

## Média da Frequência Fundamental dos Formantes e do Tempo Máximo de Fonação em um Grupo de Escolares

### Mean of The Fundamental Frequency, of The Formants and the Maximum Phonation Time in a Group of Schoolchildren

Raquel Elpídio Pinheiro da Silva<sup>1</sup>  
Lourdes Bernadete Rocha de Souza<sup>2</sup>

#### RESUMO

**Objetivo:** Determinar a média da frequência fundamental, dos formantes e o tempo máximo de fonação em um grupo de escolares. **Metodologia:** Foram selecionadas 35 meninas e 28 meninos, na faixa etária de 8 a 12 anos, estudantes do ensino fundamental e médio de uma escola em Natal/RN. O protocolo de gravação das vozes foi realizado a partir da emissão de vogais sustentadas e emissão da frase: Eu digo /a/, /e/, /i/, /o/, /u/, eu digo. Utilizou-se o software de análise acústica dos sons da fala PRAAT para a gravação e análise dos parâmetros. **Resultados:** Não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à média de f0 e do TMF. Quanto à frequência dos formantes, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos na maioria dos parâmetros, exceto nos valores de F3[a], F1[u], F2[u] e F3[u]. **Conclusão:** As medidas de tempo máximos de fonação e da f0, em relação ao sexo, não foram diferentes, enquanto, os formantes das vogais [a] e [i] demonstraram que ocorreram ajustes motores diferentes entre os sexos.

#### DESCRIPTORIOS

Criança. Voz. Fonação. Acústica.

#### ABSTRACT

**Objective:** In view of the clinical value that the acoustic evaluation measures provide, of the few studies in the literature that standardize voice/speech characteristics of children without vocal complaints, we aimed to determine the average of the fundamental frequency, formants and maximum phonation time in a group of schoolchildren. **Methodology:** 35 girls and 28 boys were selected, aged 8 to 12 years, students of elementary and high school at a school in Natal/RN. The voice recording protocol was performed by issuing sustained vowels and issuing the sentence: I say /a/, /e/, /i/, /o/, /u/, I say. The acoustic analysis of speech sounds PRAAT was used for recording and analyzing the parameters. **Results:** There was no statistically significant difference between the groups in relation to the mean of f0 and TMF. As for the frequency of the formants, the results showed statistically significant differences between the sexes in most of the parameters except in the values of F3 [a], F1 [u], F2 [u] and F3 [u]. **Conclusion:** The measures of maximum phonation time and f0, in relation to sex, were not different. While the formants of the vowels [a] and [i] demonstrated that different motor adjustments occurred between the sexes.

#### DESCRIPTORS

Child. Voice. Phonation. Acoustics.

<sup>1</sup> Fonoaudióloga pela UFRN, residente no Programa de Saúde Auditiva do Hospital de Anomalias Craniofaciais da USP/Bauru. Bauru, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup> Fonoaudióloga, Professora Associada II do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN, Brasil.

**A** avaliação vocal infantil deve considerar os aspectos adequados e inadequados da qualidade vocal. Para tanto, devem estar claros os parâmetros que caracterizam uma voz com e sem disfonia. A avaliação vocal deve contemplar a avaliação acústica da voz, a avaliação perceptivo-auditiva, a avaliação aerodinâmica e as avaliações do impacto psicossocial das perturbações vocais<sup>1</sup>.

A análise acústica, considerada como uma avaliação objetiva, é uma das ferramentas utilizadas para fins clínicos e de pesquisa<sup>2,3</sup>. Favorecida pelos avanços tecnológicos envolve programas específicos de análise da voz<sup>4,5</sup> e tem propiciado o surgimento de medidas fidedignas e de rápida obtenção<sup>6</sup>. Infere indiretamente os padrões vibratórios das pregas vocais e, ainda, a conformação do trato vocal<sup>6</sup>. Além disso, oferece informações quantitativas que permitem deduzir sobre a função laríngea, além de ser um instrumento não invasivo que facilita a sua utilização na pesquisa e na prática clínica<sup>7</sup>, valendo ressaltar que tal análise também auxilia no diagnóstico<sup>3</sup> e no monitoramento do tratamento<sup>3,8</sup>.

No que diz respeito à conformação do trato vocal, os formantes são parâmetros da análise acústica, expressos por meio de seu valor médio em Hertz (Hz), designados por  $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ , de modo progressivo<sup>11</sup>. O primeiro formante ( $F_1$ ) está relacionado à abertura da boca, o segundo ( $F_2$ ) tem relação direta com o deslocamento ântero-posterior da língua e o terceiro formante ( $F_3$ ) está relacionado com o tamanho da cavidade oral<sup>12,13</sup>.

A avaliação aerodinâmica contempla o tempo máximo de fonação (TMF) o qual é obtido pela média do tempo máximo que

um indivíduo consegue sustentar uma vogal, numa só expiração, permitindo uma investigação quantitativa e qualitativa da fonação<sup>9,10</sup>.

Outra avaliação objetiva é a frequência fundamental ( $f_0$ ), que é um importante parâmetro na avaliação, tendo como objetivo avaliar a interação entre o comprimento, massa e tensão das pregas vocais durante a fonação, ou seja, a frequência da voz.

Diante do valor clínico que as medidas de avaliação acústica fornecem e, de poucos estudos na literatura que normatizam as características de voz/fala, em crianças sem queixas vocais, o presente estudo teve como objetivo verificar a média do TMF, da  $f_0$  e dos formantes em um grupo de escolares falantes do português brasileiro na Cidade de Natal.

## METODOLOGIA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário em Natal, sob número: CAAE 3504.0.000-294-10. Apenas as informações quantitativas e qualitativas concernentes ao que propõe a pesquisa tiveram valor para fins de divulgação científica.

O desenho desta pesquisa foi do tipo transversal, observacional, realizado com um grupo de 63 crianças, de ambos os sexos, sendo 35 do sexo feminino e 28 do sexo masculino, com idade variando de 8 a 12 anos, com média de idade de 9,7 anos, estudantes do ensino fundamental e médio, residentes e falantes, nativos da Cidade de Natal. Foram excluídas as crianças com alguma alteração motora e/ou neurológica, que pudessem comprometer a fonação ao nível respiratório, fonatório e/ou respiratório.

Para realizar a coleta, foi realizada a listagem de algumas escolas estaduais e municipais. A solicitação foi realizada pessoalmente pela pesquisadora aos diretores das escolas, que assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido autorizado pelos pais das crianças, demonstrando ciência da confidencialidade do trabalho. Além disso, os participantes assinaram o termo de assentimento. Após a permissão, foi realizada a escolha das classes que continham alunos com os critérios estabelecidos para a pesquisa. Posteriormente, foi escolhido um local silencioso na escola em que fosse possível a realização da coleta.

Para coletar o tempo máximo de fonação, foi solicitado que cada criança realizasse uma inspiração com posterior emissão de cada vogal (/a/, /i/, /u/) de maneira prolongada e confortável. Para coletar o valor da frequência fundamental e dos formantes F1, F2 e F3 das vogais, foi solicitado de cada criança a emissão da frase: “Eu digo /a/, /ε/, /i/, /ɔ/, /u/, eu digo”, favorecendo, assim, uma emissão mais aproximada na fala coloquial e estendendo cada vogal por um tempo médio de 2 segundos. Para a gravação foi utilizado um microfone da marca Clone, posicionado a 5 cm da boca do voluntário, acoplado a um laptop HP. A  $f_0$  foi obtida a partir da seleção da emissão da vogal /a/ da frase e as frequências dos formantes F1, F2 e F3 foram obtidas a partir da seleção da região central de cada emissão da vogal da frase. A extração dos valores da  $f_0$  e dos formantes foi realizada por meio do software de análise acústica dos sons da fala PRAAT<sup>14</sup> considerando a faixa de amostragem de 44.100Hz, 16 Bit, mono canal.

Os resultados foram organizados em

banco de dados no software estatístico PSPP 2.0. Para verificar o padrão de normalidade entre as variáveis foi utilizado o teste Kolmogorov-Smirnov. As variáveis que apresentaram distribuição normal foram submetidas ao teste t de Student e as que não apresentaram distribuição normal, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. A significância estatística considerada foi menor que 5%.

## RESULTADOS

A média e o desvio-padrão dos valores de  $f_0$  e TMF e da frequência dos formantes de ambos os sexos estão descritos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Não existiu diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à média de  $f_0$  e do TMF.

Quanto à frequência dos formantes, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos na maioria dos parâmetros ( $p < 0,05$ ), exceto nos valores de F3[a], F1[u], F2[u] e F3[u].

## DISCUSSÃO

O presente estudo apresentou como objetivo verificar os valores da média do TMF, da  $f_0$  e dos três primeiros formantes de um grupo de escolares. Não ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos quanto à média da  $f_0$  (Tabela 1) e concorda com resultados de outro estudo que não encontrou diferenças significantes na média desse parâmetro entre os sexos<sup>15</sup>.

No entanto, o presente estudo revelou resultados discordantes, quando comparados com dados da literatura<sup>16</sup>, que apresenta-

Tabela 1. Média e desvio padrão da frequência fundamental e tempo máximo de fonação das meninas e dos meninos

Variables (Hz)	meninas (n = 34) média (± SD)	meninos (n = 28) média (± SD)	Valor-p
F0 [a]	226,46 (± 19,91)	227,70 (± 17,42)	0,79
MPT			
[a]	13,67 (±4,23)	14,12 (±5,64)	0,72
[i]	13,25 (±4,13)	13,86(±4,76)	0,59
[u]	13,20 (±4,13)	13,51 (±3,91)	0,76

F0: Frequência fundamental, MPT: Tempo máximo de fonação  
p < 0.05 Teste T de Student

Tabela 2. Média e desvio padrão dos três primeiros formantes das meninas e dos meninos

Variables (Hz)	Meninas (n = 34) Média (± SD)	Meninos (n = 28) Média (± SD)	Valor-p
F1[a]	1050,61(±106,94)	969,87 (± 103,45)	0,007**
F2[a]	719,80(±72,84)	704,31(±87,94)	0,006*
F3[a]	591,35(±420,46)	508,33(±147,59)	0,324*
F1[i]	1661,75(±133,10)	1578,18(±86,97)	0,006*
F2[i]	1818,66(±294,74)	1942,20(±290,42)	0,025**
F3[i]	2756,02(±227,64)	2908,99(±343,18)	0,018*
F1[u]	529,30(±146,49)	508,33 (147,59)	0,371*
F2[u]	1662,84(±400,17)	1980,03(±539,34)	0,137**
F3[u]	3078,37(±293,92)	3166,92(±320,91)	0,270*

F: Formantes. p < 0.05 - \*Teste T de Student; \*\* Mann-Whitney

ram média da f0 mais aguda que o grupo do presente estudo. A justificativa para esta discordância pode estar relacionada com a metodologia do estudo, como também, guarda relação as características dos falantes, com ajustes motores distintos em diferentes regiões do país e de outras etnias.

O TMF é uma tarefa comum para a avaliação clínica dos componentes respiratórios e do mecanismo de fonação durante a produção da voz. A avaliação de vogais sustentadas revela a possibilidade de controle das forças aerodinâmicas da corrente

pulmonar e mioelásticas da laringe. Por meio desta tarefa é possível avaliar a qualidade da emissão, uma vez que evidencia alterações como instabilidade, tremor, quebras de sonoridade, quebras de frequência e ruído da fonte glótica<sup>17-19</sup>.

De maneira geral, autores<sup>20</sup> argumentam que as crianças que estão em idade escolar e que não possuem alterações vocais deveriam ser capazes de sustentar a emissão com um tempo aproximado de 10 segundos, resultado esse obtido com valores acima no presente estudo.

A média do TMF foi ligeiramente maior no sexo masculino, no entanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa e revela que as avaliações clínicas em crianças não devem levar em consideração as diferenças de sexo existentes para esse parâmetro.

Os formantes são harmônicos intensificados no trato vocal e espera-se que seus valores sejam mais agudos quanto maior for a  $f_0$ . Apesar da  $f_0$  não ter apresentado diferenças entre os sexos neste estudo, as meninas revelaram F1 mais agudo na vogal [a] que os meninos e os resultados revelaram diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Esta diferença pode ser justificada, possivelmente, esteja relacionado ao ajuste motor, mostrando-se diferente entre os sexos, ou seja, as meninas apresentaram maior movimento de abertura da cavidade oral que os meninos, apresentando assim, valor de F1 da vogal [a] mais agudo.

Quanto aos formantes da vogal [i] os resultados foram estatisticamente significantes entre os sexos, revelando-se mais agudo nas meninas em F1 e mais agudo nos meninos em F2 e F3. O que justifica esta diferença reside no fato das meninas terem apresentado maior movimento articulatório da cavidade oral e terem aumentado este valor em F1 e os meninos realizado o ajuste motor com maior anteriorização da língua, aumentando o espaço faríngeo com maiores valores de F2 e F3.

## CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos concluiu-se no presente estudo que as medidas de tempo máximo de fonação e da  $f_0$ , em relação ao sexo, não foram diferentes. Os formantes das vogais [a] e [i] demonstraram que ocorreram ajustes motores diferentes entre os sexos.

## REFERÊNCIAS

- Hoffmann CF. Características vocais espectrográficas de crianças sem disфонia. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2019. Tese de Doutorado.
- 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):274-281.
- Demirhan E, Unsal EM, Yilmaz C, Ertan E. Acoustic voice analysis of young turkish speakers. *J Voice*. 2016; 30(3):378. e21-378.e25.
- Xue SN, Deliyiski D. Effects of aging on selected acoustic voice parameters: preliminary normative data and educational implications. *Educational gerontology*. 2001; 27(2):159-168.
- Mendes AP, Ferreira LJJ, Castro E. Softwares e hardwares de análise acústica da voz e da fala. *Distúrb. Comun*. 2012; 24(3):421-430.
- Behlau M. Avaliação de voz. In: Behlau M (ed). *Voz: o livro do especialista*. São Paulo: Revinter; 2001. v.1. p.85-245.
- Spazzapan EA, Marino VCC, Cardoso VM, Berti LC, Fabron EMG. Características acústicas da voz em diferentes ciclos da vida: revisão integrativa da literatura. *Rev. CEFAC*. 2019; 21(3):e15018.
- Goy H, Fernandes DN, Pichora-Fuller MK, van Lieshout P. Normative voice data for younger and older adults. *J Voice*. 2013; 27(5):545-555.
- Behlau M, Feijo D, Madazio G, Rehder MI, Azevedo R, Ferreira AE. Voz profissional: aspectos gerais e atuação fonoaudiológica. In: Behlau M, organizador. *Voz: o livro do especialista*. Vol 2. Rio de Janeiro: Revinter; 2005. P. 86-171.
- Sundberg J. *Ciência da voz: fatos sobre a voz na fala e no canto*. São Paulo: Edusp; 2015.
- Cukier S, Camargo Z. Abordagem da qualidade vocal em um falante com deficiência auditiva: aspectos acústicos relevantes do sinal de fala. *Revista CEFAC*. 2005;1(7):93-101.

12. Behlau M, Azevedo R, Pontes P. Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In: Behlau M, organizador. *Voz - O Livro do especialista*. 2a ed. Vol. 1. Rio de Janeiro: Revinter; 2004.
13. Felipe AC, Grillo MH, Marotti M, Grechi TH. Normalização de medidas acústicas para vozes normais. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2006; 72(5):659-664.
14. Behlau M, Tosi O, Pontes P. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura ("jitter") e intensidade ("shimmer") para falantes do português brasileiro. *Acta AWHO.* 1985;4(1):5-10.
15. Navas DM. Análise computadorizada de frequência fundamental e suas variações em altura (jitter) e intensidade (shimmer) de vozes. *Pró-Fono.* 1989;1(1):22.
16. Tavares EL, Labio RB, Martins, RH. Estudo normativo dos parâmetros acústicos vocais de crianças de 4 a 12 anos de idade sem sintomas vocais: estudo piloto. *Braz. J. Otorhinolaryngol.* 2010; 76(4):485-490.
17. Pinho SMR. Avaliação e tratamento de voz. In: Pinho SMR. *Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz*. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 3-40.
18. Gelfer MP, Bennet QE. Speaking fundamental frequency and vowel formant frequencies: effects on perception of gender. *J of Voice.* 2013; 27(5):556-566.
19. Aragão AN, Couto TE, Camargo ZA, Santos MAR, Gama ACC. Análise da qualidade vocal antes e após o uso profissional e social da voz. *Audiology-Communication Research.* 2014;19(3):209-214.
20. Prater DK, Swift RW. *Manual of Voice therapy*. Austin: Pro-ed; 1984.

**CORRESPONDÊNCIA**

Raquel Elpídio Pinheiro da Silva

Rua Albino Tambara 568, complemento: ao lado da USP  
Villa Universitária – Bauru – São Paulo CEP:17012470

Email: raquellipi@outlook.com.br