Envelhecimento vocal: estudo das alterações segmentais e variações prosódicas no português brasileiro

Palavras-Chave: envelhecimento; senescência; fonética acústica; qualidade da voz.

Autores:

FERNANDA OLMEDO, FCM/ UNICAMP

Prof. Dr. PLÍNIO ALMEIDA BARBOSA (orientador), IEL/UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Também conhecido como presbifonia, o envelhecimento vocal é considerado um fator comum entre os idosos (ROY, 2007), ou seja, na maioria dos casos não se considera a presbifonia como um transtorno vocal por ser um processo natural entre os indivíduos da terceira idade, embora algumas modificações podem ser prevenidas ou tratadas (BEHLAU, 2010).

Ocorrem, então, modificações na laringe que podem levar ao prejuízo das funções do órgão, sendo estas: abaixamento da posição da laringe, tendência à ossificação das cartilagens, desgaste das superfícies articulares, reduzindo o movimento das articulações. Há também diminuição do suprimento sanguíneo e dos axônios e fibras mielinizadas, alterando assim os nervos periféricos, tal como é reduzida a espessura da lâmina própria da prega vocal e do depósito de ácido hialurônico. Também ocorre atrofia do músculo tireoaritenóideo, o qual se torna mais fatigável e fraco. Em síntese, ocorre um aumento generalizado da rigidez e diminuição da flexibilidade laríngea (KENDALL, 2007).

A pesquisa de Goulart et al (2012), sugere que a vibração das pregas vocais permanece sem alterações quando há equilíbrio entre os músculos laríngeos e a respiração. Assim, há uma íntima relação entre os dois sistemas e, para isso, é necessário realizar uma intervenção em ambos para que haja uma maior eficiência na qualidade vocal do sujeito. Ocorre com a senescência, então, diminuição da elasticidade dos tecidos respiratórios e da capacidade vital dos pulmões, irregularidade respiratória, como também é necessário um maior volume pulmonar e da caixa torácica para iniciar a fonação (CASPER; COLTON, 2000). Ou seja, há uma pior coordenação da pressão pulmonar.

E por fim, é necessário acrescentar que as mudanças no controle neuromuscular também afetam a qualidade vocal, gerando uma instabilidade vocal devido a uma lentificação das funções gerais do sistema nervoso central (CASPER; COLTON, 2000).

Alterações acústicas e perceptivas na presbifonia

Acusticamente, a frequência fundamental (f0) média masculina tende a aumentar, da mesma forma que o nível de intensidade média, como consequência da atrofia muscular. Já nas mulheres, a frequência fundamental média apresenta uma queda ou permanece a mesma, devido a possibilidade de edema pelas modificações hormonais decorrentes da menopausa (HOLLIEN, 1987). E, para ambos os sexos, há uma redução na amplitude (*range*) da frequência fundamental, da intensidade e a taxa de elocução (LINVILLE, 1987b).

Parâmetros fonético-acústicos

A partir do script *Prosody Descriptor Extractor* (BARBOSA, 2020)[1] analisamos um conjunto de 11 parâmetros acústicos, entre eles: mediana da frequência fundamental (f0), desvio-padrão de f0, mínimo e máximo de f0, ênfase espectral, relação harmônico-ruído, coeficiente de variação de intensidade total, taxa de elocução, taxa de pausas silenciosas, intensidade relativa e *jitter*.

Foi verificado através da pesquisa de Brückl (2007), que, acusticamente, a taxa de elocução e intensidade são correlatos importantes da idade do falante. Assim, a taxa de elocução é uma medida da fluência e do processamento motor da fala e é melhor medida em sílabas por segundo. Além disso, avaliamos a taxa de articulação, que não envolve a produção das pausas silenciosas que foram avaliadas à parte em duração média e taxa de ocorrência (BARBOSA, 2019).

[1] disponível na URL <https://github.com/pabarbosa/prosodyscripts/tree/master/ProsodyDescriptorExtractor>.

METODOLOGIA:

Trata-se de um estudo longitudinal, comparativo, quantitativo e empírico, visando descrever como a senescência afeta a qualidade vocal e os parâmetros prosódico-acústicos. Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), sob o parecer de número 46539821.4.0000.8142.

Os dados usados para este projeto foram cedidos pelos participantes e consistiram em gravações de áudios, no uso profissional, de dois indivíduos do sexo masculino durante um período de tempo, se estendendo entre os 49 e mais de 70 anos de idade. Assim, os áudios utilizados para essa pesquisa foram todas gravações prontas de mídia e passíveis de apresentarem ruídos externos, tendo em vista o aspecto cronológico das gravações, o que poderia interferir nos resultados, devido as técnicas utilizadas, entretanto nossos achados foram em direção do que se encontra na literatura. Os áudios cedidos por eles após assinatura digital do termo de autorização de uso da voz.

Análise prosódico-acústica

As gravações foram analisadas no software de livre acesso *Praat* versão 6.1.16 (BOERSMA; WENINK, 2011). Ele foi utilizado como ferramenta de avaliação prosódico-acústica da produção vocal. Ainda no *Praat*, usamos o script *Prosody Descriptor Extractor* (BARBOSA, 2020), que gerou um conjunto de 22 parâmetros prosódico-acústicos, dos quais selecionamos 11 para análise.

Participantes

Sujeito	Sexo	Ano de nascimento/ idade	Profissão	Bebida alcoólica	Tabagismo
1	masculino	1945/ 76a	Pastor	-	-
2	masculino	1945/ 75a	Radialista	Sim	Sim, até 1989

Quadro 1: *Caracterização da amostra.*

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Em relação ao sujeito 1, analisamos gravações dos anos 1995 (50a), 1996 (51a), 1998 (53a), 2000 (55a), 2001 (56a), 2010 (65a), 2012 (67a), 2017 (72a) e duas de 2021 (75a). Foi percebida a necessidade de analisar 2021 mais de uma vez visto a necessidade de confirmar os resultados apresentados no primeiro. Assim intitularemos como 2021 (1) e 2021 (2), respectivamente. Ao todo foram segmentados 150 minutos. Já para o sujeito 2, devido a qualidade e idade cronológica das gravações foi necessário descartar amostras de voz de 1992 (52a), 1995 (50a) e 1999 (54a). Assim, analisamos os anos 1994 (49a), 1998 (53a), 2008 (63a) e 2017 (72a). Ao todo foram segmentadas 34 minutos.

1.1. Análise estatística

Os resultados desta análise se encontram a seguir e mostram diferenças significativas existentes entre os valores médios das décadas. Para encontrar cujos valores diferiram significativamente, os dados foram calculados e computados no software *R-project*, no qual foi aplicado o teste de Shapiro wilk para verificar a normalidade e, em todos os casos, usou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Consideramos que os valores de p maiores que 0,05 não eram diferentes estatisticamente. As diferenças significativas foram encontradas entre cada ano se encontram nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1: *Média e desvio padrão (DP) dos parâmetros prosódicos separados por idade, com as diferenças significativas entre eles referentes ao sujeito 1.*

	50 anos (1995)			56 anos (2001)			65 anos (2010)			75 anos (2021)		
Parâmetro	**média**	**DP**		**média**	**DP**		**média**	**DP**		**média**	**DP**	
f0med	219.1	1.4	1;3	156.0	49.5	1;4;5	222.6	38.5	4;6	180.0	38.1	3;5;6
f0sd	31.8	1.9	1;3	22.8	10.4	1;4;5	32.5	14.8	4;6	26.1	12.7	3;5;6
f0min	148.3	2.8	1;2;3	115.2	27.6	1;45	159.2	17.7	4;6	124.0	21.5	3;5;6
f0max	269.2	14.8	1;3	208.2	73.5	1;4;5	281.3	38.9	4;6	223.7	54.4	3;5;6
emph	4.0	2.1	2	4.0	4.5	4	8.1	2.3	2;6	3.6	0.7	6
cvint	21.5	12.7	3	27.2	8.0		21.4	0.7	6	20.0	4.9	3; 6
hnr	6.5	0.5	1;2;3	10.0	2.0	1;4;5	9.0	2.0	2;4;6	9.2	1.7	3;5;6

jitter	2.5	1.4	2	2.7	0.3	4;5	2.2	0.2	2;4	2.3	0.6	5
ar	3.9	2.0	1;2;3	5.0	0.1	1;5	4.1	0.1	2;6	4.6	2.1	3;5;6
durSIL	2.1	1.5	1;2;3	2.3	1.2	1;4;5	2.1	0.8	2;4;6	2.4	1.0	3;5
IPI	570.2	744.6	3	954.7	696.0		698.7	682.3	6	681.3	498.0	3;6

1 Diferença significativa entre 50 e 56 anos; 2 Diferença significativa entre 50 e 65 anos; 3 Diferença significativa entre 50 e 75 anos; 4 Diferença significativa entre 56 e 65 anos; 5 Diferença significativa entre 56 e 75 anos; 6 Diferença significativa entre 65 e 75 anos.

Tabela 2: *Média e desvio padrão (DP) dos parâmetros prosódicos separados por idade, com as diferenças significativas entre eles referentes ao sujeito 2.*

	49 anos (1994)			**53 anos (1998)**			**63 anos (2008)**			**72 anos (2017)**		
Parâmetro	**média**	**DP**		**média**	**DP**		**média**	**DP**		**média**	**DP**	
f0med	128.3	11.3	1;2;3	111.8	19.8	1	108.0	10.6	2	108.5	11.3	3
f0sd	24.4	0.6	1;2;3	19.7	2.3	1;5	18.0	9.3	2;6	10.0	5.2	3;5;6
f0min	83.5	1.4	1;3	82.7	18.4	1;5	81.8	19.1	6	94.1	11.6	3;5;6
f0max	173.1	3.5	1;2;3	154.3	2.8	1;5	148.8	0.7	2	136.2	3.5	3;5
emph	1.2	0.6	1;2	1.9	0.3	1;4	2.8	1.5	2;4;6	1.6	0.1	6
cvint	8.9	1.2	1;2;3	20.5	3.5	1;4;5	12.9	4.0	2;4	14.8	2.1	3;5
hnr	5.2	0.6	1;2;3	7.7	1.5	1	6.6	2.5	2	7.4	1.3	3
jitter	3.5	0.8	1;2	3.2	0.6	1	2.9	0.5	2	3.3	0.1	
ar	5.4	2.6	3	5.4	0.8	5	6.1	0.9	6	4.3	0.9	3;5;6
durSIL	2.7	0.0	1;2	2.5	2.7	1;4	4.1	2.5	2;4;6	2.6	0.8	6
IPI	824.2	567.8	3	664.0	654.5	4	230.4	314.7	4	849.1	316.1	

1 Diferença significativa entre 49 e 53 anos; 2 Diferença significativa entre 49 e 63 anos; 3 Diferença significativa entre 49 e 72 anos; 4 Diferença significativa entre 53 e 63 anos; 5 Diferença significativa entre 53 e 72 anos; 6 Diferença significativa entre 63 e 72 anos.

Na tabela 3 e 4 foram analisados os aspectos da qualidade vocal dos sujeitos que se encontram explicadas mais adiante na tabela 5.

Tabela 3: *resultados da qualidade vocal usando a escala CAPE-V dado pelos juízes, sem que tivessem conhecimento da idade do sujeito.*

	Sujeito 1							
	50 anos (1995)		**56 anos (2001)**		**65 anos (2010)**		**75 anos (2021)**	
Parâmetros	**juiz 1**	**juiz 3**	**juiz 3**	**juiz 2**	**juiz 1**	**juiz 3**	**juiz 3**	**juiz 2**
Grau geral	52/100 C	50/100 C	40/100 C	35/100 I	27/100 C	50/100 C	60/100 C	35/100 C
Rugosidade	51/100 C	55/100 C	40/100 C	32/100 I	22/100 C	60/100 C	60/100 C	28/100 I
Soprosidade	0/100	10/100 I	10/100 I	01/100 C	0/100	10/100 I	20/100 I	05/100 I
Tensão	57/100 C	55/100 C	20/100 C	22/100 I	37/100 C	60/100 C	60/100 C	30/100 I
Pitch	16/100 C	0/100	0/100	-	12/100 C	0/100	10/100 C	-
Loudness	47/100 C	10/100 I	0/100	-	35/100	0/100	0/100	-
Ressonância	laringofaríngea	normal	normal	-	laringofaríngea	normal	laringofaríngea	-

C: Constante/consistente; I: Inconstante/inconsistente

Tabela 4: *resultados da qualidade vocal usando a escala CAPE-V dado pelos juízes, sem que tivessem conhecimento da idade do sujeito.*

	Sujeito 2							
	49 anos (1994)		**53 anos (1998)**		**63 anos (2008)**		**72 anos (2017)**	
Parâmetros	**juiz 1**	**juiz 2**	**juiz 1**	**juiz 2**	**juiz 3**	**juiz 2**	**juiz 1**	**juiz 2**
Grau geral	12/100	09/100	06/100	06/100	60/100	10/100	12/100	07/100

	C	C	C	C	C	C	C	C
Rugosidade	04/100 C	0/100	04/100 C	03/100 C	60/100 C	06/100 I	12/100 C	0/100
Soprosidade	0/100	0/100	0/100	0/100	0/100	0/100	0/100	0/100
Tensão	21/100 C	10/100 I	0/100	02/100 C	60/100 C	24/100 I	0/100	03/100 C
Pitch	07/100 C	-	28/100 C	-	17/100 C	-	0/100	-
Loudness	0/100	-	0/100	-	0/100	-	0/100	-
Ressonância	normal	-	hiponasal	-	laringofaríngea	-	normal	-

C: Constante/consistente; I: Inconstante/inconsistente

Tabela 5: *discussão da pesquisa baseada nas tabelas anteriores.*

	Parâmetros Analisados	**Achados do Estudo**	**Levantamento da Literatura**
Entonação	*f0med, f0min, f0max e f0sd*	sujeito 1: diminuição seguida de aumento de 48 Hz. sujeito 2: diminuição gradual da frequência.	Segundo Barbosa et al (2021), há uma tendência de a F0 em homens diminuir da idade adulta até a meia-idade e aumentar, na faixa dos 80 anos, cerca de 35 Hz. Já Vipperla et al (2010), os valores de f0 tendem a diminuir com a idade.
Intensidade	*emph e cvint*	O sujeito 1 segue a tendência da entonação de pico dos valores aos 65 anos e aos 63 no sujeito 2, revelando que quanto maior a frequência, maior o esforço vocal para realizá-la.	Schötz (2006) em sua pesquisa aponta que até a meia idade, em homens, ocorre um aumento dos valores da intensidade, seguida por uma queda entre 70 e 80 anos, como podemos ver na tabela 1 e 2.
Ritmo	*Articulation Rate - AR*	AR se mostrou com poucas variações. O sujeito 2 apresentou um leve aumento na faixa dos 60 anos seguido por uma diminuição gradual dos valores. O que pode ser explicado pelo sujeito ser locutor, ou seja, faz uso profissional da voz, o mesmo para o sujeito 1, que tendeu a valores estáveis.	Quené (2013) apresentou que entre a faixa etária de 40 a 60 anos, há a tendência de diminuição da taxa de articulação, seguida de um aumento nos próximos anos. A explicação trazida pelo autor é que pode ser devido ao efeito de aprendizagem e prática. Já para Massimo (2014), a taxa de articulação tende a diminuir com o passar dos anos.
Qualidade Vocal	*jitter e hnr*	Em ambos participantes os valores tenderam a permanecerem estáveis, porém é válido ressaltar que com a faixa etária de 60 anos os sujeitos apresentam os menores valores, coincidindo com a maior f0 e emph. Já para hnr ocorre uma leve queda na faixa dos 50 anos e aumenta na faixa dos 60.	Linville (2001) e Schötz (2006) trazem que o valor do *jitter* tende a aumentar com o envelhecimento, devido aos períodos glóticos ficam mais irregulares. Os mesmos autores trazem que a hnr possui a tendência de diminuir com a idade.
	análise perceptivo-	Sujeito 1: soprosidade moderada. Sujeito 2 não apresentou sinais de piora nesse parâmetro. Os piores valores foram aos 63 anos, acompanhando o aumento da hnr,	Embora Behlau et al (1983) conclua que com o avanço da idade há alteração do *pitch* e *loudness*, os dados do CAPE-V não mostraram alterações significativas ao longo dos

	auditiva	emph e outros parâmetros já mencionados.	anos, como também vale destacar que não houve consenso entre os juízes. Para Honjo et al (1980), há uma tendencia dos idosos apresentarem vozes de classificação leve.
Pausas	*durSIL e IPI*	A duração da pausa silenciosa em ambos participantes permaneceu praticamente estável, indo em direção oposta das outras pesquisas. Esse fenômeno pode ter acontecido devido aos sujeitos analisados serem profissionais de voz, ou seja, eles poderiam se utilizar de técnicas da oratória para melhorar o discurso.	Schötz (2007) defende que taxas de fala mais lentas, um número maior de respirações e durações de pausa mais longas são encontradas entre os idosos.

CONCLUSÕES:

O presente estudo contribuiu para aumentar os conhecimentos sobre envelhecimento vocal. A partir da análise dos dados podemos concluir que, com o processo de envelhecimento, há uma tendência de alteração nos aspectos vocais e prosódicos, gerando diferenças significativas entre a meia idade e as mais avançadas. Na entonação há uma tendência de a f0 diminuir da idade adulta até a meia-idade e aumentar com o envelhecimento. Já para a intensidade, o inverso ocorre, aumento seguido de queda na faixa dos 70 anos. Também há uma disposição de uma fala mais lenta ao longo da vida. A qualidade vocal apresentou resultados com grau de alteração discreto a moderado como grau geral, rugosidade, soprosidade e tensão. Já o pitch e o loudness não apresentaram resultados significativos. Pesquisas futuras devem incluir dados longitudinais para o sexo feminino, como também continuar o estudo com o sexo masculino, para chegarmos em conclusões mais concretas.

BIBLIOGRAFIA

1. ALARCOS, A.L.; BEHLAU, M.S.; TOSI, O. Computer acoustical analysis of senile voices. [letter] Folia Phoniatr.1983; 35:102.
2. BARBOSA, P.A. Prosódia. São Paulo: Parábola. 2019.
3. BEHLAU, M.; MADAZIO, G.; FEIJÓ, D.; AZEVEDO, R.; GIELOW, I.; REHDER, M.I. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias. In: _____. Voz: O livro do especialista. V 2. Rio de Janeiro: Revinter; p. 409-564. 2010.
4. BOERSMA, P.; WENINK, D.; Praat: doing phonetics by computer. Phonetic Sciences, University of Amsterdam, 2011.
5. BRUCKL, M. Women's vocal aging: a longitudinal approach. Conference: INTERSPEECH 2007, 8th Annual Conference of the International Speech Communication Association, Antwerp, Belgium, August 27-31, 2007.
6. CARDOSO N.F.B.; ARAÚJO, R.C.; PAMEIRA, A.C.; DIAS, R.F.; FRANÇA, E.E.T.; ANDRADE, F.D. et al. Correlação entre o tempo máximo de fonação e a capacidade vital lenta em indivíduos hospitalizados. Rev Assobrafir Cienc. 4(3):9-17, 2013.
7. CASPER, J.K.; COLTON, R.H. Current undestanding and Treatment of phonatory disorders in geriatric populations. Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery, 8, 158-164. 2000.
8. GOULART B.N.G.; ROCHA J.G.; CHIARI M.C. Intervenção fonoaudiológica em grupo a cantores populares: estudo prospectivo controlado. J Soc Bras Fonoaudiol. 24(1);7-18, 2012.
9. HONJO, I.; ISSHIKI N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. Chicago: Arch Otolaryngol. 1980;106(3):149-50.
10. HOLLIEN, H. ‘Old Voices’: What do we really know about them. Journal of Voice, 1, 2-17. 1987
11. KENDALL, K. Presbyphonia: A review.Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery.15:137-40. 2007
12. LINVILLE, S.E. Maximum phonational frequency range capabilities of women’s voices with advancing age. Folia Phoniatrica, 39, 297-301. 1987b.
13. LINVILLE, S.E. Vocal Aging. Singular Publishing Group, San Diego, CA. 2001.
14. QUENE, H. Longitudinal trends in speech tempo: The case of ´ Queen Beatrix. J. Acoust. Soc. Am., vol. 133, no. 6, pp. EL452–EL457, jun 2013.
15. ROY, N.; STEMPLE, J.; MERRILL, R. M.; THOMAS, L. Epidemiology of Voice Disorders in the Elderly: Preliminary Findings. The Laryngoscope, 117 (4), 628-633. 2007.
16. SCHÖTZ, S. Percepção, análise e síntese da idade do locutor. Media-Tryck, Lund, 2006.
17. SCHÖTZ, S. Acoustic Analysis of Adult Speaker Age. Muller (Ed.): Speaker Classification I, LNAI 4343, pp. 88–107, 2007. c Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007.
18. HONJO, I.; ISSHIKI N. Laryngoscopic and voice characteristics of aged persons. Chicago: Arch Otolaryngol. 1980;106(3):149-50.