

Estudo acústico de cinco qualidades de voz com uma nota sustentada

Acoustic study of five voice qualities with a sustained note

Estudio acústico de cinco calidades de voz con una nota sostenida

Alexsandro Rodrigues Meireles

Universidade Federal do Espírito Santo (UFES/Brasil)

meirelesalex@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-1901-9329>

RESUMO

Este trabalho analisa cinco diferentes qualidades de voz com C4 sustentado (262 Hz), a saber: a) voz soprada (Br); b) voz fraca (W); c) voz modal (M); d) voz estridente (Cr); e e) voz tensa (T). Foram analisados 13 parâmetros: H1, H1H2, H1A3, CPP, Energia, Razão harmônico-ruído (0-500, 0-1500, 0-2500, 0-3500, F1, F2, B1, B2. Os resultados estatísticos mostraram que os parâmetros diminuem da seguinte maneira: 1) H1: $M > Br > T > Cr > W$; 2) H1H2: $W > Br > (M = Cr) > T$; 3) H1A3: $(W = Br) > M > Cr > T$; 4) B1: $T > W > Br > M > W$; 5) B2: $M > T > Cr > Br > W$; 6) CPP: $T > M > Br > Cr > W$; 7) Energia: $T > M > Cr > Br > W$. Além disso, HNR apresentou o mesmo padrão decrescente para as quatro condições ($W > M > T > Br > Cr$), e os formantes F1 e F2 também apresentaram um padrão decrescente semelhante ($T > M > Br > Cr > W$).

PALAVRAS-CHAVE: *Qualidade da Voz; Canto; Parâmetro espectral.*

ABSTRACT

This paper analysis five different voice qualities with a sustained C4 (262 Hz), as follows: a) breathy voice (Br); b) weak voice (W); c) modal voice (M); d) creaky voice (Cr); and e) tense voice (T). Thirteen parameters were analyzed: H1, H1H2, H1A3, CPP, Energy, Ratio harmonic-noise (0-500, 0-1500, 0-2500, 0-3500, F1, F2, B1, B2. The statistical results showed that the parameters decrease in the following way: 1) H1: $M > Br > T > Cr > W$; 2) H1H2: $W > Br > (M = Cr) > T$; 3) H1A3: $(W = Br) > M > Cr > T$; 4) B1: $T > W > Br > M > W$; 5) B2: $M > T > Cr > Br > W$; 6) CPP: $T > M > Br > Cr > W$; 7) Energy: $T > M > Cr > Br > W$. In addition, HNR presented the same decreasing pattern for the four conditions ($W > M > T > Br > Cr$), and the formants F1 and F2 also presented a similar decreasing pattern ($T > M > Br > Cr > W$).

* Sobre o autor ver página 418.



Harmonics-to-noise ratio (0-500, 0-1500, 0-2500, 0-3500, F1, F2, B1, B2. The statistical results have shown that the parameters decrease in the following manner: 1) H1: $M > Br > T > Cr > W$; 2) H1H2: $W > Br > (M = Cr) > T$; 3) H1A3: $(W=Br) > M > Cr > T$; 4) B1: $T > W > Br > M > W$; 5) B2: $M > T > Cr > Br > W$; 6) CPP: $T > M > Br > Cr > W$; 7) Energy: $T > M > Cr > Br > W$. Moreover HNR presented the same decreasing pattern for the four conditions ($W > M > T > Br > Cr$), and the formants F1 and F2 also presented a similar decreasing pattern ($T > M > Br > Cr > W$).

KEYWORDS: Voice Quality; Singing; Spectral parameter.

RESUMEN

Este trabajo analiza cinco calidades de voz diferentes con C4 sostenido (262 Hz), a saber: a) voz entrecortada (Br); b) voz débil (W); c) voz modal (M); d) voz aguda (Cr); y e) voz tensa (T). Se analizaron 13 parámetros: H1, H1H2, H1A3, CPP, Energía, Relación armónico-ruído (0-500, 0-1500, 0-2500, 0-3500, F1, F2, B1, B2. Los resultados estadísticos mostraron que los parámetros disminuyen como sigue: 1) H1: $M > Br > T > Cr > W$; 2) H1H2: $W > Br > (M = Cr) > T$; 3) H1A3: $(W=Br) > M > Cr > T$; 4) B1: $T > W > Br > M > W$; 5) B2: $M > T > Cr > Br > W$; 6) CPP: $T > M > Br > Cr > W$; 7) Energía: $T > M > Cr > Br > W$. Además, HNR mostró el mismo patrón decreciente para las cuatro condiciones ($W > M > T > Br > Cr$), y los formantes F1 y F2 también mostraron un patrón decreciente similar ($T > M > Br > Cr > W$).

PALABRAS CLAVE: Calidad de Voz; Esquina; Parámetro espectral.

1 Introdução

Meireles e Mixdorff (2020) em um estudo com quatro cantores e duas músicas distintas mostraram que alguns parâmetros acústicos relacionados à qualidade de voz eram modificados à medida que se mudava do registro grave do canto (Dó²-Ré³: 131-311 Hz) para o agudo (Mi³-Bb³: 330-466 Hz). Além disso, os autores mostraram que o grau de acentuação das sílabas fonéticas também modificava os parâmetros acústicos de qualidade de voz. Assim, este estudo constatou através da medida de dezenas de parâmetros acústicos que a região tonal da voz afetava a qualidade de voz, devido à atuação de diferentes músculos na produção dos sons vocais.

¹ É importante destacar que na nomenclatura internacional da música, representa-se as notas 1 oitava acima. Assim, Dó³ corresponderia, por exemplo, a Dó⁴.

Alguns estudos relataram a atividade muscular na produção do canto. A análise eletromiográfica de Hirano (1975) mostra que i) o músculo cricotireoideo (CT) estica e alonga as pregas vocais, controla a produção de f_0 e influencia profundamente a qualidade de voz, ii) o músculo tiroaritenóideo (TA) aduz as pregas vocais e é responsável pelo controle da frequência fundamental (f_0), intensidade e tipos de qualidade de voz glotais (ou modos de fonação), iii) o músculo cricoaritenóideo lateral (CAL) aduz as pregas vocais em sua parte medial e é também responsável pelo controle de f_0 , intensidade e qualidade de voz, iv) os músculos interaritenóideos (IA) aduzem as pregas vocais na região posterior, e v) o músculo criaritenóideo posterior (CAP) abduz as pregas vocais. O CAP, de acordo com Hirano, é normalmente inativo na produção da voz, mas se contrai em tons mais altos de registros mais tensos. Por outro lado, Choi et al. (1995) relataram que a estimulação dos IA resultaram no aumento da pressão subglótica, intensidade e f_0 . Em outro artigo, Choi et al. (1993) comentaram que o PCA controla a área da glote. Em complemento, Vennard and Hirano (1970) mostraram que a atividade do CT é maior na voz de cabeça (tons mais agudos) do que na voz de peito (tons mais graves). Este estudo resultou na seguinte escala de ativação do músculo TA: voz de peito > voz de cabeça > falsete.

Embora, à primeira vista, possa parecer estranho usar termos do canto em estudos linguísticos, os mesmos são frequentemente encontrados na literatura fonética, pois a qualidade de voz é um parâmetro linguístico em algumas línguas e também serve para diferenciar diferentes línguas e/ou dialetos.

O estudo científico da qualidade de voz (QV) se aprofundou bastante quando Hollien (1974) se propôs a organizá-lo. Em sua perspectiva, só havia três QV (registros, em sua nomenclatura): pulso (atualmente *frj* ou voz crepitante), modal e *lodge* (atualmente falsete). Embora estudos posteriores tenham proposto um detalhamento maior e mais diverso das possibilidades de produção de sons laríngeos, as duas primeiras QV deste estudo, são as mais encontradas nos estudos linguísticos. Como sabemos, nas ciências da fala, a voz modal é a mais recorrente nas línguas. Além desta, Stross (2013) mostrou em um experimento observacional que o falsete é usado sistematicamente em muitas culturas. Recentemente, Dallaston e Docherty (2020) mostraram que a voz crepitante (*creaky voice*) é usada frequentemente por falantes do inglês, principalmente pelas mulheres norte-americanas.

Além dos fatores fisiológicos relacionados à região tonal da voz, Esling (2005) e Edmondson e Esling (2006) mostram que há uma relação

biunívoca entre QV e qualidade vocálica, ou seja, a QV também é influenciada pela qualidade de voz e vice-versa. Outro fenômeno que se correlaciona com a qualidade vocálica é a soprosidade (*breathiness*). DiCanio (2009) relata que a voz soprosa (*breathy voice*) se correlaciona com as vogais altas.

Os primeiros cientistas que tentaram sistematizar os ajustes fonatórios e articulatórios/fisiológicos da fala foram Catford (1977) e Laver (1980). O trabalho de Laver resultou no *Voice Profile Analysis Scheme* (VPAS, LAVER; MACKENZIE-BECK, 2007). Recentemente, John Esling e colegas desenvolveram um modelo laríngeo e um sistema para transcrição de diferentes qualidades de voz (BALL et al., 1995; ESLING et al., 2019). Apresentaremos a seguir o conceito de qualidade de voz deste artigo.

2 A definição de qualidade de voz e a proposta do artigo

Qualidade de voz, neste texto, será compreendida como na abordagem de Laver (1980), ou seja, é a impressão auditiva característica da voz de um indivíduo, a qual envolve tanto aspectos laríngeos quanto supralaríngeos. Pode ser analisada com alto grau de detalhe com o *Voice Profile Analysis Scheme*. A vantagem desse perfil é não considerar a voz *a priori* como saudável ou patológica, pois os ajustes articulatórios laríngeos e supralaríngeos só serão considerados patológicos, quando tal condição for corroborada por um laringologista. Além disso, uma voz saudável é perfeitamente capaz de produzir qualquer voz patológica, como por exemplo, diplofonia.

Laver (1980) descreve 15 diferentes tipos de qualidade de voz relacionadas à variação de ajustes laríngeos, divididos nos seguintes grupos: i) quatro tipos de fonação básicos: 1- sussurro (*whisper*), 2- basal (*creak* ou *fr*), 3- modal, 4- falsete; ii) onze tipos compostos: 1- basal sussurrada (basal + sussurro); 2- voz sussurrada (modal + sussurro); 3- falsete sussurrado (falsete + sussurro); 4- voz crepitante (modal + basal); 5- falsete crepitante (falsete + creak); 6- voz crepitante sussurrada (modal + basal + sussurro); 7- falsete crepitante sussurrado (falsete + basal + sussurro); 8- voz soprosa (*breathy*) (modal + sussurro); 9- voz ríspida (modal + tensão nas pregas vocais); 10- falsete ríspido (falsete + tensão nas pregas vocais); 11- voz sussurrada ríspida (modal + sussurro + tensão nas pregas vocais).

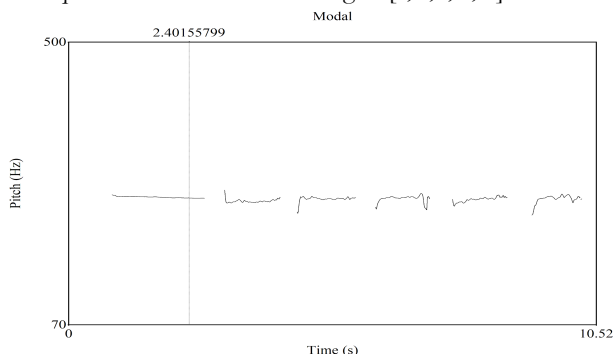
Conforme pudemos notar, a qualidade de voz é influenciada tanto por aspectos da região tonal, quanto pela qualidade vocálica. No entanto, até onde saibamos, não há um estudo linguístico que controle tanto a frequência de produção da nota quanto a qualidade vocálica. Sendo assim, propusemo-nos um estudo piloto, a fim de investigar como os parâmetros de qualidade de voz se modificam ao passarmos de um tipo de QV para outro.

3 Metodologia

Cinco qualidades vocálicas [a, ε, i, ɔ, u] sustentadas por 1000 milissegundos em uma nota Dó₃ (262 Hz) foram gravadas com cinco qualidades de voz (modal, crepitante, soprosa, fraca, forte), gerando um total de 25000 (5 vogais x 5 QV x 1000 ms) dados para análise de 11 parâmetros acústicos de QV. A voz fraca corresponde a um som com o mínimo de pressão subglótica necessário para fazer vibrar as pregas vocais. Já a voz forte é o oposto, i.e., máximo de pressão subglótica suportável pelas pregas vocais. A fim de garantir a afinação da nota, antes de gravar cada vogal, tocou-se a nota Dó₃ num teclado Yamaha PSR E363, logo após gravou-se as cinco qualidades de voz para cada voz (ex.: nota Dó₃ seguida de [a] crepitante, [a] modal, [a] soprosa, [a] fraca, [a] forte). Conforme podemos notar na figura 1, esse procedimento foi efetivo para garantir uma perfeita afinação das notas em todas as qualidades de voz. Baseado em sua autopercepção, o sujeito afirma que cinco QV foram criadas com cinco configurações laringeas distintas com a mesma nota Dó₃ (262 Hz). O sujeito investigado foi um cantor graduado em música, com experiência por mais de 20 anos em canto coral, foneticista com especialidade em qualidade de voz na fala e no canto e formado para aplicar o perfil VPAS (o autor A. R. M.²).

² Pode parecer estranho um autor ser sujeito de sua própria pesquisa e também haver apenas um sujeito, mas é comum nos estudos pilotos na área de voz, sendo inclusive aceito em revistas importantes da área. Vide, por exemplo, os trabalhos de Herbst (2004, 2009) e Herbst et al. (2010).

Figura 1. Qualidade de voz modal gravada com cinco vogais. A primeira linha horizontal é a nota D63 emitida por um teclado digital, as demais linhas correspondem à frequência fundamental das vogais [a, ε, i, ɔ, u].



Os áudios foram gravados com um microfone Shure Beta 58a com uma taxa de amostragem de 96 kHz, convertido para WAV (mono) no programa Praat (Boersma e Weenink, 2006) e subamostrado para 16 kHz no programa VoiceSauce (Shue, 2010; Shue et al., 2011). As análises acústicas foram realizadas com o VoiceSauce, o qual extraiu dezenas de parâmetros automaticamente, porém nos concentramos em 13 parâmetros de medidas de curto termo, os quais são frequentemente utilizados nos estudos de QV, a saber: 1) $H1^{*3}$: amplitude relativa do primeiro harmônico; 2) $H1^{*}H2^{*}$: diferença em amplitude entre o primeiro e segundo harmônico; 3) $H1^{*}A3^{*}$: diferença entre a amplitude do primeiro harmônico e a amplitude do pico do harmônico na região de F3; 4) CPP: proeminência do pico espectral; 5) Energia: medida de intensidade da voz; 6, 7, 8, 9) HNR: relação sinal-ruído de 0-500 Hz (HNR5), 0-1500 Hz (HNR15), 0-2500 Hz (HNR25) e 0-3500 Hz (HNR35); 10) F1: frequência do pico de frequência do primeiro formante; 11) F2: frequência do pico de frequência do segundo formante; 12) B1: largura de banda de F1; e 13) B2: largura de banda de F2. Para extração de f_0 , usamos o método Straight (strF0) e para extração de formante, o método Snack. As configurações para cálculo dos formantes e larguras de banda foram: comprimento da janela de 25 ms, passos de 1 ms, ordem do LPC de 12 e pré-ênfase de 0,98.

³ Os asteriscos representam que as magnitudes espectrais foram corrigidas para remover as influências da função de transferência do trato vocal, resultando em uma medida mais relacionada à fonte glotal.

Valores altos de H1* são geralmente associados na literatura com voz soprosa (KLATT; KLATT, 1990; HILLENBRAND et al., 1994), i.e., a presença de um certo escape de ar (respiro) através das pregas vocais durante a voz modal. Sendo assim, considerando que maior escape de ar se correlaciona com H1 mais alto, hipotetizamos a seguinte ordem deste valor em nossos dados: voz soprosa > voz fraca > voz modal > voz crepitante > voz forte.

De acordo com Keating et al. (2010), valores altos de H1*H2* são associados com voz soprosa e relaxada e valores mais baixos com voz crepitante e tensa. Hipotetizamos, portanto, a seguinte ordem para este valor: voz soprosa > voz fraca > voz modal > voz crepitante > voz forte.

Gordon e Ladefoged (2001) afirmam que a inclinação espectral (H1*A3*) é “the degree to which intensity drops off as frequency increases” (p. 15) and “characteristically most steeply positive for creaky vowels and most steeply negative for breathy vowels” (p. 15). Em outras palavras, valores mais altos são encontrados para fonações com maior vazamento de ar, ou seja, uma menor ativação dos músculos TA e CAL. Hipotetizamos, dessa forma, a seguinte ordem para este valor: voz soprosa > voz fraca > voz modal > voz crepitante > voz forte.

Hillenbrand et al. (1994) relatam que “the idea behind the CPP measure is that a highly periodic signal should show a well defined harmonic structure and, consequently, a more prominent cepstral peak than a less periodic signal”. Da mesma forma, Shue (2010) afirmam que este parâmetro “should be larger for modal phonations and smaller for breathy phonations”, and “smaller for creaky voices if the phonation is aperiodic”. Hipotetizamos, assim, a seguinte ordem para este valor: voz forte > voz modal > voz fraca > voz soprosa > voz crepitante.

Shue (2010, p. 61-62) menciona que a Energia pode estar correlacionada com o esforço vocal. Assim, hipotetizamos a seguinte ordem para este valor: voz forte > voz modal > voz crepitante > voz soprosa > voz fraca.

Yumoto e Gould (1982) encontram que o HNR para um grupo saudável variou entre 7 e 17 dB com uma média de 11,9 dB. Consideraram também que valores abaixo de 7,4 dB eram patológicos. No entanto, temos que levar essa consideração com cautela, pois, de acordo com o VPAS, sonoridades que soam patológicas podem ser simuladas por uma voz saudável. Hipotetizamos, a seguinte ordem, portanto: voz forte > voz modal > voz crepitante > voz soprosa > voz fraca.

F1 e F2 estão correlacionados, respectivamente, com altura vocálica e anteriorização. Quanto maior o F1, mas mais baixa é a posição da língua; quanto maior o F2, mas anterior é a vogal. Apesar de termos as mesmas vogais fonológicas, consideramos que constrictões laringeas e supralaringeas (pregas vestibulares e ariepiglóticas) podem afetar as posições das línguas e gerar diferentes valores destes parâmetros. Assim, hipotetizamos, a seguinte ordem: i) F1: voz fraca > voz modal > voz forte > voz soprosa > voz crepitante; 2) F2: voz fraca > voz modal > voz forte > voz soprosa > voz crepitante.

B1 e B2 se correlacionam com a variabilidade dos valores de F1 e F2. Assim, hipotetizamos, a seguinte ordem: voz fraca > voz modal > voz forte > voz soprosa > voz crepitante.

4 Resultados

Todas as análises estatísticas foram realizadas no RStudio (versão 1.0.153). Primeiramente checamos os histogramas de cada qualidade de voz para observar se exibiam distribuição normal, e, posteriormente, rodamos um teste Shapiro para observar a significância estatística. As análises foram rodadas a cada 1 ms resultando um grande volume de dados (N^4 : voz fraca = 4318, voz modal = 4745, voz crepitante = 2958, voz soprosa = 4319, voz forte = 4251). Como nenhum dado passou no teste de normalidade, rodamos um teste Kruskal-Wallis com o parâmetro de qualidade de voz (eg. H1*) em função das cinco qualidades de voz e, então, um teste Dunn para múltiplas comparações com a correção de Bonferroni. A significância estatística foi encontrada para todos os parâmetros ($p < 2,20e^{-16}$).

As figuras 2, 3, 4 e 5 e a tabela 1 mostram que as hipóteses foram parcialmente ou fortemente corroboradas nas seguintes condições: **H1***: modal > soprosa > forte > crepitante > fraca; **H1*H2***: fraca > soprosa > (modal = crepitante) > forte; **H1*A3***: (fraca=soprosa) > modal > crepitante > forte; **HNR5, HNR15, HNR25, HNR35**: fraca > modal > forte > soprosa > crepitante; **F1, F2**: forte > modal > soprosa > crepitante > fraca; **B1**: forte > fraca > soprosa > modal > fraca; **B2**: modal > forte > crepitante > soprosa > fraca; **CPP**: forte > modal > soprosa > crepitante > fraca; **Energia**: forte > modal > crepitante > soprosa > fraca; **f0**: forte > soprosa > fraca > modal > crepitante.

⁴ N se refere ao tamanho da amostra, i.e., o número de observações.

Figure 2. Boxplots para H1*, H1*H2* e H1*A3* em função das vozes soprosa (breathy), crepitante (creaky), modal, strong (forte) e fraca (weak).

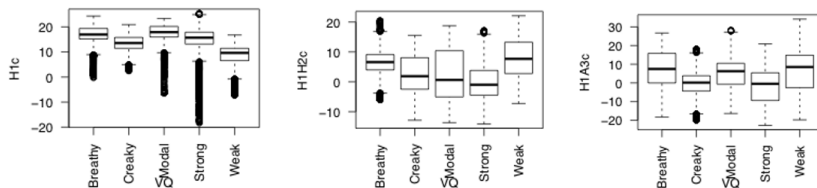


Figure 3. Boxplots para HNR05, HNR15, HNR25 e HNR35 em função das vozes soprosa (breathy), crepitante (creaky), modal, strong (forte) e fraca (weak).

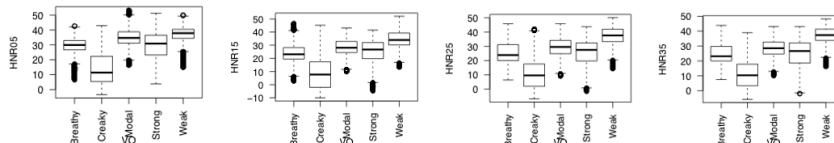


Figure 4. Boxplots para F1, B1, F2 e B1 em função das vozes soprosa (breathy), crepitante (creaky), modal, strong (forte) e fraca (weak).

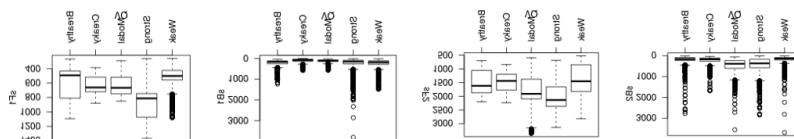
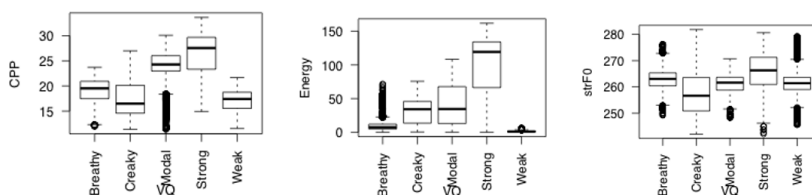


Figure 5. Boxplots para CPP, Energia (Energy) e f0 em função das vozes soprosa (breathy), crepitante (creaky), modal, strong (forte) e fraca (weak).



Com relação a HNR, depois de comparar os dados entre HNR5, HNR15, HNR25 e HNR35, os mesmos foram analisados como um grupo só, pois um teste de Pearson mostrou que esses parâmetros foram altamente correlacionados entre si.

5 Discussão

Contrário to Klatt e Klatt (1990) e Hillenbrand et al. (1994), nosso estudo com cinco diferentes qualidades de voz com uma nota sustentada ($Dó_3 = 262$ Hz) apresentou maiores valores para a voz modal em comparação com a voz soprosa. O escape de ar nas pregas vocais foi correlacionado apenas com o decréscimo dos parâmetros $H1*H2^*$ e $H1*A3^*$. Nosso entanto, nossos resultados se afinam com os resultados de Keating et al. (2010) para $H1*A3^*$.

Tabela 1. Parâmetros de qualidade de voz e valor de f_0 para as cinco qualidades de voz. Os valores aqui apresentados são a média e o desvio-padrão entre parênteses.

	Soprosa	Fraca	Modal	Forte	Crepitante
H1*	17.02 (3.71)	8.74 (3.96)	17.45 (3.67)	14.84 (5.95)	13.51 (3.51)
H1H2*	6.34 (4.30)	7.49 (6.86)	2.25 (7.76)	0.09 (5.98)	2.22 (6.01)
H1A3*	6.69 (10.48)	6.62 (11.65)	5.28 (8.24)	-1.55 (9.26)	-0.76 (7.10)
CPP	19.05 (2.54)	17.11 (2.07)	24.16 (2.87)	26.27 (4.36)	17.36 (3.39)
Energy	9.66 (7.98)	1.45 (1.14)	41.23 (29.53)	98.81 (47.65)	31.76 (17.83)
HNR05	29.57 (5.21)	37.20 (5.09)	34.96 (6.20)	29.60 (8.86)	14.46 (11.06)
HNR15	23.94 (6.82)	34.72 (6.42)	28.55 (6.02)	25.16 (9.05)	9.09 (13.00)
HNR25	25.07 (6.98)	37.45 (5.91)	29.43 (6.21)	25.51 (9.11)	10.92 (11.15)
HNR35	24.41 (6.34)	37.18 (5.13)	28.51 (5.40)	24.84 (9.16)	11.26 (9.92)
sF1	625 (244)	508 (135)	639 (116)	844 (237)	624 (109)
sF2	1533 (405)	1448 (544)	1783 (574)	2038 (493)	1520 (377)
sB1	208 (135)	220 (146)	122 (67)	222 (231)	102 (92)
sB2	183 (174)	170 (158)	442 (284)	406 (305)	214 (167)
strf0	263 (4)	261 (4)	261 (4)	266 (7)	258 (9)

Para os dados de fala, não podemos considerar HNR da mesma forma que Yumoto and Gould (1982), pois podemos manipular nossa vez para

adicionar distorções mesmo sem termos patologia de fala. No entanto, podemos inferir deste experimento que valores mais baixos do parâmetro estão correlacionados com ruído no sinal, como mostramos neste estudo. Conforme observamos aqui, encontramos o seguinte parâmetro para todas as quatro regiões de análise de HNR: fraca > modal > forte > soprosa > crepitante. Dessa forma, valores mais baixos deste parâmetro estão associados com algum tipo de escape de ar ou crepitação na glote.

6 Conclusão

Os resultados de H1* (modal > soprosa > forte > crepitante > fraca) foram bastante diferentes de nossa hipótese (soprosa > fraca > modal > crepitante > forte). No entanto, os parâmetros H1*H2* (fraca > soprosa > (modal = crepitante) > forte) e H1*A3* (soprosa > fraca > modal > crepitante > forte) corroboraram nossa hipótese para H1*H2* e H1*A3* (soprosa > fraca > modal > crepitante > forte).

Os resultados para CPP (forte > modal > soprosa > crepitante > fraca) corroboram nossa hipótese (forte > modal > fraca > soprosa > crepitante), pois a voz forte possui uma proeminência cepstral maior do que a voz modal.

Os resultados para Energia (forte > modal > crepitante > soprosa > fraca) corroboram totalmente nossa hipótese (forte > modal > crepitante > soprosa > fraca).

Os resultados para HNR (fraca > modal > forte > soprosa > crepitante) não corroboram nossa hipótese (voz forte > voz modal > voz crepitante > voz soprosa > voz fraca).

Os resultados para F1 (forte > modal > soprosa > crepitante > fraca) e F2 (forte > modal > soprosa > crepitante > fraca) confirmaram parcialmente nossa hipótese (voz fraca > voz modal > voz forte > voz soprosa > voz crepitante). Da mesma forma, os resultados para B1 (forte > fraca > soprosa > modal > crepitante) e B2 (modal > forte > crepitante > soprosa > fraca) corroboram parcialmente nossa hipótese (voz fraca > voz modal > voz forte > voz soprosa > voz crepitante).

Em acréscimo, convém notar que, mesmo não encontrarmos diferenças perceptuais na nota para as cinco qualidades de voz, os resultados estatísticos, devido a pequenas variações na vibração das pregas vocais, mostram o seguinte padrão de f_0 para as mesmas: forte > soprosa > fraca > modal > crepitante.

Na continuação da pesquisa, aumentaremos o número de sujeitos e procuraremos estudar o efeito individual da qualidade vocálica na variação dos parâmetros de qualidade de voz. Além de replicarmos este estudo, pretendemos ainda gravar um texto e comparar pelo menos dois dialetos do português brasileiro.

REFERÊNCIAS

- BALL, M. J.; J., ESLING, J.; DICKSON, C. The voqs system for the transcription of voice quality. **Journal of the IPA**, v. 25, issue 2, p. 71-80, 1995. doi:10.1017/S0025100300005181, 1995.
- BOERSMA, P.; WEENINK, D. **Praat**: Doing phonetics by computer (version 4.5.06). <http://www.praat.org/> (Last viewed December 8, 2010), 2006.
- CATFORD, J. C. **Fundamental Problems in Phonetics**. Edinburgh University Press, Edinburgh, 1977.
- CHOI, H-S.; BERKE, G. S.; YE, M.; KREIMAN, J. Function of the posterior cricoarytenoid muscle in phonation: In vivo laryngeal model, **Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 109, p. 1043-51, 1993.
- CHOI, H-S.; BERKE, G. S.; YE, M, Functions of the Interarytenoid (IA) muscle in phonation: in vivo laryngeal model, **Yonsei Medical Journal**, vol. 36, n.1, 1995.
- DALLASTON, K.; DOCHERTY, G. The quantitative prevalence of creaky voice (vocal fry) in varieties of English: A systematic review of the literature. **PLoS ONE**, v. 15, n. 3, e0229960, 2020.
- DICANIO, C. T. The phonetics of register in takhian thong chong. **Journal of the IPA**, v. 39, n. 2, p. 162-188, 2009.
- EDMONDSON, J. A.; ESLING, J. H. The valves of the throat and their functioning in tone, vocal register, and stress: Laryngoscopic case studies. **Phonology** 520, v. 23, n. 2, p. 157-191, 2006.
- GORDON, M. LADEFOGED, P. Phonation types: a crosslinguistic overview, **J. of Phonetics**, v. 29, p. 383-406, 2001.
- ESLING, J. H. There are no back vowels: The laryngeal articulator model. **Canadian Journal of Linguistics**, v. 50, p. 13-44, 2005.
- ESLING, J. H.; MOISIK, S. R.; BENNER, A.; CREVIER-BUCHMAN, L. **Voice Quality: The Laryngeal Articulator Model**. Cambridge University Press, Cambridge, 2019.

HERBST, C. T. **Evaluation of Various Methods to Calculate the EGG Contact Quotient**. KTH Speech Music and Hearing, Sweden, Stockholm, Phd Thesis, 2004.

HERBST, C. T. Investigation of four distinct glottal configurations in classical singing—A pilot study. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v.125, EL104, 2009.

HERBST, C. T., HOWARD, D.; SCHLÖMICHÉ-THIER, J. Using Electroglottographic Real-Time Feedback to Control Posterior Glottal Adduction during Phonation. **Journal of Voice**, Vol. 24, Issue 1, January 2010, p. 72-85, 2010.

HOLLIEN, H. On vocal registers. **Journal of Phonetics**, v. 2, p. 125-143, 1974.

KEATING, P.; ESPOSITO, C. M.; GARELLEK, M.; KHAN, S. U. D.; KUANG, J. Phonation Contrast across languages, UCLA **Working Papers in Phonetics**, no. 108, p. 188-202, 2010.

KLATT, D.; KLATT, L. Analysis, synthesis, and perception of voice quality variations among female and male talkers, **J. Acoustic. Soc. Amer.**, Vol. 87, p. 820-857, 1990.

HILLENBRAND, J.; CLEVELAND, R. A.; ERICKSON, R. L. Acoustic correlates of breathy vocal quality, **J. Speech and Hearing Research**, v. 37, p. 769–778, 1994.

LAVER, J. **The phonetic description of voice quality**. Cambridge University Press, Cambridge, 1980.

LAVER, J.; MACKENZIE-BECK, E J. **Vocal prole analysis scheme: A user's manual**. Speech Science Research Centre, Queen Margaret University College-585 QMUC, 2007.

MEIRELES, A.; MIXDORFF, H.. Voice quality in low and high registers in two different styles of singing, in: **Proc. Speech Prosody 2020**, Tokyo, Japan. p. 5 pages, 2020.

SHUE, Y.-L. **The Voice Source in Speech Production: Data, Analysis and Models**, PhD Thesis, UCLA, 2010.

SHUE, Y.-L.; KEATING, P.; VICENIK, C.; YU, K. Voicesauce: A program for voice analysis, **Proceedings of the ICPHS XVII**, 2011. P. 1846-1849.

STROSS, B. Falsetto voice and observational logic: Motivated meanings. **Language in Society**, v. 42, p. 139-162, 2013.

VENNARD, W.; HIRANO, M. Physiological Basis for Vocal Registers. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 47, 120, 1970.

YUMOTO, E.; GOULD, W.; BAER, T, Harmonics-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness, J. **Acoust. Soc. Am.** V.71, p. 1544– 1550, 1982.

Recebido em 27 de junho de 2022.

Aceito em 2 de dezembro de 2022.

Publicado em 31 de julho de 2023.

SOBRE O AUTOR

Alexsandro Rodrigues Meireles é doutor em Linguística pela Unicamp com doutorado sanduíche Possui graduação em Música: Composição para filmes pela UFES e Letras:Inglês pela Universidade Federal de Minas Gerais (1998), mestrado em Letras:Estudos Linguísticos pela Universidade Federal de Minas Gerais (2001) e doutorado-sanduíche em Linguística - Unicamp e University of Southern California (2007). é pós-doutor pela University of Southern California (2015) com bolsa da CAPES e pela Beuth Hochschule fuer Technik - Berlin (2019-2020). Atualmente é Professor Associado III na Universidade Federal do Espírito Santo lecionando disciplinas e realizando pesquisa na área de Linguística. Tem experiência na área de Letras/Linguística e Música, com ênfase em Fonética e Fonologia, atuando principalmente nos seguintes temas: taxa de elocução, ritmo de fala, sistemas dinâmicos, fonética acústica e articulatória, fonologia experimental, relações canto e fala. No Programa de Pós-Graduação em Linguística da UFES leciona disciplinas de fonética/fonologia e coordena o Laboratório de Fonética vinculado ao Núcleo de Estudos em Fonética e Fonologia (NEFF). Foi membro do Conselho de Curadores da Ufes (2013-2016). Foi Presidente da Comissão de Pesquisa e Pós-Graduação do Conselho Superior de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFES (2009-2012) e Presidente da Câmara de Assessoramento de Linguística, Letras e Artes da FAPES (2013-2014). Foi Chefe do Departamento de Línguas e Letras da Ufes (2016-2019). Atualmente é Chefe da Divisão de Línguas da Secretaria de Relações Internacionais da Ufes (2020-).