminuição no valor médio dos idosos quando comparados com os jovens quanto à suavidade espectral do resíduo (SFR), para ambos os sexos. Homens e mulheres apresentaram o SFR do resíduo menor que os jovens-adultos (a queda neste valor para idosos, em ambos os gêneros, foi estatisticamente significativa). O valor encontrado por Davis (1979) foi de $-10,50 \text{ dB} \pm 2,50 \text{ dB}$. Obtivemos um valor de $-7,49 \text{ dB} \pm 1,67 \text{ dB}$ para os homens e $-10,26 \text{ dB} \pm 2,34 \text{ dB}$ para as mulheres.

Observa-se que não houve, ao longo dos anos, uma grande variação nos valores da média para os homens e somente na oitava década de vida observou-se um leve aumento. Nas mulheres não houve alterações bruscas durante a passagem dos anos (da quarta até a sexta década de vida), porém na sétima e oitava década de vida, houve uma queda no valor da média.

O parâmetro acústico SFR, para as mulheres, mostrou-se, neste estudo, o mais sensível à idade vocal, pois ao longo dos anos, comportou-se declinando gradativamente e de forma linear, o que sugere ser este um parâmetro indicativo da idade vocal.

O parâmetro acústico da suavidade espectral do resíduo (SFR) está ligado intrinsecamente à vibração das pregas vocais (formação do pulso glótico), e a avaliação deste parâmetro estabelece numericamente as características do pulso glótico. Este resultado pode ser explicado justamente pelas modificações que ocorrem nas ppvv com o envelhecimento, como o

arqueamento da porção membranosa das ppvv, a saliência no processo vocal e tremor das estruturas laríngeas. Além disso, pode ocorrer o espessamento das pregas vocais e conseqüentemente a diminuição dos movimentos das articulações laríngeas. Estas alterações nas fibras elásticas no ligamento vocal e a calcificação das cartilagens laríngeas produzem modificação no pulso glótico (BLOCK 1998; LEDEN; ALESSI, 1995; XIMENES-FILHO, 2002; ZEMLIN, 2000).

5.3.2 SFF

Um aumento no valor médio do SFF foi encontrado em nosso estudo, para ambos os sexos (somente para o sexo feminino este aumento foi estatisticamente significativo). Os valores encontrados por Davis (1979) foram de $-11,85 \text{ dB} \pm 1,84 \text{ dB}$. Nossos resultados para os homens foram de $-16,01 \text{ dB} \pm 3,48 \text{ dB}$ e para as mulheres $-13,68 \text{ dB} \pm 3,18 \text{ dB}$. Ao longo dos anos, o SFF do grupo masculino apresentou um leve aumento (principalmente na oitava década de vida) e para as mulheres não foram observadas, ao longo dos anos, mudança brusca.

Este resultado, de um aumento do SFF em idosos no decorrer dos anos pode ser explicado, visto que o SFF avalia, fundamentalmente, as condições da ressonância do trato vocal, que em indivíduos idosos pode estar alterada anatomicamente, pelo processo natural de envelhecimento, as alterações estruturais no sistema fonador interferem diretamente no componente ressonantal da voz. Deve-se lembrar que, a voz e qualidade vocal de um indivíduo dependem de diversos fatores, entre eles das características anatômicas do trato vocal.

5.4 AMPLITUDE DO *PITCH* (PA)

É um parâmetro acústico que avalia o índice de vocalização. Na presença de aspereza ou soprosidade na voz, o valor do PA diminui significativamente. Isto se deve ao fato de que por meio deste parâmetro é possível verificar os efeitos de uma patologia sobre a vocalização. O valor de PA é baixo ou não pode ser medido se o sinal da voz tem baixa periodicidade, percebendo-se uma alta quantidade de ruído (MONTAGNOLI, 1998; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999).

O valor médio do índice de vocalização, para homens e mulheres, participantes do nosso estudo diminui, quando comparados com o valor médio do PA dos jovens (para ambos os gêneros a queda no valor do PA foi estatisticamente significativa). É importante notar que o valor médio do PA encontrado para homens ($0,40 \pm 0,11$) não apresentou variações, ao longo dos anos, mantendo-se estável, e para as mulheres ($0,53 \pm 0,11$) este valor apresentou uma queda somente na oitava década de vida.

Além da frequência fundamental e do SFR, o PA mostrou-se, dentre os outros parâmetros aqui estudados, o mais sensível à idade vocal, quando se comparam vozes de jovens-adultos com vozes de idosos, pois houve uma diminuição significativa no valor deste parâmetro tanto para os homens quanto para as mulheres.

No caso dos idosos este fato pode ser justificado devido a toda rigidez do aparelho fonador, decorrente do processo normal de envelhecimento. A calcificação das cartilagens laríngeas e a atrofia e o arqueamento das ppvv podem causar alterações na produção do pulso glotal, ocasionando um maior escape de ar, e podendo também ocasionar um aumento na aspereza da voz (GREENE, 1989).

Há também de se notar que, a redução da mobilidade das ppvv pode causar prejuízos significativos ao índice de vocalização, além disso, as alterações anatômicas e fisiológicas da laringe (da musculatura e cartilagens) resultam na menor eficiência biomecânica do sistema fonador, justificando plenamente a diminuição do índice de vocalização em pessoas idosas (BEHLAU; PONTES, 1995; COLTON; CASPER, 1996; DEDIVITIS; BARROS, 2002; GREENE, 1989).

5.5 COEFICIENTE DE EXCESSO (EX)

O coeficiente de excesso é um correlato da relação sinal/ruído, quanto maior o seu valor, melhor será a qualidade vocal (MONTAGNOLI, 1998; PEREIRA; MONTAGNOLI, 1999).

A média para os homens do Ex foi de $13,76 \pm 8,05$ e notou-se que durante o passar dos anos não houve alterações bruscas neste valor. No grupo feminino o valor médio encontrado foi de $12,23 \pm 6,80$. Porém neste grupo houve muitas oscilações no decorrer dos anos, apontando uma tendência à diminuição conforme a idade (de 16,20 na quarta década de vida para 11,66 na oitava década).

Tanto nos homens quanto nas mulheres houve um aumento no valor médio, quando comparado com os resultados dos jovens (este aumento não foi estatisticamente significativo para ambos os gêneros).

6 CONCLUSÃO

A análise dos resultados dos parâmetros acústicos da voz de homens idosos, no decorrer dos anos, permitiu concluir que:

- A F0 apresentou um aumento na passagem da quinta para a sexta década de vida. Após a sexta década há uma estabilização.
- O *jitter* apresentou uma acentuada queda entre a sexta e sétima décadas de vida, não tendo variação significativa nas outras décadas.
- O *shimmer* tende a diminuir gradativa e linearmente, mostrando-se como o parâmetro acústico mais sensível à idade vocal masculina.
- A suavidade espectral do resíduo manteve-se constante até a sétima década, apresentando um aumento de 10% entre a sétima e a oitava décadas de vida.
- A suavidade espectral do filtro manteve-se estável até a sétima década e apresentou um ligeiro aumento a partir da sétima década de vida.
- O PA se mantém estável no decorrer das décadas de vida.
- O EX permanece estável no decorrer da idade.

A análise dos resultados dos parâmetros acústicos da voz das mulheres idosas, no decorrer dos anos, permitiu concluir que:

- A F0 apresentou um aumento entre a quarta e quinta década de vida. Na passagem da quinta para sexta década de vida há uma diminuição mantendo-se até a oitava década.
- O *jitter* apresentou uma tendência ao aumento ao longo das décadas
- O *shimmer* apresentou um aumento acentuado na passagem da sétima para a oitava década de vida.
- O SFR tende a diminuir gradativa e linearmente, mostrando-se como parâmetro acústico mais sensível à idade feminina.
- SFF apresentou uma queda acentuada na passagem da quarta para quinta década de vida, nas demais décadas não apresentou variação significativa.
- O PA apresentou uma queda acentuada na passagem da sétima para a oitava década de vida.
- O EX apresentou uma queda acentuada entre a quarta e quinta década de vida.

A instabilidade nos valores dos parâmetros acústicos para o grupo das mulheres é consequência das diversas alterações hormonais que a mulher sofre ao longo do tempo. Desse modo, as mulheres apresentam maior variação nos parâmetros acústicos do que os homens.

A comparação dos resultados da análise acústica entre homens idosos e jovens, permitiu concluir que:

- O grupo de idosos apresentou F0 mais grave
- As medidas de perturbação da voz (*jitter* e *shimmer*) apresentaram-se maiores no grupo de idosos
- O nivelamento espectral do resíduo diminuiu e o nivelamento espectral do filtro aumentou no grupo de idosos
- O índice de vocalização apresentou uma diminuição no grupo de idosos
- O coeficiente de excesso apresentou um aumento no grupo de idosos

A comparação dos resultados da análise acústica entre mulheres idosas e jovens, permitiu concluir que:

- O grupo de idosas apresentou F0 mais grave
- As medidas de perturbação da voz (*jitter* e *shimmer*) apresentaram-se menores no grupo de idosas
- O nivelamento espectral do resíduo diminuiu e o nivelamento espectral do filtro aumentou no grupo de idosas
- O índice de vocalização apresentou uma diminuição no grupo de idosas
- O coeficiente de excesso apresentou um aumento no grupo de idosas

De modo geral, neste estudo, considerando idosos ativos e saudáveis, os parâmetros indicadores da idade vocal são: frequência fundamental, suavidade espectral do resíduo e amplitude do *pitch*. As diversas discrepâncias encontradas nos parâmetros podem ser explicadas vista as condições do grupo estudado.

TRABALHOS FUTUROS

- Investigação de outros parâmetros acústicos que indiquem a idade vocal;
- Investigar mudanças nos parâmetros acústicos conforme as décadas de vida
- Investigação dos parâmetros acústicos em pessoas da terceira idade que apresentam uma voz treinada e especializada (cantores, professores, atores, advogados, radialistas) comparando com os resultados deste estudo;
- Estabelecer padrões espectrais da voz de indivíduos da terceira idade.

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS¹⁸

ALARCOS, A.L.; BEHLAU, M.S.; TOSI, O. Computer acoustical analysis of senile voices. **Folia Phoniatic**, Basel, v.35, n.3/4, p.102, 1983.

ALLODI, P.M.; FERREIRA, L.P. A voz no envelhecer. In: FERREIRA, L.P.; COSTA, H.O. **Voz ativa**: falando sobre a clínica fonoaudiológica. São Paulo: Roca, 2001. p.219-236.

ANDRADE, L.M.O. **Determinação dos limiares de normalidade dos parâmetros acústicos da voz**. 2003. 50f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

ANDRADE, L.M.O. et al. Medidas de perturbações da voz: um novo enfoque. **Revista Brasileira de Fonoaudiologia**, Brasília, v.2, n.2, p.39-46, 2002.

ANGELIS, E.C.; CERVANTES, O.; ABRAHÃO, M. Necessidade de medidas objetivas da função vocal. In: FERREIRA, L.P.; COSTA, H.O. **Voz ativa**: falando sobre a clínica fonoaudiológica. São Paulo: Roca, 2001. p.53-72.

¹⁸ As referências bibliográficas deste estudo estão de acordo com as normas da ABNT NBR 6023/ago 2002 na normalização dos documentos no âmbito da USP. Funaro, V. M. B. O. et al. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso**. São Paulo: SIBi – USP, 2004, 115 p. (Cadernos de Estudo).

ARAÚJO, S.A. **Análise acústica da voz normal.** 1999. 88f. Dissertação (Mestrado em Otorrinolaringologia) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1999.

ARAÚJO, S.A. et al. Normatização de medidas acústicas da voz normal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.68, n.4, p.540-544, jul./ago. 2002.

ARONSON, A.E. Normal voice development. In: _____. **Clinical voice disorders.** 3rded. New York: Thieme, 1990. p.39-51.

BAKEN, R.J.; ORLIKOFF, R.J. **Clinical measurement of speech and voice.** 2nded. San Diego: Singular, 2000.

BALLONE, G.J.; FERNANDES, F.S.; ROSSI, E. **Envelhecimento e velhice:** uma nova realidade. Paulínia: Prefeitura Municipal de Paulínea, 1981.

BARROS, A.P.B.; CARRARA-DE ANGELIS, E.C. Análise acústica da voz. In: DEDIVITIS, R.A.; BARROS, A.P.B. **Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz.** São Paulo: Lovise, 2002. p.201-221.

BEHLAU, M.S. Presbifonia: envelhecimento vocal inerente à idade. In: RUSSO, I.P. **Intervenção fonoaudiológica na terceira idade.** Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p.25-50.

_____. **Voz: o livro do especialista.** Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

BEHLAU, M.S.; PONTES, P. **Avaliação e tratamento das disfonias.** São Paulo: Lovise, 1995.

BERTACHINI, L.; GONÇALVES, M.J. Comunicação na terceira idade. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v.26, n.4, p.483-489, 2002.

BERTELLI, P.P. O envelhecimento vocal. **Pró-Fono: revista de atualização científica**, Barueri, v.7, p.41-42, 1995. Edição Especial.

BIELAMOWICZ, S. et al. Comparison of voice analysis systems for perturbation measurement. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.39, n.1, p.126-164, Feb. 1996.

BLOCK, P. **Melhore sua voz: teoria e técnica de aperfeiçoamento vocal.** São Paulo: Tecnoprint, 1986.

BOONE, D.R. A mulher e sua voz. In: _____. (Ed.). **Sua voz está traindo você?** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p.148-152.

BOONE, D.R.; MCFARLANE, S.C. **A voz e a terapia vocal.** 5.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

BRASOLOTTO, A.G. **Caracterização glóticas de presbilaringe: relação com queixa vocal e alterações de mucosa de prega vocal.** 2000. 102f. Tese

(Doutorado) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2000.

_____. Voz na terceira Idade. In: FERREIRA, L.P.; BEFI-LOPES, D.M.; LIMONGI, S.C.O. **Tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p.127-137.

BRESSAN, V.L. **Influências do envelhecimento na voz**. 1999. Monografia (Especialização em Voz) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Curitiba, 1999.

CAMARGO, Z. Avaliação objetiva da voz. In: CARRARA-DE-ANGELIS, E.; FURIA, C.L.B.; KOWALSKI, L.P. **A atuação da fonoaudiologia no câncer de cabeça e pescoço**. São Paulo: Lovise, 2000. p.175-194.

_____. Da fonação à articulação – princípios fisiológicos e acústicos. **Revista Fonoaudiologia Brasil**, v.2, n.2, p.14-19, 1999.

CARBONELL, J.; TOLOSA, F.; JUAN, E. Presbifonia: estudio de los parâmetros acústicos de normalidad. **Acta Otorrinolaringológica Espanola**, Madri, v.47, n.4, p.295-299, 1996.

CARVALHO FILHO, E.T.; ALENCAR, Y.M.G. Teorias do envelhecimento. In: CARVALHO FILHO, E.T.C.; PAPLEO NETTO, M.P. **Geriatría**: fundamentos, clínica e terapêutica. São Paulo: Atheneu, 2000. p.1-8.

CARVALHO FILHO, E.T.C.; PAPALEO NETTO, M.P. **Geriatrics**: fundamentos, clínica e terapêutica. São Paulo: Atheneu, 2000.

CASIANO, R.R.; RUIZ, P.J.; GOLDSTEIN, W. Histopathologic changes in the aging human cricoarytenoid joint. **Laryngoscope**, St.Louis, v.104, n.5, pt.1, p.533-538, 1994.

CASTRO, V.C.; PEGORARO-KROOK, M.I. Características da frequência fundamental de fala de indivíduos do sexo feminino falantes do português brasileiro. **Pró-Fono**: revista de atualização científica, Barueri, v.6, n.2, p.5-7, set. 1994.

CHILDERS, D.G.; SKINNER, D.P.; KEMERAIT, R. The cepstrum: a guide to processing. **Proceedings of the IEEE**, New York, v.65, n.10, p.1428-1442, Oct. 1977.

CÓDIGO DE ÉTICA DA FONOAUDIOLOGIA. Lei 6965/81, regulamentada pelo decreto nº. 87.218 de 31 de maio de 1982. Brasília: Conselhos Federais e Regionais de Fonoaudiologia, 2004.

COLTON, R.H.; CASPER, J.K. **Compreendendo os problemas de voz**: uma perspectiva fisiológica ao diagnóstico e ao tratamento. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

COSTA, E.M.F. Permanência de voz infantilizada na pós-menopausa. In: BEHLAU, M. **O melhor que vi e ouvi II: atualização em laringe e voz.** Rio de Janeiro: Revinter, 2000. p.193-198.

COSTA, O.H.; ANDRADA e SILVA, M.A. Alterações fisiológicas da voz. In: _____. **Voz cantada: evolução, avaliação e terapia fonoaudiológica.** São Paulo: Lovise, 1998. p.111-123.

DAVIS, S.B. Acoustic characteristics of normal and pathological voices. In: LASS, N.J. (Ed.). **Speech and language: advances in basic research and practice.** New York: Academic Press, 1979. v.1, p.271-335.

DE BIASE, N.G.; CERVANTES, O.; ABRAHÃO, M. A voz no idoso. **Acta Awho**, São Paulo, v.2, n.17, p.70-72, 1998.

DEDIVITIS, R.A.; BARROS, A.P.B. Fisiologia laríngea. In: _____. **Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz.** São Paulo: Lovise, 2002. p.39-52.

DOMINGUES, M.A.; DERNTL, A.M.; OURIQUE, S.A.M. Fonoaudiologia em geriatria: identificando o universo do idoso. **Revista Fono Atual**, São Paulo, ano 5, n.20, 2002.

DOUGLAS, C.R. Fisiologia da laringe: fonação. In: _____. **Tratado de fisiologia aplicada à fonoaudiologia.** São Paulo: Robe, 2002. p.485-503.

_____. Envelhecimento: características e fisiologia geral. In: _____. **Tratado de fisiologia aplicado à fonoaudiologia**. São Paulo: Robe, 2002. p.731-757.

DUPRAT, A.C. Influência hormonal na voz. In: COSTA, O.H.; ANDRADA e SILVA, M.A. **Voz cantada**: evolução, avaliação e terapia fonoaudiológica. São Paulo: Lovise, 1998. p.115-117.

ESKENASI, L.; CHILDERS, D.G.; HICKS, D.M. Acoustic correlates of vocal quality. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.33, n.2, p.298-306, June 1990.

FANT, G. **Acoustic theory of speech production**. 2nded. Paris: Mouton, 1970.

_____. **Speech sounds and features**. Cambridge: MIT Press, 1973.

FERRAND, C.T. Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. **Journal of voice**, St.Louis, v.16, n.4, p.480-487, Dec. 2002.

FERRARI, M.A.C. Idosos muito idosos. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, ano 26, v.23, n.4, p.467-471, 2002.

_____. O envelhecer no Brasil. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, ano 23, v.23, n.4, p.197-203, jul./ago. 1999.

FERREIRA, D.R.; SILVA, A.A. Envelhecimento e qualidade de vida: a visão otorrinolaringológica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.69, n.5, p.3-5, set./out. 2003. Caderno de debates,

FERREIRA, L.M. Aprimoramento vocal na terceira idade. In: PINHO, S.M.R. **Fundamentos em fonoaudiologia**: tratando os distúrbios da voz. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998. p.115-117.

FERREIRA, L.P.; ALGODOAL, M.J.; ANDRADE E SILVA, M.A. A avaliação da voz na visão (e no ouvido) do fonoaudiólogo: saber o que se procura para entender o que se acha. In: MARCHESAN, I.; ZORZI, J.L.; GOMES, I.C.D. (Org.). **Tópicos em fonoaudiologia 1997/1998**. São Paulo: Lovise, 1998. v.4, p.393-413.

GIACHETI, C.M.; DUARTE, V.G. Programa de atuação fonoaudiológica junto a idosos institucionalizados. In: LAGROTTA, M.G.M.; CÉSAR, C.P.H.A.R. **A fonoaudiologia nas instituições**. São Paulo: Lovise, 1997. p.17-27.

GLANTZ, S.A. **Primer of bio-statistic**. 3rded. San Francisco: McGraw Hill, 1992. p.67-109.

GREENE, M.C.L. Disfonia endócrina em mulheres. In: _____. (Ed.). **Distúrbios da voz**. 4.ed. São Paulo: Manole, 1989.

_____. **Distúrbios da voz**. 4.ed. São Paulo: Manole, 1989.

HOLLIEN, H.; SHIPP, T. Speaking fundamental frequency and chronologic age in males. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.15, n.1, p.155-159, 1972.

HONJO, I.; ISSHIKI, N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. **Archives of Otolaryngology**, Chicago, v.106, n.3, p.149-150, 1980.

HORII, Y. Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.22, n.1, p.5-19, 1979.

_____. Jitter e shimmer differences among sustained vowel phonations. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.25, n.1, p.12-14, 1982.

_____. Vocal shimmer in sustained phonation. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.23, n.1, p.202-209, 1980.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2000**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo>>. Acesso em: 14 abr. 2003.

ISHIZAHARA, K.; FLANAGAN, J.L. Synthesis of voice sounds from a two-mass model of the vocal cords. **Bell System Technical Journal**, v.56, p.889-918, 1972.

ISSHIKI, N.; ISUJI, D.H.; SENNES, L.V. **Tireoplastias**. São Paulo: Fundação Otorrinolaringologia, 1999. p.191.

KAHANE, J.C. A survey of age – related changes in the connective tissues of the human adult laryns. In: BLESS, D.M.; ABBS, J.H. **Vocal fold physiology**. San Diego: Colege-Hill Press, 1983.

KENT, R.D. **The speech sciences**. San Diego: Singular, 1997.

_____. Vocal tract acoustics. **Journal of Voice**, St.Louis, v.7, n.2, p.97-117, June 1993.

KENT, R.D.; READ, C. **The acoustic analysis of speech**. San Diego: Singular, 1992.

KOIKE, Y. Applications of some acoustic measures for the evaluation of laryngeal dysfunction. **Studia Phonologica**, Japan, v.7, p.17-23, 1973.

LEDEN, H.; ALESSI, P.M. O envelhecimento vocal. **Pró-Fono**: revista de atualização científica, Barueri, v.7, p.41-42, 1995. Número especial.

LEVINE, D.M.; BERENSON, L.M.; STEPHAN, D. Resumindo e descrevendo dados numéricos. _____. **Estatística**: teoria e aplicações usando o microsoft excel em português. Rio de Janeiro: LTC, 2000. p.117-166.

LIEBERMAN, P. Some acoustic measures of fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. **Journal of the Acoustical Society of America**, New York, v.35, n.3, p.344-353, Mar. 1963.

LIMA-COSTA, M.F.; BARRETO, S.M.; GIATTI, L. Condições de saúde, capacidade funcional, uso de serviços de saúde e gastos com medicamentos da população idosa brasileira: um estudo descritivo baseado na pesquisa nacional por amostra de domicílios. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.19, n.3, p.735-743, maio/jun. 2003.

LINVILLE, S.E. The sound of senescence. **Journal of Voice**, St.Louis, v.10, n.2, p.190-200, June 1996.

LUSTRI, W.R.; MORELLI, J.G.S. Aspectos biológicos do envelhecimento. In: REBELATTO, J.R.; MORELLI, J.G.S. **Fisioterapia geriátrica: a prática da assistência ao idoso**. São Paulo: Manole, 2004. p.37-84.

MARTIN, D.; FITCH, J.; WOLFE, V. Pathologic voice type and the acoustic prediction of severity. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.38, p.765-771, Aug. 1995.

MONTAGNOLI, A.N. **Análise residual do sinal de voz**. 1998. 66f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

MONTE, C.A.; MOURÃO, L.F.; MOTA, P.H.M. Avaliação fonoaudiológica e otorrinolaringológica em idosos pré e pós programa vocal. **Pró-Fono**: revista de atualização científica, Barueri, v.13, n.2, p.169-176, 2001.

MORRIS, R.J.; BROWN, W.S.J. Age - related differences in speech intensity among adult females. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, Basel, ano 46, v.2, p.64-69, 1994.

MORRISON, M.D.; GORE-HICKMAN, P. Voice disorders in the elderly. **Journal of Otolaryngology**, Toronto, v.15, n.4, p.231-234, 1986.

MORRISON, M.; RAMMAGE, L. Voice disorders in the elderly. In: _____. **The management of voice disorders**. 4thed. San Diego: Singular, 1994. Cap.8, p.141-149.

MORSOMME, D. et al. Presbyphonia: voice differences between the sexes in the elderly: comparison by maximum phonation time, phonatio quotient and spectral analysis. **Logopedics Phoniatics Vocology**, Oslo, v.22, n.1, p.9-14, 1997.

MOTTA, L.B. **Aprimoramento vocal na terceira idade**. 1999. Monografia (Especialização em voz) - Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica, Curitiba, 1999.

MUELLER, P.B. The aging voice. **Seminars in Speech and Language**, v.18 n. 2, p. 159-68, 1997.

ORLIKOFF, R.F. The relation of age cardiovascular health to certain acoustic characteristics of male voices. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.33, n.3, p.450-457, Sept. 1990.

PEREIRA, J.C.; MONTAGNOLI, A.N. **Análise acústica do sinal de voz**. São Carlos: EESC/USP, 1999. Apostila.

PESSINI, L. Envelhecimento e saúde: ecos da II Assembléia Mundial sobre o envelhecimento. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v.26, n.4, p.457-463, 2002

PESSINI, L.; QUEIROZ, Z.V. Envelhecimento e saúde: desafios para o novo século. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v.26, n.4, p.455- 556, 2002.

PINHO, S.M.R. **Fundamentos em fonoaudiologia**: tratando os distúrbios da voz. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1998.

_____. **Tópicos em voz**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 2001.

PTAKET, P.H. et al. Patory and related changes with advanced age. **Journal Speech and Hearing Research**, Rockville, v.9, p.353-360, 1966.

PUTZ, R.; PABST, R. (Ed.). **Sobotta atlas de anatomia humana**. 20.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. v.1, p.124-134.

QUEIROZ, Z.P.V. Participação popular na velhice: possibilidade real ou mera utopia?. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, ano 23, v.23, n.4, p.204-213, 1999.

READ, C.; BUDER, E.H.; KENT, R.D. Speech analysis systems: an evaluation. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.35, n.2, p.314–332, Apr.1992.

RIBEIRO, A. Aspectos biológicos do envelhecimento. In: RUSSO, I.C.P. **Intervenção fonoaudiológica na terceira idade**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999. p.1-11.

ROLIM, D.B. **Análise acústica de aspectos temporais da fala de adultos idosos**. 2002. 76f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

RUSSO, I.C.P. **Intervenção fonoaudiológica na terceira idade**. Rio de Janeiro: Revinter, 1999.

_____. O trabalho na universidade aberta para a terceira idade: estratégias de comunicação para indivíduos idosos. In: LAGROTTA, M.G.M.; CÉSAR, C.P.H.A.R. **A fonoaudiologia nas instituições**. São Paulo: Lovise, 1997. p.29-35.

SANTOS, I.R. **Comparação de parâmetros acústicos vocais entre dois programas de laboratórios de voz.** 2004. Monografia (Especialização em voz) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2004. p.50.

SANTOS, I.R.; DELL' ACQUA, R.M.; PEREIRA, J.C. A importância da utilização de programa de análise acústica de voz na prática clínica e em pesquisas científicas fonoaudiológicas. In: JORNADA FONOAUDIOLÓGICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 10., 2003, Bauru. **Anais...** Bauru: FOB/USP, 2003. p.99.

SANTOS, I.R.; FERRARI, C.; GIACHETI, C.M. Intervenção fonoaudiológica com idosas institucionalizadas: estabelecendo oportunidades para manutenção de habilidades comunicativas. In: JORNADA DE FONOAUDIOLOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, 7., 2001, Marília. **Anais...** Marília: UNESP, 2001. p.45.

SÃO PAULO (Estado). Conselho Regional de Fonoaudiologia/ 2^a região. **Manual de fonoaudiologia.** São Paulo, 1997. (Anexo: Lei no. 6965 e Código de Ética).

SATALOFF, R.T.; SPIEGEL, J.R.; ROSEN, D.C. The effects of age on the voice. In: SATALOFF, R.T. (Ed.). **Professional voice:** the science and art of clinical care. 2nded. San Diego: Singular, 1997. p.259-267.

SCUKANEC, G.P.; PETROSINO, L.; RASTATTER, M.P. Fundamental frequency variability in elderly women during production of stressed and unstressed words. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v.7, n.3, p.1091-1095, 1992.

SOKAL, R.R.; ROHLF, F.J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biological research. 2nded. New York: W.H.Freeman, 1981.

STEMPLE, J.C.; GLAZE, L.E.; GERDEMAN, B.K. **Clinical voice pathology**: theory and management. 2nded. California: Singular, 1996.

TAKAHASHI, H.E.; KOIKE, Y. Some perceptual and acoustic correlates of pathologic voices. **Acta Oto-laryngologica** - supplementum, Stokolm, n.338, p.1-25, 1975.

TONISI, G.A.B.R. Efeitos do climatério na frequência fundamental. **Revista Atualização Científica em Fonoaudiologia-Cefac**, Brasília, v.2, n.1, p.73-80, 2000.

VANZELLA, T.P. **Estudo da voz de homens idosos por meio da fonetografia**. 2004. Monografia (Especialização em voz) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2004.

VIEIRA, S. **Estatística experimental**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

_____. **Introdução à bioestatística**. Rio de Janeiro: Campus, 1999. p.125-139.

WOLFE, V.; CORNELL, R.; PALMER, C. Acoustic correlates of pathologic voice types. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, v.34, n.3, p.509-516, June 1991.

XIMENES-FILHO, J.A. **Alterações histológicas de pregas vocais humanas correlacionadas com o envelhecimento**. 2002. 101f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

XUE, S.A.; DELIYSKI, D. Effects of aging on selected acoustic voice parameters: preliminary normative data and educational implications. **Educational Gerontology**, New York, v.27, n.2, p.159–168, Mar. 2001.

YAMASAKI, R. **Caracterização da laringe do idoso**. 2001. 54p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2001.

YANAGIHARA, N. Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. **Journal of Speech and Hearing Research**, Rockville, n.10, n.3, p.531-541, 1967.

ZAMPERLINI, H.B.L.; KYROLLOS, L.C.R.; SANTOS, M.F.C. A comunicação na terceira idade: características e reflexões. In: LAGROTTA, M.G.M.; CÉSAR,

C.P.H.A.R. **A fonoaudiologia nas instituições.** São Paulo: Lovise, 1997.
p.41-48.

ZAR, J.H. **Biostatistical analysis.** 2nded. New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
p.1-148.

ZEMLIM, W.R. **Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia.**
Porto alegre: Artmed, 1998. p.162-204.

8 GLOSSÁRIO DE TERMOS FONOAUDIOLÓGICOS - EXPRESSÕES TÉCNICAS

Aspereza - termo que corresponde à redução ou ausência da onda mucosa produzindo um som “duro”, pouco melodioso. Os correlatos fisiológicos que justificam a aspereza são: a rigidez da mucosa (que produz som pobre em harmônicos) e rigidez do sistema ou ambos (Pinho, 1998).

Extensão vocal - termo que designa o número de notas da mais grave à mais aguda que um indivíduo consegue produzir com a voz (não importando a qualidade da emissão) (Behlau, 2001; Pinho, 1998; Behlau, Pontes, 1995).

Intensidade Vocal - termo utilizado para designar um parâmetro físico ligado diretamente ao aumento da pressão aérea subglótica, ou seja, a intensidade vocal é controlada pelo fechamento glótico e pelo fluxo aéreo expiratório. Além disso, também está na dependência da amplitude de vibração e tensão das pregas vocais, mais especificamente da resistência que a glote oferece à passagem do ar. A intensidade vocal é medida em decibéis (Behlau, 2001; Pinho, 1998)

Loudness - termo utilizado para designar a sensação psicofísica da intensidade, ou seja, é como julgamos um som, considerando-o forte ou fraco (Behlau, 2001; Pinho, 1998).

Pitch¹⁹ – termo que designa a sensação subjetiva de frequência, em outras palavras, dizemos que o *pitch* é o correlato psicofísico da frequência fundamental. Quanto mais elevada a F0 de um som, mais agudo o *pitch*; porém não existe uma relação linear entre os dois parâmetros. Na prática clínica o *pitch* é avaliado como grave, médio ou agudo (Behlau, 2001; Pinho, 1998).

¹⁹ *Pitch* e *Loudness* são dimensões psicoacústicas, pois dependem da percepção do avaliador (fonoaudiólogo).

Qualidade Vocal – termo empregado para designar o conjunto de características que identificam uma voz humana. Um outro termo muito utilizado para designar a qualidade vocal é **timbre**, porém este termo é mais adequado à instrumentos musicais. A qualidade vocal é a avaliação perceptiva principal e relaciona-se à impressão total criada pela voz. Embora a qualidade vocal varie de acordo com o contexto de fala e as condições físicas e psicológicas do indivíduo, há sempre um padrão básico de emissão que o identifica (Behlau, Pontes, 1995; Behlau, 2001).

Qualidade Vocal áspera - nesta qualidade de voz há uma característica rude e desagradável. É uma voz pobre em harmônicos e rica em ruído (Behlau, 2001; Behlau, Pontes, 1995).

Qualidade Vocal rouca - é uma qualidade mista, que contém elementos de soprosidade e aspereza. Neste tipo de voz, a altura e a intensidade estão freqüentemente diminuídas e há ruídos que independem dos movimentos ondulatórios normais da mucosa das pregas vocais (Behlau, 2001; Behlau, Pontes, 1995; Pinho, 1998).

Qualidade vocal soprosa – é a qualidade vocal na qual ouvimos o “ar não-sonorizado” passando pelas pregas vocais, desse modo, há presença audível de um ruído à fonação, que é o fluxo contínuo de ar através da glote. Nesta voz a intensidade é baixa e a altura grave; porém, por um esforço de compensação para tentar reduzir o escape de ar, podemos encontrar essa qualidade vocal com intensidade forte (Behlau, Pontes, 1995).

Rouquidão – termo correspondente à qualidade da voz na presença de irregularidade vibratória da mucosa das pregas vocais durante a fonação. Pode ser causada por fendas glóticas isoladas de proporção moderada ou pela presença de patologias na mucosa das pregas vocais (Pinho, 1998).

Soprosidade – termo que corresponde à presença de ruído de fundo audível. O correlato fisiológico que justifica a soprosidade é a extrema rigidez de mucosa (Pinho, 1998).

Tessitura Vocal - corresponde ao número de notas da mais grave à mais aguda que um indivíduo consegue produzir com a voz, com qualidade de fala (Behlau, 2001; Pinho, 1998; Behlau, Pontes, 1995).

Anexo A - Artigo - Parâmetros acústicos da voz relacionados à soproidade

PARÂMETROS ACÚSTICOS DA VOZ RELACIONADOS À SOPROSIDADE

ACOUSTIC PARAMETERS RELATED TO BREATHY VOICE

Autores:

IVANI ROSA DOS SANTOS *

RAQUEL MALARA DELL'ACQUA *

MAURÍCIO RAYMUNDO DE CUNTO **

JOSÉ CARLOS PEREIRA ***

(*) Fonoaudióloga, Mestranda do Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia (EESC – IQSC – FMRP) – USP.

(**) Engenheiro Eletricista, Mestrando do Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia (EESC – IQSC – FMRP) – USP.

(***) Ph.D, Departamento de Engenharia Elétrica, EESC-USP, Professor Titular da Universidade de São Paulo.

Este trabalho foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia (EESC – IQSC – FMRP) da Universidade de São Paulo (USP), São Carlos - SP.

RESUMO

Tema: Parâmetros acústicos relacionados a soproidade. **Objetivo:** Rediscutir os parâmetros acústicos da voz relativos à forma do sinal, visando sua interpretação física e o estabelecimento de uma linguagem comum às diversas áreas concernentes ao tema. **Método:** Discussão dos parâmetros propostos na literatura, especificamente os parâmetros oriundos das técnicas espectrais, filtragem inversa e cepstral, visando a adequação da terminologia sob o enfoque interdisciplinar. **Resultados:** Um sinal tem três características básicas: período, amplitude e conformação. Todos os parâmetros acústicos da voz relacionados à forma são aqui interpretados e relacionados a avaliação perceptivo auditiva. Ressalte-se a acentuada redundância entre estes parâmetros. **Conclusões:** A análise acústica é uma ferramenta útil na quantificação de disfonias. A interpretação dos parâmetros sob o enfoque fonoaudiológico é fundamental. A criação de uma terminologia comum que atribua significado clínico aos parâmetros possibilita melhor acurácia do diagnóstico.

Background: Acoustic parameters concerned to breathy voice. **Purpose:** To redress the discussion about acoustic parameters related to signal waveforms allowing physical interpretation and establishing a common terminology to the concernment subjects. **Method:** The parameters proposed in the literature, specifically those related to spectrum analysis, inverse filtering and cepstrum analysis are discussed and an adequate language is used. **Results:** Any signal has three basic characteristics: period, magnitude and waveshape. All acoustic parameters of voice related to waveform are interpreted here and compared with perceptive evaluation. **Conclusions:** The acoustic analysis is a useful tool to quantify dysphonic voice. Under the phonoaudiologic approach, the acoustic parameters interpretation is of fundamental concern. It is very important to establish a common terminology that imposes clinical meaning to the parameters in order to allow better diagnostic accuracy.

Descritores:

engenharia; estatística e dados numéricos; métodos; classificação; análise; acústica da fala; instrumentação; qualidade da voz; Distúrbios da Voz; percepção auditiva

engineering; statistics and numerical data; methods; classification; analysis; speech acoustics; instrumentation; voice quality; voice disorders; auditory perception

INTRODUÇÃO

O ferramental matemático disponível encontra aplicação no mundo real duplamente. Primeiro através da análise, onde as técnicas nos permitem “dissecar” sistemas e os sinais complexos em partes mais simples ou ainda permitem realçar características de interesse. Por outro lado, a síntese percorre o caminho inverso da análise e possibilita a “confeção” do sistema ou sinal desejado a partir de modelos matemáticos mais simples que os reais ⁽⁰¹⁾. Requer salientar que ambos os enfoques não são conflitantes, mas complementares.

Dentro do escopo deste texto, o sinal de voz constitui-se num exemplo adequado para se ilustrar a contribuição da matemática no estudo da fala. O modelo fonte filtro de produção vocal ⁽⁰²⁻⁰⁴⁾ sintetiza a voz a partir do pulso glotal e a sua interação com a função característica do trato vocal ⁽⁰⁵⁾, “confeccionaram” o modelo de duas massas das pregas vocais acoplado aos tratos nasal e oral para a produção de sons vocálicos.

No sentido inverso ao da síntese, inúmeros autores têm proposto parâmetros para analisar a voz ⁽⁰⁶⁾. Dada a miríade de ferramentas matemáticas existentes, não raro, os parâmetros acústicos propostos apresentam redundância, sendo a única diferença os domínios onde são calculados ou mesmo a unidade de cálculo ⁽⁰⁷⁾. Por exemplo, a perturbação de frequência (*jitter*) pode ser apresentada em valor absoluto (milissegundos), em porcentagem ou em dB (decibel) ⁽⁰⁸⁻¹⁰⁾.

Nos sinais vocálicos encontramos quatro técnicas principais, onde os parâmetros acústicos são propostos, a saber: **I - MEDIDAS DE PERTURBAÇÃO; II - MEDIDAS ESPECTRAIS; III - FILTRAGEM INVERSA E IV - TÉCNICA CEPSTRAL.**

A primeira técnica já foi abordada com enfoque similar ao deste artigo ⁽¹¹⁾. Visando complementar o tema, será realizada aqui uma descrição conceitual dos parâmetros acústicos classificados em cada uma das técnicas restantes.

I - MEDIDAS DE PERTURBAÇÃO

Vozes normais apresentam sinais quase-periódicos, dificultando sua análise através de técnicas matemáticas (usadas em sinais periódicos) e estatísticas (usadas em sinais aleatórios). Pequenas perturbações tanto em frequência quanto em amplitude, estão presentes nas vozes classificadas como normais e, desta forma, qualquer uma das técnicas utilizadas introduz um erro inerente na análise.

Nas vozes disfônicas são encontradas grandes alterações na periodicidade e na amplitude do sinal quando comparadas a vozes normais, causadas por aumento ou diminuição de massa de pregas vocais, presença de calosidades, ou alterações neurológicas ⁽¹²⁻¹³⁾.

Diversos autores ⁽¹⁴⁻²²⁾ utilizaram parâmetros de perturbação para classificar as várias qualidades de voz. Existem trabalhos onde esses parâmetros são ricamente detalhados ⁽¹¹⁾.

II - PARÂMETROS ESPECTRAIS

As ferramentas matemáticas que possibilitam a representação de um sinal temporal no domínio da frequência são as “transformadas”, sendo a “transformada de Fourier” a mais conhecida, devido ao algoritmo FFT (Fast Fourier Transform) que permite calculá-la com maior rapidez.

A transformação de um sinal complexo no “domínio do tempo” para o “domínio da frequência” possibilita a decomposição desse sinal em suas componentes básicas (os harmônicos) facilitando sua análise, bem como a visualização do ruído ⁽²³⁾.

No caso da voz humana, que é um sinal complexo, utilizando tal teoria, é possível visualizar a frequência fundamental, as componentes harmônicas, estimar a quantidade de ruído na voz ⁽²⁴⁻²⁵⁾, bem como avaliar os formantes contidos no sinal. Em suma, quando o sinal de voz é observado no domínio da frequência temos uma melhor visualização dos seus componentes. Quando

este sinal é observado no domínio do tempo, as componentes harmônicas não são nitidamente observáveis.

III - TÉCNICA DE FILTRAGEM INVERSA - RESIDUAL E GLOTTAL

Dentre os diversos modelos matemáticos para a produção da voz, o que encontra melhor compromisso entre simplicidade e acurácia é o modelo linear fonte-filtro ⁽⁰²⁾ e adotado por outros autores ^(05, 14). Basicamente esse modelo pressupõe três principais subsistemas acústicos para a produção da voz: subsistema de conformação do pulso glótico; subsistema que caracteriza o trato vocal e subsistema de radiação labial.

Fant ⁽⁰²⁾, no domínio espectral, caracterizou este modelo por meio da equação:

$$S(z) = G(z) \cdot V(z) \cdot L(z)$$

Onde:

$S(z)$	representa o sinal de voz / fala;
$G(z)$	o conformador do pulso glotal;
$V(z)$	constitui as características do trato vocal e
$L(z)$	a radiação labial.

Ressalta-se que matematicamente a separação entre trato vocal e a radiação labial é devida as diferentes características acústicas entre os mesmos ⁽²⁶⁾. O trato vocal é responsável por ressonâncias (formantes), enquanto a radiação labial é responsável pela propagação do som. Sobre outro prisma, o modelo “perceptivo auditivo” inerente a fonoaudiologia não faz distinção entre trato vocal e radiação labial.

A produção da voz realizada pelo modelo linear fonte-filtro considera pulsos regulares como entrada, ou seja, sintetiza um sinal o mais próximo possível de uma voz real por meio de equações matemáticas. Uma vez estabelecido o modelo ótimo para a sintetização vocal, pode-se utilizá-lo para análise.

A análise pode ser feita introduzindo um sinal real de voz, geralmente muito mais complexo que o sinal sintetizado, no filtro inverso do modelo otimizado resultando em um sinal residual. Esta técnica é denominada Técnica de filtragem inversa residual.

O Filtro inverso glotal utiliza a mesma técnica, porém retira os efeitos da radiação labial e do trato vocal, preservando as características do subsistema glotal. Conseqüentemente o sinal obtido é o pulso glotal, ao invés do sinal residual.

IV - TÉCNICA CEPSTRAL

Quando temos acesso a uma voz (aqui denominado de produto final) não somos capazes de extrair ou separar o sinal glótico “puro” das influências do trato vocal e radiação labial. Não conseguimos isolar cada um destes componentes que formam este sinal complexo final, devido ao fato da voz humana não ser um sinal simples, mas sim produto de uma convolução de subsistemas.

O intuito desta sessão é apresentar uma técnica matemática que tem por função decompor sinais complexos. Essa técnica, que será explorada no decorrer do texto, é denominada de Técnica Cepstral.

Historicamente, o estudo da técnica Cepstral data de 1963 a partir de um estudo heurístico de Bogert ⁽²⁷⁾ para encontrar os tempos de chegadas dos ecos de sinais compostos, em áreas com abalos sísmicos. Tal estudo foi também empregado em radares e sonares onde os sinais apresentavam interações com o meio ambiente ou podiam sofrer interferências. Estes fenômenos foram considerados como sinais complexos, e até o início do estudo destes sinais⁽²⁷⁾, não era possível ter acesso ao sinal primário (por exemplo, a explosão nas profundezas da terra), mas somente a convolução resultante da explosão com as características da crosta terrestre. Originalmente, a técnica cepstral decompõe dois ou mais sinais desde que suas componentes espectrais não ocupem a mesma faixa de frequências ⁽²⁸⁾.

Outros pesquisadores ⁽²⁸⁻²⁹⁾ continuaram os estudos inicialmente propostos por Bogert e, baseando-se em análise de Fourier, conseguiram aplicar os estudos da técnica cepstral para a extração da frequência fundamental do sinal da voz e as características do trato supra glotal.

Verifica-se que o sinal da voz é plausível de ser analisado pela técnica cepstral por ser convolutivo e apresentar faixas de frequências bem separadas para o gerador glotal (*pitch*) e para o trato vocal (formantes).

PARÂMETROS ACÚSTICOS

Após a explanação geral das várias técnicas utilizadas na análise da voz humana, serão focalizados os parâmetros de modo específico, apresentando-os e correlacionando com os dados matemáticos, procurando auxiliar a reflexão e a interpretação ⁽³⁰⁾ da aplicabilidade dos parâmetros na prática da avaliação acústica da voz.

1 - FILTRO INVERSO RESIDUAL

Essa técnica é baseada em um modelo matemático de síntese de voz, onde através de pulsos de entrada constrói-se um sinal artificial de voz.

A técnica de filtragem residual consiste em filtrar inversamente um sinal real de voz removendo, matematicamente, todas as características acústicas do sistema vocálico, resultando nos pulsos propostos pelo modelo criado.

Uma vez que o processamento matemático realizado sobre o sinal é conhecido, toda informação contida no sinal de voz real também estará presente no sinal residual, possibilitando assim a análise completa do sinal.

Neste grupo destacamos os seguintes parâmetros:

Coeficiente de Excesso (EX): este parâmetro avalia a distribuição de amplitudes de um sinal voz ^(14, 30). Basicamente é um correlato estatístico da relação harmônico/ruído (HNR). Para uma voz normal é esperado que na maior parte do tempo o sinal permaneça em torno do valor zero (em amplitude).

Conseqüentemente, a distribuição de amplitudes deste sinal apresenta forte concentração em torno do zero, conforme mostrado na figura 1 - curva 1.

FIGURA 1

Para vozes disfônicas, o sinal é distorcido ocasionando uma maior dispersão de valores e, desta forma, suavizando a distribuição de amplitudes conforme mostrado na figura 1 - curva 2.

Quando analisamos um sinal residual da voz podemos verificar a distribuição das amplitudes dos seguintes modos: na curva 1, vemos uma distribuição com forma gaussiana, alta e estreita, cujo formato representa uma voz normal. Na curva 2 temos uma distribuição similar, porém baixa e larga, representando uma voz disfônica.

Nivelamento Espectral (SF - Spectral Flatness): É um parâmetro que avalia o quão plano é o envoltório do espectro. Fundamentalmente quantifica a parcela necessária para atingir um nível plano do espectro (referenciada como 0 dB). Associamos à voz ruidosa maiores componentes espectrais nas altas freqüências, conseqüentemente o comportamento espectral macroscópico de uma voz ruidosa está mais próxima do nível 0 dB (plano) que uma voz normal.

A figura 2 apresenta o espectro de uma voz normal e a figura 3 o espectro de uma voz patológica. Note que o espectro da voz normal contém uma estrutura regular de harmônicos até as altas freqüências, enquanto a voz patológica apresenta uma estrutura irregular nessa faixa. Nas figuras 2 e 3 são ainda apresentadas as envoltórias dos sinais, que estão relacionadas com a atuação do trato vocal - os picos contidos nesta linha envoltória constituem-se nos formantes da voz.

FIGURA 2

FIGURA 3

O nivelamento espectral (SF) é a quantificação da área necessária para atingir um nível de referencia arbitraria estipulado em 0 dB (linha horizontal superior das figuras 2 e 3) conseqüentemente a suavidade espectral é a quantificação da área em destaque na figura 3.

A suavidade espectral pode ser aplicada tanto ao sinal residual glótico quanto ao trato vocal. Desse modo temos os seguintes parâmetros:

Nivelamento espectral do resíduo (SFR) - Este parâmetro mede as mudanças no espectro da forma glotal espectral que podem ter sido ocasionadas por patologias laríngeas. Traz informações do pulso glótico mascarando informações da atuação do trato vocal e da radiação labial.

Nivelamento espectral do filtro (SFF) - Este parâmetro mede a envoltória do espectro (em decibéis) e avalia a ressonância do trato vocal.

Tais medidas foram utilizadas para a avaliação vocal por grandes estudiosos^(14, 31). Em termos práticos podemos dizer que o SFR analisa e traz informações quanto ao formato do pulso glotal, enquanto o SFF avalia a ressonância do trato vocal (avalia quantitativamente a atuação do filtro).

Amplitude do *Pitch* (PA): Este parâmetro foi definido⁽¹⁴⁾ como sendo o valor médio da autocorrelação das amplitudes do sinal residual. O valor de PA é normalizado (entre zero e um) sendo alto para as vogais, tem um valor intermediário para sons fricativos sonoros e valor nulo (zero) para as fricativas não-vozeadas (tal como em /f/ ou /s/).

É um parâmetro acústico no domínio do tempo e estima o índice de vocalização. O valor do PA diminui proporcionalmente com o nível de aspereza ou sopro, conseqüentemente, por meio deste parâmetro é possível verificar os efeitos de uma patologia sobre a vocalização^(30, 32).

2 - FILTRO INVERSO GLOTTAL

A estratégia utilizada nesta classe de parâmetros assemelha-se a filtragem inversa residual, sendo que aqui se preserva o subsistema glotal. Portanto, o sinal resultante é o pulso glotal, propiciando as várias medidas desta classe.

O pulso glótico característico de uma voz normal pode ser visto na figura 4 com período “T”, composto de dois tempos T1: tempo de fechamento e T2: tempo de abertura.

FIGURA 4

Baseado na dinâmica do pulso glótico, vários parâmetros foram propostos na literatura, dentre estes destacamos:

Quociente de Abertura (OQ) - este parâmetro mede a relação entre o tempo de abertura da glote pelo tempo total de um ciclo (período). Segundo pesquisadores ⁽¹⁴⁾, este parâmetro está relacionado à intensidade vocal. Quando maior a intensidade vocal, menor será o valor de OQ.

Quociente de fechamento (CQ) - este parâmetro mede a relação entre o tempo de fechamento e o tempo total (período). Este parâmetro é complementar ao anterior (OQ).

Quociente de Velocidade (SQ) - Este parâmetro é dado pela razão entre o tempo de abertura e o tempo de fechamento.

Podemos correlacionar estes parâmetros pensando que quando o SQ tem um valor muito alto, temos uma voz com baixa intensidade; e quando temos um SQ com valor baixo, significa que temos uma voz com maior intensidade.

Note que há aparente similaridade entre SQ e os parâmetros OQ e CQ, pois SQ é a razão entre OQ e CQ. No entanto, o SQ avalia mais efetivamente a assimetria do pulso glotal, auxiliando na identificação de queda da qualidade vocal.

Índice de Velocidade (SI) - este parâmetro foi elaborado relacionando a diferença entre os tempos de abertura e fechamento do pulso glótico pela soma dos mesmos.

Se o SI for nulo, o pulso glotal é simétrico, se for +1 o tempo na qual a glote permanece aberta é muito maior que o tempo em que ela fica fechada, e se for -1 ocorre o inverso.

Relação de excitação glotal/ruído (GNE) - este parâmetro é utilizado a fim de estimar a quantidade de ruído presente no pulso glótico. Em suma, é o correlato glotal da relação sinal/ruído (SNR).

3 - MEDIDAS ESPECTRAIS DA VOZ

Nem sempre é possível visualizar certas características acústicas da voz no domínio do tempo. A transformação do sinal para o domínio da frequência realça essas características permitindo melhor análise do conteúdo do sinal.

Fundamentalmente, o espectro da voz separa a informação (sinal) do resto (ruído). Portanto, todos os parâmetros propostos para este domínio, de alguma maneira, estabelecem alguma relação entre o sinal e o ruído.

Na figura 5 pode-se visualizar o espectro de um sinal sonoro com suas componentes harmônicas, bem como o ruído inter-harmônicos.

FIGURA 5

Basicamente as medidas espectrais relacionam as componentes harmônicas do sinal e o ruído. Inúmeros parâmetros tem sido propostos na literatura neste domínio, onde destacamos:

Relação Sinal-Ruído (SNR) - é a relação entre as amplitudes espectrais do sinal vocal puro e as amplitudes espectrais do ruído. Este parâmetro mede a qualidade da voz e quanto maior esta relação melhor é a voz

Relação Harmônico-Ruído (HNR) - é razão entre a potência (amplitude do sinal ao quadrado) de um sinal isento de ruído pela potência do ruído contido neste sinal ⁽³³⁾.

Intensidade relativa de harmônicos (HR) - este parâmetro é a intensidade dos harmônicos (a partir do segundo) dividida pela intensidade total do sinal. Quando a componente fundamental é incluída no numerador esse parâmetro passa a ser chamado de Intensidade relativa do sinal (Sr).

Harmônicos Relativos (RA) - é a razão entre as intensidades das componentes harmônicas e as componentes inter-harmônicas fornecendo valores em dB. Ou seja, é mais uma maneira de se definir a relação sinal ruído.

Nível Espectral de Ruído (SNL) - visando detectar aspereza na voz, outros pesquisadores ⁽³⁴⁾ propuseram esse parâmetro tomando o mínimo valor de amplitude em faixas de 100 Hz, excetuando-se a primeira (0 -100Hz) e somando-se todos esses mínimos em diferentes intervalos de frequência.

Energia Normalizada de Ruído (NNE) - esse parâmetro é obtido por meio da relação: ruído dividido por sinal. O resultado é apresentado em dB.

Espectro Médio de Longo Termo (LTAS) - matematicamente este parâmetro é definido como sendo o espectro médio de potência de um sinal, fornece as informações de cada componente das frequências do sinal vocálico, permitindo a visualização gráfica da distribuição da potencia em várias faixas de frequência.

Outros pesquisadores ⁽³⁵⁾ sugerem que um parâmetro acústico para comparar qualidades vocais pode ser a razão entre intensidades acima de 1 kHz e abaixo de 1KHz.

Relação de Potência em Alta frequência (HFPR) - em vozes soprosas o ruído de altas frequências apresenta-se com grandes valores Este parâmetro (HFPR) é uma razão entre a potencia nas altas frequências pela potencia total do sinal.

Visando a eficiência deste parâmetro, uma pesquisa ⁽³⁶⁾ verificou vários limiares de alta frequência determinando que o valor ótimo na discriminação entre vozes soprosas e normais, é de 6 KHz.

Portanto o HFPR é a razão entre a potência acima de 6KHz pela potência total do sinal.

Em conclusão, estes parâmetros basicamente relacionam o sinal e o ruído com diferentes enfoques visando detectar características das vozes disfônicas.

4 - PARÂMETROS DO CEPSTRUM

A técnica cepstral é considerada altamente complexa e aplica transformações (operações matemáticas) no sinal de voz, conformando-o para ser processado por técnicas de filtragem matemáticas clássicas. Inicialmente é aplicada Transformada de Fourier no sinal de voz para converter a convolução em multiplicação. Em seguida, aplica-se o logaritmo para transformar a multiplicação em soma. Por fim, aplica-se a Transformada de Fourier inversa para retornar ao domínio do tempo. Este sinal distorcido (cepstrum) está apto a ser filtrado por técnicas clássicas ^(28, 37).

A técnica cepstral distorce e inverte os domínios. O que antes era caracterizado no domínio da frequência, agora é aplicado no domínio do tempo. Essa inversão ocasionou termos como: *quefrequency*; cepstrum; *liftering*, que são anagramas de *frequency*, *spectrum* e *filtering*. Essa inversão das palavras justifica-se, pelo fato de que, pela técnica cepstral aplica-se técnicas características do domínio espectral no domínio do tempo.

A técnica cepstral através de transformações matemáticas separa componentes convoluídas presentes no sinal original. No caso da voz separa-se o *pitch* das formantes, possibilitando sua análise individual.

Vários são os parâmetros definidos sobre o cepstrum do sinal de voz, dentre eles citamos:

Relação harmônica/ruído (HNR Cepstral) - é um parâmetro de avaliação do ruído no sinal da voz, que através do liftering (filtragem no domínio do tempo) remove a componente de frequência fundamental do cepstrum. O sinal obtido tem componentes harmônicas e ruído, e a relação entre a energia total dos harmônicos pela energia do ruído é definida como HNR Cepstral.

Proeminência de pico cepstral (CPP - Cepstral peak prominence) -

no cepstrum os valores dos harmônicos podem ser representados por uma reta (função linear) obtida através de regressão linear. CPP corresponde à diferença entre a amplitude da frequência fundamental e sua amplitude obtida nesta regressão linear. É um parâmetro útil na avaliação de vozes soprosas (de modo geral avalia a qualidade vocal).

Coefficiente de Pearson na autocorrelação (RPK) – este parâmetro

mede o padrão de periodicidade da voz, baseado no conceito de autocorrelação, no qual grandes variações evidenciam vozes patológicas.

Relação entre amplitude e média do sinal (P/A) – esse parâmetro

corresponde à razão entre o valor da amplitude e o valor médio absoluto do sinal num intervalo de tempo. Nas amostras de vozes patológicas, o valor de pico é próximo ao valor médio, diferente das amostras de vozes normais, onde o valor de pico é muito superior ao valor médio.

DISCUSSÃO

Fundamentalmente o sinal de voz tem três características a serem analisadas: o período e a amplitude com suas respectivas perturbações e a conformação do sinal.

A perturbação dos dois primeiros são quantificados, respectivamente pelo *jitter* e *shimmer*. A conformação pode ser quantificada pela maioria dos parâmetros apresentados neste artigo, exibindo uma acentuada redundância entre estes, ou seja, essencialmente estes parâmetros quantificam a relação entre o sinal e o ruído contidos na voz ⁽³⁸⁾.

A razão de tanta redundância reside nas especificidades de cada linha de pesquisa, na inexistência de padrões estabelecidos para cada um dos parâmetros acústicos da voz, além da validação do parâmetro proposto ser aferida na experiência clínica. Dada a situação específica da experimentação, os parâmetros propostos na literatura, embora encerrem os mesmos conceitos matemáticos, se tornam efetivos dentro destas particularidades.

Seguindo esse raciocínio, se conveniente, podemos propor novos parâmetros, desde que estes se mostrem eficientes dentro da aplicação particular de quem o propõe e que tenha uma comprovação clínica ou perceptiva.

Dando um enfoque puramente computacional, vários algoritmos são utilizados com suas características particulares visando melhor desempenho, precisão e simplicidade na utilização, fatores esses que resultam em diferentes valores dos parâmetros. Diferentes programas de análise acústica de voz podem apresentar resultados significativamente diferentes para o mesmo parâmetro.

O clínico, com sua experiência, estabelece sua própria padronização criando para si escalas para avaliar a qualidade vocal. A análise acústica lhe permite correlacionar valores numéricos a esta particular escala. Os limites entre a normalidade e a patologia vocal propostos pelos programas de análise foram estipulados sob condições que muitas vezes não condizem com a realidade. Uma vez que a utilização da mesma instrumentação esteja garantida, o uso contínuo da análise acústica possibilita a criação de uma escala particular de percepção independentemente dos limites propostos pelo fabricante.

Além de a análise acústica propiciar uma evolução da avaliação perceptual, o uso concomitante de ambas as avaliações auxilia num diagnóstico mais acurado.

COMENTÁRIOS FINAIS

O concurso entre áreas correlatas propicia um enriquecimento científico entre elas. No caso específico entre a fonoaudiologia e as ciências exatas, a quantificação dos parâmetros acústicos da voz, aliada a análise perceptivo-auditiva⁽³⁹⁾, criam uma interpretação mais fidedigna do mecanismo fonatório.

O especialista da voz ao interagir com as ciências exatas maximiza a sua compreensão dos dados antes subjetivos, possibilitando o registro de sua percepção por meio de ferramentas computacionais e sua comparação com

dados anteriormente adquiridos. É possível também usar tais ferramentas tanto na avaliação quanto no processo terapêutico dos distúrbios vocais.

No que se refere especificamente aos parâmetros acústicos, é necessário compreender sua importância no contexto matemático, pois estes fornecem uma visão até então inexistente para a fonoaudiologia, essencialmente perceptivo-auditiva. Os dados obtidos pela análise acústica não devem ser utilizados isoladamente, mas sim ligados intrinsecamente com a experiência clínica. Para tanto, o especialista da voz deve desenvolver uma afinidade com a análise acústica a fim de aprimorar a sua percepção.

As escolhas de um bom equipamento e de um programa comprovadamente eficaz auxiliam na análise vocal, entretanto, equipamentos mais modestos, se utilizados por um longo período de tempo, aliados a uma boa percepção do especialista, podem levar a excelentes resultados. Fazendo uma analogia, a criação de sua própria “régua de medidas” pelo pesquisador, é de fundamental importância para um diagnóstico adequado.

Cabe ao pesquisador unir sua experiência clínica aos equipamentos e aos resultados obtidos através do programa de computador escolhido. A constância no uso deste conjunto de ferramentas permite, ao longo do tempo, uma solidez e maior segurança na interpretação do diagnóstico. É bom ressaltar que a substituição de parte do equipamento ou programa utilizado pode causar sérios prejuízos à fidelidade de seu trabalho.

Todos os parâmetros descritos nesse artigo avaliam, de modo geral, a relação existente entre o sinal e o ruído da voz, independente da apresentação de fórmulas e procedimentos matemáticos. O ruído quantificado tem sua contrapartida perceptiva na soproidade. Os outros tipos de “ruídos” vocais fonoaudiologicamente considerados, como por exemplo, a aspereza ou a diplofonia, não são quantificados por esses parâmetros, uma vez que no enfoque físico o ruído é definido pelo escape de ar que ocorre numa adução incompleta da glote. Com a investigação e observação mais atenta destes parâmetros podemos concluir que todos estes são muito parecidos e por diversas vezes considerados como idênticos.

A fonoaudiologia contemporânea em relação à análise acústica computadorizada, depara com a ferramenta matemática que vem facilitar e aprimorar os conhecimentos da produção vocal. A avaliação vocal fonoaudiológica é complementada e enriquecida com a análise acústica, estabelecendo uma significativa importância nesta correlação e colaborando para o diagnóstico e tratamento das disfonias.

FIGURAS

FIGURA 1 – Distribuição de amplitudes para a vogal /a/ sustentada: Curva 1 – vozes normais; Curva 2 – vozes disfônicas.

FIGURA 2 - a envoltória identifica uma voz normal (presença clara de picos dos formantes).

FIGURA 3 - a voz patológica é caracterizada por uma envoltória mais plana, ou seja, com menor definição dos formantes.

FIGURA 4 - Pulso Glotal gerado matematicamente.

FIGURA 5 – detalhe (c) obtido de um espectro do sinal de voz (a e b), onde podemos visualizar as componentes do sinal e o ruído inter-harmônicos presente nesta amostra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS²⁰

- (01) Deem JF, Manning WH, Knack JV, Matesich JS. The Automatic Extraction of *Pitch* Perturbation Using Microcomputers: Some Methodological Considerations. J Speech Lang Hear Res. 1989; 32: 689-97.
- (02) Fant G. Acoustic theory of speech production. 2rd ed. Paris: Mouton; 1970.
- (03) Fant G. Speech sounds and features. Cambridge: MIT Press; 1973.
- (04) Kent RD. Vocal tract acoustics. J Voice. 1993; 7: 97-117.
- (05) Ishizaha K, Flanagan JL. Synthesis of Voice sounds from a Two-mass model of the vocal cords. Bell system technical journal. 1972; 56: 889-918.
- (06) Bless DM, Baken RJ. Assessment of Voice. J Voice. 1992; 6: 95-7.
- (07) Gould WJ, Korovings GS. Laboratory Advances for Voice Measurements. J Voice. 1994; 8: 8-17.
- (08) Gelfer MP, Fendel DM. Comparisons of *jitter*, *shimmer* and signal-to-noise ratio directly digitized versus taped voice samples. J Voice. 1995; 9: 378-882.
- (09) Karnell MP, Scherer RS, Fischer LB. Comparison of Acoustic Voice Perturbation Measures Among Three Independent Voice Laboratories. J Speech Lang Hear Res. 1991; 34: 781-90.
- (10) Karnell MP, Hall KD, Landahl KL. Comparison of Fundamental Frequency and Perturbation Measurements Among Three Analysis Systems. J Voice. 1995; 9: 383-93.

²⁰ Referências normalizadas de acordo com *Internation Committee of Medical Journal Editors* (Vancouver Style) – Grupo de Vancouver.

- (11) Andrade LMO, Vieira JM, Razera DE, Guerra AC, Pereira JC. Medidas de perturbações da voz: um novo enfoque. Rev Fonoaudiol Bras. 2002; 2(2): 39-46.
- (12) Kent RD, Weismer G, Kent JF, Vorperian HK, Duffy JR. Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress and potential. J Commun Disord. 1999; 32: 141 – 86.
- (13) Kent RD, Read C. The acoustic analysis of speech. California: Singular Publishing Group Inc; 1992.
- (14) Davis SB. Acoustic characteristics of normal and pathological voices. In: Lass NJ. Speech and Language: Advances in Basic Research and Practice. New York: Academic Press; 1979. p. 271-335.
- (15) Horii Y. Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation. J Speech Lang Hear Res. 1979; 22: 5-19.
- (16) Horii Y. Vocal *Shimmer* in sustained phonation. J Speech Lang Hear Res 1980; 23: 202-09.
- (17) Horii Y. *Jitter e Shimmer* differences among sustained vowel phonations. J Speech Lang Hear Res. 1982; 25: 12-14.
- (18) Eskenasi L, Childers DG, Hicks DM. Acoustic correlates of vocal quality. J Speech Lang Hear Res. 1990; 33: 298-306.
- (19) Martin D, Fitch J, Wolfe V. Pathologic voice type and the acoustic prediction of severity. J Speech Lang Hear Res. 1995; 38: 765-71.

- (20) Bielałowicz S, Kreiman J, Gerratt BR, Dauer MS, Berke GS. Comparison of voice analysis systems for perturbation measurement. J Speech Lang Hear Res. 1996; 39: 126-64.
- (21) Wolfe V, Cornell R, Palmer, C. Acoustic correlates of pathologic voice types. J Speech Lang Hear Res. 1991; 34: 509-16.
- (22) Lieberman P. Some acoustic measures of fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. J Acoust Soc Am. 1963; 35: 344-53.
- (23) Shoji K, Regenbogen E, Yu JD, Blaugrund SM. High-Frequency Components of Normal Voice. J Voice. 1991; 5: 29-35.
- (24) Titze IR, Horii Y, Scherer RC. Some Technical Considerations in Voice Perturbation Measurements. J Speech Lang Hear Res. 1987; 30: 252-60.
- (25) Coleman RJ, Mabis JH, Hinson JK. Fundamental frequency - sound pressure level profiles of adult and female voices. J Speech Lang Hear Res. 1977; 20: 197-204.
- (26) Bogert BP, Healey MJR, Tukey JW. The quefrency analysis of time series for echoes: Cepstrum, pseudo-autocovariance, cross-cepstrum and saphe cracking. In: Rosenblatt M. Proceedings of the Symposium on Time Series Analysis. John Wiley and Sons. New York; 1963; 209-43.
- (27) Childers DG, Skinner DP, Kemerait R. The cepstrum: a guide to processing. Proceedings of the IEEE. 1977; (65)10: 1428-42.
- (28) Noll AM. Cepstrum *Pitch* Determination. J Acoust Soc Am. 1967; 4: 293.

- (29) Pereira JC, Montagnoli AN. Análise acústica do sinal de voz. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos: Universidade de São Paulo; 1999. 65p. Relatório.
- (30) Yanagihara N. Significance of harmonic changes and noise components in hoarseness. J Speech Lang Hear Res. 1967; 10: 531-41.
- (31) Montagnoli AN. Análise residual do sinal de voz [dissertação]. São Carlos: Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos; 1998.
- (32) Yumoto E, Gould WJ, Baer T. Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. J Acoust Soc Amer 1982; 71: 1544-50.
- (33) Sansone FEE, Emanuel FW. Spectral noise levels and roughness severity ratings for normal and simulated rough vowels produced by adult males. J Speech Lang Hear Res. 1970; 13: 472- 88.
- (34) Frokjaer-Jensen BE, Prytz S. Registration of voice quality, B & K Technical Review. 1976; 3: 3-17.
- (35) Shoji K, Regenbogen E, Yu JD, Blaugrund SMH. Index: A new measure of glottal efficiency for the pathologic voice. Laryngoscope. 1992; 102: 1113-17.
- (36) Baken RJ, Orlikoff RJ. Clinical Measurement of Speech and Voice. 2 rd ed. United States of America: Singular Thomson Learning; 2000.
- (37) Askenfelt AG, Hammarberg B. Speech waveform perturbation analysis: A perceptual-acoustical comparison of seven measures. J Speech Lang Hear Res. 1986; 29: 50-64.
- (38) Fex S. Perceptual evaluation. J Voice. 1992; 6: 155-8.

Anexo B - Carta de informação ao paciente

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Instituto de Química de São Carlos

Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia

Avenida Trabalhador São-carlense, 400 - Centro
13566-590 - São Carlos/ SP
Tels: (16) 3373-9585 / 3373-9573 - Fax

CARTA DE INFORMAÇÃO AO PACIENTE

Título do Projeto:

ANÁLISE ACÚSTICA DA VOZ DE INDIVÍDUOS NA TERCEIRA IDADE

Autores: Fonoaudióloga Ivani Rosa dos Santos

Prof. Dr. José Carlos Pereira

Orientador Responsável: Prof. Dr. José Carlos Pereira

O objetivo deste estudo é obter um perfil dos parâmetros acústicos da voz de indivíduos na terceira idade e de também de adultos de meia-idade, obtidos por meio de um programa de análise acústica.

Utilizaremos como procedimentos uma entrevista inicial levantando dados acerca da utilização da voz. A fonoaudióloga fará perguntas sobre o estado de saúde geral e sobre queixas de problemas de voz. Posteriormente será realizada uma avaliação perceptivo-auditiva, com o intuito de caracterizar o comportamento vocal. A fonoaudióloga, responsável pela pesquisa, ouvirá a voz do participante e verificará se apresenta normal ou com alguma alteração. Caso a fonoaudióloga constate alguma alteração na voz do participante, este será orientado e encaminhado para o tratamento adequado.

O último procedimento a ser realizado será a avaliação acústica das vozes, utilizando uma vogal sustentada /a/, essa gravação será procedida em sala silenciosa. No momento da gravação pedimos que o participante faça um /a/ prolongado, em tom e intensidade confortável, em tom habitual de fala.

Colocamos um microfone próximo à boca do participante e gravamos a voz no programa do computador. A voz do participante será gravada durante um tempo de 3 a 5 segundos, conforme o participante consiga sustentar a voz. Antes, é possível fazer um teste para que o participante treine o tom de voz para gravação. Todos estes procedimentos serão realizados com o participante sentado e será realizado pela fonoaudióloga responsável pela pesquisa.

O procedimento acima não é invasivo, nem doloroso e não causará nenhum desconforto físico ao participante. Também não causará nenhum dano à saúde física e mental do paciente e seus riscos são próximos de zero.

A participação, neste estudo, contribuirá para o conhecimento dos parâmetros acústicos da voz de indivíduos de meia-idade e da terceira idade, o que virá auxiliar no processo terapêutico dos pacientes e na elaboração de programas de intervenção terapêutica de problemas vocais para idosos. Este estudo permitirá melhor reflexão sobre procedimentos de diagnósticos e garantindo maior efetividade na reabilitação vocal.

O paciente será informado quanto aos resultados das avaliações, tendo a garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa e ao seu tratamento. **O paciente terá a total liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem a necessidade de expor as razões.**

Toda informação obtida decorrente desse projeto de pesquisa fará parte do seu prontuário de pesquisa e ficarão em sigilo de informação. O nome do paciente será preservado nos resultados ou informações que forem utilizados para fins de publicação científica.

Caso o sujeito da pesquisa queira apresentar reclamações em relação a sua participação na pesquisa, poderá entrar em contato com o Departamento de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia no seguinte endereço: Avenida: Trabalhador São Carlense, 400 – Centro 13566-590 - São Carlos/ SP ou pelo Tels: (16) 3373-9585 / 3373-9573 – Fax. Ainda poderá entrar em contato com Ivani Rosa dos Santos, fonoaudióloga, responsável pelo desenvolvimento da pesquisa, pelo endereço Rua: Comendador Pedro

Morgante, 313. Bairro: São José. CEP 14800-200. Araraquara SP – tel: (016) 3322-03-95 ou ainda pelo endereço eletrônico **ivanifono@yahoo.com.br**

Além disso, caso o participante tenha alguma reclamação sobre sua participação nesta pesquisa poderá procurar o Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da UFSCar (CEP) - (Universidade Federal de São Carlos), no qual este projeto foi analisado e aprovado. O CEP localiza-se na UFSCar no seguinte endereço: Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa – Via Washington Luis, Km 235 – Caixa Postal 676. Fones: (016) 3360-81-09 ou ainda (016) 3360-81-10 CEP: 13565-905 – São Carlos – SP e-mail: **propg@power.ufscar.br**

Anexo C - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Instituto de Química de São Carlos

Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia

Avenida Trabalhador São-carlense, 400 - Centro
13566-590 - São Carlos/ SP
Tels: (16) 3373-9585 / 3373-9573 - Fax

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais do **CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE - RESOLUÇÃO Nº 196**, de 10 de outubro de 1996 o Sr.

(a) _____

portador da cédula de identidade _____,

residente à _____

na cidade de _____ estado _____ **após leitura**

minuciosa da CARTA DE INFORMAÇÃO AO PACIENTE, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar como voluntário da pesquisa proposta.

Por este termo o participante confirma que está ciente dos objetivos e benefícios deste estudo e está ciente de todos os procedimentos que serão utilizados na pesquisa.

Por meio deste termo confirma que está ciente de que o procedimento a ser submetido não é invasivo e nem doloroso. Confirma que está ciente de que o procedimento da pesquisa não causará nenhum desconforto físico e não causará

nenhum dano à saúde física e mental do paciente e seus riscos são próximos de zero.

O participante também atesta que está ciente de que será informado quanto aos resultados das avaliações, tendo a garantia de receber resposta a qualquer pergunta ou esclarecimento a qualquer dúvida acerca dos procedimentos e riscos submetidos. Atesta ainda que tem total liberdade para retirar-se da pesquisa sem ter que expor as razões poderá retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado.

O participante atesta ainda que não terá nenhum gasto ou despesas na participação nesta pesquisa.

Fica claro que o participante ou o seu representante legal pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (artigo 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Por estar de acordo assinam o presente termo o participante a pesquisadora responsável.

São Carlos -SP, _____ de _____ de 2003.

Assinatura do Paciente

Fga. Ivani Rosa dos Santos

CRFa. 12.180

Responsável pela pesquisa

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS – INFORMAÇÃO

Eu, _____,
confirmando que a fonoaudióloga Ivani Rosa dos Santos, aluna do curso de Pós-Graduação em Bioengenharia, explicou o objetivo do estudo “**Análise acústica da voz de indivíduos na terceira idade**” e os procedimentos aos quais irei ser submetido, os riscos e benefícios advindos desse projeto de pesquisa. Eu li e compreendi esse formulário de consentimento e estou de pleno acordo em participar deste estudo.

São Carlos, _____, _____, 2003.

Assinatura do participante

Anexo D - Roteiro de entrevista inicial e avaliação perceptivo-auditiva

ROTEIRO DE ENTREVISTA INICIAL E AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA

Data da Entrevista:

I – IDENTIFICAÇÃO

Nome	Sexo
Data de nascimento	Idade atual
Nacionalidade	Profissão

II - ESTADO DE SAÚDE GERAL E ESPECÍFICA

- 2.1- Apresenta algum destes problemas (hipertensão, diabetes; obesidade; distúrbios alérgicos; faríngicos; bucais; nasais; otológicos; pulmonares; digestivos; hormonais; outros)
- 2.2- Apresenta algum comprometimento associado (auditivo - uso de prótese auditiva; motor ou visual)
- 2.3- Uso de Medicamentos e/ou realização de tratamentos: (medicamentos; cirúrgico; fisioterápico; psicoterápico; outros)

III - PERCEPÇÃO DA VOZ

- 3.1- Hábitos vocais (etilismo; tabagismo)
- 3.2- Realização de atividade vocal atual (coral; teatro; palestras, outros)
- 3.3- Realização de Atividades Físicas - esportivas (hidroginástica, caminhada, ginástica, outras modalidades)

IV - AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA

Tipo de voz: Normal ou neutra () Alterada ()

Obs: _____