

Artigos de revisão

Características acústicas da voz em diferentes ciclos da vida: revisão integrativa da literatura

*Acoustic characteristics of voice in different cycles of life: an integrative literature review*Evelyn Alves Spazzapan¹<https://orcid.org/0000-0002-4191-359X>Viviane Cristina de Castro Marino¹<https://orcid.org/0000-0003-3495-9394>Vanessa Moraes Cardoso¹<https://orcid.org/0000-0002-4373-7884>Larissa Cristina Berti¹<https://orcid.org/0000-0002-4144-2804>Eliana Maria Gradim Fabbron¹<https://orcid.org/0000-0001-5197-0347>

¹ Universidade Estadual Paulista, UNESP – Marília, São, Paulo, Brasil.

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita filho – UNESP – Marília (SP), Brasil.

Fonte de Auxílio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES.

Conflito de interesses: Inexistente



RESUMO

Objetivo: realizar revisão integrativa da literatura sobre as características acústicas da produção da voz saudável, da infância à terceira idade.

Métodos: foi realizado levantamento bibliográfico nas bases de dados Pubmed, Scielo, Medline e Lilacs, nos últimos dez anos. Foram encontrados 19 estudos que atenderam aos critérios propostos e investigaram as medidas acústicas: F_0 (Frequência Fundamental), *jitter*, *shimmer* e/ou medidas de ruído, em homens e mulheres, com vozes normais, em diferentes fases da vida.

Resultados: a análise mostrou que F_0 é o parâmetro acústico que mais sofre mudanças com o crescimento e o envelhecimento da população, apresentando queda gradativa de seus valores da infância à velhice, na população feminina, enquanto que em homens, a redução acontece até a fase adulta. *Jitter*, *shimmer* e ruído permanecem estáveis durante a fase infantil e adulta, enquanto *shimmer* e medidas de ruído aumentam na terceira idade. Na literatura, não há consenso a respeito do aumento da medida de *jitter* na população idosa.

Conclusão: da infância à terceira idade, em ambos os sexos, ocorrem mudanças vocais que são refletidas principalmente pela F_0 . Há escassez de informações acústicas derivadas de uma determinada população com ampla faixa etária, utilizando uma mesma metodologia. As informações deste estudo podem orientar futuras investigações que buscarão compreender as mudanças naturais ocorridas na voz humana e, também, guiar a prática clínica.

Descritores: Voz; Acústica; Criança; Adolescente; Adulto; Idoso

ABSTRACT

Purpose: to carry out an integrative literature review about the acoustic characteristics of healthy voice production, from childhood to old age.

Methods: a bibliographic survey was conducted on the databases PubMed, SciELO, MEDLINE and LILACS, covering the last 10 years. Nineteen studies were found, meeting the proposed criteria, on acoustic measurements: F_0 (fundamental frequency), jitter, shimmer and/or noise measurements, in males and females, with normal voices in their different stages of life.

Results: the analysis showed that F_0 is the most changing acoustic parameter as people grow up and grow old. Its values present gradual fall from childhood to old age in the female population, whereas among men such decrease lasts until adulthood. Jitter, shimmer and noise remain stable throughout childhood and adulthood, while shimmer and noise measurements increase in old age. In the literature, there is no consensus regarding increase of jitter measurements in the elderly.

Conclusion: from childhood to old age, in both genders, vocal changes take place which are reflected, especially by F_0 . There is a scarcity of information on acoustics related to specific populations with ample age range, using the same methodology. The information in this study may guide future investigations aiming to understand natural changes occurring in the human voice, in addition to guiding in the clinical practice.

Keywords: Voice; Acoustic; Child; Adolescent; Adult; Elderly

Recebido em: 01/10/2018
Aceito em 23/09/2019

Endereço para correspondência:

Evelyn Alves Spazzapan
Rua Goiás, 808
CEP: 16900-049 - Andradina, São Paulo,
Brasil
E-mail: evelyn_spazzapan@yahoo.com

INTRODUÇÃO

Da infância à terceira idade, a voz humana sofre mudanças que podem ser identificadas por meio da análise acústica¹⁻³, uma avaliação objetiva que processa o sinal sonoro produzido nas pregas vocais e estima padrões de vibração, formato e modificações do trato vocal⁴. Dentre as avaliações objetivas da voz, a análise acústica é uma das ferramentas mais utilizadas para fins clínicos e de pesquisa^{2,5}, favorecida pelos avanços tecnológicos envolvendo computadores e programas específicos de análise da voz^{6,7}, o que tem propiciado o surgimento de medidas fidedignas e de rápida obtenção⁴.

A análise acústica infere indiretamente os padrões vibratórios das pregas vocais e, ainda, a conformação do trato vocal⁴ de homens e mulheres, com diferentes faixas etárias. Essa análise oferece informações quantitativas que permitem deduzir sobre a função laríngea, além de ser um instrumento não invasivo, o que facilita sua utilização na pesquisa e na prática clínica. Particularmente, tal análise auxilia no diagnóstico⁵ e no monitoramento de tratamento^{5,8}. Propicia, também, o conhecimento das mudanças vocais que ocorrem de modo natural em indivíduos saudáveis, da infância à velhice¹⁻³.

Valores de referência de medidas acústicas são extensivamente recomendados para a comparação de achados obtidos em avaliação clínica da voz^{2,9,10}, portanto as mudanças vocais que ocorrem nos diferentes ciclos da vida, em ambos os sexos, devem ser consideradas ao se buscar valores de referência para comparações clínicas. Alguns *softwares* de análise acústica disponibilizam dados de normalidade para cada medida investigada¹¹. No entanto, as bases de dados destes *softwares* são formadas por dados derivados de falantes de línguas distintas e, comumente, em uma determinada faixa etária.

Estudiosos recomendam que a comparação com dados normativos se dê com populações da mesma faixa etária e falantes de uma mesma língua¹². Nesse sentido, populações clínicas devem ser comparadas com dados de normalidade obtidos de sujeitos com características similares. Além de ser utilizada como referência na comparação com populações clínicas e para monitoramento da terapia vocal, a normatização de medidas acústicas pode ajudar no entendimento das mudanças vocais ocorridas nas produções de falantes, ao longo da vida.

Dentre os vários parâmetros acústicos existentes, que caracterizam a voz nos diferentes ciclos da vida,

destacam-se a Frequência Fundamental (F_0), medidas de perturbação a curto prazo da frequência e amplitude - *jitter* e *shimmer* - e medidas de ruído. Estas medidas são passíveis de análise em diferentes *softwares*^{7,13} e frequentemente utilizadas para descrever as características vocais em diferentes faixas etárias em condições normais^{5,14,15} e/ou patológicas^{12,16}.

Em geral, descrições das características acústicas de vozes em condições normais são apresentadas na literatura para faixas etárias específicas. Particularmente, informações sobre medidas de F_0 e de ruído para vozes normais ao longo da vida humana¹⁻³ são escassas e, de forma geral, os resultados obtidos sugerem que essas medidas sejam importantes para refletir mudanças na produção vocal, da infância à terceira idade, em ambos os sexos. Dessa forma, entende-se que o conhecimento sobre medidas de F_0 e de ruído estabelecidas na literatura até o momento, tanto para faixas etárias específicas quanto ao longo da vida, pode favorecer a atuação clínica do profissional da voz.

Medidas de perturbação de frequência e amplitude podem inferir aspectos fisiológicos do sistema laríngeo e da produção vocal, e possíveis variações nas medidas de *jitter* e *shimmer* que podem ocorrer ao longo da vida³ devem ser de conhecimento do profissional da voz. Mais especificamente, o conhecimento dos valores de referências de vozes normais estabelecidos para populações específicas permite comparações com vozes patológicas, em que irregularidades do sinal acústico são esperadas¹⁷.

Considerando que valores de referência de medidas de F_0 , *jitter*, *shimmer* e medidas de ruído descritas para diferentes faixas etárias (infantil, adolescente, adulta e idosa) podem favorecer a atuação clínica de profissionais da voz, torna-se necessário viabilizar tal conhecimento para pesquisadores e clínicos que atuam em clínica da voz. Assim, é necessária uma busca atualizada nos artigos presentes na literatura, que sistematize informações prévias sobre medidas acústicas em diferentes faixas etárias. Considerando o exposto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão integrativa referente às características acústicas da produção da voz saudável, da infância à terceira idade.

MÉTODOS

Esta revisão integrativa da literatura foi realizada a partir da identificação do tema de interesse e do estabelecimento da seguinte pergunta de pesquisa

que norteou a revisão: “Quais são as características acústicas da produção vocal de indivíduos saudáveis nos diferentes ciclos da vida?”. A seleção dos artigos foi realizada a partir de uma busca na literatura científica nacional e internacional em revistas especializadas disponíveis nas bases de dados: Pubmed, Scielo, Medline e Lilacs. Os descritores e termos para localização dos artigos foram estabelecidos após consulta no DeCS (Descritores em Ciências da Saúde) em português e em inglês, sendo eles: voz (*voice*), acústica (*acoustic*), criança (*child*), adolescente (*adolescent*), adulto (*adult*), idoso (*aged*), envelhecimento (*aging*) e valores de referência (*reference values*). A procura pelos descritores e suas associações foi realizada por duas pesquisadoras, de forma independente, no período de maio a junho de 2018. As combinações utilizadas entre os descritores foram: *voice AND acoustic AND (child OR adolescent OR adult OR aged)*; *voice AND acoustic AND reference values*; *Voice AND acoustic AND aging*. Além destas, também foi incluída a combinação: *life span AND voice*, em virtude do tema de interesse da presente investigação e por haver estudos que utilizam o descritor ‘*life span*’ mesmo que este não esteja contemplado no DeCS.

Como critérios de inclusão, foram estabelecidos os artigos originais presentes nas bases de dados selecionadas dos últimos 10 anos (2009 a 2018), que estivessem disponíveis na íntegra, nos idiomas português ou inglês, com possibilidade de acesso pela

instituição de origem. Os artigos deveriam investigar as características de vozes saudáveis de indivíduos em diferentes ciclos da vida, por meio da análise acústica, especificamente as medidas de F_0 , *jitter*, *shimmer* e medidas de ruído. Nestes estudos, foram considerados como vozes saudáveis aquelas com ausência de disfonia estabelecida em avaliação vocal prévia.

Como critérios de exclusão, definiram-se os estudos que não se relacionavam diretamente ao tema ou que envolvessem sujeitos disfônicos, com histórico de doenças neurológicas, metabólicas, hormonais, de cabeça e pescoço, anomalias craniofaciais ou, ainda, estudos que investigassem o efeito de técnicas vocais. Também foram considerados como critério de exclusão estudos que investigassem medidas acústicas por meio da fala encadeada (e não da vogal sustentada) e aqueles que tivessem o nível de evidência científica de quatro e cinco (estudo de caso e relato de experiência), conforme a escala de *Oxford Centre for Evidence-Based Medicine*¹⁸.

Inicialmente, duas avaliadoras realizaram uma leitura exploratória, por meio dos títulos e resumos, para identificar os estudos que atendessem aos critérios de inclusão. Foram selecionados 19 artigos para leitura na íntegra. Não houve concordância entre as avaliadoras na inclusão de dois artigos, que foram excluídos da pesquisa após discussão e consenso. A seleção dos estudos está representada na Figura 1.

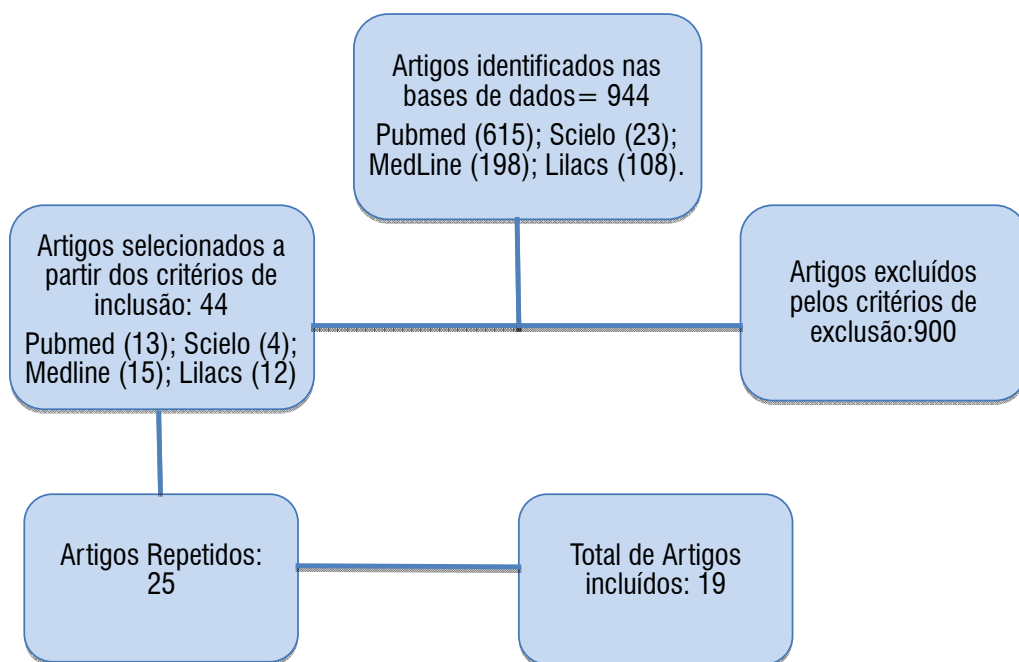


Figura 1. Seleção e identificação dos estudos

Os estudos foram agrupados de acordo com as medidas acústicas exploradas: F_0 , *jitter*, *shimmer* e medidas de ruído. Essa organização foi proposta por serem as medidas mais comumente investigadas para a descrição do comportamento vocal em condições normais^{5,12,14,15} e patológicas^{14,16}, além de serem passíveis de análise em *softwares* de análise acústica distintos⁷. Optou-se por tal organização a fim de favorecer a verificação de mudanças acústicas na produção da voz ocorridas ao longo da vida.

REVISÃO DA LITERATURA

A partir da busca realizada nas bases de dados Pubmed, Scielo, Medline e Lilacs, foram analisados os 19 artigos que atenderam aos critérios de inclusão deste estudo. Estes artigos reportam características acústicas das vozes de indivíduos saudáveis em diferentes faixas etárias.

Esta revisão apresenta informações sobre análise acústica da voz, separadas em quatro parâmetros acústicos (F_0 , *jitter*, *shimmer* e medidas de ruído) da infância à terceira idade.

A seguir, descrevem-se os valores de normalidade para a medida de F_0 (Figura 2), *jitter* (Figura 3), *shimmer* (Figura 4) e medidas de ruído (Figura 5), reportados na

literatura para os diferentes grupos etários, além das informações sobre a população, software de análise acústica, vogal utilizada em cada estudo e o valor de p quando houver diferença estatisticamente significativa. Em cada figura, os estudos estão ordenados de acordo com a idade dos sujeitos investigados, a fim de facilitar a compreensão das mudanças acústicas que ocorrem em cada medida, nos diferentes ciclos da vida.

Frequência Fundamental

A F_0 é uma medida acústica muito utilizada na pesquisa e na clínica. Correlaciona-se com o *pitch* e reflete a velocidade da vibração das pregas vocais. Além disso, relaciona as características biomcânicas das pregas vocais, como estiramento das fibras elásticas e as fibras do ligamento vocal². Tal medida está relacionada às características anatomofisiológicas das pregas vocais como comprimento, massa, vibração, tensão e rigidez durante a fonação e, por isso, ela é afetada pela idade e sexo do falante^{9,12}.

A análise da F_0 é de grande relevância para estudos que buscam compreender a voz nas diferentes fases da vida¹⁻³, pois traz informações que permitem melhor compreensão a respeito da fisiologia laríngea, da infância à terceira idade.

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da população	Grupos Estudados	F_0 (Hz)	Valor de p
Tavares, Lábio e Martins, ¹⁹	Brasileira	MDVP	/a/	N=240 4 a 12 anos	4 a 5 anos	M: 275,09 F: 257,14	p=0,001 (mais velhos < mais jovens)
					6 a 7 anos	M: 243,37 F: 257,14	
					8 a 9 anos	M: 227,30 F: 258,93	
					10 a 11 anos	M: 222,4 F: 234,09	
Finger, Cielo e Schwarz ²¹	Brasileira	PRAAT	/a/	N=56 mulheres 18 a 38 anos	18 a 38 anos	F:210,92	NS
Beber e Cielo ²⁹	Brasileira	MDVPA	/a/	N=25 homens 20 a 40 anos	20 a 40 anos	M: 120,16	NS
Dehqan, Ansari, Bakhtiar ¹²	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=90 20 a 50 anos	20 a 30 anos	M: 113,1 F:214,5	p=0,000 (F>M)
					30 a 40 anos	M: 112,8 F:214,4	
					40 a 50 anos	M:112,5 F:215,0	

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da população	Grupos Estudados	F0 (Hz)	Valor de ρ
D'Haeseleer et al. ²²	Belga	MDVP	/a/	N= 44 20 a 28; 46 a 52 anos	Jovens	F: 202	$\rho=0,007$ (pré-menopausa < jovens)
					Pré-menopausa	F:190	
Demirhan et al. ⁵	Turca	CSL	/ [^] /, /i/, /u/	N=83 18 a 32 anos	18 a 32 anos	M: 127,11 F: 239,78	$\rho=0,000$ (F>M)
Tatar et al. ²³	Turca	MDVP	/a/	N=89 mulheres 20 a 42 anos	Fase: menstruação(I)	F:226,4	$\rho=0,01$ (III<I)
					Fase: pós menstruação (II)	F:223,9	
					Fase: pré menstruação (III)	F:213,4	$\rho=0,03$ (III<II)
Zraick; Smith-Olinde; Shotts ²⁰	Americana	KayPENTAX PAS Model	/a/	N=157 18 a 86 anos	18 a 39 anos	M: 122,32 F: 214,74	$\rho=0,001$ (F>M)
					40 a 59 anos	M: 124,44 F: 203,30	
					60 a 86 anos	M: 159,81	$\rho=0,001$ (adultos > idosos)
						F: 191,90	
Dehqan et al. ⁹	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=41 70 a 90 anos	Jovens	M:113 F:210	$\rho=0,001$ (idosos M > jovens M)
				N=40 20 a 49 anos	Idosos	M:146 F:194	
Goy et al. ⁸	Canadense	Sonnetta	/a/	N=159 18 a 28 anos; N= 133 63 a 86 anos	Jovens	M: 128 F: 251	0,001 F= (idosas < jovens)
				Idosos	M: 127 F: 211		
Cerceau, Alves, Gama ³³	Brasileira	MDVP	/a/	N=96 mulheres 60 a 103 anos	60 a 69 anos	F:193,81	NS
					70 a 79 anos	F:195,71	
					Acima de 80 anos	F:187,60	
Scarpel e Fonseca ³¹	Brasileira	PRAAT	/é/	N=23 Acima de 60 anos	60 a 70 anos	F: 182,16	$\rho=0,02$ (mais velhos < mais jovens)
					71 a 80 anos	F: 168,86	
					+ 80 anos	F: 148,69	
Menezes et al. ²⁶	Brasileira	PRAAT	/a/	N= 60 mulheres 20 a 35 anos 60 a 82 anos	Jovens	F: 215,47	NS
					Idosas	F: 227,20	
Lortie et al. ³⁰	Canadense	PRAAT	/a/	N=81 20 a 75 anos	*	*	$\rho=0,001$ (idosos < adultos jovens e meia idade)
Mezzedimi et al. ²⁷	Italiana	PRAAT	/a/	N=142 20 a 93 anos	Jovens	M:141,64 F:217,54	$\rho=0,001$ F= (jovens < idosas)
					Idosos	M:139,56 F:177,98	
Pessin, et al. ²⁵	Brasileira	MDVP	/a/	N=72 60 a 90 anos	60 a 75 anos	F:202,6 M:130,9	NS
					76 a 90 anos	F: 199,4	
						M:133,3	

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da população	Grupos Estudados	F0 (Hz)	Valor de ρ
Soltani et al. ²	Persa	PRAAT	/a/	N=400 4 a 80 anos	4 anos	M:292,44	<p>$\rho=0,00$ (F>M)</p> <p>F= menor nos grupos 14a, 50a e 60a ($\rho=0,00$)</p> <p>M= menor em 12a, 14a, e 60a ($\rho=0,00$)</p>
						F: 292,53	
					5 anos	M:288,33	
						F: 289,75	
					7 anos	M:284,15	
						F: 282,40	
					12 anos	M:219,12	
						F: 258,65	
					14 anos	M:124,32	
						F: 217,2	
					20-22 anos	M:118,53	
F: 214,8							
30-32 anos	M:117,65						
	F: 214,2						
40-42 anos	M:117,81						
	F: 213,07						
50-52 anos	M:114,06						
	F: 190,27						
60-80 anos	M:127,45						
	F: 178,96						
Stathopoulos, Huber, Sussma ¹	Americana	-	/a/	N=192 4 a 93 anos	*	*	<p>$\rho=0,001$ (F>M)</p> <p>$\rho=0,001$ (idade)</p>

Legenda: * não informado pelo artigo; Hz: Hertz; F: Feminino; M: Masculino; F0: Frequência Fundamental; MDVP: Mult Dimensional Voice Program; MDVPA: Mult Dimensional Voice Program Advanced; CSL: Computerized Speech Lab; NS: valor não significante.

Figura 2. Valores de normalidade para a medida de F_0 e valores de ρ apresentados na literatura entre os grupos estudados

A voz infantil foi investigada por um estudo que envolveu vozes de crianças de 4 a 12 anos¹⁹. Os autores reportaram que, durante a infância, a medida de F_0 sofre queda em seus valores com o aumento da idade. Essas mudanças são explicadas pelo desenvolvimento natural, que afeta as estruturas laríngeas com o crescimento corporal, como o aumento da massa e comprimento das pregas vocais. Em crianças pequenas são esperados valores de de 275Hz para meninos e 257Hz para meninas; no final da infância, essa medida encontra-se em torno de 220 Hz e 234Hz para meninos e meninas respectivamente aos 11 anos¹⁹, com queda maior durante a adolescência¹⁻³.

Durante a fase adulta, com base na literatura consultada, pode-se observar que a medida de F_0 mantém-se estável¹², particularmente em adultos jovens²⁰. Autores encontraram média de F_0 de 210Hz, em mulheres na fase adulta²¹; na população masculina, valores em torno de 120 Hz²¹. É consenso que com o envelhecimento, a medida de F_0 sofre mudanças, principalmente no sexo feminino. No entanto, não é claro o início dessas transformações vocais. Foi observado que a F_0 se mantém estável em ambos os

sexos durante a fase adulta, apontando que mudanças nesta medida seriam esperadas apenas na terceira idade^{12,20}. Outros autores²², no entanto, mostraram que, em mulheres, a diminuição da F_0 , se inicia antes mesmo do período da menopausa, aos 40 anos de idade. Além das mudanças acústicas, descreveu-se uma tendência às diferenças perceptivas auditivas entre os grupos, com presença de maior rugosidade nas mulheres de meia idade comparada com mulheres jovens. Dessa forma, as mudanças anatômicas e fisiológicas que podem afetar a qualidade vocal e os parâmetros acústicos das vozes de mulheres ocorrem não apenas na terceira idade, mas tem seu início na fase adulta, antes das mudanças hormonais ocorridas no período da menopausa.

De acordo com a literatura investigada, também foi estudada a interferência do ciclo menstrual nas vozes de mulheres adultas entre 20 e 42 anos. A F_0 encontra-se mais baixa no período pré-menstrual em relação ao período menstrual e pós-menstrual, por causa do aumento de massa nas pregas vocais decorrentes de mudanças hormonais²³.

Assim, durante a fase adulta espera-se estabilidade nos valores de F_0 em homens e mulheres adultos jovens mas, em mulheres, essas mudanças podem ser marcadas previamente ao período da menopausa^{15,22}.

Com o envelhecimento, a voz humana sofre mudanças que são marcadas na F_0 , principalmente no sexo feminino. De forma geral, em mulheres, há uma diminuição da medida de F_0 na população idosa em relação às mulheres jovens^{8,20,24,25}. A diminuição de F_0 encontrada na literatura é justificada pelas mudanças anatômicas e hormonais que ocorrem na laringe humana^{8,12,20}, com o aumento da idade. Outros estudos, no entanto, não observaram diferenças nos valores de F_0 ao compararem a voz de mulheres jovens e idosas^{25,26}, embora a F_0 seja o parâmetro acústico que mais sofre alterações com o envelhecimento²⁵. Em relação à população masculina, a maioria dos estudos encontrados não aponta mudanças acústicas na voz de homens idosos em relação aos mais jovens^{8,20,25,27}. Entretanto, Dehqan et al.⁹ observaram aumento da F_0 em homens idosos quando comparados com adultos, em virtude da redução do tecido muscular que afeta a laringe masculina na terceira idade. As principais queixas vocais apresentadas na população idosa são rouquidão, dificuldade para cantar e esforço fonatório. Os achados videolaringoscópicos mais frequentes são a atrofia e o arqueamento de pregas vocais, principalmente em idosos mais velhos²⁵. Essas mudanças anatômicas nas pregas vocais do idoso podem justificar as mudanças de F_0 encontradas nesta população que, de uma forma geral, foi encontrada redução de F_0 de até 40Hz ao comparar mulheres jovens e mulheres idosas^{8,27} enquanto que na população masculina, aqueles estudos que mostraram mudanças entre homens jovens e idosos, apontaram para um aumento de 27Hz na F_0 da população idosa.

Dois estudos disponibilizaram informações sobre transformações nas características vocais ao longo da vida, utilizando da mesma metodologia, refletidas por meio da F_0 ^{1,2}, conforme a literatura consultada. Estes estudos se diferenciam de estudos anteriores, que buscaram apresentar informações da F_0 em idades específicas.

Um dos estudos¹ trouxe informações sobre a produção da voz, a partir de informações derivadas da F_0 , em sujeitos de 4 a 93 anos. Os autores afirmaram que, ao longo da vida, ocorrem mudanças na produção vocal, que se comportam de maneira distinta em cada sexo. Em homens, a F_0 diminuiu de forma constante dos 4 aos 50 anos, e apresentou aumento após esta

idade. Nas mulheres, a F_0 diminuiu até os 60 anos e se elevou na idade de 80 anos, embora de maneira sutil. A diminuição de F_0 da infância a adolescência foi explicada, de acordo com os autores, pelo aumento de massa das pregas vocais. Durante a fase adulta, as mudanças hormonais decorrentes da menopausa explicam a diminuição de F_0 em mulheres de meia idade. Em homens, após os 50 anos, houve aumento de F_0 por causa da diminuição de massa das pregas vocais.

Outro estudo que investigou as mudanças de F_0 ao longo da vida² mostrou que esta medida sofre mudanças da infância à terceira idade em ambos os sexos, com maiores mudanças no sexo masculino. Os autores reportaram que a F_0 diminuiu da infância até a fase adulta e as diferenças entre os sexos se iniciaram a partir da idade de 12 anos em virtude das diferenças no crescimento craniofacial e desenvolvimento hormonal desta população. Na fase adulta até os 40 anos observou-se a estabilização do desenvolvimento craniofacial e das condições hormonais, sem mudanças na F_0 . Nas mulheres acima de 50 anos, houve diminuição de F_0 justificada pelo aumento de massa das pregas vocais resultante da menopausa. Em homens, houve aumento de F_0 acima dos 60 anos de idade, justificado pela redução da massa das pregas vocais e mudanças nos músculos e cartilagens laríngeas².

Em relação ao sexo, os estudos consultados não apontaram diferenças na F_0 entre meninos e meninas na fase infantil¹⁹. Tais diferenças iniciam-se na puberdade, por volta dos 12 anos de idade, em virtude das mudanças no desenvolvimento craniofacial e mudanças hormonais que ocorrem na adolescência². Após a adolescência, homens e mulheres apresentam diferenças na F_0 na fase adulta e idosa^{5,8,9,12,20}. A F_0 sofre influência do sexo (e também da idade) do falante e se modifica de acordo com as características da prega vocal, como comprimento, massa, tensão, vibração e alongamento, além de apresentar relação com a pressão subglótica⁴. Assim, por causa das diferenças anatômicas e fisiológicas do trato vocal existentes entre os sexos feminino e masculino, como a diferença de tamanho da laringe e abaixamento no trato, por exemplo, a F_0 masculina é menor que a feminina.

Jitter

A medida de perturbação da frequência a curto prazo, *jitter*, traz informações sobre a variação ciclo a ciclo da frequência de vibração das pregas vocais²⁸ e pode estar relacionada à rouquidão²⁷.

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da População	Grupos Estudados	Jitter (%)	Valor de p
Tavares, Lábio e Martins ¹⁹	Brasileira	MDVP	/a/	N=240 4 a 12 anos	4 a 5 anos	M: 1,71 F: 1,63	NS
					6 a 7 anos	M: 1,18 F: 1,72	
					8 a 9 anos	M: 1,53 F: 1,62	
					10 a 11 anos	M: 1,70 F: 1,67	
Finger, Cielo e Schwarz ²¹	Brasileira	PRAAT	/a/	N=56 mulheres 18 a 38 anos	18 a 38 anos	F: 0,42	NS
Beber e Cielo ²⁹	Brasileira	MDVPA	/a/	N=25 homens 20 a 40 anos	20 a 40 anos	M: 1,51	NS
Dehqan, Ansari, Bakhtiar ¹²	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=90 20 a 50 anos	20 a 30 anos	M: 0,24 F: 0,23	NS
					30 a 40 anos	M: 0,22 F: 0,23	
					40 a 50 anos	M: 0,22 F: 0,22	
D'Haeseleer et al. ²²	Belga	MDVP	/a/	N= 44 20 a 28; 46 a 52 anos	Jovens	F: 0,89	NS
					Pré-menopausa	F: 0,9	
Demirhan et al. ⁵	Turca	CSL	/ˆ/, /i/, /u/	N=83 18 a 32 anos	18 a 32 anos	M: 0,51 F: 0,9	p=0,000 (F>M)
Tatar et al. ²³	Turca	MDVP	/a/	N=89 mulheres 20 a 42 anos	Fase: menstruação (I)	F: 0,68	p=0,021 (III>II)
					Fase: pós menstruação (II)	F: 0,67	
					Fase: pré menstruação (III)	F: 0,70	
Dehqan et al. ⁹	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=41 70 a 90 anos N=40 20 a 49 anos	Jovens	M: 0,2 F: 0,18	p=0,001 (idosos > jovens)
					idosos	M: 0,31 F: 0,24	
Goy et al. ⁸	Canadense	Sonnetta	/a/	N=159 18 a 28 anos; N= 133 63 a 86 anos	Jovens	M: 0,38 F: 0,37	NS
					Idosos	M: 0,48 F: 0,47	
Scarpel e Fonseca ³¹	Brasileira	PRAAT	/é/	N=23 Acima de 60 anos	60 a 70 anos	F: 0,42	NS
					71 a 80 anos	F: 0,78	
					+ 80 anos	F: 0,78	
Menezes et al. ²⁶	Brasileira	PRAAT	/a/	N= 60 mulheres 20 a 35 anos 60 a 82 anos	Jovens	F: 0,4	NS
					Idosas	F: 0,8	
Lortie et al. ³⁰	Canadense	PRAAT	/a/	N=81 20 a 75 anos	*	*	p=0,001 (idosos > jovens)
Mezzedimi et al. ²⁷	Italiana	PRAAT	/a/	N=142 20 a 93 anos	Jovens	M: 0,28 F: 0,27	p=0,001 (idosos > jovens)
					Idosos	M: 0,65 F: 0,49	

Legenda: * não informado pelo artigo; Hz: Hertz; F: Feminino; M: Masculino; F0: Frequência Fundamental; MDVP: Mult Dimensional Voice Program; MDVPA: Mult Dimensional Voice Program Advanced; CSL: Computerized Speech Lab; NS: valor não significante.

Figura 3. Valores de normalidade para a medida de *Jitter* e valor de p apresentados na literatura entre os grupos estudados

Os *softwares* de análise vocal MDVP (Multi Dimensional Voice Program) e PRAAT foram os mais utilizados nos estudos encontrados desta revisão. As medidas destes programas que se relacionam à esta discussão são o *jitter* local do PRAAT e o *jitter* (%) do MDVP conforme nomenclatura dada pelos softwares²¹, por serem as medidas mais abordadas na literatura. O PRAAT não apresenta valores de referência para a comparação entre a normalidade e o distúrbio vocal. Os fonoaudiólogos que o utilizam na clínica de voz apoiam-se em dados de literatura para a compreensão dos achados de suas avaliações. Já o MDVP e MDVPA (Multi Dimensional Voice Program Advanced) que é uma variação do software MDVP apresentam um valor de normalidade, para homens e mulheres, sem distinção de faixa etária. O valor de normalidade desses dois programas para *jitter* é de 1,038% da homens e 0,633% para mulheres. No levantamento realizado, a medida de *jitter* na infância foi encontrada em apenas um estudo o qual relatou valores para crianças de 4 a 11 anos de 1,18% a 1,71% para meninos e de 1,53% a 1,72% para meninas¹⁹. Observa-se que esta medida não sofre mudanças na infância e parece ser um parâmetro estável nesta fase da vida¹⁹. Entretanto, os autores apontaram que a maior variabilidade desta medida acontece em crianças pequenas¹⁹. Na fase da adolescência, não há relatos de estudos que investigaram esta medida acústica, de acordo com a busca realizada.

Durante a fase adulta, para mulheres, foi relatada a medida de *jitter* variando de 0,18% a 0,9%^{5,8-9,12,21,26,27}, sendo que dois desses trabalhos são referentes à população brasileira^{21,26}. Para homens, os valores dessa medida variaram de 0,2% a 1,51%^{5,8-9,12,26,27,29}. O único estudo brasileiro²⁹ apontou o valor de 1,51%, estando este acima dos valores de normalidade propostos pelo programa (Multi Dimensional Voice Program Advanced – MDVPA) utilizado no estudo para homens adultos. Entretanto, discutir os valores de normalidade entre os resultados torna-se difícil, pois os programas utilizados são diferentes e nem todos apresentam os valores de normalidade como o MDVPA. Dentre os estudos consultados para a medida de *jitter*, observou-se que não há efeitos do aumento da idade em homens¹² e em mulheres adultas^{12,22}, apontando para a estabilidade deste parâmetro nesta fase da vida. Particularmente em mulheres, a medida de *jitter* encontra-se elevada no período pré-menstrual quando comparada com o período menstrual e pós-menstrual por causa das mudanças hormonais deste período²³. Apesar da

pequena modificação dos valores de *jitter* esse dado com diferença significativa aponta para um aumento da perturbação da onda acústica na fase pré-menstrual.

Na terceira idade, alguns estudos apontaram que a medida de *jitter* tende a aumentar com o avanço da idade, e tal fato pode ser explicado pela rigidez nas pregas vocais que ocorre nessa fase da vida^{12,27,30}. Na terceira idade, há mudanças fisiológicas - como alterações no fechamento glótico, assimetria e irregularidade de vibração das pregas vocais²⁵ que poderiam justificar o aumento nas medidas de *jitter*. Apesar disto, outros estudos que investigaram a voz do idoso apontaram que esta medida permanece estável na terceira idade e não reflete as mudanças advindas do processo de envelhecimento^{8,24,26}, apesar de comentarem que, com o envelhecimento, a vibração das pregas vocais se torna menos simétrica e com maior irregularidade vibratória. Assim, foi observado que não há consenso entre os estudos a respeito do comportamento da medida de *jitter*, na população idosa.

Diferenças entre os sexos na medida de *jitter* não são claras. Alguns autores não observaram diferenças nesta medida^{12,19,29} enquanto outro estudo ao investigar as vozes de adultos de 18 a 32 anos, relatou que *jitter* se apresenta mais elevado no sexo feminino em relação ao masculino⁵.

Shimmer

A medida de perturbação de amplitude a curto prazo, *shimmer*, indica a variação ciclo a ciclo da prega vocal em relação à amplitude da onda e sofre influência da idade e do sexo de cada indivíduo⁴. Valores aumentados desta medida são relacionados à aspereza, rouquidão²⁸ e soprosidade^{4,10}.

A medida de referência de *shimmer* apresentado nos programas MDVP e MDVPA é de 2,523% para homens e de 1,997% para mulheres. As medidas de *shimmer* que se relacionam à esta discussão são o *shimmer* local do software PRAAT e o *jitter* (%) do MDVP conforme nomenclatura dada pelos softwares²¹, por serem as medidas mais abordadas na literatura.

De acordo com a literatura, a medida de *shimmer* não sofre mudanças na infância, apontando ser um parâmetro estável nesta fase da vida¹⁹. Os valores de *shimmer* para crianças de 4 a 11 anos foram relatados na média de 4,1% e 4,8% para meninos e meninas respectivamente. Na fase da adolescência não há relatos de estudos que investigaram essa medida acústica, de acordo com a busca realizada.

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da População	Grupos Estudados	Shimmer (%)	Valor de p
Tavares, Lábio e Martins ¹⁹	Brasileira	MDVP	/a/	N=240 4 a 12 anos	4 a 5 anos	M: 4,36 F: 5,05	NS
					6 a 7 anos	M: 4,01 F: 5,15	
					8 a 9 anos	M: 4,24 F: 4,74	
					10 a 11 anos	M: 4,01 F: 4,22	
Finger, Cielo e Schwarz ²¹	Brasileira	PRAAT	/a/	N=56 mulheres 18 a 38 anos	18 a 38 anos	F: 2,96	NS
Dehqan, Ansari, Bakhtiar ¹²	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=90 20 a 50 anos	20 a 30 anos	M: 1,22 F: 1,23	NS
					30 a 40 anos	M: 1,21 F: 1,22	
					40 a 50 anos	M: 1,22 F: 1,20	
Beber e Cielo ²⁹	Brasileira	MDVPA	/a/	N=25 homens 20 a 40 anos	20 a 40 anos	M: 4,54	NS
D'Haeseleer et al. ²²	Belga	MDVP	/a/	N= 44 20 a 28; 46 a 52 anos	Jovens	F: 2,38	NS
					Pré-menopausa	F: 1,84	
Demirhan et al. ⁵	Turca	CSL	/˘/, /i/, /u/	N=83 18 a 32 anos	18 a 32 anos	M: 2,56 F: 3,1	p=0,005 (F>M)
Tatar et al. ²³	Turca	MDVP	/a/	N=89 mulheres 20 a 42 anos	Fase: menstruação (I)	F: 2,25	p=0,018 (III>II)
					Fase: pós menstruação(II)	F: 2,11	
					Fase: pré menstruação (III)	F: 2,32	
Dehqan et al. ⁹	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=41 70 a 90 anos N=40 20 a 49 anos	Jovens	M: 1,68 F: 1,65	p=0,001 (idosos > jovens)
					Idosos	M: 3,74 F: 2,30	
Goy et al. ⁸	Canadense	Sonnetta	/a/	N=159 18 a 28 anos; N= 133 63 a 86 anos	Jovens	M: 2,71 F: 2,36	p=0,001 M= idosos > jovens
					Idosos	M: 4,17 F: 2,78	
Scarpel e Fonseca ³¹	Brasileira	PRAAT	/é/	N=23 Acima de 60 anos	60 a 70 anos	F: 2,41	NS
					71 a 80 anos	F: 3,35	
					+ 80 anos	F: 3,57	
Menezes et al. ²⁶	Brasileira	PRAAT	/a/	N= 60 mulheres 20 a 35 anos 60 a 82 anos	Jovens	F: 3,8	NS
					Idosas	F: 2,8	
Lortie et al. ³⁰	Canadense	PRAAT	/a/	N=81 20 a 75 anos	*	*	p=0,001 (idosos > jovens)
Schaeffer, Knudsen e Small ³²	Americana	MDVP	/a/	N= 50 60 a 80 anos N=50 20 a 30 anos	Idosos	M e F: 5,2	p=0,01 (M>F) p=0,001 (idosos > jovens)
					Jovens	M e F: 3,5	
Mezzedimi et al. ²⁷	Italiana	PRAAT	/a/	N=142 20 a 93 anos	Jovens	M: 3,25 F: 3,12	p=0,001 (idosos > jovens)
					Idosos	M: 6,71 F: 6,31	

Legenda: * não informado pelo artigo; Hz: Hertz; F: Feminino; M: Masculino; FO: Frequência Fundamental; MDVP: Mult Dimensional Voice Program; MDVPA: Mult Dimensional Voice Program Advanced; CSL: Computerized Speech Lab; NS: valor não significante.

Figura 4. Valores de normalidade para a medida de *Shimmer* e valor de p apresentados na literatura entre os grupos estudados

Durante a fase adulta, os estudos apontam que a medida de *shimmer* não sofre influência do aumento da idade em homens¹² e em mulheres^{12,22} adultas. Segundo a literatura, a média é de 2,96% para o sexo feminino²¹ e 4,5% para o sexo masculino²⁹; no entanto, para homens, tais valores encontram-se acima do recomendado pelo programa utilizado (MDVPA).

No período pré-menstrual, encontrou-se aumento de *shimmer* em mulheres adultas em comparação com o período pós-menstrual²³. Na terceira idade, há um aumento na medida de *shimmer* na população idosa em relação aos adultos^{9,30,32}, sendo maior na população masculina, fato explicado pelas mudanças histológicas que ocorrem na prega vocal do idoso, como diminuição da espessura do epitélio das pregas vocais e das fibras musculares, além da degeneração presente destas fibras^{34,35}. Tais mudanças na mucosa e o no músculo vocal poderiam justificar um aumento nas medidas de perturbação na população idosa. Apesar do aumento da medida de *shimmer* na população idosa em relação a adultos, quando se comparou dois grupos de mulheres idosas, o grupo mais velho não apresentou diferenças em relação ao mais jovem³¹. Outro estudo que investigou mulheres jovens e idosas não encontrou mudanças na medida de *shimmer* entre os grupos²⁶. Dessa forma, a maior parte dos estudos encontrados apontam para o aumento de perturbação de amplitude na terceira idade em homens e mulheres quando comparados com adultos, porém esse aumento não é esperado na comparação entre grupos distintos de idosos.

Em relação às diferenças entre sexo, observou-se que mulheres adultas apresentam medida de *shimmer* maior do que homens adultos⁵, embora outros autores não tenham encontrado distinção nessa medida em adultos¹². Na terceira idade, descreveu-se maior valor de perturbação de amplitude em homens do que em mulheres^{8,30,32}. O aumento desta medida nesta população deve-se à diminuição da espessura das pregas vocais e ao arqueamento presente, causado pela presbilaringe, que é mais acentuado em homens e afeta a estabilidade na vibração das pregas vocais³².

Medidas de Ruído

As medidas de ruído levam em consideração o componente de ruído acústico com o componente harmônico presente na onda sonora¹⁹ e podem indicar uma vibração aperiódica das pregas vocais³⁶. A quantidade de ruído no sinal vocal afeta o sinal acústico e parece refletir os processos envolvidos no

fechamento glótico¹. Enquanto a medida acústica NHR (*Noise-to-Harmonic Ratio*) relaciona o ruído acústico com os harmônicos presentes na onda sonora¹⁹, a medida HNR (*Harmonic-to-Noise Ratio*) relaciona o componente periódico do sinal das pregas vocais com o ruído presente no sinal³⁶. Em vozes normais, valores aumentados de NHR ou diminuídos de HNR sugerem, envelhecimento vocal^{30,32}. É de interesse investigar medidas que captam o ruído do sinal, já que as mesmas podem oferecer informações importantes sobre a deterioração vocal decorrente do envelhecimento ou, ainda, sobre vozes patológicas (por exemplo: lesões em laringe)^{16,36}, em que a produção vocal alterada se apresenta diferenciada do esperado para vozes normais nas diferentes faixas etárias.

O *software* MDVP e MDVPA os valores de referência do parâmetro NHR, sendo de 0,12 para homens e de 0,11 para mulheres.

A medida de ruído foi apontada como estável na fase infantil, pois não sofreu mudanças na faixa etária de 4 a 12 anos¹⁹ em meninos e meninas. Nesse estudo, foram encontrados valores que variaram de 0,141 a 0,125 para os meninos e de 0,142 a 0,134 para as meninas. Não há relatos deste tipo de medida na fase da adolescência, de acordo com a busca realizada.

Em adultos, um estudo que investigou mulheres adultas jovens e de meia idade não encontrou mudanças nas medidas de ruído no grupo mais velho²². Segundo D'Haeseleer²², mudanças na medida de ruído seriam esperadas apenas na terceira idade. Além disso, outros autores que investigaram diferentes grupos etários em adultos, observaram que a população masculina apresenta maior quantidade de ruído no sinal vocal do que a população feminina¹².

Outros autores²³, ao estudarem diferentes fases menstruais nas mulheres, apontaram que esta medida se encontra elevada no período pré-menstrual em mulheres adultas quando comparada com o período menstrual e pós-menstrual, devido às mudanças hormonais deste período.

Medidas de ruído durante a fase adulta tendem a permanecer estáveis em homens e mulheres. Entretanto, homens podem apresentar maior quantidade de ruído no sinal acústico em relação as mulheres. Este dado é pouco discutido na literatura e não existe consenso na literatura a respeito deste resultado.

As mudanças que envolvem o fechamento glótico parecem ser refletidas em medidas de ruído¹, e maior quantidade de ruído no sinal vocal na terceira idade

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da população	Grupos Estudados	Medidas de ruído (dB)	Valor de p	
Tavares, Lábio e Martins ¹⁹	Brasileira	MDVP	/a/	N=240 4 a 12 anos	4 a 5 anos	M:0,132 (NHR) F:0,135 (NHR)	NS	
					6 a 7 anos	M:0,137 (NHR) F:0,142 (NHR)		
					8 a 9 anos	M:0,141 (NHR) F:0,135 (NHR)		
					10 a 11 anos	M:0,125 (NHR) F:0,134 (NHR) M:0,132 (NHR)		
Finger, Cielo e Schwarz ²¹	Brasileira	PRAAT	/a/	N=56 mulheres 18 a 38 anos	18 a 38 anos	F: 0,04 (NHR)	NS	
Beber e Cielo ²⁹	Brasileira	MDVPA	/a/	N=25 homens 20 a 40 anos	20 a 40 anos	M: 0,18 (NHR)	NS	
Dehqan, Ansari, Bakhtiar ¹²	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=90 20 a 50 anos	20 a 30 anos	M: 1,22 (HNR) F:1,23 (HNR)	p=0,02 (F>M)	
					30 a 40 anos	M: 1,21 (HNR) F:1,22 (HNR)		
					40 a 50 anos	M:1,22 (HNR) F:1,20 (HNR)		
D'Haeseleer et al. ²²	Belga	MDVP	/a/	N= 44 20 a 28; 46 a 52 anos	Jovens	F:0,12 (NHR)	NS	
					Pré-menopausa	F:0,12 (NHR)		
Demirhan et al. ⁵	Turca	CSL	/ ^ /, /i/, /u/	N=83 18 a 32 anos	18 a 32 anos	M:0,13 (NHR) F:0,13 (NHR)	NS	
Tatar et al. ²³	Turca	MDVP	/a/	N=89 mulheres 20 a 42 anos	Fase: menstruação (I)	F: 0,11 (NHR)	p=0,03 (III>I)	
					Fase: pós menstruação (II)	F: 0,11 (NHR)		
					Fase: pré menstruação (III)	F: 0,13 (NHR)	p=0,00 (III>II)	
Dehqan et al. ⁹	Iraniana	Dr. Speech	/a/	N=41 70 a 90 anos N=40 20 a 49 anos	Jovens	M:28 (HNR) F:29,4 (HNR)	p=0,001 (idosos < jovens)	
					Idosos	M:18,5 (HNR) F:21,3 (HNR)		
Goy et al. ⁸	Canadense	Sonnetta	/a/	N=159 18 a 28 anos; N= 133 63 a 86 anos	Jovens	M:0,011 (NHR) F:0,007 (NHR)	NS	
					Idosos	M:0,16 (NHR) F:0,12 (NHR)		
Scarpel e Fonseca ³¹	Brasileira	PRAAT	/é/	N=23 Acima de 60 anos	60 a 70 anos	F:18,92 (HNR)	NS	
					71 a 80 anos	F:15,96 (HNR)		
					+ 80 anos	F:15,30 (HNR)		
Menezes et al. ²⁶	Brasileira	PRAAT	/a/	N= 60 mulheres 20 a 35 anos 60 a 82 anos	Jovens	F:19,54 (HNR)	NS	
					Idosas	F:20,07 (HNR)		
Lortie et al. ³⁰	Canadense	PRAAT	/a/	N=81 20 a 75 anos	*	HNR	p=0,009 (jovens > meia idade) p=0,001 (jovens > idosos) p=0,008 (F<M)	

Autor	Nacionalidade da população	Programa Utilizado	Estímulo utilizado	Características da população	Grupos Estudados	Medidas de ruído (dB)	Valor de p
Schaeffer, Knudsen e Small ³²	Americana	MDVP	/a/	N= 50 60 a 80 anos N=50 20 a 30 anos	Idosos	M e F: 0,158 (NHR)	p=0,003 (jovens < idosos)
					Jovens	M e F: 0,133 (NHR)	
Mezzedimi et al ²⁷	Italiana	PRAAT	/a/	N=142 20 a 93 anos	Jovens	M: 0,01 (NHR) F: 0,01 (NHR)	p=0,001 (jovens < idosos)
					Idosos	M: 0,05 (NHR) F: 0,04 (NHR)	
Stathopoulos, Huber, Sussman ¹	Americana	-	/a/	N=192 4 a 93 anos	*	(SNR)	p=0,01 (F>M) p=0,008 M= (crianças > idosos) p=0,001 (crianças e idosos > adultos)

Legenda: * não informado pelo artigo; Hz: Hertz; M: Masculino; F: Feminino; NHR: Noise-to-Harmonic Ratio; HNR: Harmonic-to Noise Ratio; SNR: Signal-to-Noise Ratio; MDVP: Mult Dimensional Voice Program; MDVPA: Mult Dimensional Voice Program Advanced; CSL: Computerized Speech Lab; NS: valor não significante.

Figura 5. Valores de normalidade para medidas de ruído e valor de p apresentados na literatura entre os grupos estudados

reflete a deterioração vocal decorrente do envelhecimento^{9,30,32}. Foi encontrado aumento na quantidade de ruído no sinal vocal em idosos de ambos os sexos quando comparados com adultos^{9,27,30,32} apontando como um indicador de envelhecimento vocal³⁰. O único estudo que utilizou o *software* MDVP encontrou os valores de 0,158 no parâmetro NHR de idosos. Esse aumento na terceira idade ocorre porque a medida de ruído está relacionada às mudanças na perturbação da frequência e da amplitude da onda, além de relacionar-se aos componentes sub-harmônicos. Dessa forma, medidas de ruído refletem a deterioração vocal causada pelo envelhecimento³² e possibilitam medir objetivamente as alterações advindas da presbilinge²⁷. Apesar do aumento na quantidade de ruído no sinal acústico presente na terceira idade em comparação a adultos, ao confrontar essa medida em mulheres em três décadas distintas na terceira idade (60, 70 e 80 anos), não foram registradas diferenças entre os grupos³¹. Além disso, em outro estudo foi encontrado maior quantidade de ruído em mulheres do que em homens na terceira idade³⁰.

Além dos estudos que investigaram ciclos da vida específicos, um estudo em particular averiguou uma medida de ruído ao longo da vida¹. Foi observada maior quantidade de ruído no sinal acústico em crianças e

idosos: em crianças, isto é justificado pelas diferenças anatômicas e fisiológicas que modificam o fechamento glótico; em idosos, pelas mudanças na morfologia e na configuração glótica que ocorrem na presbilinge, gerando maior quantidade de ruído no sinal acústico.

Em relação ao sexo, na população infantil, não há diferenças nas medidas de ruído. No entanto, não há consenso se há diferenças na quantidade de ruído no sinal acústico entre homens e mulheres na fase adulta e idosa. Enquanto alguns autores relatam similaridade entre os sexos em adultos e idosos⁹, outros estudos apontam que na terceira idade há maior quantidade de ruído no sinal vocal na população masculina em relação à feminina^{30,32}. Além disso, foi relatado que mulheres após os 50 anos apresentam maior ruído por causa das alterações hormonais em consequência da menopausa¹.

Em suma, a partir do levantamento realizado para esta revisão, foi observado que a medida F_0 diminui gradativamente da infância até a adolescência em ambos os sexos, embora de forma mais abrupta em meninos. Em adultos, essa medida se mantém estável e, com o envelhecimento, a voz feminina sofre maiores quedas de F_0 em relação à masculina, não havendo consenso entre os pesquisadores quando essa queda tem início, se antes ou após as mudanças hormonais

decorrentes da menopausa. As medidas *jitter*, *shimmer* e ruído permanecem estáveis durante a fase infantil e adulta e tendem a aumentar com o avanço da idade, embora não haja consenso entre os autores em relação ao aumento da medida de *jitter*.

Durante a infância há o crescimento e abaixamento laríngeo no trato vocal, alongamento das pregas vocais, além do desenvolvimento craniofacial que justificam a diminuição de F_0 em ambos os sexos^{2,4}. Particularmente na adolescência, durante a muda vocal há uma diminuição da eficiência vocal provocada pelo aumento de tamanho e massa da laringe e das pregas vocais devido ao controle endócrino e hormônios de crescimento que são produzidos nessa fase da vida e que provocam maior instabilidade vocal³⁵. Em meninas, iniciam-se a produção de hormônios sexuais pelos ovários e ocorrem flutuações hormonais durante todo o ciclo reprodutivo³⁶ e, em meninos ocorre o aumento da produção de testosterona pelo sistema endócrino³⁵. Essas mudanças afetam as características morfológicas e funcionais da laringe e, conseqüentemente, a produção da voz, conforme enfatizado por Soltani et al.².

Durante a fase adulta, há uma estabilização do desenvolvimento craniofacial, laríngeo e hormonal após a fase da adolescência que reflete na estabilidade dos parâmetros acústicos¹⁻³. Para as mulheres, em particular, as flutuações hormonais advindas do processo de menopausa resultam em mudanças vocais³⁶.

Na terceira idade, as mudanças que ocorrem nas medidas acústicas com são decorrentes das transformações anatomofisiológicas resultantes da presbilaringe. Morfológicamente, há mudanças na estrutura das pregas vocais do idoso. Com o avançar da idade há diminuição do diâmetro das fibras do músculo vocal comparados com adultos³⁴, diminuição das fibras elásticas e a formação de uma rede densa e compacta de fibras colágenas na lâmina própria, com fibras em processo de degeneração³⁵. Além disso, há atrofia das pregas vocais dos idosos e as células epiteliais encontram-se separadas devido ao comprometimento da junção intercelular³⁵. Em alguns idosos há concentração de fibroblastos em uma densa matriz fibrosa das pregas vocais, o que afeta a flexibilidade e elasticidade das pregas vocais e conseqüentemente trás alterações vocais no idoso. Estas transformações morfológicas que ocorrem nas pregas vocais dos idosos justificam o aumento dos parâmetros acústicos de perturbação da frequência e da amplitude e das medidas de

ruído, além das mudanças encontradas na frequência fundamental.

Observa-se que dentre os 19 estudos analisados, apenas dois estudos investigaram medidas acústicas ao longo da vida. Estes dois estudos, em particular, permitem comparações de medidas acústicas nas diferentes faixas etárias por incluírem falantes de uma mesma língua em diferentes ciclos de vida, utilizando um mesmo *software* de análise. Dessa forma, são necessários estudos que investiguem as características acústicas da produção vocal da população infantil à terceira idade empregando a mesma metodologia com falantes de uma determinada língua, a fim de possibilitar melhor compreensão das mudanças acústicas durante os diferentes ciclos da vida. Esse tipo de metodologia poderá favorecer ainda mais a sua aplicação na clínica de voz. Estudos com populações de idades específicas são de suma importância, entretanto não propiciam informações comparáveis nos diferentes ciclos da vida.

O relato de diferenças de resultados entre os diversos *softwares* de análise acústica de avaliação vocal dificulta a comparação de dados tanto na literatura como na prática clínica, entretanto as mudanças vocais que ocorrem ao longo da vida são acusadas em pesquisas, independentemente do programa utilizado. As medidas de referência oferecida por um dos softwares mais utilizados nas pesquisas encontradas na literatura não distinguem a faixa etária dos valores divulgados. Diante disso, o profissional que realiza a análise acústica na avaliação vocal deve buscar, além das medidas de normalidade oferecidas pelo *software*, as referências da literatura conforme a faixa etária do paciente avaliado.

CONCLUSÃO

De acordo com a literatura revisada, da infância à terceira idade, a F_0 é o parâmetro acústico que mais sofre mudanças com o crescimento e o envelhecimento.

A F_0 apresenta-se elevada durante a infância em ambos os sexos. Com o crescimento e envelhecimento há uma diminuição gradativa destes valores até a terceira idade em mulheres, enquanto que em homens, a redução acontece até a fase adulta; na terceira idade não há consenso se a mesma se mantém estável em idosos ou apresenta elevação de seus valores no final da vida humana.

As medidas de *jitter*, *shimmer*, e ruído permanecem estáveis durante a fase infantil e adulta em ambos os

sexos. Na terceira idade há aumento de *shimmer* e aumento na quantidade de ruído no sinal acústico, com maior ruído no sexo masculino, mas há contravérsias a respeito do aumento da medida de *jitter* nesta fase da vida.

Dessa forma, foi observado que a voz humana sofre mudanças ao longo da vida, que também são refletidas nas medidas acústicas de F0, *jitter*, *shimmer* e medidas de ruído. No entanto, são escassas as informações dessas medidas contemplando ampla faixa etária e, ainda, utilizando a mesma metodologia. Metodologias distintas são variáveis que interferem na análise do resultado do parâmetro acústico.

As informações apresentadas neste estudo podem orientar futuras investigações que buscarão compreender as mudanças naturais que ocorrem na voz humana. Além disso, as informações sumarizadas podem guiar fonoaudiólogos em sua prática clínica durante avaliações da voz e no monitoramento de terapia.

REFERÊNCIAS

1. Stathopoulos ET, Huber JE, Sussman JE. Changes in acoustic characteristics of the voice across the life span: measures from individuals 4-93years of age. *J Speech Lang Hear Res.* 2011;54(4):1011-21.
2. Soltani M, Ashayeri H, Modarresi Y, Salavati M, Ghomashchi H. Fundamental frequency changes of Persian speakers across the life span. *J Voice.* 2014;28(3):274-81.
3. Spazzapan EA. Características acústicas da voz de falantes do português brasileiro nos diferentes ciclos da vida [dissertação]. Marília (SP): Universidade Estadual Paulista; 2018
4. Behlau M. Avaliação de voz. In: Behlau M (ed). *Voz: o livro do especialista*. São Paulo: Revinter; 2001. v.1. p.85-245.
5. Demirhan E, Unsal EM, Yilmaz C, Ertan E. Acoustic voice analysis of young turkish speakers. *J Voice.* 2016;30(3):378.e21-378.e25.
6. Xue SN, Deliyski D. Effects of aging on selected acoustic voice parameters: preliminary normative data and educational implications. *Educational gerontology.* 2001;27(2):159-68.
7. Mendes AP, Ferreira LJJ, Castro E. Softwares e hardwares de análise acústica da voz e da fala. *Distúrb. Comun.* 2012;24(3):421-30.
8. Goy H, Fernandes DN, Pichora-Fuller MK, van Lieshout P. Normative voice data for younger and older adults. *J Voice.* 2013;27(5):545-55.
9. Dehqan A, Scherer RC, Dashti G, Ansari-Moghaddam A, Fanaie S. The effects of aging on acoustic parameters of voice. *Folia Phoniatr Logop.* 2012;64(6):265-70.
10. Ambreen S, Bashir N, Tarar SA, Kausar R. Acoustic analysis of normal voice patterns in pakistani adults. *J Voice.* 2019;33(1):124.e49-124.e58.
11. Multi-Dimensional Voice Program Model 4305 [manual], Pine Brook, NJ: Kay Elemetrics Corp; 1992.
12. Dehqan A, Ansari H, Bakhtiar M. Objective voice analysis of Iranian speakers with normal voices. *J Voice.* 2010;24(2):161-7.
13. Christmann MK, Brancalioni AR, Freitas CRD, Vargas DZ, Keske-Soares M, Mezzomo CL et al. Use of the program MDVP in different contexts: a literature review. *Rev. CEFAC.* 2015;17(4):1341-9.
14. Spazzapan EA, Cardoso VM, Fabron EMG, Berti LC, Brasolotto AG, Marino VMC. Acoustic characteristics of healthy voices of adults: from young to middle age. *CoDAS.* 2018;30(5):e20170225 DOI: 10.1590/2317-1782/20182017225.
15. Jotz GP, Cervantes O, Abrahão M, Settanni FAP, de Angelis EC. Noise-to-harmonics ratio as an acoustic measure of voice disorders in boys. *J Voice.* 2002;16(1):28-31.
16. Brockmann M, Drinnan MJ, Storck C, Carding PN. Reliable jitter and shimmer measurements in voice clinics: the relevance of vowel, gender, vocal intensity, and fundamental frequency effects in a typical clinical task. *J voice.* 2011;25(1):44-53.
17. Howick J, Chalmers I, Glasziou P, Greenhalgh T, Heneghan C, Liberati A et al. "Explanation of the 2011 Oxford Center for Evidence-Based Medicine (OCEBM) Levels of Evidence (Background Document). Oxford Center for Evidence-Based Medicine. <https://www.cebm.net/2016/05/ocebmllevels-of-evidence/>
18. Tavares ELM, Labio RB, Martins RHG. Normative study of vocal acoustic parameters from children from 4 to 12 years of age without vocal symptoms: a pilot study. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(4):485-90.
19. Zraick RI, Smith-Olinde L, Shotts LL. Adult normative data for the KayPENTAX phonatory aerodynamic system model 6600. *J Voice.* 2012;26(2):164-76.
20. Finger LS, Cielo CA, Schwarz K. Medidas vocais acústicas de mulheres sem queixas de voz e com laringe normal. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(3):432-40.

21. D'haeseleer E, Depypere H, Claeys S, Wuyts FL, Baudonck N, Van Lierde KM. Vocal characteristics of middle-aged premenopausal women. *J Voice*. 2011;25(3):360-6.
22. Tatar EC, Sahin M, Demiral D, Bayir O, Saylam G, Ozdek A et al. Normative values of voice analysis parameters with respect to menstrual cycle in healthy adult Turkish women. *J Voice*. 2016;30(3):322-8.
23. Scarpel R, Fonseca MDL. Parâmetros acústicos de vozes de mulheres na pós-menopausa. *Rev. Bras. Geriatr. Gerontol*. 2014;17(4):741-50.
24. Pessin ABB, Tavares ELM, Gramuglia ACJ, de Carvalho LR, Martins RHG. Voice and ageing: clinical, endoscopic and acoustic investigation. *Clin. Otolaryngol*. 2017;42(2):330-5.
25. Menezes KSM, 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 (English Edition)*. 2014;65(2):76-84.
26. Mezzedimi C, Di Francesco M, Livi W, Spinosi MC, de Felice C. Objective evaluation of presbyphonia: spectroacoustic study on 142 patients with Praat. *J Voice*. 2017;31(2):257. e25-257. e32.
27. Maturo S, Hill C, Bunting G, Ballif C, Maurer R, Hartnick C. Establishment of a normative pediatric acoustic database. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012;138(10):956-61.
28. Beber BC, Cielo CA. Medidas acústicas de fonte glótica de vozes masculinas normais. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2010;22(3):299-304.
29. Lortie CL, Thibeault M, Guitton MJ, Tremblay P. Effects of age on the amplitude, frequency and perceived quality of voice. *Age*. 2015;37(6):117.
30. Schaeffer N, Knudsen M, Small A. Multidimensional voice data on participants with perceptually normal voices from ages 60 to 80: a preliminary acoustic reference for the elderly population. *J Voice*. 2015;29(5):631-7.
31. Cerceau JDS, Alves CFT, Gama ACC. Análise acústica da voz de mulheres idosas. *Rev. CEFAC*. 2009;11(1):142-9.
32. Martins RHG, Pessin ABB, Nassib DJ, Branco A, Rodrigues AS, Matheus SMM. Aging voice and the laryngeal muscle atrophy. *The Laryngoscope*. 2015;125(11):2518-21.
33. Gonçalves TM, Martins RHG, Pessin ABB. Transmission electron microscopy of the presbylarynx in the process of voice aging. *J Voice*. 2018;32(1):3-7.
34. Ferrand CT. Harmonics-to-noise ratio: an index of vocal aging. *J Voice*. 2002;16(4):480-7
35. Fuchs M, Fröhlich M, Hentschel B, Stuermer IW, Kruse E, Knauft D. Predicting mutational change in the speaking voice of boys. *J Voice*. 2007;21(2):169-78.
36. Amir O, Wolf M, Amir N. A clinical comparison between two acoustic analysis softwares: MDVP and Praat. *Biomedical Signal Processing and Control*. 2009;4(3):202-5.