



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**CARACTERÍSTICAS VOCAIS DE IDOSAS PRATICANTES DE  
GINÁSTICA AERÓBICA EM INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE  
SALVADOR, BA**

Famiely Colman Machado de Machado

**Dissertação de Mestrado**

**Salvador (Bahia), 2015**

Ficha Catalográfica elaborada pela BUS – Biblioteca Universitária de Saúde da UFBA

M149 Machado, Famiely Colman Machado de  
Características vocais de idosas praticantes de ginástica  
aeróbica em instituições privadas de Salvador-Ba / Famiely  
Colman Machado de Machado. – Salvador, 2015.

153 f.

Orientador: Prof. Marcus Miranda Lessa

Co-Orientadora: Carla Aparecida Cielo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia.  
Faculdade de Medicina, 2015.

1. Voz. 2. Envelhecimento. 3. Ginástica. 4. Idoso. 5. Distúrbios da voz. 5. Espectrografia. I . Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina. II. Lessa, Marcus Miranda. III. Cielo, Carla Aparecida. IV. Título.

CDU 612.78-053.9



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**CARACTERÍSTICAS VOCAIS DE IDOSAS PRATICANTES DE  
GINÁSTICA AERÓBICA EM INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE  
SALVADOR, BA**

Famiely Colman Machado de Machado

Professor-orientador: Marcus Miranda Lessa  
Co-orientador (a): Carla Aparecida Cielo

Dissertação apresentada ao Colegiado do PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE, da Faculdade de Medicina da Universidade Federal da Bahia, como pré-requisito obrigatório para a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Saúde.

Salvador (Bahia), 2015

**COMISSÃO EXAMINADORA****Membros Titulares:**

- Paulo Sérgio Lins Perazzo, Professor auxiliar da Universidade do Estado da Bahia, Doutor em Medicina pela UNIFESP.
- Bárbara Costa Beber, Fonoaudióloga no Hospital das Clínicas de Porto Alegre, Doutora em Medicina: Ciências Médicas pela UFRGS.
- Marcus Miranda Lessa, Professor adjunto da Universidade Federal da Bahia, Doutor em Otorrinolaringologia pela USP.

**FRONTISPÍCIO**

## A velhice

Olha estas velhas árvores, mais belas  
Do que as árvores moças, mais amigas,  
Tanto mais belas quanto mais antigas  
Vencedoras da idade e das procelas...

O homem, a fera e o inseto, à sombra  
delas.

Vivem, livres da fome e de fadigas:  
E em seus galhos abrigam-se as  
cantigas  
E os amores das aves tagarelas.

Não choremos, amigo, à mocidade!  
Envelheçamos rindo. Envelheçamos  
Como as árvores fortes envelhecem,

Na glória de alegria e da bondade,  
Agasalhando os pássaros nos ramos,  
Dando sombra e consolo aos que  
padecem!

(Olavo Bilac)

## DEDICATÓRIA

**Aos meus pais, Mara e Jair, e à minha irmã, Katlyane, pelo apoio, compreensão e zelo, fortalecendo-me durante toda essa trajetória.**

## **FONTES DE FINANCIAMENTO**

Bolsa de estudos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Dr. Marcus Miranda Lessa, pela confiança e ensinamentos.

À minha co-orientadora, Fga. Dra. Carla Aparecida Cielo, pela amizade e pelas orientações e ensinamentos em minha carreira e vida pessoal.

Ao Dr. Luiz Henrique Fonseca Barbosa e aos residentes do Ambulatório de Otorrinolaringologia do Hospital Magalhães Neto, Fernanda Carneiro e Lívio Lima, pela realização das videoestroboscopias.

Às Técnicas em Enfermagem Sônia Gonçalves e Luciene Improta e a Técnica administrativa Fernanda Pontes, do Ambulatório de Otorrinolaringologia, pelo acolhimento, respeito e colaboração durante a pesquisa.

Aos amigos Mayra Carvalho, Cleriston Farias, Ila Sobral e Creusa Rolim, pelas conversas, discussões, risos e grande companheirismo durante essa trajetória.

Ao Laboratório de Voz da Universidade Federal de Santa Maria, especialmente à graduanda Emanuelle Lima, pela colaboração nas análises computadorizadas.

Às amigas Fgas. Carla Hoffmann e Letícia Kunst pela grande amizade, carinho, compreensão e pelo auxílio sempre que necessário.

Ao estatístico Antônio Porto Maia pelas orientações, explicações e colaboração na pesquisa.

Ao professor Allan Fontoura pelas contribuições e assessoramento referente às traduções dos artigos.

Às fonoaudiólogas juízas pela contribuição nessa pesquisa.

A todas as idosas que participaram dessa pesquisa, pelo carinho e disponibilidade.

Aos membros da banca pelas valiosas contribuições.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	3
<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	5
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	6
I. RESUMO.....	7
II. OBJETIVOS .....	8
II.1. Objetivo geral.....	8
II.2. Objetivos específicos .....	8
III. INTRODUÇÃO.....	9
IV. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
IV.1. O processo de envelhecimento .....	11
IV.2. Características vocais do idoso .....	18
IV.2.1 Aspectos gerais.....	18
IV.2.2 Anatomofisiologia da voz .....	18
IV.2.3 Parâmetros objetivos da voz.....	20
IV.2.4 Parâmetros subjetivos da voz .....	22
IV.2.5. Motricidade orofacial.....	25
IV.2.6 Ressonância .....	26
IV.2.7 Ataque vocal .....	27
IV.3. Benefícios da Ginástica Aeróbica.....	29
V. ARTIGO.....	34
ARTIGO 1 .....	35
ARTIGO 2 .....	67
VI. DISCUSSÃO.....	94
VII. PERSPECTIVAS DE ESTUDO .....	107
VIII. CONCLUSÃO:.....	108
IX. SUMMARY.....	109
X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	110
X.I APÊNDICES.....	121
XI.1. APÊNDICE 1 .....	122
XI.2. APÊNDICE 2 .....	125
XI.3. APÊNDICE 3 .....	126
XII.ANEXOS .....	130
XII.1. ANEXO 1 .....	131
XII.2. ANEXO 2 .....	132

XII.3. ANEXO 3 .....	136
XII.4. ANEXO 4 .....	143
XII.5. ANEXO 5 .....	144

## LISTA DE ABREVIATURAS

- APQ-** Amplitude Perturbation Quotient (Quociente de Perturbação da Amplitude)
- ATRI-** Tremor Amplitude Intensity/ Intensity Index (Severidade/Intensidade da Amplitude do Tremor)
- CEP-** Comitê de Ética em Pesquisa
- COM-HUPES-** Complexo Hospitalar Universitário Professor Edgard Santos
- CONEP-** Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
- CV-** Capacidade Vital
- DSH-** Degree of Sub-harmonics (Grau dos Componentes Subharmônicos)
- DUV-** Degree of Voiceless (Grau de Segmentos não Sonorizados)
- DVB-** Degree of Voice Breaks (Grau de Quebra da Voz)
- EBE-** Espectrografia de Banda Estreita
- EBL-** Espectrografia de Banda Larga
- F-** Formante
- f0-** Frequência Fundamental
- Fatr-** Tremor Amplitude Frequency (Amplitude do Tremor)
- Fftr-** f0-Tremor Frequency (Frequência do Tremor)
- fhi-** Maximum f0 (f0 Máxima)
- flo-** Minimum f0 (f0 Mínima)
- FTRI-** f0-Tremor Intensity Index (Severidade/Intensidade da Frequência do Tremor)
- GA-** Ginástica Aeróbica
- HMN-** Hospital Magalhães Neto
- I V-** Intensidade Vocal
- Jita-** Absolute Jitter (*Jitter* Absoluto)
- Jitt-** Jitter percentage (*Jitter* Percentual)
- MDVPA-** *Multi Dimension Voice Program Advanced*
- NHR-** Harmonic Noise Ratio (Proporção Ruído-Harmônico)
- NSH-** Number of Sub-harmonic Segments (Número de Segmentos Subharmônicos)
- NUV-** Number of Unvoice Segments (Número de Segmentos não Sonorizados)
- NVB-** Number of Voice Breaks (Número de Quebras Vocais)
- PPQ-** Pitch Perturbation Quotient (Quociente de Perturbação do *Pitch*)

**RAP-** Relative Average Perturbation of the Pitch (Média Relativa da Perturbação da Frequência)

**RTS-** Real Time Spectrogram

**sAPQ-** Smoothed Amplitude Perturbation Quotient (Quociente de Perturbação da Amplitude Suavizado)

**SE-** Sistema Estomatognático

**ShdB-** Shimmer in dB (*Shimmer* em dB)

**Shim-** Shimmer Percent (*Shimmer* Percentual)

**SINPEF-** Sindicato dos Profissionais de Educação Física

**SPI-** Soft Phonation Index (Índice de Fonação Suave)

**sPPQ-** Smoothed Pitch Perturbation Quotient (Quociente de Perturbação do *Pitch* Suavizado)

**STD-** Standard Deviation of  $f_0$  (Desvio-Padrão da  $f_0$ )

**TCLE-** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**TMF-** Tempo Máximo de Fonação

**UFBA-** Universidade Federal da Bahia

**vAm-** Amplitude Variation (Variação da Amplitude)

**vf0-** Variation of  $f_0$  (Variação da  $f_0$ )

**VTI-** Índice de Turbulência da Voz

## ÍNDICE DE TABELAS

### Artigo de pesquisa 1

<b>TABLE 1.</b> Association between age groups and parameters from RASATI scale...	61
<b>TABLE 2.</b> Association between time practice gymnastics and vocal perceptual parameters from RASATI scale.....	62
<b>TABLE 3.</b> Results of Acoustic vocal measures in relation to normality for women between the age group of elderly engaged in aerobics and the result of its association with age.....	63
<b>TABLE 4.</b> Correlation between the acoustic vocal measures and the age of elderly women engaged in aerobics.....	64
<b>TABLE 5.</b> Correlation between the acoustic vocal measures and the time of practices aerobics.....	65
<b>TABLE 6.</b> Correlation between the parameters from RASATI scale and the acoustic vocal measures.....	66

### Artigo de pesquisa 2

<b>TABLE 1.</b> Association between wide band spectrographic and age groups of elderly women engaged in aerobics.....	88
<b>TABLE 2.</b> Association between narrowband spectrographic and the age group of elderly women engaged in aerobics .....	89
<b>TABLE 3.</b> Correlation between the age-group and wide band spectrographic of elderly women engaged in aerobics .....	90
<b>TABLE 4.</b> Correlation between narrowband spectrographic and age-groups of the elderly women engaged in aerobics .....	92
<b>TABLE 5.</b> Correlation between the wide band spectrographic and the narrowband spectrographic with the age of elderly women engaged in aerobics.....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURE 1.</b> The laryngostroboscopy characteristics of the sample of elderly women engaged in aerobics .....	60
--	----

## I. RESUMO

### CARACTERÍSTICAS VOCAIS DE IDOSAS PRATICANTES DE GINÁSTICA AERÓBICA EM INSTITUIÇÕES PRIVADAS DE SALVADOR, BA

**INTRODUÇÃO:** As características vocais dos idosos sofrem modificações em função do processo de envelhecimento, que altera estruturalmente e funcionalmente a laringe. Como atenuador desse processo, a ginástica aeróbica traz benefícios para o corpo e a mente dos idosos, além de poder influenciar a voz desses indivíduos. **OBJETIVO:** Caracterizar a voz das idosas praticantes de ginástica aeróbica. **MÉTODOS:** Foi coletada a emissão vocal /a:/ de 58 idosas praticantes de ginástica aeróbica para a análise computadorizada da voz através do programa *Real Time Spectrogram* da Kay PENTAX® e do *Multi Dimensional Voice Program Advanced* e para análise perceptivoauditiva, através da escala RASATI. **RESULTADOS:** A associação entre os parâmetros vocais perceptivoauditivos e acústicos não foram estatisticamente significativos, mas demonstraram qualidade vocal com menos desvios. A associação entre as medidas acústicas e a idade apresentou resultado estatisticamente significativo para a medida de frequência fundamental máxima. Não houve correlação entre o tempo de ginástica aeróbica e medidas acústicas, porém houve correlação dessas medidas com a idade. Houve correlação positiva estatisticamente significativa entre a frequência fundamental máxima e a mínima com aspereza e desvio padrão da frequência fundamental com rouquidão, sopro e astenia; medidas de *Jitter* e *Shimmer* com rouquidão, sopro e astenia; medidas de ruído com rouquidão, sopro e aspereza; medidas de quebra de voz com rouquidão e sopro; medidas de segmentos surdos com rouquidão e astenia; medidas de subharmônicos com rouquidão; medidas de tremor vocal com sopro, astenia e instabilidade. Correlação negativa estatisticamente significativa: f0 mínima com sopro; medidas de *Jitter* com tensão; índice de fonação suave com aspereza e instabilidade. Além disso, as idosas apresentaram para EBE média intensidade da cor do traçado, pouca presença de ruído, de substituições de harmônico por ruído e de subharmônicos. Para EBL as idosas apresentaram média intensidade da cor do traçado dos formantes (F), pouca presença de ruído e média definição de F1 e F2. Verificou-se correlação negativa entre F2 e o grupo de 60 anos e de F3 com a idade geral. **CONCLUSÃO:** Apesar de passarem pelo processo de envelhecimento, que pode alterar em maior ou menor intensidade as características vocais, as idosas praticantes de ginástica aeróbica apresentaram poucas alterações nos parâmetros perceptivoauditivos, nas medidas acústicas e no traçado espectrográfico.

**Palavras-Chave:** 1.Voz; 2.Envelhecimento; 3.Ginástica; 4.Idoso; 5.Distúrbios da voz; 6.Espectrografia.

## **II. OBJETIVOS**

### **II.1. Objetivo geral**

Verificar e correlacionar as características vocais de idosas, em diferentes faixas etárias, que praticam ginástica aeróbica em instituições privadas em Salvador, BA.

### **II.2. Objetivos específicos**

1. Investigar a associação entre as características perceptivoauditivas com a idade e o tempo de prática de ginástica aeróbica;
2. Comparar e correlacionar as características espectrográficas de banda estreita e banda larga com a idade das idosas praticantes de ginástica aeróbica;
3. Correlacionar as medidas vocais acústicas com a idade e o tempo de prática de ginástica aeróbica;
4. Correlacionar as medidas vocais acústicas e os parâmetros perceptivoauditivos da voz das idosas praticantes de ginástica aeróbica.

### III. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da voz acompanha e representa o desenvolvimento do indivíduo, tanto do ponto de vista físico, como psicológico e social <sup>(1)</sup>, e pode ser afetado pelo envelhecimento, que é um processo complexo e dinâmico que acomete todos os órgãos e sistemas, envolvendo alterações morfofuncionais com desestruturação progressiva do organismo <sup>(2,3)</sup>. Faz parte desse processo a redução da capacidade de adaptação ambiental e a diminuição da velocidade de desempenho das atividades de vida diária <sup>(4,5)</sup>.

Considerando que a voz é essencial para a comunicação, a socialização e, a qualidade de vida das pessoas, vê-se a necessidade da total atenção dos fonoaudiólogos para o público idoso, visto que, o aparato fonador dessa população passa por transformações estruturais e funcionais que alteram, em maior ou menor intensidade, a qualidade vocal. A laringe humana sofre consequências devido ao envelhecimento e passa a assumir características próprias como o arqueamento das pregas vocais, o gradual processo de ossificação e calcificação das cartilagens laríngeas, que estão quase sem mobilidade ao redor dos 65 anos <sup>(6-8)</sup>. Do mesmo modo, acontecem mudanças na cobertura das pregas vocais, atrofia das pregas vestibulares <sup>(9)</sup>, atrofia dos músculos laríngeos intrínsecos <sup>(10-12)</sup>, dentre outras, recebendo a nomenclatura de “presbilaringe”.

Ao mesmo tempo, em consequência dessas mudanças estruturais e fisiológicas a voz também sofre mudanças, como a alteração da frequência fundamental, que pode se tornar mais grave nas mulheres <sup>(4,13,14)</sup>; ocorre a redução dos tempos máximos de fonação (TMF) e da capacidade vital (CV); da extensão fonatória máxima; da estabilidade vocal com aumento da medida acústica de *jitter*; a diminuição da *loudness* e do ritmo de fala e incoordenação pneumofônica <sup>(4,7,10,15-17)</sup>; a presença de ataque vocal brusco, suave ou aspirado; e predomínio de ressonância laringofaríngea <sup>(18-20)</sup>. Além da qualidade vocal dos idosos poder ser caracterizada por crepitação, soprosidade, tensão, rouquidão e fadiga vocal, também podem estar presentes estratégias inapropriadas para a compensação das mudanças vocais na tentativa de produzir uma melhor voz <sup>(17,21-24)</sup>. Todas estas características, quando presentes em um idoso, podem caracterizar a presbifonia.

Nos últimos anos, observou-se que a prescrição de exercícios físicos a adultos e idosos, como prática sistemática, pode amenizar, interromper ou reverter os principais processos de envelhecimento, importantes para a manutenção da qualidade de vida, independência e autonomia funcional <sup>(25,26)</sup>. Em relação à voz, a atividade física pode melhorar o suporte respiratório, o controle e a resistência vocal, trazendo uma qualidade vocal com menos desvios <sup>(27-29)</sup>.

A procura dos idosos pelos exercícios físicos fundamenta-se nos interesses principais (ou aqui destacados) de melhorar o condicionamento físico, favorecer a recuperação de lesões, proporcionar lazer e convívio social e para fins estéticos. As atividades mais praticadas por essa população são a musculação, ginástica, hidroginástica, natação, corrida e dança <sup>(30)</sup>. Entre as mulheres idosas, as atividades físicas mais difundidas são a ginástica aeróbica e a hidroginástica.

A ginástica aeróbica é um exercício dinâmico, que possibilita trabalhar os diferentes grupos musculares de forma mais específica, permitindo a melhora da resistência e da força muscular, da capacidade respiratória, bem como o equilíbrio dinâmico e agilidade dos idosos <sup>(31)</sup>, o que pode se refletir em mudanças vocais.

Tendo em vista o exposto, o número crescente de idosas à procura da modalidade aeróbica de ginástica e sua busca por aperfeiçoamento vocal e a melhora da voz, bem como os benefícios da ginástica aeróbica, surgiu a questão de verificar quais as características de voz dessa população.

## IV. REVISÃO DE LITERATURA

### IV.1. O processo de envelhecimento

O processo de envelhecimento caracteriza-se por ser contínuo, irreversível e universal, implicando na ocorrência de várias alterações no organismo que se repercutem nas dimensões biológica, psicológica, social e psicossocial do indivíduo <sup>(32,33)</sup>. Considera-se, no Brasil, com base cronológica, idoso quem tem 60 anos ou mais. Todavia, o idoso não deve ser definido apenas de modo cronológico, pois condições como físicas, mentais e de saúde podem influenciar na sua determinação <sup>(3,33)</sup>.

As consequências do passar do tempo marcam o envelhecimento, que pode ser considerado, de forma biológica, como uma involução morfofuncional que interferirá em todos os sistemas fisiológicos de modo variável, não impedindo que os idosos tenham autonomia, sejam ativos e felizes. Por outro lado, do ponto de vista psíquico, se o envelhecer for bem sucedido de forma psíquica e física, o envelhecimento poderá representar a melhor fase da vida marcada pela conquista da sabedoria e da compreensão plena do sentido da vida. Todavia, a maioria das pessoas mantém-se fixada aos valores de juventude sem vislumbrar a beleza e a experiência dos anos vividos <sup>(34)</sup>.

O processo do envelhecimento biológico dá-se do nascimento até a morte, em que ocorrem diversas mudanças ligadas ao passar do tempo (senescência), que podem acarretar transformações prejudiciais ao organismo, caracterizadas por um fenótipo complexo da biologia que aparece em todos os órgãos e tecidos, impactando sobre a capacidade funcional do indivíduo, tornando-o vulnerável às doenças crônicas. Entretanto, não há uma característica exclusiva que marque o início da senescência, uma vez que as células, os tecidos e órgãos envelhecem de modo variável, impossibilitando uma delimitação desse processo para o ser humano <sup>(35,36)</sup>.

As primeiras manifestações do envelhecimento que surgem no corpo são as rugas no rosto, aumento de lipofucsina (que produz manchas na pele), teleangectasia (veias grossas, tortuosas, enrijecidas) flacidez dos músculos,

embranquecimento e/ou perda de cabelo, diminuição da energia física <sup>(35,37)</sup>, diminuição dos reflexos, compressão da coluna vertebral que acarreta diminuição da estatura, estreitamento dos discos, cifose, enrijecimento, diminuição do peso, e redução do índice de massa corporal (IMC) <sup>(3,27,32)</sup>. Existem várias teorias que tentam explicar estas transformações biológicas, a exemplo da teoria ambiental, que aponta o envelhecimento como consequência de um dano provocado por agentes tóxicos presentes no organismo e no ambiente. Os agentes mais mencionados são os radicais livres do oxigênio, que trazem intensas alterações no metabolismo das mitocôndrias. Existem outras teorias, que apresentam cunho mais genético, atribuindo a causa do envelhecimento aos genes, especialmente, aos telômeros dos cromossomos <sup>(37)</sup>.

Com o avanço da idade, ocorrem inúmeras alterações e perdas de funções do organismo como, por exemplo, transformações cardiovasculares, imunológicas, endocrinológicas, pulmonares, renais e anatomofisiológicas <sup>(38)</sup>. As modificações fisiológicas que estão associadas ao envelhecimento <sup>(39,40)</sup> resultam de interações complexas entre os vários fatores intrínsecos e extrínsecos e manifestam-se através de mudanças estruturais e funcionais. Seja qual for o mecanismo e o tempo de envelhecimento celular, este não atinge simultaneamente todas as células, tecidos, órgãos e sistemas. Cada sistema tem seu tempo de envelhecimento, mas sem a interferência dos fatores ambientais há alterações que se dão mais cedo e se tornam mais evidentes quando o organismo é agredido por alguma doença <sup>(39)</sup>.

Em relação às disfunções musculoesqueléticas sofridas por essa população, observa-se a prevalência de osteopenia, osteoporose, osteoartrite, reumatismos, instabilidade postural e quedas, que podem trazer algum grau de dor e dificuldades de locomoção, originadas por modificações nas articulações, músculos, ossos e cartilagens. As articulações sinoviais livremente móveis (ou diartroses), como as articulações dos joelhos, dos pulsos, dos cotovelos e dos quadris, são as mais afetadas pelo envelhecimento <sup>(41)</sup>. Da mesma forma, há também a diminuição do líquido sinovial, afinamento da cartilagem, encurtamento e redução da flexibilidade dos ligamentos <sup>(42)</sup>, resultando numa menor amplitude dos movimentos afetados <sup>(41)</sup>.

A massa muscular e a força muscular também sofrem com o processo de envelhecimento e reduzem em 10 a 15% após os 40 anos, especialmente em homens. Entre os 30 e 80 anos, a força muscular nos membros superiores fica reduzida em aproximadamente 30% e nos membros inferiores essa porcentagem fica perto de 40% <sup>(27,35)</sup>. A perda da força muscular pode ser explicada pela atrofia muscular, alteração da contractilidade muscular ou do nível enzimático, por fatores neurológicos como, mudanças no sistema nervoso, diminuição das unidades motoras, alterações hormonais, ambientais, atividade física, má nutrição ou doenças <sup>(27)</sup>. Assim que a idade avança, são visíveis as transformações ósseas como, o arqueamento da coluna e a osteoporose, frequentemente encontrada nas mulheres idosas, que causa grande enfraquecimento na estrutura óssea, ocasionando fraturas resultantes de esforços musculares <sup>(35)</sup>.

Em relação às perturbações do sistema nervoso, causadas pelo envelhecimento, a atrofia do tecido nervoso manifesta-se como redução do desempenho mental em alta proporção nas pessoas, mas, sobretudo, naquelas pessoas que não apresentam muitas atividades intelectuais. Aliado a isso, existe a perda significativa de neurônios, que faz com que o encéfalo chegue a reduzir cerca de 8% em relação ao adulto jovem <sup>(35)</sup>, diminuição na velocidade de condução nervosa, aumento do tecido conectivo dos neurônios e diminuição do fluxo sanguíneo cerebral <sup>(32,43)</sup>. A partir disso, os problemas neurológicos mais comuns são Doença de Parkinson, Acidente Vascular Encefálico (AVE), Demências, Doença de Alzheimer <sup>(39)</sup>, que podem acarretar alterações de linguagem, de voz, da marcha e das funções cognitivas como, por exemplo, a memória.

A grande maioria dos idosos apresenta algum tipo de déficit cognitivo <sup>(44)</sup>, que pode estar atrelado a maior incapacidade funcional dos idosos, ou seja, quanto menor o desempenho cognitivo, maior a incapacidade funcional, como foi verificado em um estudo realizado com idosos no nordeste do Brasil <sup>(45)</sup>. Além disso, os idosos podem apresentar modificação dos padrões de sono <sup>(39)</sup>, que podem ter como causa as demências, que ocasionam aumento da sonolência diurna, perambular noturno, confusão noturna (*sundowning*), aumento do tempo total de vigília, diminuição do sono REM, solilóquio, apnéia,

cochilos diurnos espontâneos, dificuldade de virar-se na cama e transtorno de conduta no sono REM <sup>(46,47)</sup>.

Já no sistema cardiovascular, a hipertensão, as cardiopatias, e a arteriosclerose prevalecem entre os idosos <sup>(39,48)</sup>. A incidência de doenças cardiovasculares aumenta dramaticamente com o envelhecimento, uma vez que, o desempenho cardíaco começa a reduzir-se aos 20 anos <sup>(35)</sup>, representando importante causa de morbidade, mortalidade e pior qualidade de vida <sup>(49)</sup>. Existem alterações no pericárdio, endocárdio, mas as alterações mais graves encontram-se no miocárdio, em decorrência do acúmulo de gordura no átrio e no septo <sup>(48)</sup>.

As afecções pulmonares são muito comuns na terceira idade <sup>(39)</sup>. Observa-se no sistema respiratório diminuição da elasticidade e complacência dos pulmões pelas modificações nos tecidos colágenos e elásticos; dilatação dos bronquíolos, ductos e sacos alveolares; atrofia dos músculos esqueléticos acessórios na respiração; redução na caixa torácica; fusão dos tecidos sinoviais entre o esterno e cartilagens costais; diminuição das estruturas respiratórias, diminuição da complacência das vênulas e arteríolas e aumento da fibrose do revestimento de capilares, além do depósito de colágeno ou hialinização, com influências no suporte respiratório para fala <sup>(14,38,50)</sup>. Aos 70 anos a capacidade de produzir esforço para atividades de vida diária diminui devido à redução de volume pulmonar para as trocas gasosas em torno dos 40 anos. O declínio das funções respiratórias fica evidente no grau de extração de oxigênio do sangue pelos tecidos que decai de 4litros/minuto aos 20 anos para 1,5 litros/minuto aos 75 anos <sup>(14,35,51)</sup>.

No sistema digestório, o envelhecimento pode aumentar o refluxo gastroesofágico <sup>(39)</sup>, favorecer o aparecimento de gastrite, colelitiase (pedra na vesícula), constipação intestinal e diarreias agudas ou crônicas. Além disso, outras alterações comuns entre os idosos são a incontinência urinária <sup>(39)</sup> e a diminuição da função renal, que normalmente é prejudicada em função das quedas do número de néfrons funcionantes, da filtração glomerular, da excreção tubular e da diminuição da capacidade de reabsorção <sup>(35)</sup>.

Ademais, o envelhecimento leva a alterações importantes no sistema imunológico, aumentando o risco de doenças infecciosas e inflamatórias <sup>(40)</sup>. Com a diminuição das funções imunológicas, os idosos ficam mais suscetíveis à gripe e a tuberculose <sup>(39)</sup>. Também, há grande prevalência de neoplasias nessa população, em decorrência do declínio da imunidade <sup>(35)</sup>.

Igualmente, se fazem presentes, as alterações dos órgãos sensoriais, que constituem as funções que permitem o relacionamento do indivíduo com o meio em que vive, seja ele familiar ou do trabalho. Através dos sentidos o corpo percebe diversas situações que o rodeiam, contribuindo para a sua integração com o ambiente <sup>(41)</sup>. Nota-se que as alterações mais comuns são a diminuição da acuidade visual, o aparecimento da catarata, a diminuição da visão periférica <sup>(35)</sup>, presbiopia (capacidade de acomodação “longe-perto” lentificada), glaucoma, degeneração macular relacionada à idade <sup>(52)</sup>; diminuição do olfato, que dificulta a transmissão de odores, fazendo com que as informações olfativas não cheguem ao cérebro, influenciando na autonomia do idoso <sup>(53,54)</sup>; disfunção na percepção gustativa, que pode trazer alterações nutricionais aos idosos, ocasionando o aumento do consumo de açúcares e sal, danificando a saúde do idoso <sup>(53,55,56)</sup>; diminuição da sensibilidade tátil, contribuindo para o declínio das percepções <sup>(53)</sup>; e diminuição da audição, que aumenta significativamente com a idade, normalmente conhecida como presbiacusia.

O déficit auditivo que permeia o envelhecimento representa uma das principais causas de isolamento social para o idoso, causando grandes impactos na comunicação e na vida psicossocial, além de poder provocar depressão e privação das atividades de vida diária <sup>(57,58)</sup>. Muitos estudos mostram a prevalência da perda auditiva, mormente a sensorineural, em idosos com 60 anos ou mais e relacionado às perdas auditivas. Geralmente são encontrados fatores de risco como: hipertensão arterial, diabetes mellitus, consumo alcoólico e fumo. Todavia, segundo alguns autores, ainda são necessários estudos mais aprofundados sobre essa influência dos fatores de risco nas perdas auditivas <sup>(58-60)</sup>.

O sistema estomatognático (SE) também pode ter suas estruturas e funções comprometidas devido às alterações que o envelhecimento traz. Observam-se nessa população hipotensão de lábios, língua, bochechas; redução de mobilidade de língua, lábios, palato, e mandíbula; edentulismo (ausência de dentes), desgaste e escurecimento dentário, mastigação, muitas vezes insuficiente, com escape de alimentos; deglutição alterada, com presença de engasgos e participação da musculatura perioral; e diminuição da saliva <sup>(35,61-64)</sup>. Comumente, tem-se a presbifagia, que é a modificação/alteração na condução do bolo alimentar nos indivíduos saudáveis que se encontram na fase do envelhecimento, acarretada frequentemente por estas alterações estruturais e do envelhecimento sadio das fibras nervosas e musculares. A disfagia no idoso é distinguida pelas alterações na execução da função orofacial da deglutição, sendo a orofaríngea mais comum nesses indivíduos <sup>(64)</sup>.

Outra função do SE que pode estar prejudicada é a fala, com alteração da precisão dos movimentos orofaciais e a modificação dos pontos articulatórios, diretamente ligados à perda dos dentes e/ou pelo uso de próteses dentárias mal adaptadas, juntamente com a redução salivar e, diminuição da tonicidade da musculatura orofacial <sup>(7)</sup>. Entretanto, em vários estudos tem-se observado que, mesmo com essas alterações, grande parte dos idosos apresenta fala adequada e precisa, sem amplo comprometimento na comunicação <sup>(63,65,66)</sup>. Igualmente à fala, a voz também pode ser comprometida durante o processo de envelhecimento. As alterações vocais, denominadas presbifonias, decorrem das alterações nas pregas vocais e das estruturas da laringe (presbilaringe) e podem ser intensificadas pela modificação das estruturas supracitadas.

Por todas essas transformações que ocorrem no idoso, há sua exclusão da esfera social e familiar, sendo tratado como um incapaz, desatualizado e desnecessário. Algumas vezes, a imagem que estas transformações mostram acabam por definir estatutos e normas convencionadas para a fase cronológica em que os indivíduos se encontram. Estas imagens podem se traduzir em estereótipos, preconceitos ou discriminação para com o sujeito idoso <sup>(33)</sup>.

Essas mudanças fisiológicas e biológicas pelas quais os idosos passam estão frequentemente atreladas à discriminação e podem ocasionar alterações psicológicas. O envelhecimento pode ser apresentado de forma depreciativa, colaborando à associação do idoso ao fracasso, sofrimento e doença, culminando em um sujeito excluído, que assimila essas características e reage a elas de diversas formas <sup>(67,68)</sup>. Igualmente, a aposentadoria, a perda de respeito dos familiares e/ou no ambiente de trabalho, podem trazer transtornos psicológicos <sup>(68)</sup>, como a depressão, que apresenta alta prevalência entre os mesmos <sup>(69,70)</sup>.

Contudo, o processo de envelhecimento dependerá de como esse sujeito viveu e fez suas adaptações e enfrentamentos cotidianos, pois a repercussão do envelhecer é respondida pelos idosos de maneira diferente, dependendo da história de vida pessoal, da disponibilidade de suporte afetivo, das redes sociais, do sistema de valores pessoais e do estilo de vida adotado por cada um <sup>(71)</sup>.

O processo de envelhecimento deve ser enfrentado com uma vida mais saudável, através da preparação e orientação sobre as modificações nesta fase, para que esse processo seja natural e com inúmeras possibilidades, apesar dos limites que a idade oferece <sup>(38)</sup>. Preferências, competências, relações e problemas sociais, estresse, doenças, estímulos ambientais são fatores determinantes na maior ou menor vulnerabilidade do organismo e na sua capacidade de adaptação. Há, assim, várias formas de envelhecer que tanto se associam à variabilidade e às características dos indivíduos, como ao contexto sociocultural e aos padrões familiares e relacionais <sup>(33)</sup>.

Portanto, é de suma importância conhecer as transformações que ocorrem durante o envelhecimento para auxiliar na promoção e prevenção da saúde e na garantia da independência do idoso. É imprescindível avaliar todas as dimensões que rodeiam esses indivíduos, como os aspectos biológicos, psíquicos, fisiológicos, pois são eles que situam o idoso no contexto social e familiar, definindo, na maior parte das vezes, a exclusão ou inclusão desses sujeitos, que podem ter receios a respeito da sua singularidade.

## **IV.2. Características vocais do idoso**

### **IV.2.1 Aspectos gerais**

A voz humana constitui o meio mais rápido e simples para comunicar-se <sup>(72)</sup>, sendo a combinação de fatores biológicos, psicológicos e sociais <sup>(24)</sup> pela qual somos identificados e conseguimos expressar nossas emoções. Ela é um importante componente nas relações interpessoais e na socialização, produzindo diferentes impactos na qualidade de vida das pessoas. Assim como as outras funções corporais, a voz também passa pelo processo de envelhecimento <sup>(73)</sup>. A presbifonia ou o envelhecimento vocal deve ser entendido como parte do processo de envelhecimento normal do indivíduo <sup>(74)</sup>, que afeta as estruturas e funções laríngeas, podendo modificar a qualidade vocal dos idosos <sup>(65,75)</sup>. Este envelhecimento vocal não significa que a voz irá evoluir para um modelo deficitário, entretanto, deve-se tentar amenizar este processo, para que as possibilidades e habilidades comunicativas dos idosos em seus contextos vivenciais, familiar ou sociocultural, não comprometam ou limitem suas oportunidades e a qualidade de integração social <sup>(76)</sup>.

### **IV.2.2 Anatomofisiologia da voz**

As alterações fisiológicas e anatômicas que ocorrem na laringe caracterizam a presbilaringe e, durante a ação do envelhecimento, é observado o arqueamento das pregas vocais (curvatura da prega vocal), saliência dos processos vocais das aritenóides, degeneração de gordura, atrofia dos músculos intrínsecos e extrínsecos da laringe, e o gradual processo de ossificação e calcificação das cartilagens laríngeas <sup>(4,5,7,10,12,16,75)</sup>. Os músculos extrínsecos laríngeos podem perder sua elasticidade e tonicidade e a laringe passa a ocupar uma posição mais baixa no pescoço, processo conhecido como ptose laríngea <sup>(9,77)</sup>. Ocorre também o estiramento excessivo dos ligamentos de aparatos de suspensão e atrofia das fibras musculares do pescoço <sup>(9)</sup>.

No caso das cartilagens laríngeas, a perda de elasticidade manifesta-se com progressiva ossificação <sup>(6,9)</sup>. A tireóide, a cricóide e as aritenóides são compostas por 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 sua lâmina. Ao redor dos 65 anos toda a estrutura laríngea está ossificada, com exceção das cartilagens elásticas (epiglote, corniculada e cuneiformes) <sup>(75)</sup>. Há, também, a diminuição de mobilidade das articulações laríngeas, acompanhadas de atrofia das pregas vestibulares, mudanças na cobertura das pregas vocais e aumento da fragilidade dos vasos sanguíneos da laringe, resultando em tendência à hemorragia submucosa <sup>(9)</sup>.

As estruturas das pregas vocais sofrem grandes mudanças. A membrana mucosa pode se tornar avermelhada ou com uma pigmentação amarelada ou amarronzada <sup>(75)</sup>. A camada superficial torna-se muitas vezes edematosa, principalmente no sexo feminino, havendo um decréscimo da densidade de fibroblastos <sup>(78)</sup>, fibras colagenosas e elásticas, além da perda de tecido conjuntivo no interior das pregas vocais e perda de elasticidade do ligamento vocal, que pode acarretar uma aproximação irregular das pregas vocais, causando escape de ar no momento da produção do som <sup>(75)</sup>. As fibras elásticas tornam-se mais frouxas e atrofiadas, a camada intermediária torna-se menos espessa e com contorno deteriorado. As fibras colagenosas tornam-se mais densas e ocasionalmente exibem zonas de fibrose <sup>(79)</sup>.

Alguns autores reforçam que a laringe, durante o processo de envelhecimento, reflete o processo de atrofia encontrado nos músculos das outras partes do organismo idoso. A mucosa fica mais fina e menos hidratada, ocorre uma infiltração de gordura, o efeito vasomotor é menos marcante e o controle do mecanismo fonador torna-se mais pobre <sup>(80)</sup>. A maior parte da musculatura das pregas vocais diminui, sendo caracterizada pela atrofia dos músculos intrínsecos da laringe, redução da espessura da prega vocal e alterações na qualidade de contração muscular <sup>(10,12)</sup>. Alguns autores referem que a redução da vibração das pregas vocais ocorre devido à diminuição da saliva e de secreções mucosas na laringe do idoso e que as alterações histológicas são as principais causas da mudança na qualidade vocal dos mesmos <sup>(10,78)</sup>. Análises estroboscópicas sugerem alterações histológicas através de observações de aperiodicidade, fechamento glótico incompleto, alterações na onda mucosa e redução na amplitude de vibração <sup>(74)</sup>.

Dentre os achados laríngeos analisados em um grupo de 95 idosos, praticantes de exercício físico regular, de ambos os sexos, divididos em ativos fisicamente (praticantes de hidroginástica) e não ativos, foi constatada a presença de *bowing* (concauidade na borda das pregas vocais) em 42,9% dos indivíduos do grupo ativo e 54,7% no inativo, sem diferenças significativas, mostrando apenas uma tendência de predomínio nos inativos. A presença da proeminência do processo vocal nos homens ativos foi de 30% e nos inativos de 50%, e para as mulheres ativas foi de 46,9% e nas inativas de 30,6%, indicando uma superioridade masculina em relação a esses achados característicos da laringe. Uma tentativa de elucidar as diferenças dessas configurações glóticas entre homens e mulheres idosos, seria a presença de edema de causa hormonal e menopausa nas mulheres, que ocasionaria um aumento de massa das pregas vocais <sup>(27)</sup>.

#### **IV.2.3 Parâmetros objetivos da voz**

Aliada a presbilaringe, pode-se ter a presbifonia, que é o envelhecimento vocal, em consequência às mudanças estruturais e funcionais da laringe. A presbifonia se distingue pela redução dos tempos máximos de fonação e da extensão fonatória máxima; diminuição da estabilidade vocal, com aumento da medida acústica de *jitter*, dando a impressão de tremor; redução do fluxo aéreo, podendo resultar num menor suporte respiratório, com diminuição da pressão aérea subglótica e da intensidade vocal; ritmo de fala mais pausado; incoordenação pneumofônica e redução de *loudness*, gerando uma qualidade vocal astênica, podendo ocorrer intensidade vocal reduzida que exige grande controle neuromuscular e respiratório <sup>(4,10,15-17)</sup>.

Em um estudo com 96 idosas, com idade variando entre 60 a 103 anos, comparando os resultados nas diferentes faixas etárias, foi observada uma diminuição da  $f_0$  e do TMF na análise acústica da voz das idosas, sendo que essa diminuição foi relacionada ao envelhecimento. Já os valores de extensão fonatória máxima e da frequência mínima e máxima foram semelhantes aos de adultos jovens, porém houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para esses valores, sugerindo que quanto mais idosa a mulher, menor

sua capacidade de variação de frequência, especialmente, para a região mais aguda da extensão vocal <sup>(4)</sup>.

Em outro grupo de terceira idade foi verificado que as idosas apresentaram as médias das medidas dos TMF das vogais no limite mínimo do esperado para a população adulta, mas dentro do esperado para os idosos, com valor igual a 14,03 segundos (s). Os valores de TMF das consoantes, para essa população, ficaram dentro dos valores de normalidade, e o resultado das medidas de capacidade vital (CV) dentro da faixa de distribuição esperada para adultos <sup>(14)</sup>. Entretanto, um trabalho realizado com 48 idosos, verificou redução dos TMF e da intensidade vocal, atribuídos à redução da capacidade respiratória, decorrente das mudanças do envelhecimento. Esta diminuição da CV e dos TMF foi apontada como uma das causas para que os idosos proferissem frases curtas, em decorrência da necessidade de se recarregar o ar constantemente <sup>(7)</sup>.

Por outro lado, em uma amostra de conveniência composta por 15 idosos, divididos em dois grupos (10 mulheres e cinco homens), em que foi medido o TMF, foi observado que em ambos os grupos os TMF estavam alterados. Em 70% das entrevistadas e 40% dos entrevistados o TMF estava abaixo de 10s, apresentando alta significância de serem considerados não normais, apontando que os sujeitos estariam utilizando o ar de reserva expiratória na fonação, com necessidade de realizarem recargas com inspirações longas e ofegantes, associadas a esforço muscular, sendo um mecanismo pouco eficiente de coordenação pneumofônica <sup>(76)</sup>.

Estudo comparativo entre idosas ativas e sedentárias demonstrou diferença estatisticamente significativa nos TMF. As idosas ativas fisicamente apresentaram TMF superiores às idosas inativas com ambos os valores abaixo da referência para adultos. Observou-se também redução da f0 semelhante entre os grupos, com leve predomínio nas mulheres ativas, mas sem significância estatística <sup>(27)</sup>.

Porém, em um grupo com 37 idosas, de idade superior a 60 anos, classificadas em dois grupos, sedentárias (G1) e praticantes de atividade física nas modalidades de musculação e ginástica localizada (G2), houve diferença

estatisticamente significativa dos valores de intensidade vocal (I V) e TMF no G2 em relação à G1, podendo estar associado ao aumento da CV e ao aumento da exigência muscular causada pelo esforço físico. Ainda, justificando essa diferença significativa encontrada entre os grupos, foi apontado o aumento da tonicidade e contração muscular das estruturas laríngeas, propriamente das pregas vocais. Além disso, foi verificado que as idosas do G2 com idade entre 70 e 79 anos, apresentaram maiores valores de TMF e I V do que as idosas do G1 com idade entre 60 e 69 anos <sup>(28)</sup>.

Quanto às medidas acústicas, foi encontrado para mulheres ativas fisicamente valores melhores de *Jitter* em relação aos das mulheres inativas. A medida de *shimmer* entre essas mulheres foi semelhante. Apesar disso, os valores de *shimmer* estiveram aumentados em relação à normalidade. Contudo, nessa pesquisa não foi possível afirmar que a prática ou não de exercícios altera os achados acústicos entre os dois grupos estudados <sup>(27)</sup>. Não obstante, foi visto em uma amostra composta por 161 homens e mulheres com idades entre 50 e 79 anos, não haver mudanças significativas de *Jitter* na comparação entre adultos de meia idade e idosos, entretanto, observaram correlação positiva entre o *Jitter* e o avançar da idade <sup>(81)</sup>.

#### **IV.2.4 Parâmetros subjetivos da voz**

Com relação à qualidade vocal dos idosos, a mesma pode ser caracterizada por crepitação, soprosidade, tensão, rouquidão, tremor, fadiga e perda do controle vocal, bem como pela diminuição da potência vocal, e discreta nasalidade <sup>(17,21-24,27,76)</sup>, sendo que, essas variações na qualidade vocal seriam justificadas através dos exames estroboscópicos, que normalmente mostram fendas, assimetria e diminuição na vibração das pregas vocais <sup>(27,76)</sup>. Na literatura, existem dados que sugerem que essas alterações vocais, frequentemente encontradas, podem ser explicadas pela modificação do mecanismo anatomofisiológico da laringe com o envelhecimento <sup>(75)</sup>. Para mais, a f0 também se modifica, tornando-se mais aguda nos homens e mais grave nas mulheres, em que podem estar presentes estratégias inapropriadas para compensação das mudanças vocais na tentativa de produzir uma voz melhor

(17,21,22-24,27,76). Geralmente, as mulheres na tentativa de elevar a f0, podem ocasionar um aumento de tensão e produzir constrição lateral da laringe, favorecendo a ocorrência de disфонia ventricular<sup>(82)</sup>.

Na avaliação perceptivoauditiva realizada com 180 indivíduos, com idade entre 43 e 87 anos, verificou-se que a maioria dos participantes apresentava voz normal, neutra sem alterações relevantes de notas, exceto, uma participante que apresentou voz alterada, com sinais típicos de disфонia, apresentando rouquidão e aspereza<sup>(75)</sup>. Já, numa amostra de 19 indivíduos idosos, a qualidade vocal preponderante foi a voz rouco-soprosa em grau leve, sendo que apenas dois sujeitos apresentaram voz normal ou adaptada<sup>(83)</sup>. Do mesmo modo, foi apurado um predomínio de voz rouca, relacionada a uma frequência fundamental e *pitch* grave, em uma pesquisa com 48 idosos, constituída por homens e mulheres, selecionados de forma aleatória. Para fundamentar esses dados, os autores afirmam que essas alterações estariam relacionadas à diminuição da vibração da onda mucosa, ao espessamento das pregas vocais, à redução dos movimentos das articulações e às alterações hormonais. Também, foi verificado neste grupo *loudness* reduzida, concordando com a literatura, sugerindo que essa modificação ocorre devido à redução na capacidade respiratória<sup>(7)</sup>.

Numa amostra constituída por homens e mulheres com mais de 65 anos, divididos em grupos de professores (GP) e não professores (GNP) praticantes de atividades físicas, foi identificado que a maioria das mulheres, de ambos os grupos, tiveram resultados indicativos de um agravamento da voz, confirmando a tendência encontrada na literatura para um abaixamento do *pitch* para o sexo feminino. Quanto à *loudness* houve um predomínio, independente do sexo, em ambos os grupos, de valores correspondentes à faixa de normalidade. Apenas para o grupo GP houve relação estatisticamente significativa, mostrando que quanto maior a idade cronológica maior será a variação da *loudness*, sendo essa relação explicada por um desgaste na voz, provavelmente relacionado ao padrão de voz forte do professor. Para os tipos de qualidade vocal, houve preponderância de sujeitos, nos dois grupos, com rouquidão, seguido por voz adequada, soprosidade e tremor, independente do grau. Somente nos

indivíduos do GP viu-se uma combinação de rouquidão com sopro ou tremor <sup>(29)</sup>.

Todavia, foi constatado em um grupo de idosas, de 60 a 103 anos de idade, que grande parte dessas mulheres (72,82%) não apresentou nenhum grau de astenia na voz. Tal resultado foi justificado pelo fato da maioria das idosas participantes da pesquisa (82,52%) apresentar idade de 60 a 79 anos. Nesta faixa etária, quadros de hipofunção muscular ainda não estariam instalados no mecanismo laríngeo da produção vocal. Ademais, por meio da escala GRBASI, foi encontrado para o grau geral de desvio vocal, alterações de grau leve a moderada em mais de 90% da amostra, a rugosidade foi de leve a moderada para 87,3% dos sujeitos, e nenhuma idosa teve sua voz graduada como intensamente soprosa, mas apenas 5,8% das vozes foram julgadas como não soprosas <sup>(84)</sup>. Além disso, em um estudo comparativo, com homens e mulheres de diferentes faixas etárias, o grau geral de desvio vocal da escala GRBASI nas mulheres acima de 70 anos foi maior do que nas com idade entre 50 e 69 anos <sup>(85)</sup>.

Foi detectada qualidade vocal com predomínio de rouquidão, seguida de sopro e tremor vocal, em um grupo composto por 34 sujeitos, de ambos os sexos, com idades variando dos 45 aos 81 anos. Os graus de alteração de emissão vocal manifestaram-se com 73,5% de grau discreto e com 26,5% de grau moderado. Frente à presença de queixa vocal, 58,8% referiram apresentar e 41,2% não pontuaram presença de queixa. A maioria dos participantes referiu manifestar pigarro, seguida de secura na garganta, *globus* laríngeo (sensação de corpo estranho na laringe), tosse seca e fadiga vocal <sup>(24)</sup>.

Um grupo de 265 sujeitos, de ambos os gêneros, com idade entre 30 e 79 anos, distribuídos em dez grupos de décadas etárias, apresentou maiores índices de grau geral de desvio vocal e rugosidade para os sujeitos com idade a partir dos 50 anos do que sujeitos com idade entre 30 e 49 anos. Mulheres da quinta década de vida apresentaram mais sopro que as com idade entre 60 e 79 anos. Também se percebeu que quanto mais elevada a faixa de idade das mulheres, menor o Índice de Fonação Suave e sopro e durante a fala maior grau de desvio geral do desvio vocal e rugosidade. Em todas as

vozes analisadas, foi visto que quanto maior o grau de desvio, rugosidade e soprosidade, maiores foram o desvio-padrão da frequência fundamental, os índices de perturbação de frequência e intensidade a curto prazo. Além do mais, também se verificou que quanto maior o grau de desvio vocal e rugosidade, maior a proporção ruído-harmônico e quanto maior a soprosidade, maior o Índice de Fonação Suave. Nas vozes femininas, quanto maior a frequência fundamental, maior foi o grau geral de desvio vocal <sup>(86)</sup>.

Da mesma forma, com o propósito de comparar medidas acústicas e perceptivoauditivas em um conjunto de mulheres idosas, com idade entre 60 e 82 anos, e jovens com idade entre 20 e 35 anos, observou-se não haver diferenças entre os grupos em nenhuma variável acústica analisada (SPL, f0, *Jitter*, *Shimmer* e HNR). Quanto aos parâmetros perceptivos auditivos de astenia e instabilidade, viu-se que se apresentaram com valores significativamente mais altos para as idosas do que para as mulheres jovens <sup>(87)</sup>.

#### **IV.2.5. Motricidade orofacial**

A voz, além de depender do equilíbrio pulmonar e laríngeo, também depende de uma série de outras estruturas como: articulatórias e ressonadoras, que por sua vez, precisam que haja integridade funcional e estrutural dos sistemas muscular, endócrino e esquelético <sup>(9,88)</sup>. As modificações no trato vocal supraglótico incluem o crescimento do esqueleto facial, hipertrofia da musculatura da língua, perda dos dentes, enfraquecimento da musculatura da faringe e restrição dos movimentos da articulação temporomandibular. Com todas estas modificações os falantes idosos poderão ter o posicionamento articulatório alterado <sup>(7)</sup>, que poderá contribuir para uma emissão vocal ineficiente e sem clareza. Ainda, a redução da CV aliada às diminuições de habilidade muscular para a articulação, desencadeia um aumento nas pausas articulatórias, favorecendo a redução da velocidade de fala <sup>(7)</sup>.

Observou-se que a falta de dentes afeta a inteligibilidade, a articulação e a precisão articulatória, porém as mesmas estiveram preservadas na maioria dos idosos, com idade entre 57 e 93 anos. O edentulismo e as próteses mal

adaptadas influenciam fortemente a articulação, podendo ser prejudicada e agravada pela diminuição de saliva e pela redução da tonicidade da musculatura orofacial. Entretanto, não foram constatadas alterações em relação às estruturas do sistema estomatognático (lábios, língua, palato duro e mole) quanto ao aspecto, postura e mobilidade <sup>(7)</sup>.

Apesar da maioria dos participantes idosos de uma pesquisa apresentarem precisão articulatória, foram identificados um caso de articulação subarticulada e um de articulação travada. A articulação travada ou subarticulada pode provocar distorções dos sons e falta de exatidão na constituição das palavras, além de causar as impressões de falta de vontade de se comunicar, contenção de sentimentos e agressividade. A articulação adequada é muito importante para o canto e para a comunicação do idoso, já que contribui para a inteligibilidade da mensagem e transmite ao ouvinte franqueza, desejo de ser compreendido e clareza de ideias, além de colaborar para a projeção da voz <sup>(5)</sup>.

As mudanças que ocorrem no processo do envelhecimento acometendo a precisão, fluência, qualidade vocal e efetividade comunicativa, podem muitas vezes ser similares às que ocorrem em diversas doenças. Os elementos cognitivos, sensoriais e motores para a produção da fala, geralmente, estão relacionados com os processos típicos do envelhecimento e com as doenças que estão ligadas a esse processo. A redução na velocidade articulatória pode decorrer das condições bucais (próteses dentárias mal adaptadas) e/ou de déficits no processamento motor oral ou fonológico <sup>(89)</sup>. Da mesma forma, ao longo das décadas, constatou-se em estudo realizado com 128 idosos, de ambos os gêneros que existe um decréscimo na velocidade de fala, tanto em palavras quanto em sílabas por minuto, em relação à idade. Os autores afirmam que esse resultado pode sugerir que a transmissão da informação, em idosos saudáveis, não se diferencia ao longo das décadas <sup>(89)</sup>.

#### **IV.2.6 Ressonância**

Outro aspecto importante para a voz é a ressonância, que se caracteriza por uma junção de elementos do aparelho fonador (pulmões, laringe, faringe, cavidade da boca, cavidade nasal e seios paranasais) que visam à projeção do

som no ambiente, sendo as principais estruturas da ressonância as cavidades da laringe, da faringe, do nariz e da boca. Alguns idosos podem exibir ressonância laringofaríngea, considerada inadequada tanto para o canto quanto para a voz falada. Esse tipo de ressonância pode conferir à emissão característica tensa e a impressão da voz estar presa na garganta, sem projeção adequada. Além desse foco ressonantal, pode-se ter a presença do traço nasal na voz dos idosos, conferindo à emissão uma sensação de abafamento. Da mesma maneira, grande parte dos idosos pode apresentar ressonância equilibrada, que assinala uma liberdade muscular capaz de modificar os ajustes ressonantes da voz, exteriorizando melhor as emoções <sup>(5)</sup>.

Muitos estudos com idosos de ambos os sexos, expõem que 70% dos indivíduos idosos apresentam ressonância equilibrada e 20% ressonância laringofaríngea <sup>(90)</sup>. Alguns autores, diante desses dados, principalmente no que se refere as mulheres idosas, referem uma diversidade de resultados na literatura, pois no caso das mulheres, a literatura indica uma tendência a um foco de ressonância mais baixo, divergindo do que muitos autores encontram. Também já foram analisadas as relações entre a ressonância e as variáveis idade e tempo de prática de atividade física, não encontrando-se associação estatisticamente significativa <sup>(29)</sup>.

#### **IV.2.7 Ataque vocal**

Além disso, com grande importância na voz, o ataque vocal é a maneira como se inicia o som e está relacionado à configuração glótica no momento da emissão e, se apresenta normalmente na vocalização dos idosos como ataque vocal soproso <sup>(74)</sup>. Este ataque vocal é marcado pelo ar que antecede o início da vibração das pregas vocais, ocorrendo em função da coaptação insuficiente destas. Normalmente este tipo de ataque vocal sugere hipotonia dos músculos da laringe que, frequentemente, está presente nos idosos. Pode ocorrer, ainda, ataque vocal suave, produzido pela adução glótica suave e sincrônica à expiração controlada, ou aspirado, produzido pela adução deficiente ou atrasada <sup>(76,91,92)</sup>. Há uma variação no ataque vocal encontrado em idosos, mostrando 44% com ataque vocal aspirado em uma pesquisa <sup>(93)</sup> e 80% de uma amostra de idosos com ataque vocal isocrônico <sup>(90)</sup>.

Em relação à percepção vocal, verifica-se que normalmente os idosos não apresentam um conhecimento a respeito de sua saúde vocal e de sua voz, desconhecendo as mudanças que ocorrem na voz durante o envelhecimento. Frequentemente, a autopercepção da qualidade vocal pode ser influenciada pela personalidade e por fatores psicológicos <sup>(94)</sup>. Alguns estudos já evidenciaram que pacientes que possuíam mais fatores psicológicos e apresentavam menor qualidade de vida relatavam pior qualidade vocal <sup>(95)</sup>.

Sabe-se que a disfonia pode interferir na qualidade de vida, entretanto há poucos estudos que relacionam a autopercepção vocal com a qualidade de vida. Embora a análise perceptivoauditiva seja de suma importância na avaliação da voz, sabe-se que o grau da disfonia ou desconforto vocal não é diretamente proporcional ao impacto que esta exerce na vida de um indivíduo <sup>(96)</sup>. Muitos estudos mostram que sujeitos com vozes normais ou alteradas podem avaliar suas vozes como adequadas. Assim, percebe-se que muitos idosos têm uma boa percepção vocal, entretanto, uma grande parcela nunca parou para pensar no assunto e não consegue identificar as reais características de suas vozes, não apresentando entendimento e informações a respeito da sua percepção vocal <sup>(5,83,84,97)</sup>.

Conforme tudo o que foi relatado acima, percebe-se que conhecer o processo de envelhecimento e os parâmetros da voz durante esse processo é fundamental para atuar com prevenção e assim, elaborar programas de reabilitação vocal eficientes <sup>(4)</sup>, pois de acordo com a literatura, para uma adequada socialização da pessoa idosa, uma habilidade importante é a boa comunicação vocal <sup>(98)</sup>. Estando os idosos cada vez mais ativos socialmente, há uma tendência ao aumento da procura por atendimento devido às modificações vocais típicas ou não do envelhecimento <sup>(99)</sup>, uma vez que tais modificações impactam na qualidade de vida <sup>(84)</sup>. Não obstante, muitos idosos não têm a percepção sobre a sua voz e sua saúde vocal, vendo-se a necessidade de que informações e orientações sejam fornecidas, promovendo a saúde vocal, visando alcançar um maior nível de conscientização dos mesmos.

### IV.3. Benefícios da Ginástica Aeróbica

A prática regular de atividade física sempre esteve associada à imagem de pessoas saudáveis, sendo considerada como um tônico de vitalidade, uma vez que promove o bem estar físico, psíquico e mental para as pessoas, em especial aos idosos, que demandam um cuidado particular. O exercício físico colabora na diminuição dos riscos de doença (fator de proteção à saúde) e na redução da probabilidade do desenvolvimento de doenças crônicas, mantendo ou melhorando os níveis de aptidão física, até mesmo quando a prática de atividade física se dá de forma tardia, capacitando o idoso para a realização de tarefas de vida diária <sup>(27,100-105)</sup>.

Com a finalidade de retardar o processo de envelhecimento, a atividade física bem dosada e cuidadosamente escolhida, de acordo com as condições individuais, é um importante meio de prevenção de doenças e promoção da saúde dos idosos, que contribui no desempenho da realização de tarefas do cotidiano, como banhar-se, levantar, vestir-se, cozinhar, limpar, fazer compras, assim como afastar o isolamento, já que os idosos ampliam seus círculos sociais e de convivência <sup>(30)</sup>. Frente a isso, muitos programas governamentais foram criados com o intuito de incentivar a realização de atividades físicas sistemáticas por essa população <sup>(28)</sup>, entretanto, esses programas enfrentam diversos problemas, como a baixa assiduidade dos mesmos a esses projetos, diversidades de modalidades de exercícios físicos, e dificuldade no controle da intensidade dos exercícios <sup>(106,107)</sup>. Tais problemas podem estar sendo causados pela falta de engajamento de alguns profissionais em auxiliar e conscientizar o idoso em relação à prática de atividade física <sup>(30)</sup>. Embora essas adversidades existam é possível observar o efeito positivo desses programas sobre a aptidão física <sup>(108)</sup>.

Diversos são os benefícios da prática de atividade física para o corpo, entre eles pode-se pontuar a redução de gordura corporal, devido ao maior gasto calórico e tendência a elevação da taxa metabólica pelo aumento de massa corporal; o estímulo hormonal e imunológico; o aumento do HDL-colesterol; a redução dos triglicerídios; a redução da pressão arterial e da agregação plaquetária, com estímulo a fibrinólise e aumento da sensibilidade à

insulina <sup>(27,109,110)</sup>. Além disso, promove a diminuição de dores articulares; o aumento da densidade óssea mineral; a melhora da utilização de glicose; a melhora do perfil lipídico; o aumento da capacidade aeróbica e anaeróbica; a melhora da força e de flexibilidade; a habilidade motora e do rendimento mecânico (coordenação); a aptidão cardiorrespiratória; a diminuição da resistência vascular, influenciando positivamente na autonomia e na qualidade de vida dos idosos <sup>(28,30,111)</sup>. Do mesmo modo, a atividade física contribuí positivamente para a função cognitiva <sup>(112)</sup>, para a melhora do auto-conhecimento, da auto-estima, para a redução de quadros de depressão, que pode ocorrer em função do contato com outros sujeitos <sup>(113)</sup>, para a diminuição do stress e da ansiedade e do consumo de medicamentos <sup>(43, 114,115)</sup>.

A duração e intensidade do exercício físico influenciam os benefícios gerados por essa prática, podendo o treino de alta intensidade favorecer um aumento ou manutenção dos níveis de força dos idosos. Todavia, é recomendado aos idosos que façam exercícios de baixa intensidade e de longa duração, e que à medida que a intensidade vá aumentando, gradualmente, a duração deva ir diminuindo <sup>(101)</sup>. Alguns autores constataram por meio de eletromiografia, que a realização de atividades físicas diárias, no tempo de três meses, pode propiciar ajustes neurais dos músculos dos membros inferiores promovendo melhor resposta à contração muscular <sup>(116)</sup>. Também foi verificado num grupo de idosos divididos em praticantes de exercício físico de intensidade moderada (ginástica, hidroginástica, dança, voleibol, natação, caminhada, musculação) com ou sem doenças osteoarticulares e sedentários com ou sem doenças osteoarticulares, que os idosos ativos eram ligeiramente mais velhos do que os fisicamente inativos e tiveram melhores escores de aptidão física (agilidade, coordenação, equilíbrio e resistência de força). Além do que, os idosos ativos sem doenças osteoarticulares tiveram melhores escores de aptidão física dos que não tinham essa doença <sup>(104)</sup>.

São muitas as modalidades de atividade física difundidas entre os idosos. Atualmente, as academias começam a ser frequentadas, assiduamente, por este público que vêm descobrindo as vantagens da prática de atividade física, através de orientações de alguns médicos e de preparadores físicos. Entre os idosos, as modalidades comumente praticadas

são a ginástica (localizada, aeróbica e rítmica) e musculação. A ginástica aeróbica (GA) tem se destacado há muitos anos, sendo uma das formas mais populares de exercício <sup>(117)</sup> e presentemente, por ser uma modalidade de bastante mobilidade, está sendo considerada a preferida dos idosos. Essa modalidade é constituída por uma série de coreografias adaptadas a um ritmo musical, com movimentos multi-direcionais, levando em conta certos movimentos ou habilidades motoras e o controle corporal <sup>(118-120)</sup>. Os movimentos realizados nas coreografias podem ser organizados de acordo com o tipo de impacto: alto ou baixo impacto <sup>(121)</sup>.

Os movimentos de alto impacto têm como base a corrida e são aqueles que possuem uma fase aérea, ou seja, ambos os apoios (pés) perdem momentaneamente o contato com o solo, aumentando a sobrecarga nas articulações dos membros inferiores. Já os movimentos de baixo impacto têm como base a marcha e são aqueles em que o aluno precisa manter constantemente um dos pés em contato com o solo, ou seja, diminuindo a sobrecarga nas articulações dos membros inferiores, reduzindo assim o risco de lesões <sup>(117,121)</sup>.

Essa modalidade pode apresentar de três a cinco fases. A primeira, normalmente, é constituída pelo aquecimento, com o objetivo de preparar as articulações e músculos para os esforços que se seguirão. Essa preparação contribui para a diminuição dos riscos de lesões, aumentando as frequências cardíacas e respiratórias, a temperatura interna, a concentração e a motivação. Depois, vem a fase aeróbica que dá ênfase na melhora da capacidade do sistema cardiovascular e respiratório e na composição corporal. Logo em seguida, vem a fase localizada, com o intuito de fortalecer e aumentar a força e a resistência muscular localizada. E por último, a fase que corresponde ao retorno à calma, objetivando diminuir, gradualmente, as frequências cardíacas e respiratórias, a dor muscular, ajudando no controle venoso, auxiliando a remoção mais rápida dos resíduos metabólicos, e relaxando músculos e articulações. A duração e a sequência de cada fase dependem dos exercícios selecionados e dos objetivos das aulas <sup>(28)</sup>. Assim, o treino aeróbico parece ser o modo mais eficaz na manutenção e melhoria da função cardiovascular e de desempenhos submaximais aeróbicos. É também importante na redução dos

fatores de risco associados às doenças cardíacas, na melhoria do estado da saúde geral, contribuindo para o aumento da expectativa de vida <sup>(101)</sup>.

Para que seja possível alcançar os efeitos do treino e conseqüentemente seus benefícios, é necessária uma combinação adequada entre a frequência, a duração e intensidade. Recomenda-se que a frequência da ginástica, a ser realizada, seja de três a cinco dias por semana, a duração de 20 a 60 minutos, e com intensidade de 60% a 90% da Frequência Cardíaca Máxima, ou 50-80% do consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>máx) <sup>(121)</sup>.

A prática regular de GA pode trazer benefícios para a aptidão cardiorrespiratória, nos vários componentes da força, na massa óssea e a nível psicológico. Os benefícios alcançados estão de acordo com o objetivo da GA, que é desenvolver a resistência aeróbica (objetivo primário), resistência muscular localizada, trabalhando os mais variados grupos musculares de forma mais específica; a coordenação; o ritmo; a agilidade; o equilíbrio dinâmico e a força muscular; a diminuição da percentagem de gordura corporal; a aprendizagem de novas habilidades motoras específicas; harmonia do movimento corporal; prevenção de problemas e vícios posturais (objetivo secundário). A GA também auxilia no retardamento do processo de calcificação das cartilagens, ligamentos e tendões e de diminuição do líquido sinovial, colágeno e elastina, além de impedir diminuições drásticas na estrutura química dos constituintes das articulações quais sejam: os glicosaminoglicanos (ácido hialurônico e condroitinas) e água. Os praticantes da ginástica também podem ter benefícios na qualidade do sono e melhora do bem estar, por meio da melhora da autoestima e dos novos hábitos e estilo de vida <sup>(31,121)</sup>.

Em alguns estudos têm-se verificado a superioridade da GA em relação a outras modalidades como, por exemplo, a hidroginástica. Pode-se observar que os praticantes de ginástica tiveram resultados significativamente superiores para as variáveis equilíbrio dinâmico e flexibilidade, quando comparadas às praticantes de hidroginástica, além de uma tendência de superioridade sobre esta última, justificada, provavelmente, pelas diferenças entre os meios em que são praticadas <sup>(31)</sup>.

As adaptações adicionais que ocorrem nos músculos respiratórios durante a atividade física prolongada, através do aumento de força e resistência <sup>(122)</sup>, são de grande contribuição para a potencialização vocal, colaborando na projeção e intensidade vocal, bem como, na capacidade vital, que pode ser normal ou elevada, embora a capacidade pulmonar total, normalmente, não seja afetada pelo treinamento <sup>(123)</sup>.

Alguns autores argumentam que, se considerarmos que há aumento do trabalho respiratório durante o exercício, há maiores volumes correntes que podem acarretar um aumento do trabalho necessário para superar a retração elástica pulmonar e da parede torácica durante a inspiração. Evidentemente, a maior retração elástica tende a tornar a expiração mais fácil <sup>(123,124)</sup>. Taxas altas de fluxos aéreos geradas durante o exercício fazem com que o componente de resistência das vias aéreas do trabalho respiratório seja muito maior. A turbulência e a compressão dinâmica das vias aéreas maiores, em consequência da expiração ativa, associam-se para aumentar bastante o trabalho respiratório <sup>(28)</sup>.

Em relação aos hábitos de vida, a maioria dos idosos torna-se adepta das garrafinhas de água, ingerindo uma maior quantidade de líquido, param ou reduzem o consumo de cigarros e de bebida alcoólica, mudam também os hábitos alimentares, que normalmente é comprovado com a perda de medidas, ou no caso dos que precisam ganhar peso, no aumento do mesmo <sup>(125)</sup>. Eliminando esses hábitos inadequados, há uma melhora na qualidade e desempenho vocal.

Considerando tudo o que foi descrito, percebe-se que a prática de ginástica aeróbica pode influenciar a qualidade de vida em todos os aspectos, beneficiando os seus usuários quanto à saúde mental, funcional e social.

**V. ARTIGO**

<b>ARTIGO 1</b>
-----------------

“Vocal Characteristics of Elderly Women Engaged in Aerobics in Private Institutions of Salvador, BA” **Journal of Voice** [Artigo aceito para publicação, vide Normas de Publicação no ANEXO 3 e comprovante de aceite no ANEXO 5]

Fator de impacto (2013): 0.944

**Vocal characteristics of elderly women engaged in aerobics in private institutions of Salvador/BA**

Famiely Colman Machado de Machado<sup>\*</sup>, Carla Aparecida Cielo<sup>†</sup>, Marcus  
Miranda Lessa<sup>\*‡</sup>, Luiz Henrique Fonseca Barbosa<sup>‡</sup>

The study was held at Otolaryngology Service, University Hospital Professor Edgard Santos, Salvador, Bahia, Brazil.

(\*) Graduate Program in Health Science, Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brazil.

(†) Department of Speech Pathology, Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil.

(‡) Department of Otorhinolaryngology, Medical School, Federal University of Bahia (UFBA), Salvador, Bahia, Brazil.

**Address for correspondence:** Famiely Colman Machado de Machado, Rua Comendador Pereira da Silva, número 135, complemento 102, Salvador (BA), 40285-040, Brazil. Tel: +55 07130130528. E-mail address:

[famycolman@yahoo.com.br](mailto:famycolman@yahoo.com.br)

**Funding:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

## ABSTRACT

**Purpose:** To characterize the voice of elderly people engaged in aerobics.

**Methods:** Collection of phonation / a: / from 58 elderly people engaged in aerobics for perceptual voice analysis (RASATI scale) and computed acoustic (Multi Dimensional Voice Program Advanced). The Spearman correlation test was used, with significance level of 5%.

**Results:** The association between *auditory-perceptual assessment of voice* and acoustic parameters was not statistically significant but showed less vocal quality deviations. The association between acoustic measures and age was only statistically significant result for the measurement of fundamental frequency (f0) maximum (fhi). There was no correlation between time of aerobics and acoustic measures, but there was correlation of those measurements with age. There was a statistically significant positive correlation between f0 and fhi with minimal roughness and standard deviation of f0 with hoarseness, breathiness and asthenia; Jitter and Shimmer measures with hoarseness, breathiness and asthenia; noise measurements with hoarseness, breathiness and harshness; measures of breaking voice hoarseness, breathiness; measures of voiceless segments with hoarseness and asthenia; measures sub-harmonic with hoarseness; measures of vocal tremor with breathiness, asthenia and instability. There was a significant negative correlation between minimum f0 with breathiness; Jitter measures with tension; soft phonation index with roughness and instability.

**Conclusion:** Elderly women engaged in aerobics showed mostly normal voice, with most values of acoustic measures within normal and positive correlations between perceptual and auditory vocals and acoustic aspects that suggest instability, noise and vocal tremor.

**Keywords:** Voice, Aging, Gymnastics, Elderly, Voice disorders

## INTRODUCTION

The vocal production of elderly people differs in many ways from the vocal production of young speakers, because they present more hoarseness, breathiness, vocal tremor, reduction of vocal production<sup>(1)</sup>, in the fundamental frequency ( $f_0$ )<sup>(2-9)</sup>, difficulty to sustain phonation<sup>(10)</sup>, decreasing of respiratory capacity and maximum phonation time<sup>(7,10-12)</sup>, inadequacy or decreasing of loudness level<sup>(1,3,6,10,13-15)</sup>, increasing of Jitter<sup>(16,17)</sup>, decreasing of Shimmer<sup>(16)</sup> and the standard deviation of  $f_0$ <sup>(7)</sup>. Usually, during the aging process, these characteristics result from the larynx structural and functional changes<sup>(18,19)</sup>, they are evidenced through atrophy<sup>(3,6,10)</sup> and incomplete closure of the vocal folds<sup>(10,20)</sup>, reduction of larynx muscle mass<sup>(20)</sup>, cartilage calcification and ossification<sup>(21,22)</sup>, which cause a decreasing of laryngeal mobility, reduction of cartilages sliding<sup>(7,23)</sup>, decreasing of mucosal wave vibration<sup>(7)</sup>, atrophy of the arytenoid cartilage of the vocal processes, among others. All these structural and functional changes may be called presbylarynx, and the changes resultant of this process, above mentioned, may culminate in changes in vocal characteristics, occurring in greater or lesser extent, called presbyphonia.

Thus, such changes may cause deterioration in voice quality, as well damages to the life quality, because the elderly people who feature vocal problems have a larger social and emotional impact on life quality, and frustration or anxiety due to the voice<sup>(24)</sup>. Therefore, some elderly people tend to avoid social activities, expressing relationship difficulties and depression or dismay, triggering a bad physical and psychosocial functioning with a large negative impact on life quality<sup>(24)</sup>. As a result, some studies with physical activities have been implemented aimed at this audience, in order to improve their life quality; in both physical and psychosocial sphere, bringing benefits to the body (lowering the cholesterol and blood pressure, increasing of mass, strength and body flexibility) and to the mind (improving of self-esteem and cognitive function, reduction of stress, anxiety and use of medicines<sup>(25)</sup>), which contribute to the improvement of the elderly people autonomy and minimize the restrictions originated by the age.

Therefore, because all these physical activity improvements, primarily the benefits to the body, there was an increasing of elderly people looking for physical activities to improve their physical and aesthetic fitness and support the maintenance of social skills and coexistence. Thus, it was observed that the most popular activities among the elderly people are aerobics, water aerobics and weight training <sup>(26)</sup>. For the elderly women, the most usual physical activities are aerobics and water aerobics.

From this, over the years, studies <sup>(26-28)</sup> to understand the relation between the benefits of physical activity and the vocal characteristics have emerged. They show that through the practice of physical activity an improvement in the respiratory parameters and phonation occurs, besides the reduction of vocal quality deviations and improvement of the acoustic vocal measure of Jitter <sup>(26-28)</sup>. However, there are very few studies on this subject and there is still much to be discovered about this relationship, because not all vocal aspects were observed in elderly patients undergoing physical activity.

Because of the benefits provided by the practice of aerobics, an energetic exercise that improves the breathing capacity, dynamic balance and agility, muscle endurance and strength <sup>(29)</sup>, which may reflect in vocal changes, besides the predominance of women in the gym, this study aimed to verify the vocal characteristics of elderly women who were engaged in the aerobics modality.

## MATERIAL AND METHODS

This is a cross-analytical observation study, with a quantitative and correlational nature, carried out in the city of Salvador, Bahia, in the Otorhinolaryngology Service, at the Complex Hospital University Professor Edgard Santos (C-HUPES) from Federal University of Bahia, from May 2013 to February 2014. This study was approved by the Research Ethics Committee of C-HUPES under the protocol 081/2012.

Initially, it was performed a mapping of the private institutions that had the aerobics for seniors. For this survey, it was requested to the Trade Union of Physical Education Professionals of Bahia (SINPEF-BA), a list of the gyms registered in Salvador (BA), being identified 470 gyms. Of these, 148 registered institutions had aerobics activity and agreed with the disclosure of the research; they received an Institutional Authorization Form which had the objectives and the explanations of the future evaluations that would be carried out with the elderly women who agreed to participate in it.

It was selected one gym in every two through a systematic random process, according to the choice range, and, in this way, the elderly people women interested in the study gave the name and phone number to the principal investigator to schedule the assessments. In each gym selected, only one elderly woman was chosen, also randomly. However, at the end of the list of gyms, it was necessary to return to the top of the list because the minimum number was not complete ( $n=52$ ). It was necessary to go to the end of the list of gyms to avoid selection bias, removing, then, two elderly women from gyms previously determined. Thus, at the end of this process the number of elderly women who practice aerobics participating in this study was 98.

Considering the inclusion criteria, the survey included participants who had aged  $> 60$ , women, noninstitutionalized, who practice aerobics for at least 6 months and twice a week <sup>(28)</sup> and, besides the inclusion of elderly people without vocal complaints, the elderly people with vocal complaints were included too. The elderly women with hearing problems were excluded from the study because they can modify the voice self-monitoring, compromising the vocal quality <sup>(30)</sup>; elderly people with a history of neurologic problems (Cerebral

Vascular Accident [CVA], Parkinson and Dementia) and acute respiratory infections, which could interfere in the vocal performance or understanding during the evaluation; women with the flu on the assessment day, due to a possible edema in the vocal fold <sup>(31)</sup>; elderly women reporting endocrine disorders (diabetes mellitus, as it can trigger dysphonia by dehydration, named *xerofonia*); with abnormal stomatognathic system, as it may interfere in the vowels emission; with physical or motor disabilities; tobacco or alcohol users, as these agents are aggressive to the larynx and can lead to laryngeal diseases; with a history of laryngeal surgery and/or head and neck surgery; who had undergone a prior speech therapy, to avoid the possibility that the subject was vocally conditioning by a training with therapeutic sound techniques; who participated in singing lessons; with laryngeal disorders other than those inherent to the presbylarynx, such as vocal nodules, Reink's edema, vocal polyps, granulomas, epidermoid cyst, laryngeal papilloma, mucosal bridge, vasculodysgenesis, laryngeal paralysis, focal dystonias laryngeal, partial laryngectomy, laryngeal diseases related to gastroesophageal reflux (diffuse edema of the larynx, laryngospasm, posterior laryngitis, laryngeal stenosis, leukoplakia, laryngeal carcinoma); with a history of surgery or lung diseases, because they can affect the vocal production; and those who used antianxiety drugs, because they can have consequences as imprecise articulation, thickly voice, lack of pitch and vocal loudness, and dryness of the vocal tract, antidepressants for producing dryness of the vocal folds, and inhibitors of angiotensin-converting enzyme, which can cause chronic cough leading to a vocal abuse, and may cause secondary laryngeal disorders; and those who did not agree to participate in this study.

For the performance of exclusion and inclusion criteria, were done an anamnesis; an otorhinolaryngologic assessment, by videostroboscopy, to identify the presence of laryngeal disorders, besides the expected ones in cases of presbylarynx; an audiology screening, to verify changes in hearing thresholds of the subjects, being researched the thresholds frequencies of 500, 1000, 2000 and 4000 Hz, tested with 25 dB (scan mode) only by air <sup>(32,33)</sup>, in an acoustic cabin with an *Interacoustics Ad 27* audiometer; an assessment of the stomatognathic system evaluating aspects of mobility, tension, and posture of

the phonoarticulatory organs, as well as the chewing and swallowing functions, to dismiss possible anatomical changes in the phonoarticulatory structures that could hamper the efficiency of the joint, interfering in the correct issue of the phoneme that was asked for in the data collection.

From the 98 elderly women, who practice aerobics, 35 were excluded because they did not participate of all evaluations, four were excluded for presenting laryngeal disorders, such as vasculodysgenesisia, vocal nodules and two participants with vocal polyps (Figure 1), and one presented a severe hearing loss in both ears, all of them were referred for monitoring and a specific treatment and were informed and signed the Informed Consent Form according to the ethical principles established by the standard 466012 from the National Research Ethics Commission. Thus, the sample was constituted by 58 elderly women.

First, in the data collection stage, vocal production of the vowel / a: / was collected, and the participants were asked to remain in the orthostatic position<sup>(33)</sup>. Three vocal emissions of vowel /a:/ in habitual pitch and loudness were performed, after deep breath, issuing the sound in maximum phonation time, without using the expiratory reserve<sup>(30, 32, 33)</sup>. Between these repetitions a 30-second passive interval was performed, and the elderly women should remain in silence during this moment<sup>(33)</sup>. The recordings were made during the morning shift, and the elderly people could not perform physical activity before the recordings because that may influence the vocal performance. The vocal sample chosen from the three emissions was one of best perceptual quality. These emissions were recorded with a digital voice and video recorder Zoom Q3 *Handy Recorder* Model professional, with audio format pulse-code modulation with 16bit of quantization, 96-kHz sampling frequency, in an acoustically treated environment, keeping a distance of four centimeters and 90° between the recorder and the mouth of the participants to the vocal production<sup>(30, 32, 33)</sup>.

The emission of vowel /a:/ was chosen for the *auditory-perceptual assessment of voice* because of easy production control, not being affected by articulatory aspects<sup>(34,35)</sup> that often affect the elderly subjects and for allowing

the appraiser to focus more easily on the sonorous signal <sup>(34,35)</sup>. About this issue, the verification of the type of voice was performed, using the RASATI scale, which is an effective tool in perceptual identification of voice disorders related to vibratory irregularities of the vocal folds (glottal source) <sup>(36)</sup>. This scale is an adaptation of the America version GRBAS for Portuguese. The RASATI scale assesses hoarseness (R), roughness (A), breathiness (S), asthenia (A), tension (T), and instability (I) parameters, wherein each parameter may be assigned grades as follows: 0 = normal when no voice alteration is perceived by the listener; 1 = slight change or to doubt the presence of the change; 2 = moderate, when the change is evident; and 3 = extreme vocal changes <sup>(37)</sup>. This review was carried out by three speech-language pathologists judges, with experience in the voice area, who did not participate as authors of the study and were blinded to the research objectives. The speech-language pathologists were informed only about the age and sex of the study participants and also received the recordings of voices through a service that store and share files, on the basis of the concept of cloud computing, with single accounts created by the researcher of this article.

To this analysis it was carried out an interrater agreement through the Kappa coefficient, interpreted as follows: values <0 correspond to no agreement; values between 0 and 0.19 represent poor agreement; values between 0.20 and 0.39 correspond to good agreement; values between 0.40 and 0.59 correspond to moderate agreement; values from 0.60 to 0.79 correspond to strong agreement; and values between 0.80 and 1 correspond to an almost perfect agreement <sup>(38)</sup>. Thus, it was observed an almost perfect agreement between the judges 1 and 2, with an index of 0.86. Only the answers of these judges were selected and grouped to the data analysis because of a greater reliability.

In the computed acoustic analysis of voice assessment the Software of Kay PENTAX®, Multi Dimensional Voice Program Advanced (MDVPA) was used, being used the production of the vowel /a:/ where the vocal attack was eliminated and the end of the production was dismissed, in this way these sections would not alter the signal analysis because the extended end of productions usually have an amplitude and frequency decreasing; so, it was

created the 5-second interval for the analysis window, being the lower sustain time obtained in the group <sup>(32,33,39)</sup>. Moreover, in the absence of a control group, we used normative data in the literature, and for the analysis of f0, 150-Hz to 250-Hz values were considered as normal reference for Brazilian women <sup>(31)</sup>. Similarly, as a reference for the other measures, maximum normal values were used (threshold) proposed by the MDVPA program <sup>(30, 31)</sup>.

The measures taken automatically by MDVPA, with sampling rate of 44kHz and 16bits, are the frequency measures: f0; maximum f0 (fhi); minimum f0 (flo); Standard Deviation of f0 (STD); measures of frequency perturbation: Absolute Jitter (Jita); Jitter percentage (Jitt); Relative Average Perturbation of the Pitch(RAP); Pitch Perturbation Quotient (PPQ); Smoothed Pitch Perturbation Quotient (sPPQ);Variation of f0 (vf0); Measures of amplitude perturbation: Shimmer in dB (ShdB); Shimmer Percent (Shim); Amplitude Perturbation Quotient (APQ); Smoothed Amplitude Perturbation Quotient (sAPQ); Amplitude Variation (vAm); Measures of noise: Harmonic Noise Ratio (NHR); Voice Turbulence Index (VTI); Soft Phonation Index (SPI); Measures of voice breaks: Degree of Voice Breaks (DVB); Number of Voice Breaks (NVB); Measures of unvoiced segments: Number of Unvoiced Segments (NUV); Degree of Voiceless (DUV); Measures of Sub-harmonics: Degree of Sub-harmonics (DSH); Number of Sub-harmonic Segments (NSH); Measures of tremor frequency: f0-Tremor Frequency; Tremor Amplitude Frequency (Fatr); f0-Tremor Intensity Index (FTRI); Tremor Amplitude Intensity/Intensity Index (ATRI) <sup>(30,33)</sup>. We opted for the analysis of all measures of a particular vocal parameter for increased reliability because there are no studies that prove the perfect positive correlation between a perceptivoauditivo appearance and acoustic measurement.

Finally, to compare the acoustic measures with age, it was used the ANOVA test to the measures with normal distribution (fhi), and the Kruskal-Wallis test was used for the other measures without normal distribution. To compare the age and aerobics practice time with the parameters from RASATI scale the Fisher Exact test was used. Regarding the correlations between age and time of aerobics practice with measures of MDVPA and between

parameters from RASATI scale and measures of MDVPA, the correlation test of Spearman was used, with a significant level of 5% ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTS

Figure 1 shows the laryngostroboscopy characteristics of the sample of elderly women engaged in aerobics.

Tables 1 and 2 summarize the associations between perceptual and auditory vocals parameters, the age groups, and the time of aerobics practice.

Table 3 summarizes the relationship of the measures of acoustic voice with normality for females by age group, and the association of these measures with the age group of elderly women who practice aerobics.

In tables 4, 5 and 6 the following correlations are presented: between measures of acoustic voice and age, between the time of aerobics practice and acoustic measures and between the perceptual and auditory vocals parameters and the acoustic measures of the elderly women who practice aerobics.

## DISCUSSION

The voice is an essential tool for communication, especially when the aging process is more latent, bringing many bodily changes, influencing voice, and in many times, damaging the interaction process with other individuals and routine activities. In this context, the physical activity brings cheer and improvements to the mind and the body, promoting a better life quality and physiological benefits that will, consequently, facilitate and increase autonomy in daily life activities of individuals who are going through the aging process<sup>(40, 41)</sup>.

The deviations in the vocal quality of elderly people are usually caused by laryngeal changes that occur during the aging process. These changes contribute to the instability of vocal folds vibration, which associated to the cartilage ossification and the degeneration of the vocal muscle, can increase breathiness, roughness and hoarseness in the voice of elderly people. Thus, the stiffness in the vocal apparatus can be one of the reasons for changes in vocal quality as breathiness, roughness and hoarseness<sup>(2,41,42)</sup>.

Therefore, even without significance, the voice quality analyzed by auditory perceptual evaluation had a predominance of voice without changes and, in the few cases, in which a change in any aspect was detected, it was mostly discreet (Table 1), the same occurred between the time in years of aerobics practice and the vocal quality parameters analyzed by auditory perceptual evaluation (Table 2). This suggests that elderly women, regardless of age and time of aerobics practicing, had a normal or slightly changed voice quality, predominating by the hoarseness.

These results are consistent with findings of a study that showed elderly people engaged in aerobics with voice quality within the normal range and only with a weak loudness<sup>(41)</sup>. However, in another study performed with elderly people >65 years, of both genders, engaged in aerobics and weight training, divided into group of teachers and nonteachers, a predominance of subjects, in both groups, with a hoarse vocal quality was observed, regardless of the degree. Also, it was observed that in researches with elderly people who do not

exercise, vocal changes from mild to moderate degree, and the most frequent voice changes are hoarseness, breathiness and vocal instability<sup>(16,23,24, 43, 44)</sup>.

Besides the vocal quality to be compromised during the aging process, the acoustic characteristics of the voice also suffer changes, for example, the  $f_0$ . It is an important anatomical and functional assessment parameter of the larynx<sup>(43)</sup>, determined by the number of cycles that the vocal folds do per second, resulting from the interaction between the length, mass and tension of the vocal folds during phonation<sup>(16)</sup>. In table 3, it was found that the frequency measures ( $f_0$ ,  $f_{hi}$ ,  $f_{lo}$ ) were within the normal range<sup>(45)</sup>, except the STD and only the measure  $f_{hi}$  increased significantly, suggesting a discrete instability in the frequency sustain. These findings are consistent with the study performed with elderly people, men and women, divided between sedentary and engaged in water gymnastics, which evidenced that the elderly women who were physically active had an  $f_0$  mean within the normal range and greater than the inactive ones, but without statistical significance<sup>(27)</sup>.

Commonly, the  $f_0$  of elderly women tends to decrease with the age<sup>(2,4,5,8,9,39,46)</sup>; getting between 175.23Hz<sup>(42)</sup> and 197Hz<sup>(39)</sup>, making the voice deeper<sup>(42)</sup>. However, in this study, the women aged 70 years showed a decreasing in the  $f_0$  measures in relation to the elderly people in the eighth decade of life (Table 3) and strong negative correlation with measures of  $f_0$  and  $f_{lo}$  (Table 4), suggesting a greater deep voice, a fact that disagrees with the literature, which refers that the older a woman is, the lower her frequency variation capacity is, especially, to the acute place of the vocal range<sup>(47)</sup>. Nevertheless, in another study it was seen that there may be an increase of  $f_0$  in elderly women<sup>(48)</sup> or even no significant differences between the  $f_0$  of young women and elderly women<sup>(16)</sup>. In addition, there was a positive correlation between the age group of 60 years and  $f_0$  and  $f_{lo}$  (Table 4), presenting that higher the age in this range (60-69 years) is, higher the  $f_0$  is, disagreeing with the literature that refers to a vocal change from middle-age to elderly people, in other words, a decreasing of  $f_0$  from the 60 years, because of the end of the menopause process.

The measures of Jitter and acoustic measures of Shimmer, assess the acoustic signal variations, showing relations of how a period of glottal vibration differs from the other one that succeeds it <sup>(31,49)</sup> and, many times, these measures may be increased in the elderly people voice <sup>(2,17)</sup>. In this research, various Jitter measurements were within the normal range for the three age groups, but not consistently, which is consistent with the literature, which shows that the Jitter measures tend to increase over the years<sup>(2)</sup>. Furthermore, all Shimmer measures were increased in all age groups (Table 3), indicating a greater presence of noise <sup>(45)</sup> and vocal instability, damaging the phonation sustain and quality.

The Shimmer measures tend to increase according to the structural and functional changes of the larynx <sup>(2,27)</sup>, especially the mass change of the vocal folds, creating a greater amount of noise during speech and the reduction of presbylarynxglottic resistance <sup>(27)</sup>. In some studies performed in adults and elderly people, men and women, the measures Jitter and Shimmer did not show differences in the age groups <sup>(39)</sup>, despite the elderly women have jitter values within normal limits and higher than the young women <sup>(16)</sup>. For the correlation results of these measures with age there is no consensus, because the correlation of jitter with the age advancing was seen by some authors <sup>(39)</sup> and, in this article, there was a positive correlation between the age of 70 years and the measures of Jitta, sPPQ and sAPQ (Table 4), reinforcing that age increasing may increase the measures of jitter and shimmer.

The noise measures estimate the amount of noise generated in the air turbulence in the glottis, offering an index that associates the harmonic component with the noise <sup>(39,50-52)</sup>, being intimately linked to the vocal roughness <sup>(39)</sup>. The results of NHR, VTI and SPI measures were within normal values (Table 3), indicating a reduction of the noise level in the production of elderly women who practice aerobics, probably because of a better mobility and glottal closure, facilitated by an increase of muscular effort as a compensatory strategy to achieve an adequate pressure and subglottic air flow in the elderly people <sup>(16)</sup> because high values may suggest inadequate closure of the vocal folds <sup>(39,53)</sup>.

Some studies show that the VTI, when compared between age groups, is higher in individuals aged 70 years than in those aged 40 years, it happens because of the glottis loss adduction, typical of the aging process. In the same study, the SPI values were reduced as the age increases and, for NHR, there were no differences between the age groups, but there was a relationship between age increasing and the noise in the voice signal <sup>(39)</sup>. Also, it was seen that the NHR values were the same for the elderly women and young adult, however as the voice loudness of the elderly people increased, it was noticed that the NHR tended to decrease <sup>(16)</sup>.

It was noticed that most elderly people presented the values of these measures (Fftr, Fatr, FTRI and ATRI) within normal limits and with no statistical significance, except the ATRI which showed slightly increased values compared to the normality to elderly people from 80 years (Table 3). Furthermore, positive correlations were found between Fftr and Fatr measures with age group of 70 years (Table 4). These findings suggest that the tremor increases with the age, according to the literature that affirms that as the age increases the vocal tremor can be more constant <sup>(1)</sup>.

Regular physical activity can benefit even individuals who had years of inactivity, and change the course of many diseases that occur in this stage of life. The elderly people who perform systematic physical activity may have an improvement in the maintained sound emission, as a result of the increased fiber production or other fibers in the muscle tissue of the larynx, favoring a greater muscle control, stability of contraction and vocal resistance <sup>(40)</sup>. There are data showing negative correlation between the practice of aerobics and the voice alteration, indicating that the greater the time of aerobics practicing is, less changed the vocal quality is <sup>(28)</sup>. However, in this study it was not detected a significant correlation between the auditory-perceptual vocal parameters or the acoustic vocal measures and the time of aerobics practicing (Table 2 and Table 5).

Among the correlations between the auditory-perceptual parameters of vocal quality and the acoustic measures, the hoarseness (R) and the breathiness (S) are related to the noise presence in phonation, they had a

positive correlation with all measures of Jitter and Shimmer and with measures related to noise, sub harmonics, breaks or no sound (NHR, DVB with R and S; NUV, DUV, DSH and NSH with R, NVB with S); also, S was correlated with a measure of vocal tremor (FTRI) (Table 6). These findings reinforce the complementarity between the perception of hoarseness and breathiness with the presence of frequency and amplitude perturbations between the vocal folds vibration cycles, instability sustain  $f_0$  and presence of aperiodic energy in the glottal signal.

Hoarseness can be understood as a vocal quality with presence of vibratory irregularities of the vocal folds mucosa during phonation, it may result from isolated glottal gaps of moderate proportion or the presence of pathologies in the vocal fold mucosa <sup>(24,42)</sup>, which can be a characteristic of presbyphonia <sup>(1)</sup>. Breathiness is the perception of "nonvocalized air" during vocal production, generating audible noise during speech, and it can also occur as a characteristic of presbyphonia <sup>(1)</sup>. Therefore, these two vocal qualities can generate change in frequency and amplitude of the vocal folds vibration. According to the results of this research, another study also found a positive correlation between STD measures, Jitter and Shimmer with breathiness and hoarseness, suggesting a greater instability during the sustain vowel production and a negative correlation of  $f_0$  with hoarseness, indicating that the deeper the feminine voice is, higher the degree of voice hoarseness is. Also, there was a positive correlation of NHR with hoarseness, indicating that the more irregular the vibration in laryngeal structures is, higher the noise detected in the voice was <sup>(39)</sup>.

Just as hoarseness and breathiness, the vocal characteristic roughness is usually noisy, unpleasant, poor in harmonics and full of noise <sup>(45)</sup>, as a consequence of the stiffness of the vocal fold cover caused by the stiffness of the muscles due to a tension increasing. This vocal quality also causes vibratory irregularities, which can be observed by an increasing of the fundamental frequency or through the high level of noise <sup>(42)</sup>, according to the findings of this study in which the roughness was positively correlated with the frequency measures (except the STD) and with the VTI. These results are consistent with the literature, because the elderly women can present edema in

the surface layer of the vocal fold, generating histological changes in the vocal folds <sup>(42,44,54,55)</sup>, making the vocal folds more rigid causing greater friction between the transglottic air and this rigid surface, in the act of vocal production <sup>(37)</sup>, generating the auditory perception of roughness. Further, the VTI is related to the turbulence resulting from loss of glottis adduction typical of the aging process, which occurs because of the previously mentioned factors and the vocal folds curvature and protrusion of the vocal processes during respiration and fusiform membranous slot during phonation <sup>(10)</sup>, which collaborate with the increasing of the noise level <sup>(10)</sup>. Some authors report that there is no relationship between this measure with the auditory perceptual parameters in both genders, young adults and elderly people <sup>(39)</sup>.

Also, in this research, occurred a negative correlation between the roughness with SPI that suggests a reduction of noise or aperiodic energy in the glottal signal (Table 6). The SPI is a reliable parameter to indicate the vocal folds approach, in other words, the glottal closure <sup>(39)</sup>; It suggests how smooth or squeezed this closure can be during phonation <sup>(39)</sup>. Therefore, from this correlation, it may be said that the smoother the approximation of the vocal folds is, less the occurrence of vocal roughness is, because of the tension of the vocal folds. Commonly, the slightly increased values of SPI are related to breathiness, asthenia, and overall degree of vocal deviation <sup>(39)</sup>, and negatively correlated with the VTI <sup>(56)</sup>.

Asthenia is related to the hypofunction of the vocal folds, caused by neurologic diseases <sup>(37,47)</sup> or as a result of the aging, which determines the decreasing of the muscle efficiency <sup>(47)</sup>, characterized by a reduced energy of sound production <sup>(37)</sup> and few harmonics. This type of voice was positively correlated with all measures of Jitter and Shimmer (except for vAm) and STD, suggesting perturbations between vibration cycles of the vocal folds and instability in sustenance of f<sub>0</sub>. Also, according to the lack of glottal closure force inferred by the presence of asthenia, there was a positive correlation with the measures NUV, DUV, Fftr, Fatr, FTRI and ATRI, expected at older ages (Table 6). The hypofunction is expected in the laryngeal mechanism from the 80 years old <sup>(47)</sup>, however, the uncontrolled pulmonary air may favor a decreasing of the

pneumophonic efficiency <sup>(7)</sup>, which can lead to vocal fatigue <sup>(3,6)</sup>, generating an asthenia that involves all age groups, from 60 years.

The instability correlated negatively with the SPI, suggesting that the greater the approximation of the vocal folds is, lower the vocal instability is, because lower will be the air escape to the phonation, because of a greater glottal adduction <sup>(39)</sup> (Table 6). Also, there was a positive correlation with ATRI, it shows that the higher the audible instability is, greater the tremor amplitude is (Table 6), in other words, the competence reduction of larynx and vocal apparatus movement result in a stability reduction, it may cause tremor related measure <sup>(44)</sup>.

Often, the vocal instability corresponds to the tremor of the vocal tract structures, away from the goal of exclusively assess the vocal modifications from the glottal source <sup>(37)</sup>, and it is usually related to the fluctuation of  $f_0$  and / or vocal quality, being a significant characteristic of the elderly people voice <sup>(16, 24)</sup>. The instability of a vowel production may occur because of a lack of control of the central nervous system, indicating the start of neurological diseases, and injury in laryngeal myoelastic forces and aerodynamic from the pulmonary stream which, from the sixth decade of life, may appear more frequently<sup>(7)</sup>. As a result, frequently, the presence of vocal tremor indicates less sustain capacity of  $f_0$  that, in the elderly people, can be a result of the aging, because in presbyphonia, the vocal instability may be more or less changed according to the respiratory system and the neuromuscular control, it may cause vocal tremor, which is common in the elderly population <sup>(1)</sup>. Some authors found higher vocal instability in elderly women, indicating that the vocal effort/tension was not enough to produce a more stable voice.

For the tension, considered the opposite of asthenia, with the increasing of glottal closure force <sup>(37)</sup>, it was possible to notice a negative correlation with some measures of Jitter and Shimmer, suggesting a stabilization mechanism of the vocal fold vibration and reduction of noise in the phonation, as the tension increases (Table 6). Some findings in the literature indicate that the laryngeal changes that occur with the aging cause an increasing of the larynx adductor forces, as a compensation for the incomplete glottal closure of the elderly

people <sup>(47)</sup> and also repair the little air support. Although there are compensatory vocal adaptations, they were not enough to promote the auditory perception of tension in the vocal quality, according to other authors <sup>(47)</sup>.

**CONCLUSION:**

The elderly women engaged in aerobics presented normal vocal quality, regardless of aerobics time and age. In addition, most acoustic measurements were into the normal range, possibly because of the benefits of practicing aerobics. Regarding the correlation of age with the acoustic measurements, it was found that the age group of 70 years showed the most increase in Jitter measures, Shimmer, tremor and more high frequencies, over the years. There was no influence of the time of aerobics practice on the voice measures, but these showed many positive correlations with perceptive and auditory parameters, showing complementarity between these evaluations and suggesting the presence of instability, noise and vocal tremor in the voice of elderly women.

**Acknowledgements**

We acknowledge Laboratory of Voice from UFSM and the academic Emanuelli Lima for the collaboration in acoustic analysis evaluation and CAPES for the financial support.

## REFERENCES:

1. Ahmad K, Yan Y, Bless D. Vocal fold vibratory characteristics of healthy geriatric females--analysis of high-speed digital images. *J voice*. 2012; 26: 751-59.
2. Linville SE. The sound of senescence. *J voice*, St Louis. 1996; 10:190-200.
3. Sataloff RT. *Vocal Health and Pedagogy*. San Diego, CA: Singular Publishing Group; 1998.
4. Mueller PB. The aging voice. In: *Seminars in Speech and Language*. 1997; 18:159–168.
5. Ferrand CT. Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. *J Voice*. 2002; 16: 480-487.
6. Woodson GE. The aging larynx. In: Ossof RH, Shapshay SM, Woodson G, Netterville JL, eds. *The Larynx*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.
7. Torre III P, Barlow JA. Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. *J Commun Disord*. 2009; 42:324-333.
8. Stathopoulos ET, Huber JE, Sussman JE. Changes in acoustic characteristics of the voice across the life span: measures from individuals 4-93 years of age. *J Speech Lang Hear Res*. 2011; 54:1011–1021.
9. Goy H, Fernandes DN, Pichora-Fuller MK, Van Lieshout P. Normative voice data for younger and older adults. *J Voice*. 2013; 27: 545-555.
10. Takano S, Kimura M, Nito T, Imagawa H, Sakakibara KI, Tayama N. Clinical analysis of presbylarynx—Vocal fold atrophy in elderly individuals. *Auris, nasus, larynx*. 2010; 37:461-64.
11. Mueller PB. Voice characteristics of octogenarian and nonagenarian persons. *Ear Nose Throat J*. 1982;61:33–37.
12. Kreul EJ. Neuromuscular control examination (NMC) for Parkinsonism: vowel prolongations and diadochokinetic and reading rates. *J Speech Hear Res*. 1972; 15:72–83.
13. Morris RJ, Brown WS Jr. Age-related differences in speech intensity among adult females. *Folia Phoniatr Logop*. 1994;46:64–69
14. Hodge FS, Colton RH, Kelley RT. Vocal intensity characteristics in normal and elderly speakers. *J Voice*. 2001; 15:503–511.
15. Baker KK, Ramig LO, Sapir S, Luschei ES, Smith ME. Control of vocal loudness in young and old adults. *J Speech Lang Hear Res*. 2001; 44: 297–305.
16. Mazzetto de Menezes KS, Master S, Guzman M, Bortnem C, Ramos LR. Differences in Acoustic and Perceptual Parameters of the Voice Between Elderly and Young Women at Habitual and High Intensity. *Acta Otorrinolaringologica*. 2014; 65:76-84.
17. Linville SE, Fisher H. Acoustic characteristics of perceived versus actual vocal age in controlled phonation by adult females. *J Acoust Soc Am*. 1985;78:40–48.
18. Linville SE. The aging voice. *ASHA Lead*. 2004;21:12.
19. Prakup B. Acoustic measures of the voices of older singers and nonsingers. *J Voice*. 2012; 26: 341-350.

20. Lundy DS, Silva C, Casiano RR, Lu FL, Xue JW. Cause of hoarseness in elderly patients. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998;118:481–485.
21. Baken RJ. The aged voice: a new hypothesis. *J Voice.* 2005;19:317–325.
22. Sataloff RT, Linville SE. The effects of age on the voice In: Sataloff RT, ed. *Professional Voice: The Science and Art of Clinical Care.* 3rd ed. San Diego, CA: Plural Publishing, Inc.; 2005:497–512.
23. Silva MS. Aspects of vocal profile of middle-aged adults and elderly non institutionalized [monograph]. Porto Alegre(RS): Federal University of Rio Grande do Sul-Institute of Psychology; 2012.
24. Siqueira LTD. Impact of respiratory aspects and vocals in life quality of elderly [Thesis]. São Paulo (SP): São Paulo Univ.; 2013.
25. Filho WJ. Physical activity and healthy aging. *Rev Bras Educ Fís Esp.* 2006; 20:73-77.
26. Araujo CJ, Sales RR, Júnior NBS. Practice of physical exercise in the elderly population of gyms. 2011. Available at: <<http://discoboloemacao.blogspot.com.br/2011/11/pratica-de-exercicios-fisicos-na.html>>. Access: April 3, 2013.
27. Santanna IW. Physical exercise influence in laryngeal and vocal changes associated with aging [dissertation]. Porto Alegre (RS): Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul, 2006.
28. Gampel D, Karsch UM, Ferreira LP. Aging, voice and physical activity of teachers and non-teachers. *Rev Soc Bras Fono.* São Paulo. 2008; 13: 218-225.
29. Almeida APPV, Veras RP, Doimo LA. Evaluation of static and dynamic balance in elderly women performing aquatic exercise and gymnastics. *Rev Bras Cineantrop Desem Hum.* 2010; 12: 55-61.
30. Beber BC, Cielo CA. Acoustic measurements of the glottal source of normal male voices. *Pro-Fono Rev Atual Cient.* 2010; 22: 299-304.
31. Finger LS, Cielo CA. Acoustic vocal modifications produced by reverse phonation. *Rev Soc Bras Fono.* 2009; 14: 15-21.
32. Finger LS, Cielo CA, Schwarz K. Acoustic vocal measures in women without voice complaints and with normal larynxes. *Braz J Otorhinol.* 2009; 75:432-40.
33. Christmann MK. Vocal modifications produced by fingerkazoo [dissertation]. Santa Maria (RS): Federal University of Santa Maria, 2012.
34. Revis J, Giovanni A., Wuyts F, Triglia JM. Comparison of different voice samples for perceptual analysis. *Folia Phoniatr Logop.* 1999; 51:108-116.
35. Morsomme, D., Jamart, J., Wéry, C., Giovanni, A., & Remacle, M. (2001). Comparison between the GIRBAS scale and the acoustic and aerodynamic measures provided by EVA for the assessment of dysphonia following unilateral vocal fold paralysis. *Folia Phoniatr Logop.* 2001; 53: 317-325.
36. Pinho SMR, e Pontes P, eds. *Intrinsic muscles of the larynx and vocal dynamics.* Rio de Janeiro. Brazil: Revinter; 2008.
37. Pinho SMR, Pontes P. Perceptual assessment glottal source – RASATI Scale. *Vox Brasilis.* 2002; 3:11-3.

38. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics Society*. 1977;33:159-174.
39. Santos AO. Acoustics and perceptual parameters of voice from adults and elderly [dissertation]. São Paulo (SP): University of São Paulo, 2012.
40. Camargo LJG. Phonation and respiratory parameters from elderly subjected to physical activities systematized [dissertation]. Piracicaba (SP): Methodist University of Piracicaba UNIMEP, 2007.
41. Gomes JCP, Burns GFP, Coelho GF, Costa PN, Aroeira KP, Endringer DC. Comparative study between vocal habits, sedentarism and quality of life in elderly frequent Healthy Unit Vila Nova. *Esp Saúd*. 2013; 14:22-32.
42. Santos IR. Acoustic voice analysis from individuals in old age [dissertation]. São Paulo (SP): São Paulo University, 2005.
43. Marques FRGM. Biopsychosocial presbyphonia implications in elderly [dissertation]. Brasília: Brasília Catholic University.; 2010.
44. Menezes LN, Vicente LCC. Vocal aging of institutionalized elderly people. *Rev CEFAC*. 2007; 9: 90-8.
45. Behlau M. Favorite Voices - considerations on vocals options in the professions. *Current Fono*. 2001; 4: 10-4.
46. Brückl M, Sendlmeier W. Aging female voices: An acoustic and perceptive analysis. In *ISCA Tutorial and Research Workshop on Voice Quality: Functions, Analysis and Synthesis*, 2003.
47. Gama ACC, Alves CFT, Cerceau JSB, Teixeira LC. Correlation between acoustic-perceptual data and voice-related quality of life in elderly women. *Pró-fono Rev Atual Cient*. 2009; 2:125-30.
48. Mifuni E, Justino VSS, Camargo Z, Gregio F. Acoustic analysis of aging voice: fundamental frequency characterization. *Rev CEFAC*. 2007; 9:238-47.
49. Titze IR. Workshop on voice acoustic analysis summary statement. Workshop on: Voice Acoustic Analysis Sponsored by the National Center for Voice and Speech; 1994b; 17-18, 1994; Denver, CO.
50. Franca MC. Acoustic comparison of vowel sounds among adult females. *J Voice*. 2012;26: 671. e9-671. e17.
51. Awan SN, Frenkel ML. Improvements in estimating the harmonics-to-noise ratio of the voice. *J Voice*. 1994;8:255–262.
52. Hillenbrand J. A methodological study of perturbed and additive noise in synthetically generated voice signals. *J Speech Hear Res*. 1987;30:448–461.
53. Krom G. A cepstrum-based technique for determining a harmonics-to-noise ratio in speech signals. *J Speech Hear Res*. 1993;36:254–266.
54. Sato K, Hirano M. Age-related changes in the human laryngeal glands. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1998;107:525–529.
55. Sato K, Hirano M. Age-related changes of elastic fibers in the superficial layer of the lamina propria of vocal folds. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1997;106:44–48.
56. Santos AO, Brasolotto AG. Relationship between the acoustic parameters of voice from men and women. In: 19th Brazilian Congress of Speech, 2011, Sao Paulo. Annals of 19th Brazilian Congress of Speech, 2011. Available at [WWW.sbfa.org.br/portal/anais2011/trabalhos\\_select.php?tt=Busca&id\\_artigo=1403](http://WWW.sbfa.org.br/portal/anais2011/trabalhos_select.php?tt=Busca&id_artigo=1403). Accessed on: August 14, 2013.

**FIGURE 1.** The laryngostroboscopy characteristics of the sample of elderly women engaged in aerobics

<b>Laryngostroboscopy characteristics</b>		
	<b>Elderly women included in the study</b>	<b>Elderly women excluded in the study</b>
Phase and amplitude symmetry	X	
Amplitude symmetry	X	
Phase asymmetry	X	X
Phase and amplitude asymmetry	X	X
Presence of mucosal wave	X	X
Fusiform slit	X	X
Prominence of vocal process	X	X
Vasculodysgenesisia		X
Vocal nodules		X
Vocal polyps		X

**TABLE 1.** Association between age groups and parameters from RASATI scale

Parameters	60 to 69-years- old n (%)			70 to 79 years-old n (%)			80 to 85-years-old n (%)			p Value
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	
Hoarseness (R)	17 (48.6)	15 (42.9)	3 (8.6)	10 (58.8)	5 (29.4)	2 (11.8)	3 (50.0)	2 (33.3)	1 (16.7)	0.795
Roughness (A)	29 (82.9)	5 (14.3)	1 (2.9)	15 (88.2)	1 (5.9)	1 (5.9)	5 (83.3)	0 (0.0)	1 (16.7)	0.481
Breathiness (S)	28 (80.0)	4 (11.4)	3 (8.6)	16 (94.1)	1 (5.9)	0 (0.0)	5 (83.3)	1 (16.7)	0 (0.0)	0.713
Asthenia (A)	30 (85.7)	5 (14.3)	0 (0.0)	17 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (83.3)	1 (16.7)	0 (0.0)	0.254
Strain (T)	26 (74.3)	7 (20.0)	2 (5.7)	12 (70.6)	4 (23.5)	1 (5.9)	6 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0.827
Instability (I)	19 (54.3)	15 (42.9)	1 (2.9)	6 (35.3)	8 (47.1)	3 (17.6)	4 (66.7)	1 (16.7)	1 (16.7)	0.160

Fisher's Exact test. n: number of subjects. %: percentage. \*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

**TABLE 2.** Association between time practice gymnastics and vocal perceptual parameters from RASATI scale

RASATI	1-4 years n (%)			5-9 years n(%)			>10 years n(%)			P Value
	Normal	Mild	Moderate	Normal	Mild	Moderate	Normal	Mild	Moderate	
Hoarseness (R)	15 (51.7)	10 (34.5)	4 (13.8)	4 (40.0)	6 (60.0)	0 (0.0)	11 (57.9)	6 (31.6)	2 (10.5)	0.606
Roughness (A)	25 (86.2)	1 (3.4)	3 (10.3)	9 (90.0)	1 (10.0)	0 (0.0)	15 (78.9)	4 (21.1)	0 (0.0)	0.169
Breathiness (S)	26 (89.7)	1 (3.4)	2 (6.9)	8 (80.0)	1 (10.0)	1 (10.0)	15 (78.9)	4 (21.1)	0 (0.0)	0.199
Asthenia (A)	27 (93.1)	2 (6.9)	0 (0.0)	8 (80.0)	2 (20.0)	0 (0.0)	17 (89.5)	2 (10.5)	0 (0.0)	0.449
Strain (T)	25 (86.2)	4 (13.8)	0 (0.0)	7 (70.0)	3 (30.0)	0 (0.0)	12 (63.2)	4 (21.1)	3 (15.8)	0.108
Instability (I)	17 (58.6)	10 (34.5)	2 (6.9)	6 (60.0)	3 (30.0)	1 (10.0)	6 (31.6)	11 (57.9)	2 (10.5)	0.345

Fisher's Exact test. n: number of subjects. %: percentage. \*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

**TABLE 3.** Results of Acoustic vocal measures in relation to normality for women between the age group of elderly engaged in aerobics and the result of its association with age

Acoustic Measures	Threshold of Normality	60 to 69-years- old		70 to 79 years-old		80 to 85-years-old		p Value
		Mean±SD	Variation into relation to the threshold of normality	Mean±SD	Variation into relation to the threshold of normality	Mean±SD	Variation into relation to the threshold of normality	
f0(Hz)		187.56±23.26	62.44	181.56±26.16	68.44	208.11±20.37	41.89	0.073
fhi(Hz)		203.83±30.82	46.17	201.51±51.11	48.49	224.03±15.27	25.97	0.041†
flo(Hz)		168.83±33.63	81.17	167.29±31.82	82.71	193.03±28.40	56.97	0.231
STD (Hz)		5.50±12.31		5.64±8.67		3.96±2.92		0.338
Jita(μs)	83.200	57.57±80.90	25.63	51.32±58.14	31.88	66.90±87.26	16.30	0.869
sPPQ(%)	1.020	1.28±2.19	0.26	0.96±0.94	0.06	0.98±0.87	0.04	0.948
ShdB (dB)	0.350	0.41±0.24	0.06	0.40±0.26	0.05	0.51±0.36	0.16	0.814
sAPQ(%)	4.230	5.32±2.04	1.09	5.32±2.57	1.09	5.74±1.73	1.51	0.760
NHR	0.190	0.15±0.04	0.04	0.16±0.057	0.03	0.17±0.09	0.02	0.894
VTI	0.061	0.06±0.01	0.001	0.05±0.01	0.011	0.05±0.01	0.011	0.632
SPI	14.120	5.74±3.94	8.38	4.04±1.89	10.08	5.41±1.45	8.71	0.169
DVB (%)	1.000	0.55±2.30	0.45	0.12±0.51	0.88			0.836
NVB	0.900	0.22±0.94	0.68	0.23±0.97	0.67			0.836
NUV	0.900	3.00±10.37	2.1	0.76±1.78	0.14			0.359
DUV (%)	1.000	1.79±6.22	0.79	0.46±1.07	0.54			0.362
DSH (%)	1.000	1.54±2.68	0.54	4.86±7.93	3.86	5.48±11.69	4.48	0.477
NSH	0.900	2.31±3.68	1.41	7.94±12.88	7.04	7.50±15.47	6.6	0.431
Fftr(Hz)	8.000‡	3.98±1.59	4.62	4.42±2.30	3.58	4.83±3.60	3.17	0.979
Fatr	8.000‡	3.50±1.43	4.50	3.23±1.30	4.77	3.72±1.74	4.28	0.632
FTRI (%)	0.950	0.49±0.47	0.46	0.94±1.69	0.01	0.47±0.35	0.48	0.592
ATRI (%)	4.370	3.82±2.49	0.55	3.69±3.26	0.68	5.13±3.27	0.76	0.352

ANOVA test for the acoustic measure f0 and Kruskal-Wallis test for the other acoustic measures. Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant. Significant differences (Kruskal-Wallis's test,  $p < 0.05$ ): † Group 2 ≠ Group 3 with a p-value equal to 0.012. Sd: standard deviation. ‡ limit of the vocal tremor (not reported in the program), that varies from 4-8Hz.

Abbreviations: f0, fundamental frequency; fhi, highest fundamental frequency; flo lowest fundamental frequency; STD, Standard Deviation of f0; Jita, Absolute Jitter; sPPQ, Smoothed Pitch Perturbation Quotient; ShdB, Shimmer in dB; sAPQ, Smoothed Amplitude Perturbation Quotient; NHR, Noise to Harmonic Ratio; VTI, Voice Turbulence Index; SPI, Soft Phonation Index; DVB, Degree of Voice Breaks; NVB, Number of Voice Breaks; NUV, Number of Unvoiced Segments; DUV, Degree of Voiceless; DSH, Degree of Sub-harmonics; NSH, Number of Sub-harmonic Segments; Fftr, f0-Tremor Frequency; Fatr, Amplitude Tremor Frequency; FTRI, f0-Tremor Intensity Index; ATRI, Amplitude Tremor Intensity Index.

**TABLE 4.** Correlation between the acoustic vocal measures and the age of elderly women engaged in aerobics

	60 to 69-years- old		70 to 79 years-old		80 to 85-years-old	
	R	P	R	p	r	p
f0(Hz)	0.354	0.037*	-0.618	0.008*	0.116	0.827
fhi(Hz)	0.251	0.146	-0.437	0.080	0.609	0.200
flo(Hz)	0.333	0.050*	-0.678	0.003*	0.000	1.000
STD (Hz)	0.209	0.228	0.172	0.509	0.058	0.913
Jita( $\mu$ s)	0.032	0.855	0.543	0.024*	-0.406	0.425
sPPQ(%)	0.016	0.927	0.537	0.026*	0.058	0.913
ShdB (dB)	0.157	0.367	0.276	0.284	-0.522	0.288
sAPQ(%)	0.073	0.678	0.490	0.046*	0.232	0.658
NHR	-0.150	0.390	0.296	0.249	-0.406	0.425
VTI	0.041	0.813	0.081	0.757	-0.232	0.658
SPI	0.068	0.698	0.272	0.291	-0.145	0.784
DVB (%)	0.009	0.960	0.416	0.097		
NVB	0.000	1.000	0.416	0.097		
NUV	-0.118	0.498	0.458	0.065		
DUV (%)	-0.118	0.498	0.458	0.065		
DSH (%)	0.058	0.740	-0.092	0.726	-0.529	0.280
NSH	0.074	0.672	-0.092	0.726	-0.529	0.280
Fftr(Hz)	-0.088	0.613	0.494	0.044*	0.145	0.784
Fatr(Hz)	0.033	0.852	0.515	0.034*	-0.058	0.913
FTRI (%)	-0.101	0.564	0.352	0.166	0.058	0.913
ATRI (%)	0.058	0.743	0.423	0.091	0.261	0.618

*Spearman's* correlation test. p: statistical significance. r: value of the correlation coefficient. Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

Abbreviations: f0, fundamental frequency; fhi, highest fundamental frequency; flo lowest fundamental frequency; STD, Standard Deviation of f0; Jita, Absolute Jitter; sPPQ, Smoothed Pitch Perturbation Quotient; ShdB, Shimmer in dB; sAPQ, Smoothed Amplitude Perturbation Quotient; NHR, Noise to Harmonic Ratio; VTI, Voice Turbulence Index; SPI, Soft Phonation Index; DVB, Degree of Voice Breaks; NVB, Number of Voice Breaks; NUV, Number of Unvoiced Segments; DUV, Degree of Voiceless; DSH, Degree of Sub-harmonics; NSH, Number of Sub-harmonic Segments; Fftr, f0-Tremor Frequency; Fatr, Amplitude Tremor Frequency; FTRI, f0-Tremor Intensity Index; ATRI, Amplitude Tremor Intensity Index.

**TABLE 5.** Correlation between the acoustic vocal measures and the time of practices aerobics

	1-4years		5-9 years		≥10 years	
	R	P	R	P	r	P
<b>f0(Hz)</b>	-0.170	0.377	0.629	0.051	-0.352	0.139
<b>fhi(Hz)</b>	-0.081	0.675	0.225	0.532	-0.292	0.224
<b>flo(Hz)</b>	-0.123	0.524	0.494	0.146	-0.174	0.475
<b>STD (Hz)</b>	0.100	0.604	0.157	0.664	0.187	0.443
<b>Jita(μs)</b>	0.197	0.306	-0.270	0.451	0.060	0.807
<b>sPPQ(%)</b>	0.023	0.904	-0.112	0.757	0.113	0.646
<b>ShdB (dB)</b>	0.080	0.678	-0.045	0.902	0.347	0.146
<b>sAPQ(%)</b>	-0.132	0.494	0.000	1.000	0.233	0.336
<b>NHR</b>	-0.145	0.451	-0.112	0.757	0.230	0.344
<b>VTI</b>	-0.001	0.995	0.472	0.168	0.014	0.954
<b>SPI</b>	0.178	0.356	-0.494	0.146	-0.170	0.487
<b>DVB (%)</b>	-0.247	0.197			-0.066	0.789
<b>NVB</b>	-0.247	0.197			-0.049	0.841
<b>NUV</b>	-0.116	0.547	-0.215	0.551	0.019	0.937
<b>DUV (%)</b>	-0.116	0.547	-0.215	0.551	0.019	0.937
<b>DSH (%)</b>	-0.258	0.176	0.120	0.742	0.094	0.701
<b>NSH</b>	-0.265	0.165	0.120	0.742	0.141	0.564
<b>Fftr(Hz)</b>	0.211	0.271	0.022	0.951	0.422	0.072
<b>Fatr(Hz)</b>	0.040	0.835	0.451	0.191	-0.131	0.593
<b>FTRI (%)</b>	-0.102	0.600	0.022	0.951	0.075	0.761
<b>ATRI (%)</b>	-0.120	0.534	0.405	0.246	-0.090	0.713

Notes: Spearman's correlation test. p: statistical significance. r: value of the correlation coefficient. Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

Notes: R, hoarseness; A, roughness; B, breathiness; A, asthenia; T, tension; I, instability.

Abbreviations: f0, fundamental frequency; fhi, highest fundamental frequency; flo lowest fundamental frequency; STD, Standard Deviation of f0; Jitta, Absolute Jitter; sPPQ, Smoothed Pitch Perturbation Quotient; ShdB, Shimmer in dB; sAPQ, Smoothed Amplitude Perturbation Quotient; NHR, Noise to Harmonic Ratio; VTI, Voice Turbulence Index; SPI, Soft Phonation Index; DVB, Degree of Voice Breaks; NVB, Number of Voice Breaks; NUV, Number of Unvoiced Segments; DUV, Degree of Voiceless; DSH, Degree of Sub-harmonics; NSH, Number of Sub-harmonic Segments; Fftr, f0-Tremor Frequency; Fatr, Amplitude Tremor Frequency; FTRI, f0-Tremor Intensity Index; ATRI, Amplitude Tremor Intensity Index.

**TABLE 6.** Correlation between the parameters from RASATI scale and the acoustic vocal measures

	Hoarseness (R)		Roughness (A)		Breathiness (S)		Asthenia (A)		Strain (T)		Instability (I)	
	r	p	R	P	r	p	r	P	R	P	r	p
<b>f0(Hz)</b>	0.094	0.484	0.356	0.006*	-0.122	0.363	-0.051	0.705	0.008	0.952	0.128	0.338
<b>fhi(Hz)</b>	0.214	0.107	0.291	0.027*	0.171	0.199	0.142	0.288	-0.118	0.379	0.106	0.428
<b>flo(Hz)</b>	-0.84	0.531	0.309	0.018*	-0.395	0.002*	-0.210	0.114	0.128	0.337	0.165	0.215
<b>STD (Hz)</b>	0.378	0.003*	0.208	0.117	0.413	0.001*	0.301	0.022*	-0.167	0.209	0.199	0.134
<b>Jita(μs)</b>	0.447	<0.001*	-0.111	0.408	0.420	0.001*	0.409	0.001*	-0.259	0.050*	-0.152	0.254
<b>sPPQ(%)</b>	0.275	0.037*	0.028	0.833	0.278	0.034*	0.311	0.017*	-0.211	0.111	0.096	0.474
<b>ShdB (dB)</b>	0.633	<0.001*	0.120	0.369	0.447	<0.001*	0.318	0.015*	-0.244	0.065	-0.163	0.222
<b>sAPQ(%)</b>	0.378	0.003*	0.165	0.216	0.522	<0.001*	0.223	0.092	-0.198	0.136	0.092	0.274
<b>NHR</b>	0.511	<0.001*	0.120	0.368	0.394	0.002*	0.249	0.060	-0.070	0.600	0.022	0.872
<b>VTI</b>	0.124	0.353	0.332	0.011*	0.176	0.187	0.127	0.343	-0.100	0.454	0.031	0.817
<b>SPI</b>	0.100	0.455	-0.338	0.009*	0.224	0.091	0.189	0.155	-0.156	0.243	-0.379	0.003*
<b>DVB (%)</b>	0.261	0.048*	-0.100	0.456	0.348	0.007*	0.176	0.186	-0.131	0.328	0.117	0.381
<b>NVB</b>	0.259	0.050	-0.100	0.456	0.340	0.009*	0.176	0.186	-0.131	0.327	0.124	0.352
<b>NUV</b>	0.304	0.020*	0.031	0.816	0.198	0.136	0.268	0.042*	-0.185	0.164	0.135	0.311
<b>DUV (%)</b>	0.304	0.020*	0.031	0.816	0.198	0.136	0.268	0.042*	-0.185	0.164	0.136	0.308
<b>DSH (%)</b>	0.560	<0.001*	-0.015	0.914	0.197	0.138	0.204	0.125	0.042	0.756	0.019	0.887
<b>NSH</b>	0.562	<0.001*	0.008	0.951	0.207	0.119	0.197	0.138	0.049	0.714	0.031	0.819
<b>Fftr(Hz)</b>	-0.161	0.229	-0.099	0.459	-0.050	0.708	0.098	0.464	0.096	0.475	-0.190	0.153
<b>Fatr(Hz)</b>	-0.021	0.874	-0.145	0.278	-0.119	0.374	0.200	0.133	-0.075	0.577	0.167	0.210
<b>FTRI (%)</b>	0.185	0.165	0.032	0.814	0.277	0.035*	0.313	0.017*	0.008	0.950	0.160	0.230
<b>ATRI (%)</b>	0.217	0.102	0.050	0.711	0.067	0.616	0.325	0.013*	-0.018	0.894	0.293	0.026*

Notes: Spearman's correlation test. p: statistical significance. r: value of the correlation coefficient. Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

Notes: R, hoarseness; A, roughness; B, breathiness; A, asthenia; T, tension; I, instability.

Abbreviations: f0, fundamental frequency; fhi, highest fundamental frequency; flo, lowest fundamental frequency; STD, Standard Deviation of f0; Jitta, Absolute Jitter; sPPQ, Smoothed Pitch Perturbation Quotient; ShdB, Shimmer in dB; sAPQ, Smoothed Amplitude Perturbation Quotient; NHR, Noise to Harmonic Ratio; VTI, Voice Turbulence Index; SPI, Soft Phonation Index; DVB, Degree of Voice Breaks; NVB, Number of Voice Breaks; NUV, Number of Unvoiced Segments; DUV, Degree of Voiceless; DSH, Degree of Sub-harmonics; NSH, Number of Sub-harmonic Segments; Fftr, f0-Tremor Frequency; Fatr, Amplitude Tremor Frequency; FTRI, f0-Tremor Intensity Index; ATRI, Amplitude Tremor Intensity Index.

**ARTIGO 2**

“Spectrographic acoustic vocal characteristics of elderly women engaged in aerobics” **Journal of Voice** [submetido, vide Normas de Publicação no ANEXO 3 e comprovante de envio no ANEXO 6].

Fator de impacto (2013): 0.944

## **Spectrographic acoustic vocal characteristics of elderly women engaged in aerobics**

Famiely Colman Machado de Machado <sup>\*</sup>, Marcus Miranda Lessa <sup>\*,†</sup>, Carla Aparecida Cielo <sup>‡</sup>, Luiz Henrique Fonseca Barbosa <sup>†</sup>

This study was conducted in the Otolaryngology Service, University Hospital Professor Edgard Santos, Salvador (BA), Brazil.

(<sup>\*</sup>) Graduate Program in Health Science, Federal University of Bahia-UFBA-Salvador (BA), Brazil.

(<sup>†</sup>) Department of Otorhinolaryngology, Medical School, Federal University of Bahia-UFBA-Salvador (BA), Brazil

(<sup>‡</sup>) Department of Speech Pathology, Federal University of Santa Maria-UFSM-Santa Maria (RS), Brazil.

**Address for correspondence:** Famiely Colman Machado de Machado, Avenida Dom João VI, número 378, complemento 03, Salvador (BA), 40285-001, Brazil. Tel: +55 07130130528. E-mail address:

[famycolman@yahoo.com.br](mailto:famycolman@yahoo.com.br)

**Funding:** Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

## SUMMARY

**Purpose:** This study was carried out to characterize the voice of the elderly women engaged in aerobics through spectrographic analysis. **Methods:** The vocal emission / a: / from 58 elderly women engaged in aerobics was collected for the spectrographic analysis of wide band (WBS) and narrowband (NBS), through the Real Time Spectrogram of Kay Pentax® program. ANOVA test was used for associations and Pearson correlation test with a significance level of 5%. **Results:** To the WBS, the elderly women had medium intensity of the tracing color of the formants (F), low presence of noise and medium definition of F1 and F2. There was a medium definition of F3 and F4 and medium regularity for age 60 years, medium definition F4 and high regularity of the tracing for 70 years and medium definition of F3 and F4 and regularity of the tracing for 80 years. For the NBS, the elderly women had medium intensity of tracing color, little presence of noise, harmonic substitutions by noise and subharmonic, 60 and 80 years had medium definition of harmonics and regularity of tracing and high definition and regular for 70 years. For 70 and 80 years there was a presence of harmonics and medium presence for 60 years. There was a negative correlation between F2 and the group of 60 years and F3 with the general age. **Conclusion:** Even with myofunctional, structural and functional changes of the larynx caused by advancing age, which may affect the vocal characteristics, the elderly women of this study showed few changes in tracing spectrogram.

**Key Words:** Voice, Aging, Gymnastics, Elderly, Voice disorders, Espectrography.

## INTRODUCTION

Presbyphonia or vocal aging must be assumed as something normal, which is part of the human evolution<sup>(1)</sup>, being possible to affect the structures and laryngeal functions by modifying the vocal quality of subjects with more advanced age<sup>(2,3)</sup>. Frequently, voice features are very affected and suffer a noticeable worsening. In a way to soften the alterations brought about by time, physical activity seems to benefit the mind, the body and consequently the voice itself. Some authors observed that gymnastics can improve the maximum phonation time, increase the vocal loudness and vital capacity<sup>(4)</sup> and the longer practice of this modality may reduce the deviations in vocal quality<sup>(5)</sup>.

As voice can be influenced by several factors (social, biological, psychological)<sup>(6)</sup>, it can express emotions and also very remarkable features that make a subject different from another one, as in the case of the elderly people who, go through the process the phase of the aging, can present different vocal features such as reduction of the fundamental frequency ( $f_0$ ), of the standard deviation of  $f_0$ <sup>(7)</sup>, decrease of shimmer<sup>(8)</sup>, reduced respiratory capacity and maximum phonation time<sup>(7,8)</sup>, inadequacy or decrease of the level of loudness<sup>(10,9)</sup>, difficulty to sustain phonation<sup>(9)</sup>. In addition to increase jitter measurements<sup>(8)</sup>, hoarse, breathy and shaky voice quality<sup>(10)</sup> and reduction of the frequency of formants (F)<sup>(11)</sup>.

To analyze these vocal features, multidimensional instruments were required, such as auditory-perceptual assessment of voice and computerized analysis of voice, collaborating in the evaluation, diagnosis and vocal rehabilitation. Both types of analysis are complementary, as not all alterations of vocal parameters can be perceived by the human ear and only the acoustic analysis does not provide important data that are obtained with auditory-perceptual assessment of voice<sup>(12)</sup>.

The analysis used in this study is the spectrographic, which enables the investigation of the acoustic wave and its basic components, providing information on the glottal source and vocal tract position in a determined vowel, which are expressed in a three-dimensional graph (spectrogram), obtained from the association between frequency, sound pressure and time<sup>(13)</sup>. It is a useful method, noninvasive, its results may be influenced by factors such as age, race

and gender<sup>(14)</sup> and they enable a "visual feedback" for patients and speech therapists.

Just as different vocal qualities and the distribution features of acoustic energy may be associated to spectral components related to voice alterations<sup>(15)</sup>, it is possible that the structural and functional laryngeal alterations present in elderly people may change and relate themselves to determined vocal elements analyzed in the spectrograph. Due to the evident lack of literature on the spectrographic analysis in the voice of elderly people and on the vocal features of elderly people who practice physical activity, we have observed the importance of characterizing the voice of a group of elderly women engaged in aerobics through spectrographic acoustic analysis, aiming to contribute with elements and explanations that might identify and define the voice of elderly people.

## PATIENTS AND METHODS

This study is a cross-sectional design, quantitative, correlational and contemporary type, carried out in Salvador (BA), in the Otorhinolaryngology Service at the *Complex Hospital University Professor Edgard Santos (C-HUPES)* from Federal *University of Bahia*, in the period from May 2013 to February 2014. This study was approved by the Research Ethics Committee of the C-HUPES under the protocol 081/2012.

We carried out the mapping of private institutions that had aerobics through a list required to the Trade Union of Physical Education Professionals of *Bahia*, which is a representative institution of the physical education professionals of the state of Bahia. 470 registered gyms were checked, and, from these ones, 148 institutions offered aerobics activity and agreed to the dissemination of research. They received the Institutional Authorization Form with the aims and the explanations of the evaluations that would be carried out in the future with the elderly women who agreed to participate.

The gyms were selected through systematic random process, being chosen one gym from two, according to the interval of choice. The elderly women, who were chosen, interested in participating of the research, provided their identification and telephone number to the researcher who was in charge of the schedule evaluations. Thus, from each gym, only one elderly woman was chosen, also at random. At the end of the process, it was necessary to return to the beginning of the list because minimum  $n$  was not complete ( $n = 52$ ). This situation happened in order to avoid another selection, so we chose two other elderly women from the gyms which were determined previously. Therefore, at the end of this process we reached a number of 98 elderly women engaged in aerobics.

These were the following inclusion criteria for this study: women aged over 60 years, non-institutionalized, aerobic practitioners for at least six months and twice a week<sup>(5)</sup> with laryngeal affections related to presbylarynx only, with or without vocal complaints.

On the other hand, the adopted exclusion criteria were: elderly women with hearing impairment, once they may modify the self-monitoring of voice, compromising voice quality<sup>(16)</sup>; with historical reports of neurological problems

(cerebral vascular accident [CVA], Parkinson's, dementia) and acute respiratory infections, which could interfere in vocal performance or understanding the orders during the evaluation; having the flu on the evaluation day, due to the possible presence of vocal fold edema<sup>(17)</sup>; with reports of endocrine disorders (diabetes mellitus as they may trigger dysphonia by dehydration, named Xerofonia); with alterations of the stomatognathic system that could interfere with the vocal emission to be collected; with physical or motor disabilities; tobacco or alcohol users, as these agents are aggressive to the larynx and can lead to the formation of laryngeal diseases; with a history of laryngeal surgery and/or any surgery procedure in the head and neck; who had attended to prior speech therapy, in order to reject the possibility that the subject was vocally conditioning by the practicing of phonotherapeutic techniques; who participated in singing lessons; with laryngeal affections which are not inherent to presbylarynx, such as vocal nodules, Reinke's edema, vocal polyps, granulomas, epidermoid cyst, papilloma, mucosal bridge, varicosity, laryngeal paralysis, laryngeal focal dystonias, partial laryngectomy, laryngeal diseases related to gastroesophageal reflux (diffuse laryngeal edema, laryngospasm, posterior laryngitis, laryngeal stenosis, leukoplakia, laryngeal carcinoma); with a surgery history or lung diseases, by affecting voice production; and those who used antianxiety drugs as they can have consequences as imprecise articulation, thickly, lack of f<sub>0</sub> and vocal loudness and drying effect on vocal tract, antidepressants for producing dryness of the vocal folds, and inhibitors of angiotensin-converting enzyme, which can cause chronic cough leading to vocal abuse, and may cause secondary laryngeal involvement; and those who did not agree to participate of the study.

The criteria for exclusion and inclusion were first implemented at the day of the anamnesis, followed by otorhinolaryngologic medical evaluation, which aimed to identify the presence of laryngeal affections -the ones expected in cases of presbylarynx as well the ones not caused by aging, performed through videolaryngostroboscopy. Later, we performed the hearing screening, in order to verify the alterations in the auditory thresholds of subjects, analyzing the thresholds at 500, 1000, 2000 and 4000 Hz, tested at 25dB (scan mode) only by air<sup>(13)</sup>, in a soundproof booth and the audiometer Interacoustics Ad 27. Finally, we carried out the evaluation of the stomatognathic system, evaluating

aspects of mobility, tension and posture of the speech organs, as well as the functions of swallowing and chewing, with the aim of disregarding the potential anatomical alterations in phonoarticulatory structures that make difficult the efficiency of the articulation and imply in the wrong vocal emission that was requested for data collection.

After this process, the sample consisted of 58 elderly women engaged in aerobics, once, from the 98 selected elderly, four were excluded by presenting laryngeal affections not resulting from aging, one by presenting hearing loss in a severe level in both ears, with all were sent to specific treatment; and 35 elderly women were lost because they did not complete all evaluations. All participants were informed and signed the Informed Consent in accordance with the ethical principles set by the regulation 466012, from the National Commission of Ethics in Research (Brazil).

The recording of the vocal emission of the vowel /a:/, sustained in usual pitch and loudness, was made with emissions in maximum phonation time without using the expiratory reserve, with the participants in the orthostatic position<sup>(13)</sup>. For this, the voice recorder and video digital Zoom Q3 Handy Professional Recorder, was used with audio format PCM quantization 16bit, 96kHz sampling frequency, in a sound-treated room, keeping the distance four centimeters and 90° between the recorder and the mouth of the participants<sup>(13, 16)</sup>.

The spectrograph on the emission of the vowel /a:/ was carried out through the Real Time Spectrogram program (RTS) of Kay Pentax®, being eliminated the vocal attack and the end of emission in order not compromise the signal analysis, as long emissions can submit finals with decreases of amplitude and frequency. For the analysis, a five-second interval was created based on the shortest time of sustentation obtained in the group<sup>(13)</sup>.

This analysis provided the spectrographic wideband (WBS) filtered in 100points (646Hz) and narrowband (NBS) with filter of 1024points (63.09Hz), with a sampling rate of 11 kHz and 16bit and resolution of 5 kHz. In WBS, the F were classified as aspects: the intensity of the color of the tracing (F1, F2, F3 and F4); intensity of the color of the tracing of the high frequencies; intensity of the tracing of the entire vocal spectrogram; presence of noise at high frequencies and in the entire vocal spectrogram; definition of F; regularity of the

tracing<sup>(12, 13,18)</sup>. For NBS, the following aspects were considered: the intensity of the color of the tracing at high frequencies and of the entire vocal spectrogram; presence of noise among the harmonics at high frequencies and the vocal spectrogram; replacement of harmonics by noise at high frequencies and the vocal spectrogram; definition of harmonics; regularity of the tracing; number of harmonics; presence of sub-harmonic<sup>(13, 15, 18,19)</sup>.

Three speech-language pathologists with experience in the voice area - not authors of the study and not aware to the research objectives, carried out this evaluation in an individual approach. Speech therapists who acted as judges of the study were aware only on age and gender of the participants. All judges received the spectrographs and the protocol to mark their answers<sup>(13, 15)</sup> in individual accounts through a storage service and sharing files, supported on a concept of cloud computing.

The evaluation of spectrographs was carried out according to a linear analogue scale that presents scores from "zero" to "ten". The answers of the judges were converted into numbers from zero to 100, corresponding to the 100mm of the scale, through direct reading with a millimeter ruler to hold the tabulation and analysis of the results<sup>(1,20)</sup>. Thus, in the evaluation of the tracing intensity (from F, of high frequency and of all the spectrogram), was considered the degree of darkening of the tracing, which can range from light gray (low intensity) to black (high intensity)<sup>(13,19)</sup>, being that 0 to 0,39mm corresponded to weak intensity, from 40 to 69mm to medium intensity and 70 to 100mm to strong intensity.

The noise in the spectrogram showed itself as a shaded or dotted image, according to the degree of darkening of the shaded/dotted<sup>(13, 18, 19)</sup>, being 0 to 0.39mm considered little presence of noise, from 40 to 69mm considered the average presence of noise and 70 to 100mm considered a lot of presence of noise. The definition of F and harmonics was evaluated on a tracing as its visibility, demarcation, symmetry, considering in 0 to 0.39 mm low resolution, 40 to 69mm medium definition and 70 to 100mm great definition.

The regularity of tracing is related to its continuity and stability, where 0 to 0.39 mm consisted of little regularity, from 40 to 69mm average regularity and 70 to 100mm lots of regularity. On the other hand, the presence of sub-harmonics characterized by the occurrence of tracings between two

consecutive harmonics, manifesting as complete or partial duplication of the harmonics<sup>(13, 19)</sup>, in which 0 to 0.39 mm represented a few presence of sub-harmonics, 40 to 69mm represented average presence of sub-harmonics and 70 to 100mm represented a lot of presence of sub-harmonics.

Regarding the substitution of harmonic by noise, 0 to 0.39 mm was considered little substitution of harmonics, 40 to 69mm was considered average substitution of harmonics and 70 to 100mm was considered a lot of substitution of harmonics. In relation to the number of harmonics, 0 to 0.39 mm corresponded to the little presence of harmonics, 40 to 69mm to the average presence of harmonics and 70 to 100mm to lots of presence of harmonics throughout the spectrographic image.

The interobserver agreement was made by using the Lin coefficient, interpreted as the following: values below 0.90 represent to poor agreement; values between 0.90 and 0.95 correspond to moderate agreement; values between 0.95 and 0.99 equivalent to strong agreement; values greater than 0.99 are equivalent to almost perfect agreement<sup>(21)</sup>. Thus, we observed strong agreement between the judges 1 and 2, with an index of 0.99. The data of these judges were chosen and grouped for data analysis because of the greater reliability.

The ANOVA test was used for associating the WBS and NBS with the age. Correlations between spectrographs (WBS or NBS) and age were carried out through the Pearson correlation test, with a significance level of 5% ( $p < 0.05$ ). The data were analyzed by using the Statistical Package for Social Sciences version 17.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA, 2008) for Windows.

## **RESULTS**

Tables 1 and 2 summarize the associations performed between the WBS and the NBS with the age-group of elderly women.

In tables 3 and 4, were exposed the correlations between the WBS and NBS with stratified age-group of elderly women.

Finally, the table 5 showed the correlation between the WBS and NBS with general age of elderly women that practice aerobics.

## DISCUSSION

One of the parameters analyzed in the spectrograph is the intensity of the tracing determined by the degree of darkness, relating itself to the sound pressure and the loudness, usually altered in breathy, asthenic or tense vocal qualities<sup>(22)</sup>. Also, the lack of energy of the harmonics can be associated to the lack of energy in vocalization or anatomical problems that can reduce this energy<sup>(23)</sup> and also be a feature of the lack of projection of untrained voices<sup>(24)</sup>. In addition, the intensity of tracing across the spectrum and the high frequencies may be related to glottic resistance and the tonus of the larynx<sup>(15)</sup>.

We found that the average intensity of the tracing of the F (F1, F2, F3, F4), and the high frequencies of the vocal spectrum were classified as medium intensity for all age groups (Table 1 and 2). However, the WBS, the means among the elderly women aged 60 to 69 years were higher than the other ones from other groups (Table 1) and, in the NBS, the means of the elderly women in the seventh decade of life were higher than in other age groups (Table 2), but none of the results were statistically significant. Possibly the result of the intensity of the tracing is better than expected for the elderly people (a weak tracing intensity), due to the benefits of practicing aerobics, because this activity improves the respiratory support and the abdominal muscles<sup>(25)</sup>, which may involve the improvement of vocal sound pressure.

The elderly people may suffer losses in vocal pressure due to the decline of respiratory support<sup>(26)</sup> that affect the vocal production, reducing the maximum phonation, speech rate and loudness. The reduction of subglottic airway pressure may occur also due to loss of fine control of the vocal folds<sup>(27)</sup> and consequently decreases the vocal projection. In addition, edentulous elderly (with missing teeth) or ill-adapted prosthesis users can have their speech articulation compromised<sup>(27)</sup>, which would also make difficult the appropriate vocal production.

Another parameter analyzed by spectroscopy was the noise. Noise is normally produced by random vibrations caused by aerodynamic, neurological or biomechanical factors, not only occurring in pathological voices<sup>(28)</sup>, but also in voices that have gravely and air turbulence under fact of phonation is not linear<sup>(23)</sup>. We should also highlight that there is a strong affinity among the lower

f0, hoarse voices and voices with noise<sup>(14)</sup>. In addition, voices with hoarseness can present harmonic distortion tracing, noise in all the spectrum, occasional noise at low frequency, hiding the lower harmonics and substitution of harmonic by noise<sup>(22)</sup>. Although the results of this research are not statistically significant, they will be against literature, because for WBS and NBS, the voice of elderly women who were engaged to aerobics were classified with little presence of noise at high frequencies and also as in the vocal spectrum for all age groups (Table 1 and 2), suggesting greater control of myoelastic and aerodynamic forces of the larynx, acting in reducing vibratory irregularities, which may have been favored by the benefits of practicing aerobics, which besides improving the support respiratory, can improve laryngeal function<sup>(4)</sup> through muscle conditioning carried out during the practice of this activity.

Frequently, elderly women prove to present more aggravated voices due to the decrease of f0 with vocal hoarseness, closely related to the presence of noise to the phonation, once hoarseness can be considered a vibratory irregularity of vocal fold mucosa, caused by glottal gaps<sup>(2,29)</sup> that are present in presbyphonia<sup>(10)</sup>. Breathiness is also a remarkable feature of the voice of elderly people, which can generate audible noise during vocal production<sup>(2,8)</sup>. Thus, we noticed that elderly people after 80 years presented higher noise means in all the spectrum of the WBS (Table 1), while the elderly ones in the age group of 70 years presented increased noise mean values for the high frequencies in the NBS (Table 2), confirming the findings of literature which show that with increasing of the age there is a worsening of f0<sup>(2)</sup> and an increase in vocal alterations. However, although the results are not statistically significant for the WBS and NBS, the elderly women who were engaged to aerobics were classified with little presence of noise at high frequencies as well as in the vocal spectrum, for all age groups (Table 1 and 2) and this can be considered a positive result, different from the expectations for sedentary elderly.

In WBS, we classified the definition of F1 and F2, for all age groups, as median. The F3 and F4 formants also had median definition for the elderly women in the sixth decade of life, but the same formants were poorly defined for the elderly from 70 years (Table 1). There was also verified a negative correlation between the definition of F2 with the 60 years group (Table 3) and

between the definition of F3 with the general age of the elderly group (Table 5). However, these results were not statistically significant.

The Fs are harmonic clusters originated when the supralaryngeal filter allows the passage of more energy quantity, as its positioning for a determined emission<sup>(13)</sup>. The first (F1) and second (F2) are linked to the tongue position within the oral cavity, more precisely its elevation, anteriority and posterity, which can determine the voice quality and with the adjustments of opened and closed jaw (vertical, horizontal and lateral movement, as well as rotation), which have similarities with those ones related to the lip adjustment (transverse) to the longitudinal and others which can provide an increase of F1<sup>(30)</sup>. The decrease in all F, mainly the lower ones (F1 and F2) can occur as a result of low larynx adjustment (laryngeal ptosis) which would favor the increase of the total length of the vocal tract<sup>(30)</sup>. On the other hand, the third (F3), the fourth (F4) and the fifth (F5) are associated with voice quality and length of the vocal tract. Typically, the higher F do not have a good quality of definition, especially F4 and F5 which may not be observed in the voices of speakers without alterations<sup>(31,32)</sup>.

The orofacial muscles, as other parts of the body, also suffer alterations with the advancing of age. The elderly people present decreased muscle tone that can modify the functions of the stomatognathic system, as well as posture and mobility of myofunctional structures. The posture of the lips can become parted, the hypotensive tongue positioned in the oral floor, fallen cheeks, vertical movements of the jaw during chewing, among other alterations<sup>(3)</sup>, which can compromise the definition of formants.

Although not a statistically significant result, women in the sixth decade of life showed average presence of harmonics, while the elderly women of the seventh and eighth decade of life showed great presence of harmonics in their spectrographs (Table 2). It also occurred the median definition of harmonics for age groups of 60 years and 80 years and the elderly women in the seventh decade of life presented a lot of definition of harmonics (Table 2), indicating greater clearness in vocal emission of these elderly women who were engaged in aerobics, which is also confirmed in the literature, indicating that the elderly

have a committed vocal production, in terms of myofunctional and laryngeal alterations.

Harmonics are up for stretch marks that are horizontal bars, which together represent the shape and level of voice resonance in the vocal tract<sup>(33)</sup>. As the formants, the harmonics are also indicative of vocal quality and relate themselves to  $f_0$ , customarily present until the frequency of 5 kHz<sup>(19)</sup>. It is considered that the more evident the harmonics in the spectrogram are, the better is the standard noise production analyzed, demonstrating the function of the voice resonance system<sup>(12)</sup>, the greater would be the voice clarity<sup>(14)</sup>, as well as glottal closure, which would provide a better vocal projection<sup>(34)</sup>. According to what was referred, the resonator system undergoes alterations that can compromise the appearance and amplification of harmonics<sup>(34)</sup>, just as the  $f_0$  undergoes modifications and it may change the spectrographic tracing<sup>(34)</sup>.

The alteration of the spectrographic tracing and substitutions of harmonic by noise are related to vocal alteration, once global spectrographic alterations allow the distinction between appropriate and raised voices. Moreover, the replacement of harmonic noise is associated with vocal fold nodules and glottal gaps, which present hoarseness as their main auditory correlate, or hoarseness with breathiness<sup>(19)</sup>, being these vocal qualities present in the voice of the elderly people. Consequently, little presence of noise by harmonic substitutions in the entire spectrum and at high frequencies was observed in the three age groups (Table 2).

The presence of sub-harmonics is determined by the occurrence of tracings between two consecutive harmonics (a complete or partial duplication of harmonics), showing a vibration frequency different from the vocal folds, when they are present. The sub-harmonics are normally present in emissions of vocal folds with difference of tension or mass in the cases of paralysis or vocal sulcus. When there is a decrease or elimination of sub-harmonics, we can verify an improvement in the regularity of phonation<sup>(19)</sup>. For the group of elderly women of this study, we noticed little presence of sub-harmonics in all age groups (Table 2), unlike what we would expect, once the vocal folds of elderly people may present a mass increase due to process of menopause.

People who go through the process of aging, can reveal an unstable vocal quality, with presence of hoarseness, asthenia, trembling voice, breaks in sonority and/or frequency variations, which may affect the regularity of the tracing in the spectrograph, which tends to show an irregular and harmonic tracing and also the presence of faulty spaces. In WBS and NBS of elderly women engaged in aerobics, we observed average regularity of tracing for women in the group 60 to 80 years (Table 1 and 2). In addition, women above 70 years presented high regularity of the tracing with a mean of  $71.17 \pm 16.91$  and  $71.76 \pm 15.90$  for WBS and NBS, respectively (Table 1 and 2). However, neither of these results were statistically significant.

## CONCLUSION

The elderly women engaged in aerobics, of all ages, presented a medium intensity of the color of tracing, little presence of spectral noise, medium definition of the F1 and F2 formants, as well as F3 and F4 for the elderly women in the sixth decade of life and, little definition of F3 and F4 for the elderly people in other age groups. In addition, the age group of 60 years was negatively correlated with the definition of F2. In the same way, the definition of F3 was correlated with the general age.

The participants in this study had a medium presence and definition of harmonics in the sixth decade of life, while the elderly women after 70 years presented too much definition and presence of harmonics in their spectrographs. They also presented few harmonic substitutions by noise, just as the sub-harmonics and the irregularity of tracing were considered high for the age group of 70 years.

All described spectrographic features showed that elderly women engaged in aerobics of this study showed few alterations between the different age groups in the spectrographic tracing.

**Acknowledgements**

We acknowledge Laboratory of Voice from UFSM and the academic Emanuelli Lima for the collaboration in acoustic analysis evaluation and CAPES for the financial support.

## REFERENCES

1. Behlau MS. Presbyphonia: vocal aging inherent to age. In: Russo ICP. *Speech therapy in elderly. First imprint.* Rio de Janeiro, RJ: Revinter; 2004: 25-50.
2. Santos IR. Acoustic voice analysis from individuals in old age [dissertation]. São Paulo (SP): São Paulo University, 2005.
3. Lima RMF, Amaral AKFJ, Aroucha EBL, Vasconcelos TMJ, Silva HJ, Cunha DA. Chew, deglutition and speech adaptations in aged people at a long permanence institution *Rev CEFAC.* 2009; 1:405-422.
4. Camargo LJG. Phonation and respiratory parameters from elderly subjected to physical activities systematized [dissertation]. Piracicaba (SP): Methodist University of Piracicaba UNIMEP, 2007.
5. Gampel D, Karsch UM, Ferreira LP. Aging, voice and physical activity of teachers and non-teachers. *Rev Soc Bras Fono.* São Paulo. 2008; 13: 218-225.
6. Silva MS. Aspects of vocal profile of middle-aged adults and elderly non institutionalized [monograph]. Porto Alegre(RS): Federal University of Rio Grande do Sul-Institute of Psychology; 2012.
7. Torre III P, Barlow JA. Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. *J Commun Disord.* 2009; 42:324-333.
8. Mazzetto de Menezes KS, Master S, Guzman M, Bortnem C, Ramos LR. Differences in Acoustic and Perceptual Parameters of the Voice Between Elderly and Young Women at Habitual and High Intensity. *Acta Otorrinolaringologica.* 2014; 65:76-84.
9. Takano S, Kimura M, Nito T, Imagawa H, Sakakibara KI, Tayama N. Clinical analysis of presbylarynx—Vocal fold atrophy in elderly individuals. *Auris, nasus, larynx.* 2010; 37:461-64.
10. Ahmad K, Yan Y, Bless D. Vocal fold vibratory characteristics of healthy geriatric females--analysis of high-speed digital images. *J voice.* 2012; 26: 751-59.
11. Linville SE, Rens J. Vocal tract resonance analysis of aging voice using long-term average spectra. *J Voice.* 2001; 15: 323-330.

12. D'avila H, Cielo CA, Siqueira MA. Fricative hearing sound /ʒ/: vocal modifications. *Rev CEFAC*. 2010; 12:915-24.
13. Christmann MK, Cielo CA, Roman-Niehues G. Spectrography modifications of the female voice after the high-pitched sound. *Saúde*. 2013; 39:121-130.
14. Pontes PAL, Vieira VP, Gonçalves MIR, Pontes AAL. Characteristics of hoarse, rough and normal voices: acoustic spectrographic comparative analysis. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002; 68: 182-8.
15. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Spectrography acoustic vocal modifications produced by reverse phonation. *Rev CEFAC*. 2010; 12:535-542.
16. Beber BC, Cielo CA. Acoustic measurements of the glottal source of normal male voices. *Pro-Fono Rev Atual Cient*. 2010; 22: 299-304.
17. Finger LS, Cielo CA. Acoustic vocal modifications produced by reverse phonation. *Rev Soc Bras Fono*. 2009; 14: 15-21.
18. Valentim AF, Côrtes NG, Gama ACC. Spectrographic analysis of the voice: effect of visual training on the reliability of evaluation. *Rev Soc Bras Fono*. 2010; 15:335-42.
19. Côrtes MG, Gama ACC. Visual analysis of spectrographic parameters before and after dysphonia therapy. *Rev Soc Bras Fono*. 2010; 15:243-9.
20. Guzmán M, Callejas C, Castro C et al. Therapeutic effect of semi-occluded vocal tract exercises in patients with type i muscle tension dysphonia. *Rev Logop. Foniatr. Audiol*. 2012; 32:139-46.
21. McBride GB. A proposal for strength-of-agreement criteria for Lin's Concordance Correlation Coefficient. NIWA Client Report: HAM 2005-062.
22. Hammarberg B, Gauffin J. Perceptual and acoustical characteristics of quality differences in pathological voices as related to physiological aspects. In: Fujimura O, Hirano M. *Vocal Fold Physiology, Voice Quality Control*. San Diego: Singular, San Diego. 1995: 283–303.
23. Batalla FN, Santos PC, Santiago GS, Gonzáles BS, Nieto CS. Perceptual evaluation of dysphonia: correlation with acoustic parameters and reliability. *Acta Otorrinolaringol Esp*. 2004; 55: 282-7.

24. Barrichelo VMO, Heuer RJ, Dean CM, Sataloff RT. Comparison of singer's formant, speakersring, and LTA spectrum among classical singers and untrained normal speakers. *J Voice*. 2001; 3:344-50.
25. Figueiredo HMMPD. Comparative study of nutritional profile and body composition between women practioners of aerobics and not practioners in aerobics from the city of Vila Real [dissertation]. Porto (Portugal): University of Porto, 1999.
26. Fabron EMG, Sebastião LT, Oliveira GAG, Motonaga SM. Respiratory dynamics measurements in elderly groups participants. *Rev CEFAC*. 2011; 13: 895-901.
27. Menezes LN, Vicente LCC. Vocal aging of institutionalized elderly people. *Rev CEFAC*. 2007; 9: 90-8.
28. Jiang JJ, Zhang Y. Chaotic vibration induced by turbulent noise in a two-mass model of vocal folds. *J Acoust Soc Am*. 2002; 112: 2127-33.
29. Siqueira LTD. Impact of respiratory aspects and vocals in life quality of elderly [Thesis]. São Paulo (SP): University of São Paulo, 2013.
30. Lima MFB, Camargo ZA, Ferreira LP, Madureira S. Voice quality and vowel formants of adult subjects from João Pessoa city. *Rev CEFAC*. 2007; 9: 99-109.
31. Master S, Biase ND, Chiari BM, Pedrosa V. The long-term average spectrum in research and in the clinical practice of speech therapists. *Pro-Fono Rev Atual Cient*. 2006; 18: 111-20.
32. Ferguson S, Kenny DT, Cabrera D. Effects of training on time-varying spectral energy and sound pressure level in nine male classical singers. *J Voice*. 2010; 24: 39-46.
33. Santos LLM, Sanches NA. Comparative Study of Perceptual and Auditory assessment performed in Isolated way and Simultaneous at the Spectral Analysis [monograph]. Belo Horizonte (MG): Federal University of Minas Gerais, 2009.
34. Simões-Zenari M, Bitar ML, Nemr NK. The effect of noise on the voice of preschool institution educators. *Rev Saúde Pública*. 2012; 46: 657-64.

**TABLE 1.** Association between wide band spectrographic and age groups of elderly women engaged in aerobics

WBS	60 to 69-years-old		70 to 79 years-old		80 to 85-years-old		P Value	
	Mean±SD	Median	Mean ± SD	Median	Mean ± SD	Median		
Tracing intensity	F1	65.14±21.47	70	62.94±16.49	70	63.33±17.51	65	0.924
	F2	62.57±22.14	70	60.58±20.45	70	60±12.64	65	0.929
	F3	56±21.85	60	51.17±19.64	50	46.66±25.03	55	0.534
	F4	53.42±23.75	60	53.52±18.68	50	45.83±26.91	45	0.740
Tracing intensity from high frequency	55.14±21.87	60	52.35±16.01	50	46.66±23.38	50	0.626	
Tracing intensity in all the spectrogram	59.42±20.99	60	58.82±17.63	60	56.66±16.32	55	0.950	
Noise in all the spectrogram	12.57±12.91	10	15.29±17.36	10	21.66±18.34	25	0.371	
Noise in high frequency	13.14±13.45	10	17.05±19.92	10	23.33±19.66	30	0.325	
Definition	F1	63.14±23.98	70	62.94±22.84	80	56.66±24.22	50	0.821
	F2	60±24.85	70	59.41±25.61	70	55±21.67	50	0.901
	F3	55.14±24.29	50	23.65±23.65	50	36.66±28.75	30	0.185
	F4	52.28±26.46	50	48.23±24.55	50	36.66±28.75	30	0.396
Regularity of tracing	69.42±19.99	70	71.17±16.91	80	53.33±23.38	50	0.143	

ANOVA test. WBS: spectrographic analysis of wide band. SD:standard deviation.

\*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

**TABLE 2.** Association between narrowband spectrographic and the age group of elderly women engaged in aerobics

NBS	60 to 69-years- old		70 to 79 years-old		80 to 85-years-old		p Value
	Mean±SD	Median	Mean±SD	Median	Mean±SD	Median	
Tracing intensity in the high frequency	50.57±26.56	50	59.41±16.75	60	46.66±24.22	40	0.374
Tracing intensity in all the vocal spectrogram	60.28±22.81	70	68.23±10.74	70	53.33±25.81	45	0.241
Noise in all the spectrogram	22.28±16.10	20	24.11±14.16	20	28.33±14.71	35	0.662
Noise in high frequency	28.57±22.24	30	31.17±19	30	30±21.90	35	0.916
Substitution of harmonic by noise in all the spectrogram	12±14.30	10	11.17±11.66	10	10±10.95	10	0.935
Substitution of harmonic by noise in the high frequency	15.71±19.44	10	14.70±14.62	20	18.33±19.40	15	0.915
Definition of harmonics	64.57±22.79	70	71.17±18.33	70	60±17.88	65	0.442
Regularity of tracing	66.85±18.11	70	71.76±15.90	70	56.66±15.05	60	0.188
Number of harmonics	66.14±18.86	70	75.88±10.03	80	70±12.64	65	0.137
Presence of sub-harmonics	8.857±13.45	0.000	9.41±11.44	0.000	15±19.74	5	0.594

ANOVA test. NBS: spectrographic analysis of narrowband. SD: standard deviation.

\*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

**TABLE 3.** Correlation between the age-group and wide band spectrographic of elderly women engaged in aerobics

WBS		60 to 69-years- old		70 to 79 years-old		80 to 85-years-old	
		R	P	r	P	r	P
Tracing intensity	F1	-0.191	0.271	-0.156	0.550	-0.018	0.972
	F2	-0.280	0.104	-0.382	0.130	-0.383	0.454
	F3	-0.289	0.093	-0.186	0.474	0.284	0.586
	F4	-0.190	0.274	-0.199	0.444	0.420	0.407
Tracing intensity from high frequency		-0.237	0.171	-0.138	0.597	0.221	0.674
Tracing intensity in all the spectrogram		-0.274	0.111	-0.215	0.407	0.138	0.794
Noise in all the spectrogram		-0.118	0.501	0.018	0.946	-0.352	0.494
Noise in high frequency		-0.142	0.414	0.149	0.569	-0.361	0.482
Definition	F1	-0.225	0.194	-0.001	0.997	0.133	0.801
	F2	-0.339	0.047*	-0.246	0.340	0.045	0.933
	F3	-0.285	0.098	-0.040	0.877	0.415	0.413
	F4	-0.222	0.201	-0.052	0.842	0.415	0.413

---

Regularity of tracing	-0.014	0.938	0.016	0.952	-0.097	0.856
-----------------------	--------	-------	-------	-------	--------	-------

---

Pearson correlation test. WBS: spectrographic analysis of wide band. p: statistical significance. r: value of the correlation coefficient.

\*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

**TABLE 4.** Correlation between narrowband spectrographic and age-groups of the elderly women engaged in aerobics

NBS	60 to 69-years- old		70 to 79 years-old		80 to 85-years-old	
	R	P	R	P	r	P
Tracing intensity in the high frequency	-0.095	0.586	-0.271	0.292	0.253	0.628
Tracing intensity in all the vocal spectrogram	-0.079	0.652	-0.101	0.700	0.175	0.740
Noise in all the spectrogram	0.084	0.632	0.169	0.516	-0.285	0.584
Noise in high frequency	0.033	0.853	0.148	0.570	-0.177	0.738
Substitution of harmonic by noise in all the spectrogram	-0.097	0.579	0.292	0.256	-0.177	0.738
Substitution of harmonic by noise in the high frequency	-0.067	0.703	0.354	0.163	-0.266	0.610
Definition of harmonics	-0.057	0.744	0.036	0.891	-0.054	0.919
Regularity of tracing	0.010	0.955	0.167	0.522	-0.429	0.396
Number of harmonics	-0.216	0.214	-0.239	0.355	0.077	0.885
Presence of sub-harmonics	-0.030	0.863	-0.106	0.686	-0.343	0.505

Pearson correlation test. NBS: spectrographic analysis of narrowband. p: statistical significance. r: value of the correlation coefficient.

\*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

**TABLE 5.** Correlation between the wide band spectrographic and the narrowband spectrographic with the age of elderly women engaged in aerobics

WBS		Age	
		R	P
Tracing intensity	F1	-0.105	0.433
	F2	-0.171	0.199
	F3	-0.215	0.105
	F4	-0.129	0.335
Tracing intensity from high frequency		-0.181	0.174
Tracing intensity in all the spectrogram		-0.127	0.344
Noise in all the spectrogram		0.138	0.302
Noise in high frequency		0.171	0.199
Definition	F1	-0.110	0.411
	F2	-0.161	0.227
	F3	-0.274	0.037*
	F4	-0.204	0.125
Regularity of tracing		-0.174	0.190

NBS		r	p
Tracing intensity in the high frequency		-0.019	0.889
Tracing intensity in all the vocal spectrogram		-0.033	0.807
Noise in all the spectrogram		0.144	0.282
Noise in high frequency		0.058	0.667
Substitution of harmonic by noise in all the spectrogram		-0.034	0.798
Substitution of harmonic by noise in the high frequency		0.042	0.753
Definition of harmonics		-0.007	0.956
Regularity of tracing		-0.073	0.587
Number of harmonics		0.079	0.557
Presence of sub-harmonics		0.076	0.571

Pearson correlation test. p: statistical significance. r: value of the correlation coefficient. WBS: spectrographic analysis of wide band. NBS: spectrographic analysis of narrowband.

\*Data marked with an asterisk (\*) are statistically significant.

## VI. DISCUSSÃO

A voz é um instrumento fundamental para a comunicação, especialmente, quando o processo de envelhecimento é mais latente, trazendo diversas alterações corporais, influenciando a voz e dificultando, muitas vezes, o processo de convivência com outros indivíduos e as atividades rotineiras. A atividade física, nesse contexto, vem para trazer ânimo e melhorias para a mente e o corpo, promovendo uma melhor qualidade de vida e benefícios fisiológicos que vão, por consequência, facilitar e aumentar a autonomia nas atividades de vida diária dos indivíduos que se encontram passando pelo processo do envelhecimento <sup>(28,105)</sup>.

Os desvios na qualidade vocal dos idosos, geralmente, são provocados pelas alterações laríngeas que ocorrem durante o processo de envelhecimento. Essas mudanças contribuem para a instabilidade da vibração das pregas vocais, que associadas à ossificação das cartilagens e a degeneração do músculo vocal, podem causar o aumento da soproidade, da aspereza e da rouquidão na voz das pessoas idosas. Desta forma, a rigidez no aparato fonador pode ser um dos motivos das alterações na qualidade vocal como a soproidade, aspereza e rouquidão <sup>(75,105,126)</sup>.

Assim, mesmo sem significância, a qualidade vocal analisada através da análise perceptivoauditiva mostrou predomínio de voz sem alteração e, nos poucos casos em que foi detectada alteração em algum aspecto, essa foi principalmente discreta (Tabela 1, Artigo 1), ocorrendo o mesmo entre o tempo em anos de prática da ginástica aeróbica e os parâmetros da qualidade vocal analisados perceptivoauditivamente (Tabela 2, Artigo 2). Isto sugere que as idosas, independentemente da faixa etária e do tempo de prática da ginástica aeróbica, apresentaram voz de qualidade considerada normal ou discretamente alterada, predominando a alteração de rouquidão.

Esses resultados vão ao encontro dos achados de estudo que mostrou idosos praticantes de ginástica com qualidade vocal dentro da normalidade e apenas com *loudness* fraca <sup>(105)</sup>. Entretanto, em outro trabalho <sup>(29)</sup> realizado

com idosos acima de 65 anos, de ambos os sexos, praticantes de ginástica aeróbica e musculação, divididos em grupo de professores e não professores, foi observado predomínio de sujeitos nos dois grupos com qualidade vocal rouca, independente do grau. Também se observou que nas pesquisas com idosos que não praticam atividade física se destacam alterações vocais de grau leve a moderado, sendo que a alteração de voz mais encontrada é a rouquidão, seguida por soprosidade e instabilidade vocal <sup>(7, 24,76,87,127)</sup>.

Nas qualidades vocais soprosas, astênicas e ou tensas, a pressão sonora e a *loudness* estão, geralmente, alteradas e, relacionam-se com a intensidade do traçado na análise espectrográfica, que é determinada pelo grau de seu escurecimento <sup>(128)</sup>. Também, a falta de energia dos harmônicos pode estar associada à ausência de energia na vocalização ou a problemas anatômicos que podem diminuir essa energia <sup>(129)</sup> e, ainda, ser uma característica da falta de projeção de vozes não treinadas <sup>(130)</sup>. Além disto, a intensidade do traçado em todo o espectro e nas altas frequências pode estar ligada à resistência glótica e ao tônus da laringe <sup>(131)</sup>.

Verificou-se que as médias de intensidade do traçado dos F (F1, F2, F3, F4), das altas frequências e de todo o espectro vocal foram classificadas como de média intensidade para todas as faixas etárias (Tabela 1 e 2, Artigo 2). No entanto, na EBL, as médias das idosas com idade entre 60 a 69 anos foram superiores aos demais grupos (Tabela 1, Artigo 2) e, na EBE, as médias das idosas na sétima década de vida foram maiores do que nas outras faixas etárias (Tabela 2, Artigo 2), mas nenhum dos resultados foi estatisticamente significativo. Possivelmente, o resultado da intensidade do traçado é melhor do que o esperado para idosos (uma intensidade de traçado fraca), em virtude dos benefícios da prática de ginástica aeróbica, pois essa atividade melhora o suporte respiratório e a musculatura abdominal <sup>(121)</sup>, que podem implicar na melhora da pressão sonora vocal.

Os idosos podem ter prejuízos na pressão sonora vocal em função do declínio do suporte respiratório <sup>(14)</sup> que prejudica a produção vocal, diminuindo os tempos máximos de fonação, a velocidade de fala e a *loudness*. A diminuição da pressão aérea subglótica pode ocorrer, ainda, devido à perda do controle fino das pregas vocais <sup>(7)</sup> e, por consequência a projeção vocal

diminui. Além disso, idosos edêntulos (com ausência de dentes) ou usuários de prótese dentária mal adaptadas podem ter a sua articulação da fala comprometida <sup>(7)</sup>, o que também dificultará uma emissão vocal adequada.

Além da qualidade vocal ser comprometida durante o processo de envelhecimento, as características acústicas da voz também sofrem alterações como, por exemplo, a  $f_0$  que é um importante parâmetro na avaliação anatômica e funcional da laringe <sup>(76)</sup>, determinada pelo número de ciclos que as pregas vocais realizam por segundo, resultante da interação entre o comprimento, massa e tensão das pregas vocais durante a fonação <sup>(87)</sup>. Na tabela 3 (Artigo 1), verificou-se que as medidas de frequência ( $f_0$ ,  $f_{hi}$ ,  $f_{lo}$ ) estavam dentro da faixa de normalidade <sup>(132)</sup>, exceto o STD e somente a medida de  $f_{hi}$  apresentou aumento significativo, sugerindo discreta instabilidade na sustentação de frequência. Esses achados são coerentes com os de estudo feito com idosos de ambos os sexos, divididos entre sedentários e praticantes de hidroginástica, que constatou que as idosas que eram ativas fisicamente, apresentaram média de  $f_0$  dentro da faixa de normalidade e superior a das idosas inativas, porém sem significância estatística <sup>(27)</sup>.

Normalmente, a  $f_0$  das idosas tende a diminuir com a idade, ficando entre 175,23Hz <sup>(86,126,133-137)</sup> e 197Hz <sup>(86)</sup>, tornando a voz mais agravada <sup>(75)</sup>. No entanto, no presente trabalho, as mulheres na faixa etária de 70 anos apresentaram as medidas de  $f_0$  diminuídas em relação às das idosas na oitava década de vida (Tabela 3, Artigo 1) e forte correlação negativa com as medidas de  $f_0$  e  $f_{lo}$  (Tabela 4, Artigo 1), sugerindo um maior agravamento da voz, fato este que discorda da literatura, que refere que quanto mais idosa a mulher, menor a sua capacidade de variação de frequência, principalmente, para a região mais aguda da extensão vocal <sup>(84)</sup>. Entretanto, noutro estudo foi visto que pode haver um aumento da  $f_0$  em mulheres com idade avançada <sup>(9)</sup> ou até mesmo não haver diferenças significativas entre a  $f_0$  de mulheres jovens para as mulheres idosas <sup>(87)</sup>. Além disso, houve correlação positiva entre a faixa etária de 60 anos e a  $f_0$  e  $f_{lo}$  (Tabela 4, Artigo 1), mostrando que quanto maior a idade nesta faixa (de 60 a 69 anos) maior a  $f_0$ , discordando da literatura que refere haver uma modificação vocal na passagem da meia idade para a terceira

idade, ou seja, uma diminuição da  $f_0$  a partir dos 60 anos <sup>(9)</sup>, em razão do fim do processo de menopausa.

As medidas de perturbação da  $f_0$  ou *Jitter* e da amplitude ou *Shimmer*, avaliam as variações do sinal acústico, apresentando relações com o quanto um determinado período de vibração glótica se diferencia do outro que o sucede <sup>(138,139)</sup> e, muitas vezes, essas medidas podem estar aumentadas na voz do idoso <sup>(126,143)</sup>. Nesta pesquisa, várias medidas de *Jitter* estiveram dentro da normalidade para as três faixas etárias, mas não de forma constante, o que vai ao encontro da literatura, que mostra que as medidas de *Jitter* tendem a aumentar ao longo dos anos <sup>(126)</sup>. Ainda, todas as medidas de *Shimmer* mostraram-se aumentadas em todas as faixas etárias (Tabela 3, Artigo 1), indicando maior presença de ruído <sup>(132)</sup> e de instabilidade vocal, dificultando a sustentação e a qualidade da fonação.

As medidas de *Shimmer* tendem a aumentar em função das modificações estruturais e funcionais da laringe <sup>(27,126)</sup>, especialmente por alteração de massa das pregas vocais, gerando maior quantidade de ruído durante a fonação e pela redução da resistência glótica da presbilaringe <sup>(27)</sup>. Em alguns estudos realizados com adultos e idosos, de ambos os sexos, as medidas de *Jitter* e *Shimmer* não apresentaram diferenças entre grupos etários <sup>(86)</sup>, apesar das idosas apresentarem valores de *Jitter* dentro da normalidade e superiores aos das mulheres jovens <sup>(87)</sup>. Quanto aos resultados de correlação dessas medidas com a idade não existe consenso, pois a correlação de *Jitter* com o avanço da idade foi vista por alguns autores <sup>(86)</sup> e, no presente artigo, houve correlação positiva da faixa etária de 70 anos com as medidas de *Jitter*, sPPQ e sAPQ (Tabela 4, Artigo 1), reforçando que o aumento de idade pode aumentar as medidas de *Jitter* e *Shimmer*.

As medidas de ruído estimam a quantidade de ruído gerada na turbulência do ar ao nível da glote, oferecendo um índice que relaciona o componente harmônico com o ruído <sup>(86,140-142)</sup>, estando intimamente ligadas à aspereza vocal <sup>(86)</sup>. Os resultados das medidas de NHR, VTI e SPI ficaram dentro dos valores de normalidade (Tabela 3, Artigo 1), indicando redução do nível de ruído na emissão das idosas praticantes de ginástica aeróbica,

provavelmente, em função de uma melhor mobilidade e coaptação glótica, facilitada pelo aumento de esforço muscular como estratégia compensatória para alcançar uma adequada pressão e fluxo de ar subglóticos nos idosos <sup>(87)</sup>, uma vez que valores elevados podem sugerir fechamento inadequado das pregas vocais <sup>(86,144)</sup>.

Alguns estudos mostram que o VTI, quando comparado entre faixas etárias, é maior em indivíduos com 70 anos do que naqueles com 40 anos, ocorrendo em virtude da perda de adução glótica típica do envelhecimento. No mesmo estudo, para o SPI os valores foram reduzindo conforme o avanço da idade e, para o NHR, não foi vista diferença entre os grupos etários, mas houve relação entre o aumento da idade e o ruído no sinal vocal <sup>(86)</sup>. Viu-se também que os valores de NHR foram iguais para os grupos de idosas e de adultas jovens, porém, conforme aumentava a *loudness* da voz das idosas percebeu-se que o NHR tendia a diminuir <sup>(87)</sup>.

Além disso, as vibrações aleatórias causadas por fatores aerodinâmicos, neurológicos ou biomecânicos podem ocasionar o ruído, que não ocorre apenas em vozes patológicas <sup>(145)</sup>, mas também em vozes que apresentam tom grave e turbulências aéreas em virtude do fato da fonação não ser linear <sup>(129)</sup>. Ainda, deve-se ressaltar que há uma forte afinidade entre a f0 grave, vozes roucas e vozes com ruídos <sup>(146)</sup>. Além do mais, vozes com rouquidão podem exibir distorção do traçado harmônico, ruído em todo o espectro, ruídos ocasionais em baixa frequência, ocultando os harmônicos inferiores e substituição de harmônico por ruído <sup>(128)</sup>. Embora os resultados dessa pesquisa não sejam estatisticamente significativos, eles vão de encontro à literatura, pois para a EBL e EBE, a voz das idosas praticantes de ginástica aeróbica foi classificada com pouca presença de ruído tanto nas altas frequências como em todo o espectro vocal, para todas as faixas etárias (Tabela 1 e 2, Artigo 2), sugerindo maior controle das forças mioelásticas e aerodinâmicas da laringe, atuando na diminuição das irregularidades vibratórias, o que pode ter sido favorecido pelos benefícios da prática de ginástica aeróbica, que além de melhorar o suporte respiratório, pode melhorar o funcionamento laríngeo <sup>(28)</sup> através do condicionamento muscular realizado durante a prática dessa atividade.

Frequentemente, mulheres idosas revelam-se com vozes mais agravadas em razão da diminuição de  $f_0$  e com rouquidão vocal, intimamente relacionada à presença de ruído à fonação, visto que a rouquidão pode ser considerada uma irregularidade vibratória da mucosa das pregas vocais, ocasionada por fendas glóticas <sup>(75,127)</sup> que estão presentes na presbifonia <sup>(147)</sup>. Ainda, a soprosidade também é uma característica marcante da voz dos idosos, podendo gerar ruído audível durante a produção vocal <sup>(75,87)</sup>. Assim, viu-se que as idosas a partir dos 80 anos tiveram médias de ruído mais elevadas em todo o espectro na EBL (Tabela 1, Artigo 2), enquanto as idosas na faixa etária dos 70 anos apresentaram valores de médias de ruídos maiores para as altas frequências na EBE (Tabela 2, Artigo 2), corroborando os achados da literatura que mostram que com o avançar da idade há um agravamento da  $f_0$  <sup>(75)</sup> e um aumento das alterações vocais. No entanto, embora os resultados não sejam estatisticamente significativos, para a EBL e EBE, a voz das idosas praticantes de ginástica aeróbica foi classificada com pouca presença de ruído tanto nas altas frequências como em todo o espectro vocal, para todas as faixas etárias (Tabela 1 e 2, Artigo 2) e isto pode ser considerado um resultado positivo, ao contrário do esperado para idosos sedentários.

Quando o filtro supralaríngeo concede a passagem de maior quantidade de energia, de acordo com o seu posicionamento para uma determinada emissão, originam-se os agrupamentos de harmônicos, que são os F <sup>(148)</sup>. O primeiro (F1) e o segundo (F2) F estão vinculados com a posição lingual dentro da cavidade oral, mais precisamente com a sua altura, anterioridade e posterioridade, que pode determinar a qualidade vocal e, com os ajustes de mandíbula aberta e fechada (movimentos verticais, horizontais, laterais e rotação), que têm similaridade com os ajustes referentes aos lábios (transversais) e aos demais longitudinais, que podem proporcionar um aumento de F1 <sup>(149)</sup>. A diminuição de todos os F, principalmente, dos mais baixos (F1 e F2) pode ocorrer em consequência do ajuste de laringe baixa (ptose laríngea) que favorecerá o aumento da extensão total do trato vocal <sup>(149)</sup>. Já o terceiro (F3), o quarto (F4) e o quinto (F5) F estão associados à qualidade vocal e ao comprimento do trato vocal. Normalmente, os F mais superiores não

apresentam uma boa qualidade de definição, principalmente F4 e F5 que podem não ser observáveis nas vozes de falantes sem alterações<sup>(150,151)</sup>.

Na EBL, classificou-se a definição do F1 e F2, para todos os grupos etários, como mediana. Os formantes F3 e F4 também tiveram definição mediana para as idosas na sexta década de vida, porém os mesmos formantes foram pouco definidos para as idosas a partir dos 70 anos (Tabela 1, Artigo 2). Também, verificou-se correlação negativa entre a definição do F2 com o grupo de 60 anos (Tabela 3, Artigo 2) e a definição do F3 com a idade geral do grupo de idosas (Tabela 5, Artigo 2). Contudo, esses resultados não foram estatisticamente significativos.

Assim como todo o organismo, a musculatura orofacial também sofre modificações com o avançar da idade. Os idosos apresentam diminuição do tônus muscular que pode alterar as funções do sistema estomatognático e, a postura e a mobilidade das estruturas miofuncionais. A postura de lábios pode tornar-se entreaberta, a língua hipotensa posicionada no assoalho oral, bochechas caídas, movimentos verticais de mandíbula durante a mastigação, dentre outras alterações<sup>(65)</sup>, que podem comprometer a definição dos formantes.

Mesmo não sendo um resultado estatisticamente significativo, as mulheres na sexta década de vida apresentaram média presença de harmônicos, enquanto as idosas da sétima e oitava década de vida mostraram muita presença de harmônicos em suas espectrografias (Tabela 2, Artigo 2). Ainda, houve definição mediana de harmônicos para os grupos etários de 60 anos e 80 anos e as idosas na sétima década de vida apresentaram muita definição dos harmônicos (Tabela 2, Artigo 2), indicando maior clareza na emissão vocal dessas idosas praticantes de ginástica aeróbica, o que vai de encontro com a literatura, que sugere que os idosos apresentam uma emissão vocal comprometida, seja em função das alterações miofuncionais e ou das alterações laríngeas.

No espectrograma, os harmônicos constituem-se por estrias que são barras horizontais, que em conjunto representam a forma e o grau de ressonância da voz no trato vocal<sup>(152)</sup>. Assim como os formantes, os harmônicos também são indicativos da qualidade vocal e, relacionam-se com a  $f_0$ , costumeiramente presentes até a frequência de 5kHz<sup>(153)</sup>. Considera-se que

quanto mais harmônicos evidentes no espectrograma, melhor o padrão de produção sonora analisada, evidenciando o papel do sistema de ressonância da voz <sup>(154)</sup>, maior será a clareza vocal <sup>(146)</sup>, assim como a coaptação glótica, que oferecerá uma melhor projeção vocal <sup>(155)</sup>. Conforme o referido anteriormente, o sistema ressonador sofre alterações que podem comprometer o aparecimento e a amplificação dos harmônicos <sup>(155)</sup>, da mesma forma que a  $f_0$  passa por modificações e pode alterar o traçado espectrográfico <sup>(155)</sup>.

A alteração do traçado espectrográfico e as substituições de harmônico por ruído estão atreladas à alteração vocal, assinalando que alterações globais da espectrografia permitem a distinção entre vozes adequadas e alteradas. Além do mais, a substituição de harmônicos por ruído está associada aos nódulos de pregas vocais e às fendas glóticas, que têm como principal correlato auditivo a rouquidão, ou rouquidão com soprosidade <sup>(153)</sup>, sendo essas qualidades vocais presentes na voz do idoso. Logo, neste estudo, viu-se pouca presença de substituições de harmônico por ruído em todo o espectro e nas altas frequências nos três grupos etários (Tabela 2, Artigo 2).

A presença de subharmônicos é determinada pela ocorrência de traços entre dois harmônicos consecutivos (uma duplicação completa ou parcial de harmônicos), mostrando uma frequência de vibração diferente à das pregas vocais, quando presentes. Os subharmônicos normalmente estão presentes em emissões de pregas vocais com diferença de tensão ou massa como nos casos de paralisia ou sulco vocal. Quando há uma diminuição ou eliminação dos subharmônicos, percebe-se uma melhora na regularidade da fonação <sup>(153)</sup>. Para o grupo de idosas do presente estudo, observou-se pouca presença de subharmônicos nas três faixas etárias (Tabela 2, Artigo 2), diferentemente do que se esperaria, uma vez que as pregas vocais das idosas podem apresentar um aumento de massa em razão do processo de menopausa. Além disso, corroborando esses dados encontrados na análise espectrográfica, os valores de DSH e NSH (medidas de subharmônicos) estiveram elevados para todas as faixas etárias (Tabela 3, Artigo 1), sugerindo a presença de ruído e ou crepitação esperados na presbifonia <sup>(156)</sup>. Contudo, nenhum dos resultados foi estatisticamente significativo (Tabela 3, Artigo 1).

As pessoas que passam pelo processo de envelhecimento, podem exibir uma qualidade vocal instável, com presença de rouquidão, astenia, tremor vocal, quebras de sonoridade e ou variações de frequência, podendo afetar a regularidade do traçado na espectrografia, que tende a mostrar um traçado harmônico irregular e presença de espaços falhos. Na EBL e EBE das idosas praticantes de ginástica aeróbica, constatou-se média regularidade do traçado para as mulheres no grupo de 60 e 80 anos (Tabela 1 e 2, Artigo 2). Ainda, as mulheres a partir dos 70 anos apresentaram alta regularidade do traçado com média igual a  $71,17 \pm 16,91$  e  $71,76 \pm 15,90$  para EBL e EBE, respectivamente (Tabela 1 e 2, Artigo 2). Porém, nenhum desses resultados foi estatisticamente significativo.

Com relação as medidas de tremor, observou-se que a maioria das idosas apresentou os valores destas medidas (Fftr, Fatr, FTRI e ATRI) dentro da normalidade e sem significância estatística, com ressalva para o índice de severidade da amplitude do tremor (ATRI) que mostrou valores discretamente aumentados em relação à normalidade para as idosas a partir dos 80 anos (Tabela 3, Artigo 1). Ainda, foram encontradas correlações positivas das medidas de Fftr e Fatr com a faixa etária de 70 anos (Tabela 4, Artigo 1). Tais achados sugerem que o tremor aumenta com a idade, de acordo com a literatura que afirma que conforme a idade aumenta, o tremor vocal pode fazer-se presente de forma mais constante <sup>(147)</sup>.

A prática de atividade física pode beneficiar até mesmo os indivíduos que tiveram anos de sedentarismo, além de modificar o curso de inúmeras doenças que acontecem nessa fase da vida. As idosas que realizam atividade física sistematizada podem apresentar uma melhora na emissão sonora sustentada, decorrendo do aumento da produção de fibras ou de outras fibras no tecido muscular da região laríngea, favorecendo maior controle muscular, estabilidade da contração e resistência vocal <sup>(28)</sup>. Existem dados que mostram correlação negativa entre a prática de ginástica aeróbica com a alteração vocal, indicando que quanto maior o tempo de prática de ginástica aeróbica menos alterada seria a qualidade vocal <sup>(29)</sup>. No entanto, neste estudo, não foi detectada correlação significativa entre os parâmetros vocais

perceptivoauditivos ou as medidas vocais acústicas com os anos de prática de ginástica aeróbica (Tabela 2 e Tabela 5, Artigo 1).

Dentre as correlações entre os parâmetros perceptivoauditivos da qualidade vocal e as medidas acústicas, a rouquidão (R) e a soproidade (S) que se relacionam à presença de ruído à fonação, correlacionaram-se positivamente com todas as medidas de *Jitter* e de *Shimmer*, com as medidas relacionadas ao ruído, subharmônicos, quebras ou dessonorizações (NHR, DVB com R e S; NUV, DUV, DSH e NSH com R; NVB com S); e a S ainda se correlacionou com uma medida de tremor vocal (FTRI) (Tabela 6, Artigo 1). Este grupo de achados reforça a complementaridade entre a percepção de rouquidão e de soproidade com a presença de perturbações de frequência e de amplitude entre os ciclos vibratórios das pregas vocais, instabilidade na sustentação da  $f_0$  e presença de energia aperiódica no sinal glótico.

A rouquidão pode ser entendida como uma qualidade vocal com presença de irregularidade vibratória da mucosa das pregas vocais durante a fonação, podendo resultar de fendas glóticas isoladas de proporção moderada ou pela presença de patologias na mucosa das pregas vocais <sup>(75,127)</sup>, o que pode ser uma característica da presbifonia <sup>(147)</sup>. A soproidade é a percepção do “ar não-sonorizado” durante a emissão vocal, gerando ruído audível durante a fonação <sup>(75,87)</sup>, também podendo ocorrer como característica da presbifonia <sup>(147)</sup>.

Desta forma, essas duas qualidades vocais podem gerar mudanças na frequência e amplitude da vibração das pregas vocais. De acordo com os resultados da presente pesquisa, outro estudo também encontrou correlação positiva entre as medidas de STD, *Jitter* e *Shimmer* com a soproidade e a rouquidão, sugerindo maior instabilidade durante a emissão da vogal sustentada e correlação negativa da  $f_0$  com a rouquidão, indicando que quanto mais grave a voz feminina maior o grau de rouquidão. Também houve correlação positiva do NHR com a rouquidão, indicando que quanto mais irregular a vibração das estruturas laríngeas, maior era o ruído detectado na voz <sup>(86)</sup>.

Assim como a rouquidão e a soproidade, a característica vocal de aspereza, normalmente apresenta-se de forma ruidosa, desagradável, pobre em harmônicos e rica em ruído <sup>(132)</sup>, como consequência de rigidez da cobertura das pregas vocais ocasionada pela rigidez da musculatura em razão do aumento de tensão <sup>(75)</sup>. Essa qualidade vocal também ocasiona irregularidade vibratória, que pode ser observada através do aumento da frequência fundamental ou pelo elevado nível de ruído <sup>(75)</sup>, de acordo com os achados deste trabalho em que a aspereza correlacionou-se positivamente com as medidas de frequência (com exceção apenas do STD) e com o VTI.

Tais resultados vão ao encontro da literatura, pois mulheres idosas podem apresentar edema na camada superficial das pregas vocais, gerando modificações histológicas na mesma <sup>(7,75,157,158)</sup>, tornando-as mais rígidas, com ocorrência de maior atrito do ar transglótico com essa superfície rígida, no ato da produção vocal <sup>(159)</sup>, que acarretará a percepção auditiva de aspereza. Ainda, o VTI está relacionado à turbulência resultante da perda de adução glótica típica do envelhecimento, que ocorre pelos fatores anteriormente citados, bem como arqueamento das pregas vocais e saliência dos processos vocais durante a respiração e fenda fusiforme membranácea durante a fonação <sup>(99)</sup>, que colaboram com o aumento de nível de ruído <sup>(99)</sup>. Alguns autores mostram não haver relação dessa medida com parâmetros perceptivoauditivos em ambos os sexos de adultos jovens e idosos <sup>(86)</sup>.

Na presente pesquisa, a aspereza, ainda, correlacionou-se negativamente com o SPI que sugere diminuição de ruído ou energia aperiódica no sinal glótico (Tabela 6, Artigo 1). O SPI é um confiável parâmetro para indicar a aproximação das pregas vocais, ou seja, o fechamento glótico <sup>(86)</sup>, sugerindo o quão suave ou comprimido pode ser esse fechamento durante a fonação <sup>(86)</sup>. Assim, frente a essa correlação, poder-se-ia dizer que quanto mais suave a aproximação das pregas vocais, menor a ocorrência de aspereza vocal, em função da tensão das pregas vocais. Normalmente, valores levemente aumentados de SPI estão relacionados à soproidade, astenia e grau geral do desvio vocal <sup>(86)</sup>, além de se correlacionar negativamente com o VTI <sup>(160)</sup>.

A astenia está relacionada à hipofunção das pregas vocais, causada por alteração neurológica <sup>(84,159)</sup> ou em decorrência do envelhecimento, que acarreta a diminuição da eficiência muscular <sup>(84)</sup>, caracterizada por reduzida energia de emissão do som <sup>(159)</sup> e poucos harmônicos. Esse tipo de voz correlacionou-se positivamente com todas as medidas de *Jitter* e de *Shimmer* (exceção da *vAm*) e com o STD, sugerindo perturbações entre os ciclos vibratórios das PPVV e instabilidade na sustentação da *f0*. Ainda, de acordo com a falta de força do fechamento glótico inferida pela presença de astenia, houve correlação positiva com as medidas de NUV, DUV, Fftr, Fatr, FTRI e ATRI, esperadas em idades mais avançadas (Tabela 6, Artigo 1). Quadros de hipofunção são esperados no mecanismo laríngeo a partir dos 80 anos <sup>(84)</sup>, entretanto, o descontrole de ar pulmonar pode favorecer diminuição da eficiência pneumofônica <sup>(161)</sup> que pode ocasionar cansaço vocal <sup>(162,163)</sup>, gerando a astenia que envolveria todas as faixas etárias, a partir dos 60 anos.

A instabilidade correlacionou-se negativamente com o SPI, sugerindo que quanto maior é a aproximação das pregas vocais, menor é a instabilidade vocal, pois menor será o escape aéreo à fonação em virtude de uma maior adução glótica <sup>(86)</sup> (Tabela 6, Artigo 1). Também ocorreu correlação positiva com o ATRI, mostrando que quanto maior a instabilidade audível, maior é a amplitude do tremor (Tabela 6, Artigo 1), ou seja, a diminuição da competência de movimentação da laringe e do aparato fonador refletem-se na redução da estabilidade, podendo ocasionar presença de medidas relacionadas ao tremor <sup>(7)</sup>.

Frequentemente, a instabilidade vocal corresponde ao tremor de estruturas do trato vocal, afastando-se do objetivo de avaliar exclusivamente alterações vocais provenientes da fonte glótica <sup>(159)</sup> e, normalmente, relaciona-se à flutuação da *f0* e/ou da qualidade vocal, sendo uma característica marcante na voz dos idosos <sup>(87,127)</sup>. A instabilidade de emissão de uma vogal pode decorrer de falta de controle do sistema nervoso central, indicando o início de doenças neurológicas, e de prejuízo nas forças mioelásticas da laringe e aerodinâmicas da corrente pulmonar que, a partir da sexta década de vida, podem aparecer com mais frequência <sup>(161)</sup>. Em virtude disso, muitas vezes, a presença de tremor vocal indica menor capacidade de sustentação da *f0* que,

nos idosos, pode decorrer do envelhecimento, pois na presbifonia, a instabilidade vocal pode estar mais ou menos alterada de acordo com o sistema respiratório e o controle neuromuscular, podendo ocasionar o tremor vocal, que é frequente na população idosa <sup>(147)</sup>. Alguns autores constataram maior instabilidade vocal em idosos, indicando que o esforço vocal/tensão não foi suficiente para produzir uma voz mais estável.

Quanto à tensão, considerada o oposto da astenia, com aumento de força de fechamento glótico <sup>(159)</sup>, foi possível observar correlação negativa com algumas medidas de *Jitter* e de *Shimmer*, sugerindo um mecanismo de estabilização da vibração das pregas vocais e diminuição do ruído à fonação, à medida que aumenta a tensão (Tabela 6, Artigo 1). Alguns achados na literatura referem que as modificações laríngeas que ocorrem com a idade ocasionam aumento das forças adutoras da laringe, como forma de compensar o fechamento glótico incompleto dos idosos <sup>(84)</sup> e também reparar o escasso suporte aéreo. Apesar de haver adaptações vocais compensatórias, elas não foram suficientes para promover a percepção auditiva de tensão na qualidade vocal, de acordo com outros autores <sup>(84)</sup>.

## **VII. PERSPECTIVAS DE ESTUDO**

Verificar e comparar as características vocais entre as idosas praticantes de ginástica aeróbica, as idosas em fonoterapia, e idosas praticantes de ginástica aeróbica e em fonoterapia, em virtude dos resultados positivos das análises das medidas acústicas e da espectrografia e da avaliação perceptivoauditiva, apresentados nesta pesquisa. Desta forma, verificar qual o grupo apresenta melhores resultados nos parâmetros perceptivoauditivos e nas medidas acústicas, a fim de beneficiar os resultados terapêuticos dos idosos, aliando a terapia fonoaudiológica à atividade física sistematizada.

## VIII. CONCLUSÃO:

1. A qualidade vocal do grupo de idosas que praticava ginástica aeróbica mostrou maioria dos parâmetros perceptivoauditivos dentro da normalidade e, quando presentes, os desvios ocorreram em grau discreto.
2. As idosas deste estudo apresentaram poucas alterações no traçado espectrográfico, tanto de banda larga quanto de banda estreita e, a faixa etária de 60 anos correlacionou-se negativamente com a definição do F2, da mesma forma que a definição do F3 correlacionou-se com a idade geral.
3. A faixa etária de 70 anos mostrou o maior número de correlações com as medidas acústicas relacionadas a *Jitter*, *Shimmer*, tremor e frequências mais agudas. Não foram estabelecidas correlações entre as medidas acústicas com o tempo de prática de ginástica aeróbica.
4. As medidas acústicas apresentaram muitas correlações com os parâmetros vocais perceptivoauditivos mostrando complementaridade entre essas avaliações que sugerem presença de instabilidade, ruído e tremor vocal.

## IX. SUMMARY

### Vocal characteristics of elderly women engaged in aerobics in private institutions of Salvador/BA

**INTRODUCTION:** The vocal characteristics of elderly women suffer changes due the aging process that modifies the larynx structure and function. Attenuating this process, aerobics benefits the body and the mind of the elderly, and can influence the voice of these individuals. **OBJECTIVES:** To characterize the voice of elderly women engaged in aerobics. **METHODS:** The phonation /a:/ was collected from 58 elderly engaged in aerobics for perceptual voice analysis (RASATI scale) and computed acoustic analysis (Multi Dimensional Voice Program Advanced), as well as for the spectrographic analysis of wide band (WBS) and narrowband (NBS), through the Real Time Spectrogram of Kay Pentax® program. **RESULTS:** The association between perceptual and auditory vocals and acoustic parameters were not statistically significant but showed little vocal quality deviations. The association between acoustic measures and age were only statistically significant result for the measurement of fundamental frequency (f0) maximum (fhi). There was no correlation between time of aerobics and acoustic measures, but there was correlation of those measurements with age. There was a statistically significant positive correlation between f0 and fhi with minimal roughness and standard deviation of f0 with hoarseness, breathiness and asthenia; Jitter and Shimmer measures with hoarseness, breathiness and asthenia; noise measurements with hoarseness, breathiness and harshness; measures of breaking voice hoarseness, breathiness; measures of voiceless segments with hoarseness and asthenia; measures sub-harmonic with hoarseness; measures of vocal tremor with breathiness, asthenia and instability. Significant negative correlation: minimum f0 with breathiness; Jitter measures with tension; soft phonation index with roughness and instability. Moreover, the elderly showed to NBS: had medium intensity of tracing color, little presence of noise, harmonic substitutions by noise and subharmonic. To WBS: the elderly women had medium intensity of the tracing color of the formants (F), low presence of noise and medium definition of F1 and F2. There was a negative correlation between F2 and the group of 60 years and F3 with the general age. **CONCLUSION:** Although spending by the aging process, that can change the vocal characteristics in greater or lesser intensity, the elderly women engaged in aerobics showed few changes in the perceptual parameters, acoustic measurements and in the spectrographic tracing.

**Keywords:** 1. Voice; 2. Aging; 3. Gymnastics; 4. Elderly; 5. Voice disorders; 6. Espectrography.

## X. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Polido AM, Martins M, Hanayama EM. Percepção do envelhecimento vocal na terceira idade. *Revista CEFAC*, São Paulo 7(2): 241-51, 2005.
2. Alencar MSS, Carvalho CMRG. O envelhecimento pela ótica conceitual, sociodemográfica e político-educacional: ênfase na experiência piauiense. *Revista Interface, Comunicação, Saúde e Educação*, Botucatu 13(29): 435-444, 2009.
3. Santos SSC. Concepções teórico-filosóficas sobre envelhecimento, velhice, idoso e enfermagem gerontogeriatrica. *Revista Brasileira de Enfermagem*, Brasília 63(6): 1035-1039, 2010.
4. Cerceau JSB, Alves CFT, Gama ACC. Análise acústica da voz de idosas. *Revista CEFAC*, São Paulo 11 (1): 142-9, 2009.
5. Penteado RZ, Penteado LAPB. Voz e saúde vocal de idosos coralistas. *Revista CEFAC*, São Paulo 12(2): 191-8, 2010.
6. Sato K, Hirano M, Nakashima T. Age-related changes of collage nous fibers in thehuman vocal fold mucosa. *The Annals of Otology, Rhinology, and Laryngology*, Iowa 111(1):15-20, 2002.
7. Menezes LN, Vicente LCC. Envelhecimento vocal em idosos institucionalizados. *Revista CEFAC*, São Paulo 9 (1):90-8, 2007.
8. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Azevedo R, Gielow I, Rehder M I. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias: Considerações sobre o trabalho fonoaudiológico nas disfonias em pacientes idosos. In: Behlau M. *O livro do especialista*. Reimpressão, ed. Revinter: Rio de Janeiro 2: 515-19, 2010.
9. Mifuni E, Justino VSS, Camargo Z, Gregio F. Análise Acústica da Voz do Idoso: Caracterização da Frequência Fundamental. *Revista CEFAC*, São Paulo 9 (2):238-47, 2007.
10. Gorham-Rowan MM, Laurens-Gore J. Acoustic perceptual correlates of voice quality in elderly men and women. *Journal of Communication Disorders*, Philidelphia, 39 (3): 171-84, 2006.
11. Benninger MS, Abitbol J. Voice: dysphonia and the aging voice. *Geriatric Care Otolaryngology*, Alexandria: AAO-HNSF; p 67-81, 2006.
12. Miranda SVV, Mello RJV, Silva HJ. Correlação entre o envelhecimento e as dimensões das pregas vocais. *Revista CEFAC*, São Paulo 13(3): 444-451, 2011.
13. Mitre EI. *Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia*. 1 ed., Pulso: São José dos Campos, 140p., 2001.
14. Fabron EMG, Sebastião LT, Oliveira GAG, Motonaga SM. Medidas da dinâmica respiratória em idosos participantes de grupos de terceira idade. *Revista CEFAC*, São Paulo 13 (5): 895-901, 2011.
15. Cassol M, Behlau M. Análise perceptiva-auditiva e acústica da voz de indivíduos idosos pré e pós intervenção fonoaudiológica. *Fonoaudiologia Brasil*, s.l. 3(4): 32-44, 2000.
16. Vasconcelos SV, Mello RJV, Silva HJ. Efeitos do envelhecimento e do fumo nas pregas vocais: uma revisão sistemática. *ACTA ORL/Técnicas em otorrinolaringologia*, São Paulo 27 (1): 9-14, 2009.
17. Oliveira G, Behlau M. Descrição da qualidade vocal de personagens idosos dos filmes de Hollywood. *Revista CEFAC*, São Paulo, 12 (3): 483-89, 2010.

18. Pinho SMR. *Manual de Higiene Vocal*. Pró Fono: Barueri (SP), 1998b.
19. Behlau MS. Presbifonia: Envelhecimento Vocal Inerente à Idade. In: Russo IP. *Intervenção fonoaudiológica na terceira idade*. 1 ed., Revinter: Rio de Janeiro, Cap. 3, p. 25-50, 1999.
20. Cassol M, Ferreira MIDC, Pogliа DMA. A utilização do questionário HHIE-S associado à avaliação audiológica e vocal num grupo de idosos. *Estudos Interdisciplinares do Envelhecimento*, Porto Alegre 12, p.81-95, 2007.
21. Behlau M, Azevedo R, Pontes P. Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In: Behlau M. *O livro do especialista*. Ed., Revinter: São Paulo, 1 p.54-84, 2001.
22. Cassol M, Bós AJG. Análise acústica da voz em idosos que praticam canto coral. In: 16º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia. Campos do Jordão, 2008.
23. Gampel D, Karsch UM, Ferreira LP. Percepção de voz e qualidade de vida em idosos professores e não professores. *Revista Ciências e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro 15 (6): 2907-2916, 2010.
24. Silva MS. Perfil de aspectos vocais de adultos de meia-idade e idosos não institucionalizados. Monografia (Especialização). Universidade Federal do Rio Grande do Sul- Instituto de Psicologia, Porto Alegre, 19p., 2012.
25. Assumpção CO, Bartholomeu NJ, Pellegrinote IL, Montebello MI. Controle da intensidade progressiva de exercícios localizados em mulheres idosas por meio da percepção subjetiva de esforço. *Revista da Educação Física da Universidade Estadual de Maringá*, Maringá 19(1): 33-39, 2008.
26. Almeida MAB, Pavan B. Os benefícios da musculação para a vida social e para o aumento da auto-estima na terceira-idade. *Revista Brasileira de Qualidade de Vida*, Ponta Grossa 2(2): 09-17, 2010.
27. Santanna IW. Influência do exercício físico nas modificações laríngeas e vocais associadas ao envelhecimento. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 90p., 2006.
28. Camargo LJG. Parâmetros fonatórios e respiratórios de idosas submetidas às atividades físicas sistematizadas. Dissertação (mestrado). Universidade Metodista de Piracicaba- UNIMEP, Piracicaba-SP, 62p, 2007.
29. Gampel D, Karsch UM, Ferreira LP. Envelhecimento, voz e atividade física de professores e não professores. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, São Paulo 13(3): 218-225, 2008.
30. Araujo CJ, Sales RR, Júnior NBS. Prática de exercícios físicos na população idosa em academias. 2011. Disponível em: <<http://discoboloemacao.blogspot.com.br/2011/11/pratica-de-exercicios-fisicos-na.html>>. Acesso em: 03 de abril de 2013.
31. Almeida APPV, Veras RP, Doimo LA. Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico de idosas praticantes de hidroginástica e ginástica. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*, Florianópolis 12 (1): 55-61, 2010.
32. Matsudo SM, Matsudo VKR, Neto TLB. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília 8 (4): 21-32, 2000.

33. Melo MAAP. Políticas públicas de atenção ao idoso. *Universitas Jus*, Brasília 22(2):29-67, 2011.
34. Moraes EM, Moraes FL, Lima SPP. Características biológicas e psicológicas do envelhecimento. *Revista Médica de Minas Gerais*, Belo Horizonte 20(1): 67-73, 2010.
35. Timo-laria C. O envelhecimento. *Revista Acta Fisiátrica*, São Paulo 10 (3): 114-120, 2003.
36. Teixeira INDO, Guariento ME. Biologia do envelhecimento: teorias, mecanismos e perspectivas. *Revista de Ciências e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro 15(6): 2845-2857, 2010.
37. Simões JA. Reflexão bioética sobre a situação do idoso e sua família. *Revista Acta Médica Portuguesa*, Lisboa 23(3): 483-492, 2010.
38. Merquiades JH, Agra JHM, Albuquerque KMD, Costa RC, Navarro AC. A importância do exercício físico para a qualidade de vida dos idosos. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Luiz 3(18): 597-614, 2009.
39. Cardoso AF. Particularidades dos idosos: uma revisão sobre a fisiologia do envelhecimento. *Revista Digital EFDEPORTES*, Buenos Aires 13(130), 2009.
40. Santos VC, Santos AC. Exercício físico e seus efeitos sobre o sistema imune dos idosos. *Revista Saúde e Pesquisa*, Maringá 3(2):181-185, 2010.
41. Ribeiro LCC, Alves PB, Meira EP. Percepção dos idosos sobre as alterações fisiológicas do envelhecimento. *Revista Ciência, Cuidado e Saúde*, Ribeirão Preto 8(2): 220-227, 2009.
42. Ribeiro LCC, Santos FH, Campos AL. Envelhecer: alterações fisiológicas nesta nova etapa de vida. In: Ribeiro LCC, Ribeiro M. *Promoção à saúde no Envelhecimento*. Diamantina: Fundaepe, p.63-73, 2008.
43. Matsudo SM, Matsudo VKR. Prescrição e benefícios da atividade física na terceira idade. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, Brasília 6:19-30, 1992.
44. Santos PO, Silva IS, Silva MA. Capacidade funcional do idoso frequentador do programa Saúde da Família do bairro Viveiros do município de Feira de Santana, Bahia. *Revista Acta Fisiátrica*, São Paulo 19 (4): 233-6, 2012.
45. Castro KCM, Guerra RO. Impacto do desempenho cognitivo na capacidade funcional de idosos na população de Natal, Brasil. *Arquivos de Neuropsiquiatria*, São Paulo 66 (40): 809-13, 2008.
46. Ebersole P. *Geriatric nursing and healthy aging*. St. Louis: Mosby, 2001.
47. Geib LTC, Neto AC, Wainberg R, Nunes ML. Sono e envelhecimento. *Revista de Psiquiatria*, Porto Alegre 25 (3):453-465, 2003.
48. Cavalli LF, Freiburger C, Krause KMO, Nunes M. Principais alterações fisiológicas que acontecem nos idosos: Uma revisão bibliográfica. In: XVI Seminário Institucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. UNICRUZ, Cruz Alta (RS), 4p., 2011.
49. Wajngarten M. O coração no idoso. *Jornal Diagnósticos em Cardiologia*, Paraisópolis (SP) 13(43), 2010.

50. Huber JE, Spruill J. Age-related changes to speech breathing with increased vocal loudness. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, [Los Angeles] 51:651-68, 2008.
51. Hodge FS, Colton RH, Kelley RT. Vocal intensity characteristics in normal and elderly speakers. *Journal of Voice*, Philadelphia 15(4): 503-11, 2001.
52. Rocha FMA. *A senilidade dos cinco sentidos*. 2005. Disponível em [www.techway.com.br/?teccway/revista:idoso?saude?saude-eduardohtm](http://www.techway.com.br/?teccway/revista:idoso?saude?saude-eduardohtm). Acesso em 02.07.2013.
53. Lima JP. A influência das alterações sensoriais na qualidade de vida do idoso. *Revista Científica Eletrônica de Psicologia*, Garça (SP) 5(8), 2007.
54. Venâncio CPL. Deglutição e envelhecimento. In: Papaléo Netto M. *Tratado de gerontologia*. ed., São Paulo: Atheneu, p. 499-511, 2007.
55. Campostrini EP, Zenóbio EG. Avaliação pelo odontólogo. In: Maciel A. *Avaliação multidisciplinar do paciente geriátrico*. ed., Rio de Janeiro: Revinter; p. 179-207, 2002.
56. Tanure CMC, Barboza JP, Amaral JP, Motta AR. A deglutição no processo normal do envelhecimento. *Revista CEFAC*, São Paulo 7(2): 171-7, 2005.
57. Nobrega JD, Câmara MFS, Borges ACC. Audição do idoso: análise da percepção do prejuízo auditivo, perfil audiológico e suas correlações. *Revista Brasileira em Promoção da Saúde*, Fortaleza 21(1): 39-46, 2008.
58. Menezes C, Mário P, Marchori LL, Melo JJ, Freitas ER. Prevalência de perda auditiva e fatores associados na população idosa de Londrina, Paraná: estudo preliminar. *Revista CEFAC*, São Paulo 12(3): 384-92, 2010.
59. Carmo LC, Silveira JAM, Marone SAM, D'Ottaviano FG, Zagati LL, Lins EMDS. Estudo audiológico de uma população idosa brasileira. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, São Paulo 74(3): 342-9, 2008.
60. Crispim KGM, Rodrigues RC, Ferreira AP, Mattos IE, Santiago LM. Prevalência de déficit auditivo em idosos referidos a serviço de audiologia em Manaus, Amazonas. *Revista Brasileira em Promoção de Saúde*, Fortaleza 25(4): 469-475, 2012.
61. Marcolino J, Czechowski AE, Venson C, Bougo GC, Antunes KC, Tassinare N, Cestonaro N, Simão R, Vieira TS, Seguro S. Achados fonoaudiológico na deglutição de idosos do município de Irati- Paraná. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro 12(2): 193-200, 2009.
62. Dias BKP, Cardoso MCAF. Características da função de deglutição em um grupo de idosas institucionalizadas. *Estudos Interdisciplinares sobre o envelhecimento*, Porto Alegre 14(1): 107-124, 2009.
63. Rocha MAS, Lima MLLT. Caracterização dos distúrbios miofuncionais orofaciais de idosos institucionalizados. *Revista de Geriatria e Gerontologia*, Rio de Janeiro 4(1): 21-6, 2010.
64. Acosta NB, Cardoso MCAF. Presbifagia: estado da arte da deglutição do idoso. *Revista Brasileira de Ciências e do Envelhecimento Humano*, Passo Fundo 9(1): 143-154, 2012.
65. Lima RMF, Amaral AKFJ, Aroucha EBL, Vasconcelos TMJ, Silva HJ, Cunha DA. Adaptações na mastigação, deglutição e fonoarticulação em

- idosos de instituição de longa permanência. *Revista CEFAC*, São Paulo v.11, supl3, p.405-422, 2009.
66. Cardoso MCAF. Sistema estomatognático e envelhecimento: associando as características clínicas miofuncionais orofaciais aos hábitos alimentares. Tese de titular. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 184p., 2010.
  67. Aranha VC. Aspectos psicológicos do envelhecimento. In: Papaléo Netto M. *Tratado de gerontologia*. São Paulo: Atheneu, p. 255-265, 2007.
  68. Guerra ACLC, Caldas CP. Dificuldades e recompensas no processo de envelhecimento: a percepção do sujeito idoso. *Revista Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro 15(6): 2931-2940, 2010.
  69. Paradela EMP, Lourenço RA, Veras RP. Validação da escala de depressão geriátrica em um ambulatório geral. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo 39(6): 918-23, 2005.
  70. Frank MH, Rodrigues NL. Depressão, ansiedade, outros distúrbios afetivos e suicídio. In: Freitas, EV, Py L, Neri AL, Cançado FAXC, Gorzoni ML, Doll J. *Tratado de geriatria e gerontologia*. 2 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.376-387, 2006.
  71. Freitas MC, Queiroz TA, Souza JAV. O significado da velhice e da experiência de envelhecer para os idosos. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, São Paulo 44(2): 407-12, 2010.
  72. Elisei NG. Análisis Acústico de la voz normal y patológica utilizando dos sistemas diferentes: ANAGRAF y PRAAT. *Revista Interdisciplinaria*, Buenos Aires 29 (1): 339-357, 2012.
  73. Kendall K. Presbyphoia: a review. *Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, Minnesota 15: 137-140, 2007.
  74. Behlau M. Técnicas vocais. In: \_\_\_\_\_ . *Tratado de Fonoaudiologia*. São Paulo: Roca. cap. 76:42-58, 2004.
  75. Santos, IR. Análise acústica da voz de indivíduos na terceira idade. Dissertação (mestrado). Escola de engenharia de São Carlos- Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- Instituto de Química de São Carlos- Universidade de São Paulo, São Carlos, 189p., 2005.
  76. Marques FRGM. Implicassões Biopsicossociais da Presbifonia nos sujeitos idosos. Dissertação (mestrado), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 157p, 2010.
  77. Linville SE, Rens J. Vocal tract resonance analysis of aging voice using the long term average spectra. *Journal of Voice*, Philadelphia 15(3):323-30, 2001.
  78. Awd ARS, Dkhil MA, Farhoud E. Fibroblasts in the human vocal fold mucosa: naultrastructural study of different age groups. *Singapore Medical Journal*, Singapore 50(2): 201-7, 2009.
  79. Filho LFB. O processo de envelhecimento e o comportamento vocal. Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica- CEFAC. Rio de Janeiro, 43p., 1999.
  80. Dedivitis RA, Barros APB. Fisiologia laríngea. In: Dedivitis RA, Barros APB. *Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz*. ed., Lovise: São Paulo, p. 39-52, 2002.
  81. Santos AO, Brasolotto AG. Vocal characteristics of men and women aged 50 years and older. *Journal Applied Oral Science*, Bauru p. 17: 218, 2009 (special issue).

82. Paes MB. Características vocais e propriocepção do envelhecimento, queixa e saúde vocal em mulheres idosas de diferentes faixas etárias. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 142p., 2008.
83. Cassol, M. Avaliação da percepção do envelhecimento vocal em idosos. *Estudos Interdisciplinares do Envelhecimento*, Porto Alegre 9, p.41-52, 2006.
84. Gama ACC, Alves CFT, Cerceau JSB, Teixeira LC. Correlação entre dados perceptivo-auditivos e qualidade de vida em voz de idosas. *Pró-fono Revista de Atualização Científica*, São Paulo 21 (2): 125-30, 2009.
85. Santos AO, Brasolotto AG. Vocal quality during the aging process. *Journal Applied Oral Science*, Bauru. 2010. IN press.
86. Santos AO. Parâmetros acústicos e perceptivo-auditivos da voz de adultos e idosos. Dissertação (mestrado). Universidade de São Paulo, Bauru, 94p., 2012.
87. Mazzetto de Menezes KS, Master S, Guzman M, Bortnem C, Ramos LR. Differences in Acoustic and Perceptual Parameters of the Voice Between Elderly and Young Women at Habitual and High Intensity. *Acta Otorrinolaringologica Española (English Edition)*, Madrid 65(2): 76-84, 2014.
88. De Biase NG, Cervantes O, Abraão M. A voz no idoso. *Acta AWHO*, 17 (2):70-72, 1998.
89. Andrade CRF, Martins VN. Variação da fluência da fala em idosos. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, São Paulo 22 (1): 13-8, 2010.
90. Pino TKS, Medved DM, Soares EB, Borba DT, Albuquerque Montenegro AC. Perfil vocal de um grupo da terceira idade. *Revista Acta Otorrinolaringologia*, São Paulo 28 (4): 5-26, 2010.
91. Andrada MAA, Duprat A. Voz cantada. In: Ferreira LP, organizador. *Tratado de fonoaudiologia*. 1. ed., Roca: São Paulo, p. 77-194, 2004.
92. Pinho SMR. *Fundamentos em fonoaudiologia: Tratando os distúrbios da voz*. 2ª ed., Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, p.3-37, 1998a.
93. Venites J, Bertachini L, Ramos LR. Atuação fonoaudiológica na presbifonia: a efetividade de uma proposta terapêutica. *Revista de Fonoaudiologia Brasil*. 4(1): 1-8, 2004.
94. Kasama ST, Brasolotto AG. Percepção vocal e qualidade de vida. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, Barueri 9(1): 19-28, 2007.
95. Deary IJ, Wilson JA, Carding PN, Mackenzie K. VoiSS: a patient-derived, Voice Symptom Scale. *Journal Psychosomatic. Research* 54(5): 483-489, 2003
96. Gasparini G, Behlau M. Quality of Life: validation of the Brazilian version of the Voice-Related Quality of Life Measure (V-RQOL). *Journal of Voice*, Philadelphia 23(1):76-81, 2009.
97. Barbosa LAP. Percepção da voz e saúde vocal em idosos coralistas. In: 5ª Mostra Acadêmica UNIMEP. Universidade Metodista de Piracicaba. Piracicaba, 5p., 2007.
98. Prakup B. Acoustic measures of the voices of older singers and non singers. *Journal of voice*, Philadelphia 26(3):341-350, 2011.

99. Takano S, Kimura M, Nito T, Imagawa H, Sakakibara KI, Tayama N. Clinical analysis of presbylarynx: vocal fold atrophy in elderly individuals. *Auris Nasus Larynx*, [Tokyo] 37(4): 461-4, 2010.
100. Nieman DC. *Exercício e saúde: como se prevenir da doença usando o exercício como seu medicamento*. Manole: São Paulo, p.316, 1999.
101. Amorim R, Abreu V. Programas de exercícios físicos para idosos acima dos 90 anos. *Revista da Faculdade de Ciências da Saúde*, Porto n.7, p.412-425, 2010.
102. Lima MG, Barros MBA, César CLG, Goldbaum M, Carandina L, Alves MCGP. Health-related behavior and quality of life among the elderly: a population-based study. *Revista de Saúde Pública*, São Paulo 45(3): 485-93, 2011.
103. Hallal PC, Andersen LB, Bull CF, Guthold R, Haskell W, Ekelund U. Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *Lancet*, 380:247–57, 2012.
104. Mazo GZ, Sacomori C, Krug RR, Cardoso FL, Benedetti TRB. Aptidão física, exercícios físicos e doenças osteoarticulares em idosos. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, Pelotas 17(4): 300-306, 2012.
105. Gomes JCP, Burns GFP, Coelho GF, Costa PN, Aroeira KP, Endringer DC. Estudo comparativo entre hábitos vocais, sedentarismo e qualidade de vida em idosos frequentadores da unidade de saúde Vila Nova. *Revista Espaço para a Saúde*, Londria 14(1): 18-28, 2013.
106. Borges LJ, Benedetti TB, Mazo GZ. Influencia del ejercicio físico en los síntomas depresivos y en la aptitud funcional de ancianos en el sur de Brasil. *Revista Española de Geriatria y Gerontología* (Ed. Impresa), Madrid 45:72-78, 2010.
107. Mazo GZ, Salin MS, Virtuoso JF, Benetti MZ, Krug RR, Balbé GP. Programa de extensão Grupo de Estudos da Terceira Idade – GETI: uma proposta de promoção de saúde voltada à pessoa idosa. *Udesc em Ação*, 4:1-15, 2010.
108. Hoefelmann CP, Benedetti TRB, Antes DL, Lopes MA, Mazo GZ, Korn S. Aptidão funcional de mulheres idosas ativas com 80 anos ou mais. *Motriz*, Rio Claro 17(1):19-25, 2011.
109. Barroso WKS, Jardim PCBV, Vitorino PV, Bittencourt A, Miquetichuc F. Influência da atividade física programada na pressão arterial de idosos hipertensos sob tratamento não-farmacológico. *Revista da Associação Médica Brasileira*, São Paulo 54(4), 328-33, 2008.
110. Medina FL, Lobo FS, Souza DR, Kanegusuku H, Forjaz CLM. Atividade física: impacto sobre a pressão arterial. *Revista Brasileira de Hipertensão*, 17(2), 103-06, 2010.
111. Matsudo SMM. *Envelhecimento e Atividade Física*. Midiograf: Londrina, 2001.
112. Antunes HKM, Santos RF, Cassilhas R, Santos RVT, Bueno OFA, Mello MT. Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo 12(2): 108-114, 2006.
113. Guimarães JMN, Caldas CP. A influência da atividade física nos quadros depressivos de pessoa idosas: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, São Paulo 9(4):481-92, 2006.
114. Nóbrega ACL, Freitas EV, Oliveira MAB, Leitão MB, Lazzoli JK, Nahas RMr, Baptista CAS, Drummond FA, Rezende L, Pereira J, Pinto M,

- Radominski R B, Leite N, Thiele, ES, Hernandez AJ, Araújo CGS, Teixeira JAC, Carvalho T, Borges SF, De Rose EH. Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte e da Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia: atividade física e saúde no idoso. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, São Paulo 5(6), 207-211, 1999.
115. Filho WJ. Atividade física e envelhecimento saudável. *Revista Brasileira de Educação Física ESP.*, São Paulo 20: 73-77, Suplemento n. 5, 2006.
116. Maejima H, Murase A, Sunahori H, Kanetada Y, Otani T, Yoshimura O, Tobimatsu Y. Neural Adjustment in the activation of the lower leg muscles through Daily Physical Exercises in Community-Based Elderly Persons. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 211(2): 141-149, 2007.
117. Romero AC, Denadai BS. Relação entre frequência cardíaca e lactato durante a ginástica aeróbica de baixo impacto e o step. *Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde*, 1(1): 3-8, 2012.
118. De Angelis M, Vinciguerra G, Gasbarri A, Pacitti C. Oxygen uptake, heart rate and blood lactate concentration during a normal training session of an aerobic dance class. *Euro Journal of Applied Physiology*. 18:121-127, 1998.
119. Dallo AR. A ginástica como ferramenta pedagógica: o movimento como agente de formação. Editora da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2007.
120. Rocha VRF. A influência da atividade física na qualidade de vida e capacidade funcional dos praticantes de ginástica de academia do SESC. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande (PB), 28p., 2012.
121. Figueiredo HMMP. Estudo comparativo do perfil nutricional e composição corporal entre mulheres praticantes e não praticantes de ginástica aeróbica da cidade de Vila Real. Dissertação (mestrado). Universidade do Porto, Portugal, 216p., 1999.
122. Brown DD. Resposta pulmonar ao exercício e ao treinamento. In: Garret Jr W, Kirkendall DT. *A ciência do exercício e dos esportes*. Artmed: Porto Alegre, p. 141-157, 2003.
123. Levitzky MG. *Fisiologia Pulmonar*. 6 ed., Manole: Baruei: Manole, 300 p., 2004.
124. West JB. *Fisiologia Respiratória*. 6 ed., Manole: Baruei: Manole, p.13, 2002.
125. Silva RBM; Costa MCFS. Oficinas de ginástica aeróbica para os idosos assistidos pelo CRAS e PSF em Santana do Ipanema-AL: educando para a saúde do corpo. *FIEP Bulletin On-line*, Foz do Iguaçu 82(2), 2012.
126. Linville SE. The sound of senescence. *Journal of voice*, St Louis 10(2):190-200, 1996.
127. Siqueira LTD. Impacto dos aspectos respiratórios e vocais na qualidade de vida do idoso [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.
128. Hammarberg B, Gauffin J. Perceptual and acoustical characteristics of quality differences in pathological voices as related to physiological aspects. In: Fujimura O, Hirano M. *Vocal Fold Physiology, Voice Quality Control*. San Diego: Singular, San Diego; p. 283-303, 1995.
129. Batalla FN, Santos PC, Santiago GS, González BS, Nieto CS. Evaluación perceptual de la disfonía: correlación con los parámetros

- acústicos y fiabilidad. *Acta Otorrinolaringologica Española*, Madrid 55(6): 282-7, 2004
130. Barrichelo VMO, Heuer RJ, Dean CM, Sataloff, RT. Comparison of singer's formant, speaker's ring, and LTA spectrum among classical singers and untrained normal speakers. *Journal of Voice*, Philadelphia 3:344-50, 2001.
  131. Zimmer V, Cielo CA, Finger LS. Modificações vocais acústicas espectrográficas produzidas pela fonação reversa. *Revista CEFAC*, São Paulo 12 (4):535-542, 2010.
  132. Behlau M. Vozes preferidas – considerações sobre opções vocais nas profissões. *Fono atual*, São Paulo 4(16): 10-4, 2001.
  133. Mueller PB. The aging voice. *Seminars in Speech and Language* 8:159–168, 1997.
  134. Ferrand CT. Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. *Journal of Voice*, Philadelphia 16(4):480–487, 2002.
  135. Brückl M, Sendlmeier W. Aging female voices: an acoustic and perceptive analysis. In: ISCA Tutorial and Research Workshop on Voice Quality: Functions, Analysis and Synthesis. 2003.
  136. Stathopoulos ET, Huber JE, Sussman JE. Changes in acoustic characteristics of the voice across the life span: measures from individuals 4-93 years of age. *Journal of Speech, Language and Hearing Research* 54 (4):1011–1021, 2011.
  137. Goy H, Fernandes DN, Pichora-Fuller MK, Van Lieshout P. Normative voice data for younger and older adults. *Journal of Voice*, Philadelphia 27(5):545–555, 2013.
  138. Titze IR. Workshop on voice acoustic analysis summary statement. Workshop on: Voice Acoustic Analysis Sponsored by the National Center for Voice and Speech. 1994b; 17-18, Denver, CO, 1994.
  139. Finger LS, Cielo CA. Modificações vocais acústicas produzidas pela fonação reversa. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, São Paulo 14(1): 15-21, 2009.
  140. Hillenbrand J. A methodological study of perturbation and additive noise insynthetically generated voice signals. *Journal of Speech and Hearing Research* 30(4):448–461, 1987.
  141. Awan SN, Frenkel ML. Improvements in estimating the harmonics-to-noise ratio of the voice. *Journal of Voice*, Philadelphia 8 (3):255–262, 1994.
  142. Franca MC. Acoustic comparison of vowel sounds among adult females. *Journal of Voice*, Philadelphia 26 (5):671.e9–671.e17, 2012.
  143. Linville SE, Fisher H. Acoustic characteristics of perceived versus actual vocal age in controlled phonation by adult females. *Journal of Acoustical Society of America*, Melville 78 (1Pt 1):40–8, 1985.
  144. Krom G. A cepstrum-based technique for determining a harmonics-to-noise ratio in speech signals. *Journal of Speech and Hearing Research* 36 (2):254–266, 1993.
  145. Jiang JJ, Zhang Y. Chaotic vibration induced by turbulent noise in a two-mass model of vocal folds. *Journal Acoustical Society of America* 112 (5): 2127-33, 2002.
  146. Pontes PAL, Vieira VP, Gonçalves MIR, Pontes AAL. Características das vozes roucas, ásperas e normais: análise acústica espectrográfica

- comparativa. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*, São Paulo 68(2): 182-8, 2002.
147. Ahmad K, Yan Y, Bless D. Vocal fold vibratory characteristics of healthy geriatric females--analysis of high-speed digital images. *Journal of Voice*, Philadelphia 26(6): 751-59, 2012.
148. Christmann MK, Cielo CA, Roman-Niehues G. Modificações espectrográficas da voz feminina após o som hiperagudo. *Revista Saúde (Santa Maria)*, Santa Maria 39(2): 121-130, 2013.
149. Lima MFB, Camargo ZA, Ferreira LP, Madureira S. Qualidade vocal e formantes das vogais de falantes adultos da cidade de João Pessoa. *Revista CEFAC*, São Paulo 9(1): 99-109, 2007.
150. Master S, Biase ND, Chiari BM, Pedrosa V. O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica. *Pro-Fono Revista Atualização Científica*; 18 (1): 111-20, 2006.
151. Ferguson S, Kenny DT, Cabrera D. Effects of training on time-varying spectral energy and sound pressure level in nine male classical singers. *Journal of Voice*, Philadelphia 24(1): 39-46, 2011.
152. Santos LLM, Sanches NA. Estudo Comparativo da Avaliação Perceptivo-Auditiva Realizada de Forma Isolada e Simultânea a Análise Espectrográfica. Monografia (Graduação). Faculdade de Medicina, Belo Horizonte, 33p., 2009.
153. Côrtes MG, Gama ACC. Análise visual dos parâmetros espectrográficos pré e pós-fonoterapia para disfonias. *Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, São Paulo 15 (2): 243-9, 2010.
154. D'ávila H, Cielo CA, Siqueira MA. Som fricativo sonoro/ž: modificações vocais. *Revista CEFAC*, São Paulo 12(6): 915-24, 2010.
155. Simões-Zenari M, Bitar ML, Nemr NK. Efeito do ruído na voz de educadores de instituições de educação infantil. *Revista Saúde Pública*, São Paulo 46(4): 657-64, 2012.
156. Barros APB, Carrara-De Angelis E. Análise acústica da voz. In: Dedivitis RA, Barros APB. *Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz*. Lovise: São Paulo, p. 200-221, 2002.
157. Sato, Hirano M. Age-related changes in the human laryngeal glands. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology* 107 (6):525-29, 1988.
158. Sato, Hirano M. Age-related changes of elastic fibers in the superficial layer of the lamina propria of vocal folds. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology* 106 (1):44-8, 1997.
159. Pinho SMR, Pontes PAL. Escala de avaliação perceptiva da fonte glótica: RASAT. *Vox Brasilis*, São Paulo 3(1):11-3, 2002.
160. Santos AO, Brasolotto AG. Relação entre os parâmetros acústicos da voz de homens e mulheres. In: 19º congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, 2011, São Paulo. Anais do 19º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, 2011. Disponível em [WWW.sbfa.org.br/portal/anais2011/trabalhos\\_select.php?tt=Busca&id\\_artigo=1403](http://WWW.sbfa.org.br/portal/anais2011/trabalhos_select.php?tt=Busca&id_artigo=1403). Acesso em: 14 de agosto de 2013.
161. Torre III P, Barlow JA. Age-related changes in acoustic characteristics of adult speech. *Journal of Communication Disorders* 42(5):324-333, 2009.
162. Sataloff RT. *Vocal Health and Pedagogy*. San Diego, CA: Singular Publishing Group; 1998.

163. Woodson GE. The aging larynx. In: Ossof RH, Shapshay SM, Woodson G, Netterville JL, eds. *The Larynx*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2003.

## **X.I APÊNDICES**

## **XI.1. APÊNDICE 1**

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Este termo foi elaborado conforme recomenda a norma 196/96 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP/1996, e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do COMHUPES da Universidade Federal da Bahia (fone: 32838043).

O presente projeto é coordenado pelo Doutor Marcus Miranda Lessa, professor da disciplina de Otorrinolaringologia da Faculdade de Medicina da Bahia-UFBA, e coordenador da Residência Médica do Hospital Universitário Professor Edgar Santos (HUPES) (HUPES: 3283 8000; Ambulatório de Otorrinolaringologia: 3283 8376). O título da pesquisa é “A voz de idosas praticantes de ginástica aeróbica em instituições privadas de Salvador/BA”, e a pesquisadora orientada pelo Dr. Marcus M. Lessa chama-se Famiely Colman Machado de Machado.

**Objetivo e justificativa:** Este estudo pretende verificar e correlacionar as características vocais de idosas que praticam ginástica aeróbica em instituições privadas no bairro Canela em Salvador/BA; uma vez que, essa população normalmente é atingida por alterações vocais devido ao envelhecimento, e atualmente existe um aumento do número de idosas à procura da modalidade aeróbica de ginástica e da fonoterapia para melhora da voz ou aperfeiçoamento vocal. Assim, se pretende observar quais são as características vocais destas idosas que praticam essa modalidade de atividade física, comparando os resultados desta pesquisa com os dados já referidos na literatura.

A Senhora está sendo convidada a participar de uma pesquisa. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que a senhora não consiga entender, converse com a pesquisadora responsável pelo estudo para esclarecê-los. A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo e solicitar a sua permissão para participar do mesmo.

Os resultados das avaliações realizadas (gravações, questionários, exame de garganta e de audição) serão armazenados num banco de dados, em que ficarão sob responsabilidade do Dr. Marcus M. Lessa e da Fga. Famiely Colman Machado de Machado, num banco de dados para utilização em publicações científicas atuais e futuras, sem jamais revelar a identidade dos participantes.

Os procedimentos que serão utilizados no decorrer da pesquisa estão descritos abaixo e não oferecem riscos à sua saúde. Você apenas poderá sentir desconforto durante uma das avaliações (otorrinolaringológica), na qual o médico examinará sua garganta e poderá usar um anestésico, a fim de evitar náuseas, e desta forma, você poderá ter uma sensação desagradável na garganta, e um gosto ruim na boca, que poderá permanecer durante alguns minutos. Durante a avaliação de voz, poderá sentir um pouco de sede e leve cansaço após falar as letras solicitadas.

A senhora tem a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem que isso lhe traga prejuízos de qualquer ordem, e pode solicitar esclarecimentos aos pesquisadores. Como benefícios diretos, você terá o parecer dos pesquisadores sobre o seu comportamento vocal e, caso seja necessário, eles o encaminharão para avaliações mais completas e ou para profissionais específicos, ficando ao seu critério seguir ou não as recomendações. Além disso, com sua participação até o final do estudo, você estará contribuindo com o aumento e a melhoria do conhecimento sobre o tema abordado.

### **Procedimentos:**

Inicialmente, o médico otorrinolaringologista examinará sua garganta envolvendo a língua com uma gaze, segurando-a para fora, logo após um tubo fininho será colocado pela boca ou pelo nariz, até o fundo da garganta, para gravar as imagens das pregas vocais numa fita de vídeo ou DVD. Durante o exame, você terá que pronunciar alguns sons. Dependendo da sensibilidade de cada pessoa, o tubo poderá provocar o reflexo de vômito, mas o uso de anestésico em spray pode evitar isso. Esta avaliação ocorrerá no Ambulatório de Otorrinolaringologia.

Posteriormente, uma avaliação da sua audição será feita, na qual você permanecerá dentro de uma sala, usando um fone de ouvido que emite diferentes apitos e será solicitado que levante a mão mostrando em qual orelha está escutando os apitos. Salienta-se que este exame também é simples de realizar e não causa qualquer desconforto.

Sequencialmente, você responderá a alguns questionários acompanhados pela fonoaudióloga.

A seguir, você será solicitado a tomar o ar e dizer algumas vogais e consoantes, sendo que sua voz será gravada para posteriores análises com programas de computador.

Logo em seguida, será realizado um exame do seu rosto e da sua boca (orofacial) para avaliar os lábios, língua, bochechas e céu da boca (palato), assim como a sua capacidade de realizar sucção, deglutição, respiração e mastigação, através de alguns toques sobre o seu rosto (com a mão enluvada), e solicitação de alguns movimentos.

Ao assinar este documento, a senhora concorda com o seu conteúdo e passa a fazer parte do estudo. Também se declara ciente de que ninguém a não ser os pesquisadores envolvidos terão conhecimento dos resultados das avaliações dos participantes, tratando-se dados restritos.

Obrigada pela sua participação!

**Nome completo:**

**Assinatura:**

**Data:**

Comitê de Ética em Pesquisa – COMHUPES

Prédio do Hospital Universitário Professor Edgar Santos - 2 andar

Telefone: (71) 3283 8043 Fax:

email: [cep.hupes@gmail.com](mailto:cep.hupes@gmail.com)

**XI.2. APÊNDICE 2****Questionário de Anamnese****1. Dados de identificação**

Nome: \_\_\_\_\_ DN: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Telefone: \_\_\_\_\_

**2. Questionário**

a) Apresenta queixa de voz: ( ) sim ( ) não

b) Tempo de prática de atividade física: \_\_\_\_\_ Quantas vezes na semana: \_\_\_\_\_ Quantas horas por semana: \_\_\_\_\_

c) Apresenta histórico de doenças neurológicas: ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

d) Apresenta infecções respiratórias agudas: ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

e) Apresenta alterações endocrinológicas: ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

f) Você fuma: ( ) sim ( ) não Quantos maços de cigarro por dia? \_\_\_\_\_

g) Você bebe: ( ) as vezes ( ) socialmente ( ) frequentemente

h) Têm histórico de cirurgia laríngea ou já realizou algum procedimento de cabeça e pescoço: ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

i) Já realizou fonoterapia: ( ) sim ( ) não

j) Já realizou aula de canto: ( ) sim ( ) não

l) Participa de corais: ( ) sim ( ) não Quantas vezes na semana? \_\_\_\_\_

m) Faz uso de algum medicamento: ( ) sim ( ) não Qual? \_\_\_\_\_

**XI.3. APÊNDICE 3****Protocolo de Avaliação Vocal Acústica Espectrográfica**

Juiz: \_\_\_\_\_

Espectrografia nº: \_\_\_\_\_

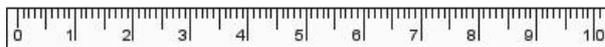
**BANDA LARGA**

## 1. Intensidade da cor do traçado

## 1.1 Primeiro formante

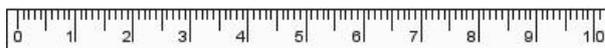
Escore

\_\_\_\_\_/100



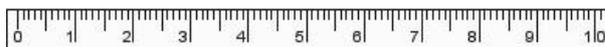
## 1.2 Segundo formante

\_\_\_\_\_/100



## 1.3 Terceiro formante

\_\_\_\_\_/100



## 1.4 Quarto formante

\_\_\_\_\_/100



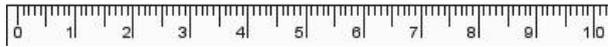
## 1.5 Das altas frequências

\_\_\_\_\_/100



## 1.6 De todo o espectrograma vocal

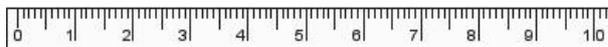
\_\_\_\_\_/100



## 2. Presença de ruído

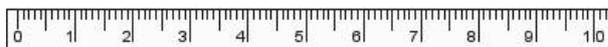
### 2.1 Em todo o espectrograma vocal

\_\_\_\_\_/100



### 2.2 Nas altas frequências

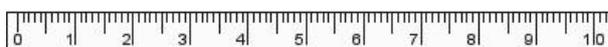
\_\_\_\_\_/100



## 4. Definição dos formantes

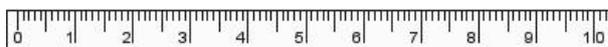
### 4.1 Primeiro formante

\_\_\_\_\_/100



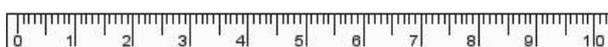
### 4.2 Segundo formante

\_\_\_\_\_/100



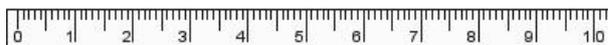
### 4.3 Terceiro formante

\_\_\_\_\_/100



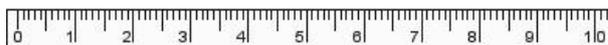
#### 4.4 Quarto formante

---

/100

#### 5. Regularidade do traçado

---

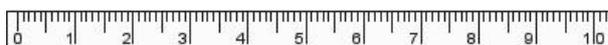
/100

### **BANDA ESTREITA**

#### 1. Intensidade da cor do traçado

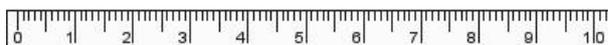
##### 1.1 Das altas frequências

---

/100

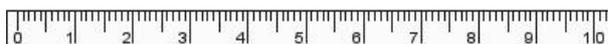
##### 1.2 De todo o espectrograma vocal

---

/100

#### 2. Presença de ruído

---

/100

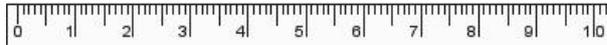
##### 2.2 Em todo o espectrograma vocal

---

/100

### 2.3 Nas altas frequências

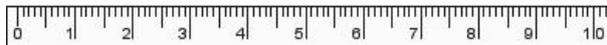
\_\_\_\_\_/100



### 3. Substituição de harmônicos por ruído

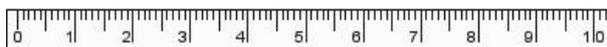
#### 3.1 Em todo o espectrograma vocal

\_\_\_\_\_/100



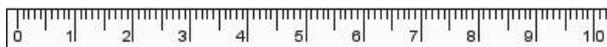
#### 3.2 Nas altas frequências

\_\_\_\_\_/100



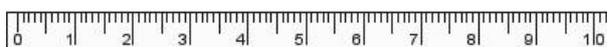
### 4. Definição de harmônicos

\_\_\_\_\_/100



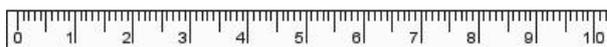
### 5. Regularidade do traçado

\_\_\_\_\_/100



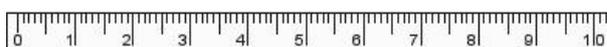
### 6. Número de harmônicos

\_\_\_\_\_/100



### 7. Presença de sub-harmônicos

\_\_\_\_\_/100



## **XII.ANEXOS**

**XII.1. ANEXO 1****Protocolo de Avaliação Vocal Perceptivoauditiva - Escala RASATI**

Juíza: \_\_\_\_\_

Data de entrega \_\_/\_\_/\_\_ Data de retorno: \_\_/\_\_/\_\_

Total de vozes: \_\_\_\_\_

Voz nº \_\_\_\_\_

**QUALIDADE VOCAL:**

Rouca (0) ausente (1) discreto (2) moderado (3) intenso

Áspera (0) ausente (1) discreto (2) moderado (3) intenso

Soprosa (0) ausente (1) discreto (2) moderado (3) intenso

Astênica (0) ausente (1) discreto (2) moderado (3) intenso

Tensa (0) ausente (1) discreto (2) moderado (3) intenso

Instabilidade (0) ausente (1) discreto (2) moderado (3) intenso

Normal (0) ausente

## XII.2. ANEXO 2

## Ofício do Comitê de Ética

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Relatório CEP/HUPES  
Nº 82/2012

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
PROF. EDGARD SANTOS-  
UFBA - HUPES



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Características vocais dos idosos que praticam atividade física em Salvador/BA  
**Pesquisador:** Famiely Colman Machado de Machado  
**Área Temática:**  
**Versão:** 1  
**CAAE:** 07261412.1.0000.0049  
**Instituição Proponente:** Hospital Universitário Prof. Edgard Santos-UFBA

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 130.698  
**Data da Relatoria:** 20/09/2012

**Apresentação do Projeto:**  
 A pesquisadora pretende estudar e identificar a relação entre o envelhecimento e a realização de atividade física pelos idosos e qualidade da produção vocal; ou seja, os efeitos das atividades físicas na voz dos idosos, a fim de aferir as possibilidades de prevenção e tratamento de distúrbios vocais, havendo dados que sugerem haver melhora vocal em vigor, controle, agilidade e resistência. A metodologia utilizada será mediante entrevista e avaliação otorrinolaringológica, sucedida por exame de respiração. Os dados colhidos serão interpretados por três profissionais fonoaudiólogos. Serão incluídos idosos com idade igual ou superior a 60 anos de ambos os sexos que exerçam atividade física há pelo menos um ano, com ou sem afecções laringeas ou queixas na voz, apontando os critérios de exclusão consistentes na existência de doenças que repercutam na avaliação, como perda auditiva.

**Objetivo da Pesquisa:**  
 Objetivo primário indicado: verificar a possível relação entre a prática de atividades físicas, as características de voz, a qualidade de vida e de voz, e o comportamento vocal dos idosos de Salvador/BA. Como objetivos secundários Descrever o comportamento vocal dos idosos que praticam atividades físicas em clubes, academias e estabelecimentos que proporcionam atividades físicas regulares para a terceira idade; descrever as características de voz dos idosos que praticam atividades físicas em clubes, academias e estabelecimentos que proporcionam atividades físicas regulares para a terceira idade; descrever a qualidade de vida e de voz dos idosos que praticam atividades físicas em clubes, academias e estabelecimentos que proporcionam atividades físicas

**Endereço:** Rua Augusto Viana, s/nº - 1º Andar  
**Bairro:** Canela **CEP:** 40.110-060  
**UF:** BA **Município:** SALVADOR  
**Telefone:** (71)3283-8141 **Fax:** (71)3283-8140 **E-mail:** cep.hupes@gmail.com

9

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
PROF. EDGARD SANTOS-  
UFBA - HUPES



regulares para a terceira idade; verificar a correlação entre todas as variáveis

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Não há riscos graves à saúde ou integridade, podendo haver apenas desconfortos com os exames, mas nada que comprometa a saúde; também não há benefícios diretos, salvo a identificação e orientação da continuidade da atividade física.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A pesquisa envolve objeto relevante, os objetivos estão adequados, não há risco grave à saúde, os critérios de inclusão e exclusão são pertinentes e não discriminatórios, o TCLE está redigido adequadamente.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

O TCLE está adequadamente redigido, mas não consta a carta de anuência.

**Recomendações:**

Torna-se necessária a apresentação da carta de anuência e do cronograma da pesquisa, não bastando indicar a duração, conforme orientação já transmitida por este CEP.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Pendente para apresentar cronograma e a carta de anuência

**Situação do Parecer:**

Pendente

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O pesquisador tem 60 dias para responder aos quesitos formulados pelo CEP em seu parecer. Após esse prazo o projeto será considerado retirado e posteriormente havendo interesse, deverá ser apresentado novo protocolo e reiniciado o processo de registro (Res. CNS 196/96).

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Projeto Com Pendência.

Endereço: Rua Augusto Viana, s/nº - 1º Andar  
Bairro: Canela CEP: 40.110-060  
UF: BA Município: SALVADOR  
Telefone: (71)3283-8141 Fax: (71)3283-8140 E-mail: cep.hupes@gmail.com

9

HOSPITAL UNIVERSITÁRIO  
 PROF. EDGARD SANTOS-  
 UFBA - HUPES



SALVADOR, 06 de Novembro de 2012

*Roberto Badaró*

Assinado por:  
 Roberto José da Silva Badaró  
 (Coordenador)

ROBERTO BADARÓ, MD PHD  
 Coordenador CEP  
 CHUPES

Endereço: Rua Augusto Viana, s/nº - 1º Andar  
 Bairro: Canela CEP: 40.110-060  
 UF: BA Município: SALVADOR  
 Telefone: (71)3283-8141 Fax: (71)3283-8140 E-mail: cep.hupes@gmail.com



## FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa: Características vocais dos idosos que praticam atividade física em Salvador/BA		2. CAAE:	
3. Área Temática:			
4. Área do Conhecimento: Grande Área 4. Ciências da Saúde			
<b>PESQUISADOR RESPONSÁVEL</b>			
5. Nome: Fameliy Colman Machado de Machado			
6. CPF: 018.483.740-54		7. Endereço (Rua, n.º): COMENDADOR PEREIRA DA SILVA 1/99999 BROTAS SALVADOR BAHIA 40285040	
8. Nacionalidade: BRASILEIRA		9. Telefone: (71) 3013-0528	10. Outro Telefone:
12. Cargo:		11. Email: famycolman@yahoo.com.br	
<p>Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.</p>			
Data: <u>23 / 08 / 2012</u>		<u>Fameliy C.M. de Machado</u> Assinatura	
<b>INSTITUIÇÃO PROPONENTE</b>			
13. Nome: Hospital Universitário Prof. Edgard Santos-UFBA		14. CNPJ: 15.180.714/0002-87	15. Unidade/Orgão:
16. Telefone: (71) 3283-8141		17. Outro Telefone:	
<p>Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.</p>			
Responsável: <u>Amarauda Luedy Reis</u>		CPF: <u>424 802 805 00</u>	
Cargo/Função: <u>Vice-Diretora</u>			
Data: <u>03 / 09 / 2012</u>		<u>Amarauda Luedy Reis</u> Vice-Diretora Complexo HUPES/UFBA	
<b>PATROCINADOR PRINCIPAL</b>			
Não se aplica.			

## **XII.3. ANEXO 3**

### **Norma de publicação de revista**

#### **Journal of Voice**

#### **INSTRUCTIONS TO AUTHORS**

##### **Scope**

The *Journal of Voice* includes clinical and research articles that are of interest to all professionals of all backgrounds. Papers are solicited on all aspects of voice, including basic voice science, acoustics, anatomy, synthesis, medical and surgical treatment of voice problems, voice therapy, voice pedagogy, and studies in other areas that increase the knowledge of normal (including performance) and abnormal vocal function in adults and children. Review articles will also be considered.

##### **Manuscript Submission**

All manuscripts must be submitted via the Elsevier Editorial System (EES) at <http://ees.elsevier.com/jvoice>. You will be instructed to enter the manuscript title, type, authors, abstract, and keywords and to upload your cover letter, manuscript text (including references, figure legends, etc.), and figures (see below for further information on figures). It is advisable to save the complete manuscript as a word-processing document (MS Word is preferred) and then upload it into EES.

All materials submitted for publication, including solicited articles and supplements, are subject to editorial review and revision. Only previously unpublished material will be considered for publication. Material submitted to the *Journal* must not be under consideration for publication elsewhere. All accepted manuscripts become the property of the *Journal* and may not be reproduced without the written permission of the Editor and the Publisher.

##### **Copyright**

In compliance with current U.S. Copyright law, transfer of copyright from author to publisher or its designee must be explicitly stated in writing to enable

the publisher to assure maximum dissemination of the author's work. A copy of the agreement, executed and signed by the author(s), is required with each manuscript submission. The form to be used is available from the Editor and Publisher. No manuscript can be published without a signed copyright transfer.

### **Form of Manuscript**

Manuscripts should be submitted in English. The paper should be divided into sections with appropriate section headings. Pages must be numbered sequentially with the first page of the manuscript being page 1 (title page and abstract page are not numbered). Authors are cautioned to type, where possible, all mathematical and chemical symbols, equations, and formulas and to identify all unusual symbols the first time they are used. Author(s) will use the *American Medical Association Manual of Style*, 9th ed., as a reference guide for writing purposes.

### **Cover Letter**

Please include a cover letter indicating the name, mailing address, email address, telephone number, and fax number of the person to whom correspondence, proofs, and reprint requests are to be sent.

### **Title Page**

The title page should contain the title, list of authors with affiliations, and complete mailing address, email address, telephone number, and fax number of the author to whom correspondence, proofs, and reprint requests are to be sent. If the research was presented at a meeting, the name of the meeting, location, and date should be given.

### **Abstract**

The abstract must be included twice--once alone, where indicated by EES, and once as a part of the whole manuscript. It should be factual, comprehensive, and presented in a structured abstract format. Limit the abstract to 250 words. Do not cite references in the abstract. Limit the use of abbreviations and acronyms. Use the following subheads: Objectives/Hypothesis, Study Design (randomized, prospective, etc.), Methods,

Results, and Conclusions. Abbreviations and general statements (e.g., "the significance of the results is discussed") should be avoided.

### Body of Paper

The beginning of the manuscript should be an introduction to the topic discussed including references to related literature, followed by a statement of the purpose and, where applicable, specific questions to be answered by the research. Typically, this section is followed by labeled sections with a sequence similar to Methods, Results, Discussion, and Conclusions.

### References

References should follow the "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" ( <http://www.icmje.org/> ). References are to be supplied in order of citation in the text, numbered consecutively, and typed double-spaced. Sample references are given below of a journal article and a book.

1. Sataloff RT. Professional singers: the science and art of clinical care. *Am J Otolaryngology*. 1981;2: 251-266.
2. Sataloff RT, Myers DL. Cancer of the Ear and Temporal Bone. In: Gates, Ed. ***Current therapy on Otolaryngology- Head & neck surgery***. 3rd ed. Toronto and Philadelphia: B.C. Decker; 1987:157-160.

Volume and issue numbers, specific beginning and ending pages, and name of translator should be included where appropriate.

Journal title abbreviations should follow the practices of *Index Medicus*. Provide all author names when there are seven or fewer co-authors. If there are more than seven co-authors, list only the first three and use et al. Authors are responsible for the bibliographic accuracy of all references. "Personal communications" and "unpublished observations" should be indicated within the text but excluded from the reference list (such communications and observations should be used only with the permission of those cited).

## **Symbols and Abbreviations**

Use of symbols and abbreviations should conform to those provided by professional standards publications such as the American National Standard Letter Symbols and Abbreviations for Quantities Used in Acoustics Y10.11-1984, and the American National Standard Acoustical Terminology S1.1-1994. These two publications are available from the American National Standards Institute, 11 West 42nd Street, New York, NY 10018, 212-642-4900.

## **Accuracy of Data**

For all studies dealing with instrumental quantities, a statement of the "error of measurement" should be included. For studies dealing with judgments, a statement concerning the procedure for determining the "reliability" of the judgments is expected.

## **Glossary**

Authors are encouraged to define or explain jargon, and technical or novel language (or expressions) for terms not commonly known across the audiologic professions. These terms and explanations can be placed in a glossary table. If few, the terms can be explained in the text.

## **Tables**

All tables must be cited sequentially in the text, numbered, and supplied with suitable explanatory legends and headings. Tables should not be supplied typed within the body of the manuscript. They must be separately uploaded into EES. Tables should be self-explanatory and should supplement, rather than duplicate, the material in the text.

## **Figures and Illustrations**

All figures and illustrations must be cited sequentially in the text, numbered, and supplied with legends. Figures, illustrations, and legends should not be supplied within the body of the manuscript. Each individual figure must be separately uploaded into EES. Legends to figures should be brief, specific, and explanatory. They should not unduly repeat information already given in the

text. Magnification and stain should be provided where appropriate. All photographs and illustrations documenting any postoperative change must be labeled with the postoperative interval.

Figures should be submitted in electronic format, preferably in EPS or TIF format. Figures should be created using graphics software such as Photoshop or Illustrator. DO NOT USE PowerPoint, Corel Draw, or Harvard Graphics. COLOR figures submitted with the manuscript will appear in black and white in print unless the author agrees to pay fees associated with color reproduction. They will appear on the website in color at no extra charge. When color images appear in print in black and white, the black and white contrast will diminish, so choose distinct color contrasts and/or patterns for best conversion to black and white images.

If a color image is accepted for print, it must meet the following specifications: CMYK at least 300 dots per inch (DPI). Gray scale images should be at least 300 DPI. Combinations of gray scale and line art should be at least 600 DPI. Line art (black and white or color) should be at least 1200 DPI. The author may be responsible in part for costs associated with reproducing illustrations in color and special artwork. Information on the extra charges can be obtained by calling Elsevier at 1-800-325-4177.

For manuscripts that contain PHOTOGRAPHS OF A PERSON, submit a written release from the person or guardian, or submit a photograph that will not reveal the person's identity (eye covers may not be adequate to protect patient identity).

If a figure has been taken from previously copyrighted material, the legend must give full credit to the original source, and letters of permission must be submitted with the manuscript. Articles appear in both the print and online versions of the *Journal*, and wording of the letter should specify permission in both forms of media. Failure to get electronic permission rights may result in the images not appearing in the online version.

## **Proofs and Reprints**

All manuscripts are subject to copyediting. The corresponding author will receive page proofs to check the accuracy of typesetting. Authors may be charged for any alterations to the proofs beyond those needed to correct typesetting errors. Proofs must be checked carefully and returned within 48 hours of receipt. The author is responsible for all statements in the article.

A reprint order form will be sent to the corresponding author when the article is sent to the publisher for publication. Reprints are normally shipped four to six weeks after publication of the issue in which the article appears.

Proofs, reprints orders, and all inquiries concerning items in production should be sent to Issue Management, Elsevier, 1600 JFK Blvd., Suite 1800, Philadelphia, PA 19103-2899; Tel: 800-523-4068.

## **Peer Review**

Manuscripts received by the *Journal* are read by two or three reviewers who are knowledgeable in the topic in question. The role of the reviewer(s) is to read the manuscript critically, comment on possible or needed changes, and assist the Editor in making a decision concerning the acceptance or rejection of the manuscript for publication. Final page proofs sent to the author( s) can be changed only minimally.

## **Research Subjects**

Research studies reported in manuscripts submitted to the *Journal of Voice* must abide by the ethical principles for the protection of human and animal subjects. The *Journal* endorses those principles found in the Belmont Report: Ethical Principles and Guidelines for the Protection of Human Subjects (1979, Office of the Protection from Research Risks Report, Bethesda, MD: U.S. Dept. of Health and Human Services); the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals (DHEW Publication No. (NIH) 80-23, Revised 1978, Reprinted 1980, Office of Science and Health Reports, DDR/NIH, Bethesda, MD 20205); and the World Medical Association Declaration of Helsinki guidelines (JAMA. 1997;277:925-926). To be considered for publication, studies

involving human research subjects ordinarily require a statement indicating Institutional Review Board approval and/or compliance with the Guidelines specified.

**XII.4. ANEXO 4****Recibo de aceite do artigo 1**

● RE: Author query JVOICE JVOICE-D-14-00299 Pessoas ★

● **Katie Erikson** Fev 12 ★

Para eu

---

Dear Ms. Colman,

I apologize for any confusion. It seems your manuscript was submitted twice to the journal. The first (JVOICE-D-14-00294) was reviewed, revised, and ACCEPTED this morning. The second manuscript (JVOICE-D-14-00299) was the duplicate entry that I sent back to you yesterday. I am obviously unable to accept BOTH entries. So, for 14-00299 I am going to send it back to you in EES with this message attached. Please do not re-submit it to the editorial office.

This will not affect the status of your accepted paper, 14-00294. Please let me know if you have any other questions.

Kind Regards,

Katie Erikson  
Assistant Managing Director  
Journal of Voice  
The Voice Foundation  
219 N. Broad St., 10th Floor  
Philadelphia, PA 19107  
[journal@voicefoundation.org](mailto:journal@voicefoundation.org)  
[www.voicefoundation.org](http://www.voicefoundation.org)

**XII.5. ANEXO 5****Recibo de submissão do artigo 2**

● **Journal of Voice**

Hoje em 3:36 PM ★

Para eu

---

Dear Ms. Colman,

Your submission entitled "Spectrographic acoustic vocal characteristics of elderly women engaged in aerobics" has been received by the Journal of Voice.

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System site of the journal as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/jvoice/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

If accepted, your manuscript may be published both in the print and online versions of Journal of Voice, or exclusively online (numbered and appearing in the Table of Contents of the print version and available in PubMed). You are welcome to make a preference for e-only known to us, but final determination of publication format will be made during the production process.

We apologize for any delays experienced during the editorial process. The large number of excellent manuscripts accepted has caused a publication delay. Thus, beginning in 2011, we are moving to publish some articles as e-only for each issue.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

Journal of Voice

---