



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA COMUNICAÇÃO HUMANA

**NATHÁLIA SUELLEN VALERIANO CARDOSO**

**TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES:  
Efeito imediato na voz de cantores**

Recife

2020

**NATHÁLIA SUELLEN VALERIANO CARDOSO**

**TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES:**

**Efeito imediato na voz de cantores**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde da Comunicação Humana.

**Área de concentração:** Fonoaudiologia

**Orientador:** Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>: Adriana de Oliveira Camargo Gomes

**Co-orientador:** Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>: Jonia Alves Lucena

Recife

2020

Catálogo na fonte:  
bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

C268t Cardoso, Nathália Suellen Valeriano  
Tubo de ressonância associado a vocalizes: Efeito imediato na voz de cantores/ Nathália Suellen Valeriano Cardoso. - 2020. 89 f. il.

Orientadora: Adriana de Oliveira Camargo Gomes.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Saúde da Comunicação Humana. Recife, 2020.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Canto. 2. Qualidade da voz. 3. Acústica. 4. Voz. 5. Fonoaudiologia. I. Gomes, Adriana de Oliveira Camargo (orientadora). II. Título.

610 CDD (23.ed.)

UFPE (CCS 2020 - 132)

**NATHÁLIA SUELLEN VALERIANO CARDOSO**

**TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES:  
Efeito imediato na voz de cantores**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Saúde da Comunicação Humana.

Aprovada em: 15/05/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adriana de Oliveira Camargo Gomes (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Jônia Alves Lucena (Coorientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Zulina Souza de Lira (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lídia Cristina da Silva Teles (Examinador Externo)  
Universidade de São Paulo

---

Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes (Examinador Externo)  
Universidade Federal da Paraíba

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me proporcionou esta oportunidade e me ajudou em mais uma etapa da minha vida. A Ele toda honra, glória e louvor, pois só Ele é Dono de toda ciência, sabedoria e poder.

Aos meus pais Joseneide e Joab e irmão Arthur por toda compreensão, colaboração, incentivo e principalmente por toda a paciência. Grata por serem meu alicerce.

Ao meu noivo, Paulo pelo apoio e ajuda constante em todas as etapas do projeto. Você me ajudou a acreditar que conseguiria alcançar meus objetivos.

À minha orientadora, prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Adriana de Oliveira Camargo Gomes por seus ensinamentos em palavras e atitudes, sua compreensão e sabedoria. Obrigada por todo apoio. És inspiração e por isso sinto-me abençoada por Deus por ter colocado você em meu caminho. A você meus agradecimentos e eterna admiração.

À minha coorientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Jônia Alves Lucena por suas colaborações que foram tão importantes desde a construção do projeto até à sua finalização. Obrigada por tudo.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zulina Souza de Lira, por ter aceitado fazer parte da banca examinadora desta pesquisa e por sua disponibilidade e auxílio em alguns momentos da minha coleta. Obrigada por todo apoio, paciência e por suas importantes contribuições.

Ao Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes por também fazer parte da banca examinadora. Grata por seus ensinamentos e considerações valiosas que me ajudaram em todas as etapas da minha pesquisa. A você meu respeito e admiração.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lídia Cristina da Silva Teles por também aceitar fazer parte da banca examinadora. Admiro seu trabalho e suas publicações.

Ao Hospital das Clínicas de Pernambuco e ao prof. Dr. Sílvio Vasconcelos por fazer os exames de videoestroboscopia com todos os cantores. Sou grata por sua disponibilidade, paciência e conhecimento compartilhado. Sou admiradora do seu profissionalismo e carisma.

À professora do curso de canto da UFPE, Virgínia Cavalcanti Santos por todo carinho, confiança, disponibilidade e conhecimento compartilhado. Te agradeço por me ajudar no processo de coleta, incentivando seus alunos a colaborarem com esta pesquisa.

Aos professores do PPGSCH pela dedicação e incentivo à pesquisa.

À toda minha turma de mestrado, que tornou essa caminhada mais leve. Em especial agradeço à minha amiga Danielle Menezes por todos os momentos compartilhados e por todo apoio em diversas etapas, sejam elas divertidas ou difíceis. Todos eles são, para mim, especiais assim como sua amizade.

A todos os meus amigos que me ajudaram e me apoiaram com orações e palavras de incentivo. Agradeço principalmente ao meu amigo Ronny que escreveu as partituras e aos cantores participantes do estudo que se dispuseram em participar da coleta. Obrigada por toda experiência compartilhada.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes com os vocalizes isolados, na voz de cantores. Participaram da pesquisa 30 cantores adultos, na faixa etária de 18 a 45 anos (média de  $25,87 \pm 5,64$ ) sem alteração laríngea. Todos os participantes realizaram a técnica com o tubo de ressonância associado a vocalizes e a técnica dos vocalizes de forma isolada, no tempo de três minutos, em momentos diferentes, para que não houvesse interferência de efeito entre os exercícios. Foram extraídas as medidas acústicas de frequência ( $f_0$ ), *jitter*, *shimmer*, *Glottal Noise Excitation* (GNE), ruído, *Cepstral Peak Prominence-Smoothed* (CPPS), tempo máximo de fonação, perfil de extensão vocal e autopercepção de esforço vocal (escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal) antes e depois dos exercícios vocais. Observou-se aumento da  $f_0$  fundamental e  $f_0$  máxima, da proporção GNE e dos valores de CPPS, bem como diminuição nos parâmetros de *jitter*, *shimmer* e ruído nos cantores, ao realizarem a técnica com o tubo associado aos vocalizes. Os cantores referiram diminuição da percepção de esforço vocal após a execução de ambas as técnicas. As medidas objetivas encontradas nos resultados descritos apontam que o tubo de ressonância flexível associado aos vocalizes promoveu melhor regularidade vibratória e maior resistência glótica.

**Palavras chave:** Canto. Qualidade da voz. Acústica. Voz. Fonoaudiologia

## ABSTRACT

The aim of this study was to compare the immediate effect of the use of the resonance tube associated with vocalists with isolated vocalists, in the voice of singers. Thirty adult singers participated in the research, aged 18 to 45 years (mean  $25.87 \pm 5.64$ ) without laryngeal changes. All participants performed the technique with the resonance tube associated with vocalists and the vocalists technique in isolation, within three minutes, at different times, so that there was no effect interference between the exercises. Acoustic measurements of frequency ( $f_0$ ), jitter, shimmer, Glottal Noise Excitation (GNE), noise, Cepstral Peak Prominence-Smoothed (CPPS), maximum phonation time, vocal extension profile and self-perception of vocal effort (Borg scale) were extracted CR 10-BR - adapted for vocal effort) before and after vocal exercises. There was an increase in fundamental  $f_0$  and maximum  $f_0$ , in the GNE proportion and in the CPPS values, as well as a decrease in the parameters of jitter, shimmer and noise in the singers, when performing the technique with the tube associated with the vocalists. The singers reported a decrease in the perception of vocal effort after the execution of both techniques. The objective measures found in the results described show that the flexible resonance tube associated with the vocalists promoted better vibratory regularity and greater glottal resistance.

**Keywords:** Singing. Voice quality. Acoustics. Voice. Speech therapy

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Exercícios mais utilizados pelos cantores do estudo que realizam a prática de aquecimento vocal .....	31
<b>Figura 2 -</b>	Fluxograma da coleta .....	31
<b>Figura 3 -</b>	Execução do exercício com o tubo de ressonância flexível em água .....	36
<b>Figura 4 -</b>	Recorte dos compassos da partitura utilizada nos exercícios vocais. Em azul: Tempo de execução, em vermelho: Tempo de pausa .....	38
<b>Figura 5 -</b>	Procedimento da coleta de dados .....	38
<b>Figura 6 -</b>	Gráfico obtido no Vocalgrama, nas emissões fortes (azul escuro) e fracas (azul claro) .....	40
<b>Figura 7 -</b>	Pré e Pós execução da técnica com o tubo associado a vocalizes .....	52
<b>Figura 8 -</b>	Pré e Pós execução de vocalizes .....	52

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 -</b>	Caracterização da amostra .....	30
<b>Quadro 2 -</b>	Variáveis dependentes e independentes do estudo .....	32
<b>Quadro 3 -</b>	Escalas tonais em extensão correspondente à classificação vocal (naípe) .....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b>	Medidas acústicas da emissão sustentada antes e depois das duas técnicas e comparação entre as técnicas .....50
<b>Tabela 2-</b>	Tempo máximo fonatório (TMF) e Escala Borg antes e depois das duas técnicas e comparação entre as técnicas .....50
<b>Tabela 3-</b>	Valores do CPPS em homens, mulheres e em todos os cantores antes e após a execução das técnicas e comparação entre as técnicas .....51
<b>Tabela 4-</b>	Variáveis do Perfil de Extensão Vocal (PEV) antes e depois das duas técnicas e comparação entre as técnicas .....53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BORG	Escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal (nível de esforço vocal)
CPPS	<i>Cepstral Peak Prominence-Smoothed</i>
ETVSO	Exercício de Trato Vocal Semiocluído
f0	Frequência Fundamental
GNE	Glottal Noise Excitation
PEV	Perfil de Extensão Vocal
SD	Desvio Padrão
T1	Técnica com tubo associada aos vocalizes
T2	Técnica com Vocalizes
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TMF	Tempo Máximo de Fonação
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1</b>	<b>Fisiologia da produção vocal .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2</b>	<b>Voz e canto .....</b>	<b>18</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise acústica da voz.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4</b>	<b>Perfil de extensão vocal .....</b>	<b>21</b>
<b>3.5</b>	<b>Tempo máximo de fonação .....</b>	<b>22</b>
<b>3.6</b>	<b>Análise cepstral.....</b>	<b>23</b>
<b>3.7</b>	<b>Aquecimento vocal.....</b>	<b>24</b>
<b>3.8</b>	<b>Vocalizes na voz do cantor .....</b>	<b>26</b>
<b>3.9</b>	<b>Uso dos tubos de ressonância para preparação vocal .....</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>MÉTODO .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Local de estudo.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>População do estudo .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3</b>	<b>Critérios de inclusão e exclusão.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4</b>	<b>Caracterização da amostra .....</b>	<b>30</b>
<b>4.5</b>	<b>Delineamento da pesquisa.....;</b>	<b>32</b>
<b>4.6</b>	<b>Definição de variáveis do estudo .....</b>	<b>32</b>
<b>4.7</b>	<b>Prodecimento da coleta de dados .....</b>	<b>35</b>
<b>4.8</b>	<b>Método de análise .....</b>	<b>41</b>
<b>4.9</b>	<b>Considerações éticas .....</b>	<b>41</b>

<b>5</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1</b>	<b>Artigo original – Efeito imediato do tubo de ressonância e dos vocalizes na voz de cantores .....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO .....</b>	<b>74</b>
	<b>APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE C - CARTA DE ANUÊNCIA AO LABORATÓRIO DE VOZ (UFPE).....</b>	<b>78</b>
	<b>APÊNDICE D - CARTA DE ANUÊNCIA AO HOSPITAL DAS CLÍNICAS (UFPE).....</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE E - TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE.....</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE F - PARTITURA DOS NAIPES .....</b>	<b>81</b>
	<b>ANEXO A - ESCALA BORG CR10-BR ADAPTADA PARA ESFORÇO VOCAL.....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO B - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DE SERES HUMANOS DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO C - NORMAS DA REVISTA - JOURNAL OF VOICE.....</b>	<b>86</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A voz cantada tem sido objeto de pesquisa na Fonoaudiologia, ocupando lugar significativo na produção de conhecimento científico e na aproximação entre as ciências da saúde e a área musical (DIAS, 2016).

Cada estilo de canto apresenta demanda vocal diferente com particularidades que o diferencia de outros estilos musicais. Padronização técnica, adequação da intensidade, da extensão vocal e controle respiratório são parâmetros exigidos na execução das músicas que compõem o repertório de algumas modalidades (ZAMPIERI; BEHLAU; BRASIL, 2002; LOIOLA; FERREIRA, 2010; VIEIRA; GADENZ; CASSOL, 2015).

A extensão vocal refere-se à quantidade de notas que o cantor consegue emitir desde a mais grave até a mais aguda, incluindo os registros modal e falsete (VIEIRA; GADENZ; CASSOL, 2015). E os limites máximo e mínimo de variação de intensidade representam a extensão dinâmica. Para o êxito de modulação de voz, desde a emissão mais fraca até a mais forte, exige-se controle respiratório, laríngeo e articulatório do cantor (MAKIYAMA et al., 2005).

A extensão fonatória e a extensão dinâmica compõem o perfil de extensão vocal (PEV), que corresponde ao máximo alcance de uma voz em parâmetros de frequência e intensidade. O PEV fornece dados quantitativos e qualitativos sobre a capacidade vocal do cantor e configura-se em uma ferramenta útil para avaliação de treinamento vocal. O aumento no PEV representa um ganho importante para os cantores, que precisam de um bom controle desses parâmetros para melhor *performance* vocal e interpretação musical (LYCKE; SIUPSINSKIENE, 2016; SIUPSINSKIENE; LYCKE, 2017).

Quanto ao controle respiratório, é exigido do cantor um tempo máximo fonatório (TMF) suficiente para que seu repertório seja executado de forma correta e confortável. Portanto, para algumas modalidades de canto, valores acima dos estipulados para falantes normais são desejáveis (VIEIRA; GADENZ; CASSOL, 2015).

Parâmetros vocais acústicos como TMF, PEV e perceptuais, como qualidade vocal podem ser mensurados por meio de recursos instrumentais de avaliação da voz. Os recursos instrumentais são ferramentas que proporcionam melhores condições no atendimento fonoaudiológico para clínicos e pesquisadores, pois permite a identificação de características da produção sonora, proporcionam inferir informações sobre a situação glótica do indivíduo e oferecem dados sobre o efeito de técnicas e tratamentos, principalmente para a população de

cantores, que apresentam interesse em acompanhar sua produção vocal, antes avaliada subjetivamente por preparadores vocais (CAMARGO; BARBOSA; TELES, 2007; BEHLAU et al., 2008; MENDES; FERREIRA; CASTRO, 2012).

Historicamente, alguns preparadores vocais se utilizavam de técnicas e métodos adquiridos por experiência pessoal, sem mesmo que haja comprovada efetividade de seus métodos para o aprimoramento e saúde vocal, sendo que algumas podem causar até mesmo danos às estruturas envolvidas na produção da voz (LOIOLA; SILVA, 2010).

Embora as rotinas de aquecimento sejam fundamentais para aqueles que utilizam a voz de forma intensa, ou necessitam de ajustes específicos, algumas sequências de exercícios são longas e detalhadas e, portanto, alguns cantores referem que não realizam essa prática de forma disciplinada antes das apresentações. Tanto as exigências impostas pelo estilo de canto, quanto a falta de rotina de cuidados vocais ou a aplicação de técnicas vocais inadequadas podem trazer desvantagens ao cantor (FADEL et al., 2016).

Os vocalizes são exercícios que consistem em cantar sobre um fonema, vogal ou sílaba, uma série de notas com objetivos didáticos ou de aquecimento vocal. São comumente usados por cantores e professores de canto e, por sua vez, se tornaram uma das ferramentas mais empregadas na construção técnica do canto. A prática dos vocalizes promove maior controle das estruturas envolvidas na produção da voz, aperfeiçoa o suporte respiratório, promove o ajuste da afinação e da dinâmica, expande a tessitura e proporciona o aumento da flexibilidade e das possibilidades técnicas e expressivas do canto (GAVA JÚNIOR; FERREIRA; ANDRADA E SILVA, 2010; CHAVES, 2012; GISH et al., 2012; VILELA; CARPINETTI, 2014).

Além dos vocalizes, a aplicação de técnicas envolvendo os exercícios do trato vocal semiocluído (ETVSO) tem se intensificado em diferentes populações, inclusive com cantores devido aos seus resultados positivos (CIELO et al., 2013; FADEL et al., 2016; RAMOS; GAMA, 2017). O tubo de ressonância é uma técnica de trato vocal semiocluído de fácil execução, que promove o abaixamento da laringe, melhora da projeção vocal e aumento da ativação do músculo tireoaritenóideo na vibração das pregas vocais. Também proporciona equilíbrio de ressonância, aumento no volume do trato vocal, facilitação da respiração costodiafragmática e promoção da sensação de maior estabilidade e menor tensão na produção vocal após o exercício. Devido a todos esses efeitos, presume-se que o tubo de ressonância associado à emissão vocal associado a vocalizes pode ser utilizado em cantores e profissionais

da voz para preparação, aquecimento e desaquecimento vocal para sua demanda profissional (SIVHO, 2007).

Considerando-se os benefícios promovidos pelos vocalizes e pelo tubo de ressonância, além da importância da produção vocal eficaz com potência máxima e mínimo esforço, este estudo busca investigar o uso associado das duas técnicas para responder à seguinte questão: Qual o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado aos vocalizes na voz de cantores? Presume-se que o tubo de ressonância associado a vocalizes promova melhora nos parâmetros acústicos vocais, incluindo as medidas cepstrais; permita aumento da extensão vocal, bem como melhora do TMF e possibilite menor sensação de esforço vocal. Espera-se, portanto, que a associação desses dois exercícios promova melhor performance no canto, com maior conforto à emissão.

Para o cumprimento de seus objetivos, esta dissertação está estruturada em cinco capítulos. A introdução e os objetivos compõem o primeiro capítulo. A revisão de literatura está compondo o segundo capítulo e encontra-se dividida em nove subtópicos para abranger o tema: Fisiologia da produção vocal; Voz e canto; Análise acústica voz; Perfil de extensão vocal; Tempo máximo de fonação; Análise Cepstral; Aquecimento Vocal; Vocalizes na voz do cantor; e Uso dos tubos de ressonância para preparação vocal. No terceiro capítulo, está descrito o método da pesquisa, no qual constam: o local do estudo; a população do estudo; os critérios de inclusão e exclusão; a caracterização da amostra; o delineamento da pesquisa; a definição de variáveis do estudo; o procedimento da coleta de dados; o método de análise e as considerações éticas. No quarto capítulo, estão os resultados, que foram apresentados em formato de artigo original a ser submetido ao periódico *Journal of Voice*, após tradução para o inglês, e estão em conformidade com as normas da revista (ANEXO C). No quinto capítulo, são apresentadas as considerações finais sobre os achados deste estudo e as referências utilizadas.

Durante o curso de pós-graduação, o estudo da temática abordada gerou a publicação da resenha “Análise morfométrica baseada em tomografia computadorizada da prega vocal de cantores profissionais de ópera” publicada na revista *Distúrbios da Comunicação*.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Comparar o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes com a prática de vocalizes na voz de cantores

### 2.2 Objetivos específicos

- Verificar os parâmetros acústicos de  $f_0$ , *jitter*, *shimmer*, GNE e ruído na voz de cantores antes e após o uso do tubo de ressonância associado à emissão de vocalizes ascendentes e descendentes após a emissão isolada de vocalizes ascendentes e descendentes
- Verificar o perfil de extensão vocal (PEV) de cantores antes e após o uso do tubo de ressonância associado à emissão de vocalizes ascendentes e descendentes e após a emissão isolada de vocalizes ascendentes e descendentes
- Analisar o *Cepstral Peak Prominence-Smoothed* e o TMF de cantores antes e após o uso do tubo de ressonância associado à emissão de vocalizes ascendentes e descendentes após a emissão isolada de vocalizes ascendentes e descendentes
- Verificar a autopercepção de esforço vocal dos cantores antes e após o uso do tubo de ressonância associado à emissão de vocalizes ascendentes e descendentes após a emissão isolada de vocalizes ascendentes e descendentes
- Comparar o efeito das técnicas aplicadas nos parâmetros acústicos, perfil de extensão vocal, TMF, análise cepstral e da autopercepção de esforço vocal em cantores.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Fisiologia da produção vocal

O processo de produção vocal inicia-se no córtex cerebral e exige o controle refinado de centros motores corticais e subcorticais. A via de controle vocal límbico é responsável pelo controle central de vocalizações inatas não verbais e emocionais. A via motora laríngea, por sua vez, regula o controle motor fino da produção vocal voluntária como a fala e o canto. O ato motor da fala e do canto depende da integração das musculaturas orofacial, laríngea, faríngea e respiratória e do controle dos sistemas nervoso central e periférico (TSUJI et al., 2017).

A produção vocal depende de um conjunto de estruturas que se unem funcionalmente. Para que a fonação ocorra, as pregas vocais se aproximam pela ação dos músculos intrínsecos adutores da laringe. O processo de vibração das pregas vocais pode ser explicado pela teoria mioelástica e aerodinâmica. As forças mioelásticas estão relacionadas com a resistência da musculatura laríngea à passagem do fluxo de ar, e as forças aerodinâmicas relacionadas ao efeito de Bernoulli que se refere à aproximação das pregas vocais após a passagem do fluxo de ar (COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013, TSUJI et al., 2017).

O ar expirado que atinge as pregas vocais gera um som que, por sua vez, é irradiado para o trato vocal, constituído por paredes faríngeas, palato mole, língua, mandíbula e lábios. Essas estruturas, associadas à cavidade nasal e seios paranasais, compõem a cavidade de ressonância e participam da produção da fonoarticulação. Na produção fonoarticulatória são observadas modificações de frequência e intensidade. Essas modificações estão relacionadas ao papel da linguagem oral e trazem sentido e emoção à fala e à voz cantada. O controle da intensidade está relacionado ao fluxo de ar, à pressão subglótica e à resistência à passagem do ar. Já o controle da frequência, está relacionado às características biomecânicas das pregas vocais, da estrutura laríngea e de forças musculares de massa, tensão e rigidez. Quanto menor o comprimento e a massa das pregas vocais, maior será o valor da frequência fundamental e mais aguda será a voz. (COBETA, NUÑEZ, FERNANDÉZ, 2013; TAMBELI, 2014; TSUJI et al., 2017; SANTOS, 2017).

A voz cantada e a voz falada apresentam ajustes distintos. A voz falada é, em geral, natural e inconsciente e não necessita de treinamento prévio. Em contrapartida, a voz cantada exige treinamento e ajustes prévios conscientes. Os parâmetros de respiração, ressonância,

projeção, pausas, articulação, postura e qualidade vocal são modificados durante a voz cantada (BEHLAU, 2010; AQUINO et al., 2016).

### **3.2 Voz e canto**

As vozes profissionais podem ser classificadas em artísticas e não-artísticas. Um professor é um exemplo de voz profissional não artística, que apesar da demanda excessiva exigida em sala de aula, não necessita realizar ajustes estéticos em sua qualidade vocal para a utilização da sua voz como instrumento de trabalho. As vozes artísticas, como as de cantores, demandam qualidade vocal adequada e ajustes de acordo com o estilo de canto (BEHLAU; MORETI; PECORARO, 2014).

A produção de diferentes qualidades vocais nos diversos estilos de canto deve-se à plasticidade do trato vocal. Cantores utilizam diferentes ajustes no trato vocal para obter qualidades vocais específicas. No canto popular, por exemplo, a configuração do trato vocal é mais próxima da voz falada. No canto erudito, os cantores apresentam tessitura vocal mais extensa, com ajustes mais refinados e mais distantes da fala. Neste último, observa-se maior amplitude do trato vocal, com abaixamento da mandíbula e ampliação da cavidade oral e vestíbulo laríngeo (TSUJI et al., 2017).

Estilos diferentes de canto podem exigir maior demanda vocal, o que põe os cantores suscetíveis aos problemas da voz e comprometem sua saúde e carreira (PESTANA; VAZ-FREITAS; MANSO, 2017; MONTEIRO et al., 2020), podendo representar resultados desastrosos para alguns profissionais (NEELY; ROSEN, 2000). Cantores líricos, por exemplo, relataram ter boa voz e reduzida desvantagem vocal relacionada ao canto, comparativamente a cantores de outros estilos musicais, que apresentavam sintomas na voz e perceberam maior desvantagem vocal (ÁVILA; OLIVEIRA; BEHLAU, 2010).

O canto coral e o canto solo diferem acusticamente. No canto solo, além da presença do microfone, os cantores desenvolvem estratégias para que sua voz possa sobrepor os acompanhamentos. No entanto, canto coral, o cantor deve igualar seu nível de intensidade, frequência e qualidade de voz com os demais cantores do grupo. Enquanto o canto solo valoriza a individualidade da qualidade de voz e a busca por um perfil vocal pessoal, o canto coral exige uniformidade e padronização vocal (KIRSH et al., 2013).

No canto solo popular, o cantor tem liberdade na escolha da tonalidade; portanto, a extensão melódica das canções se adapta à tessitura vocal do cantor. Por buscar sua marca individual, não tem como objetivo principal ampliar a sua tessitura vocal. Em contrapartida, as

obras vocais eruditas têm tessituras mais abrangentes que as canções populares e, por tal motivo, os cantores desse gênero musical necessitam de ajustes para obter tessitura vocal mais extensa, com maior intensidade e projeção. No canto erudito, existem diferentes vertentes estilísticas (antiga, de câmara, ópera, contemporânea) e no canto popular, também se encontram diferentes gêneros, como jazz, *soul*, gospel, *blues*, rock, pagode, por exemplo (ESCAMEZ, 2015).

É importante que o cantor saiba usar os recursos vocais necessários para melhor qualidade e interpretação da música a ser cantada segundo o estilo musical escolhido. O canto popular é diversificado e pode exigir tanto uma demanda mais suave próxima à voz falada, quanto demandas mais sofisticadas de frequência, intensidade, respiração e qualidade vocal (BEHLAU, 2010; MUNIZ; SILVA; PALMEIRA, 2010; ESCAMEZ, 2015).

O cantor de rock, por exemplo, é submetido a exigências que requerem qualidade vocal rouca, áspera com tensões e constrições laríngeas. O *rhythm and poetry* (RAP) exige resistência, capacidade respiratória e controle pneumofônico adequados. No *rhythm and blues* (R&B), os cantores possuem vozes escuras, fortes e pesadas; enquanto que os intérpretes da Bossa Nova, investem na qualidade vocal de pequeno volume com características de sopro e suavidade. No forró, os cantores se utilizam muito do vibrato, da voz tensa e melodias agudas. Os cantores do estilo sertanejo utilizam-se de voz aguda, tensa, com forte intensidade, ressonância laringofaríngea e possível presença de nasalidade. A música erudita exige do cantor voz limpa, clara, com volume, projeção e técnica vocal desenvolvidos (BEHLAU, 2010, MUNIZ; SILVA; PALMEIRA, 2010; ESCAMEZ, 2015).

Portanto, as características individuais de cada voz e as particularidades dos estilos musicais exigem diferentes demandas, habilidades e cuidados por parte do cantor. Além disso, tais características podem ser estudadas por meio de análise acústica da voz. Essa ferramenta fornece dados quantitativos que complementam a prática de avaliação e acompanhamento do cantor e ilustram os dados subjetivos já antes estudados (FELIPPE, 2006).

### **3.3 Análise acústica da voz**

A análise acústica e a perceptivo-auditiva da voz são ferramentas utilizadas na Fonoaudiologia para caracterização vocal. A análise acústica mensura as propriedades do sinal acústico seja da vogal, da fala encadeada ou voz cantada, e fornece informações mais objetivas e dados quantitativos da avaliação vocal quando comparada à avaliação perceptivo-auditiva.

Por meio de técnicas computacionais, a análise acústica pode determinar a presença ou a ausência de distúrbios na voz, auxiliar no diagnóstico diferencial, possibilitar documentação e monitoramento dos parâmetros vocais e verificar os resultados de alguma técnica ou tratamento (LOPES et al., 2015; LOPES et al., 2017).

Dentre as várias medidas acústicas que os laboratórios de voz podem oferecer, as mais utilizadas são: frequência fundamental, ruído glótico (*Glottal Noise Excitation* - GNE), *jitter* e *shimmer* e ruído (VIEIRA; GADENZ; CASSOL, 2015).

O *jitter* indica a variabilidade, ciclo a ciclo, da frequência fundamental, correspondendo ao grau de estabilidade do sistema fonatório. Os valores de *jitter* encontram-se aumentados na presença de lesões nas pregas vocais, e são alterados devido ao aumento da aperiodicidade na vibração da prega vocal. De acordo com o programa Vox Metria®, as medidas do *jitter* são expressas em porcentagem e o valor limite de normalidade estabelecido pelo programa é de 0,6% (BEHLAU, 2001).

Outro parâmetro utilizado na análise acústica é o *shimmer*. Esse parâmetro indica a variabilidade da amplitude da onda sonora e é uma medida de estabilidade fonatória. Altera-se principalmente nas situações de redução de resistência glótica e correlaciona-se com a presença de ruído à emissão (rouquidão) e com a soproidade. As medidas são expressas em porcentagem e seu valor limite de normalidade é de 6,5% pelo programa Vox Metria (BEHLAU, 2001; LOPES et al., 2017a; LOPES et al., 2017b; VERDE; PIETRO; SANNINO, 2018). Para extrair os valores de *jitter* e *shimmer*, é necessário que seja emitida uma vogal sustentada, numa única frequência, sem variação musical ou de intensidade, em emissão habitual. Logo em seguida, elimina-se o início e o fim da produção devido a suas características irregulares (BEHLAU; MADAZIO; FEIJÓ; PONTES, 2001).

A medida que evidencia se o sinal vocal é proveniente da vibração de pregas vocais ou da corrente de ar apresentada é a *glottal noise excitation* (GNE). Essa medida acústica calcula o ruído produzido pela oscilação das pregas vocais, e está relacionada à soproidade e fechamento glótico eficiente. Seus valores são considerados normais quando maiores ou iguais a 0,5dB. Um valor próximo a 1,0 significa uma excitação do tipo “pulso”, enquanto que valores próximos a zero resultam de uma excitação do tipo “ruído”. O ruído, por sua vez, corresponde ao componente aperiódico do sinal sonoro. De acordo com o VoxMetria, o valor do ruído é considerado normal até 2,5 dB (BEHLAU, 2001; LOPES et al., 2017a; LOPES et al., 2017b).

### 3.4 Perfil de extensão vocal

Em 1952, Calvet definiu o perfil de extensão vocal (PEV) como o método de avaliação dos alcances vocais de frequência e intensidade. Para o autor, o PEV deveria ser para a fonação o que o audiograma é para a audição. Em 1983, as normas para realização do PEV foram padronizadas pela União Europeia de Foniatria (LE HUCHE; ALLALI; 2005; NIETO et al., 2008).

O PEV consiste na representação gráfica da capacidade vocal da laringe a partir de medidas de frequência e intensidade. No gráfico, o eixo das abscisas mostra as frequências em Hertz, desde a mais grave até a mais aguda, que o indivíduo é capaz de emitir (extensão fonatória). No eixo das ordenadas, está a intensidade máxima e mínima (extensão dinâmica) em decibels (NIETO et al., 2008).

A extensão fonatória é um parâmetro importante tanto do ponto de vista musical quanto fisiológico. Em adultos, chega a superar 36 semitons, ou seja, três oitavas. A extensão vocal em Hertz das mulheres apresenta valores mais altos que os homens, porém, quando a extensão é expressa em semitons, não há diferença entre os sexos (COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013).

Além da extensão vocal, a capacidade de modulação de intensidade (extensão dinâmica) é também um parâmetro significativo. A intensidade vocal está relacionada com a pressão subglótica e os controles laríngeo e respiratório. Em geral, cantores apresentam PEV mais amplo que indivíduos de vozes não treinadas. (NIETO et al., 2008; COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013).

A fonetografia ou vocalgrama mensura graficamente a extensão fonatória sobre a extensão dinâmica. Esse instrumento permite avaliar e conhecer com precisão a gama tonal do indivíduo e mensura de forma objetiva a evolução do cantor em nível de frequência e intensidade mediante um determinado trabalho vocal. Além disso, permite avaliar a relação das forças aerodinâmicas pulmonares com as forças mioelásticas da laringe por meio dos dados que são extraídos (ELGSTOM, 2002; COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013).

Qualquer patologia laríngea, orgânica ou funcional reflete em restrições nas extensões fonatória e dinâmica do cantor. O PEV não estabelece diagnósticos etiológicos, mas por meio dele é possível identificar o grau de disфонia em pacientes com patologia vocal, demonstrar resultados de tratamento fonoaudiológico, avaliar o uso de um treinamento no aumento da extensão vocal e intensidade, e analisar o potencial vocal de cantores e profissionais da voz, a

fim de observar suas possibilidades e limitações (NIETO et al., 2008, COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013).

O vocalgrama (*software* desenvolvido no Brasil, com os mesmos princípios da fonetografia), além de mensurar as extensões fonatória e dinâmica, mensura também o tempo máximo de fonação (TMF).

### **3.5 Tempo máximo de fonação**

O tempo máximo de fonação (TMF) é uma medida acústica quantitativa e qualitativa, que fornece dados sobre o controle da função respiratória, da eficiência glótica, da qualidade vocal e do controle laríngeo. Muito utilizado na prática clínica fonoaudiológica, o TMF é uma avaliação não invasiva, de fácil obtenção e pode ser descrito como o tempo de emissão sustentada de vogais ou fricativos (COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013; CIELO et al., 2015)

Para obtenção do TMF, o indivíduo deve emitir uma vogal ou fricativo sonoro em tom e intensidade confortáveis. Após a inspiração profunda, é medido o tempo que o indivíduo é capaz de manter a emissão solicitada. As vogais sustentadas refletem a habilidade de o sujeito controlar as forças mioelásticas e aerodinâmicas da laringe. Desse modo, é possível inferir acerca da dinâmica fonatória e investigar o controle fonatório e expiratório. É recomendado realizar a prova duas ou três vezes e utilizar o maior tempo obtido como medida de registro. (COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013; ENGLERT; MESQUITA; AZEVEDO, 2014; CIELO et al., 2015).

Os homens apresentam, em média, valores de TMF entre 17-35 segundos e as mulheres, entre 15-25 segundos. Alteração nos valores do TMF pode indicar presença de distúrbios laríngeos, falha no suporte respiratório e incoordenação pneumofonoarticulatória. As lesões na laringe dificultam o fechamento glótico adequado. Quando alguma lesão de massa, atrofia ou rigidez impede a eficiência do fechamento glótico, parte do ar expirado escapa sem produzir vibração. Esse ar produz ruídos característicos de uma disfonia (COBETA; NUÑEZ; FERNANDÉZ, 2013; ENGLERT; MESQUITA; AZEVEDO, 2014).

Além de determinar a eficiência vocal, o TMF pode ser utilizado para verificar os efeitos de técnicas vocais sobre a voz. Em um grupo de mulheres adultas sem queixas vocais ou afecções laríngeas, por exemplo, o tempo máximo de fonação após a execução da técnica de *fingerkazoo* resultou em aumento do TMF (CIELO; FRIGO; CHRISTMANN, 2013).

Cantar uma quantidade maior de notas e sustentá-las por uma quantidade maior de tempo sem esforço e com qualidade vocal auxilia o cantor na sua interpretação musical. Cantores costumam ter queixas semelhantes de esforço, cansaço e alterações na qualidade vocal que refletem nos valores de TMF abaixo da normalidade. Tais alterações podem acarretar impactos na qualidade de vida daqueles que se utilizam do canto como atividade laboral ou de lazer (GOULART; ROCHA; CHIARI, 2012; VIEIRA; GADENZ; CASSOL, 2015).

### 3.6 Análise cepstral

Na análise acústica, há medidas que tradicionalmente são mais utilizadas na avaliação vocal: as medidas de perturbação (*jitter*, *shimmer*) e de ruído (proporção harmônico-ruído). Atualmente, na análise acústica, as medidas cepstrais apresentam maior relevância que os parâmetros acústicos tradicionais. Uma das medidas cepstrais mais utilizadas na avaliação objetiva da voz é a proeminência do pico cepstral suavizado [*Cepstral Peak Prominence-Smoothed*– CPPS] (DELGADO-HERNÁNDEZ et al., 2017; LOPES et al., 2019).

A análise cepstral determina em que medida os harmônicos da  $f_0$  são individualizados e se destacam em relação ao nível de ruído, sendo também capaz de fornecer o grau de organização harmônica da voz. Portanto, altos valores representam uma voz mais periódica, com melhor qualidade e estrutura harmônica bem definida, e valores baixos representam vozes com qualidade inferior e estrutura harmônica mal definida. (BALASUBRAMANIAM et al., 2015; SAUDER; BRETL; EADIE, 2017; GUNJAWATE; RAVI; BELLUR, 2018; LOPES et al., 2019).

Nessa análise, o sinal da glote é captado separadamente das repercussões ressonantis do trato vocal e, dessa forma, por ser uma medida de fonte glótica, facilita o entendimento no que diz respeito às modificações que ocorrem nas pregas vocais (ZWETSCH et al., 2006).

As medidas cepstrais são mais confiáveis que as medidas tradicionais de perturbação e ruído para avaliação de vozes e demonstraram ser fortes preditoras da presença de desvio vocal. Vários programas acústicos são capazes de fornecer medidas de CPPS para avaliar a gravidade da disfonia (SAUDER; BRETL; EADIE, 2017; LOPES, et al., 2019). Por isso, a análise cepstral foi incluída no protocolo recomendado da ASHA para instrumentos de avaliação da voz como principal medida para avaliar tanto a quantidade de ruído quanto a qualidade vocal (PATEL et al., 2018).

Por ser escolhida uma medida geral de disfonia que reflete a relação global entre periodicidade e energia aperiódica em um sinal, a maioria dos estudos que utilizam as medidas

de CPPS estão direcionados para as disfonias. Observou-se que várias pesquisas investigaram a capacidade de discriminação das medidas cepstrais em vozes saudáveis e desviadas. Valores menores foram encontrados em indivíduos disfônicos em relação a indivíduos vocalmente saudáveis. Em todos os casos, as medidas foram capazes de discriminar vozes saudáveis e desviadas. Além disso, os valores foram diferentes entre os diversos tipos de desvio vocal. Isso ocorre, provavelmente, porque as alterações vibratórias se manifestam acusticamente de forma diferente. Diante disso, as medidas cepstrais têm demonstrado maior correlação com a intensidade do desvio vocal em detrimento das medidas de perturbação (ZWETSCH, 2006; LOWELL et al., 2012; AWAN, 2013; AWAN et al., 2015; WATTS; AWAN; 2015; LOPES et al., 2019).

Observa-se que as medidas cepstrais estão sendo utilizadas em diversos estudos, principalmente em vozes desviadas com diferentes intensidades de desvio vocal. No entanto, essas medidas são pouco exploradas em outras populações, como por exemplo, os cantores (BALASUBRAMANIAM, 2015).

Diversas diferenças entre as vozes de cantores e não cantores são demonstradas. Considerados como “atletas vocais”, os cantores apresentam maior agilidade fonatória, resistência e força, além de melhor controle sobre as vias respiratórias, subsistemas laríngeos e articulatorios. Portanto, os cantores exigem considerações mais exigentes e detalhadas para avaliação e tratamento da voz (GUNJAWATE; RAVI; BELLUR, 2018).

Diferentes análises acústicas são realizadas em cantores de diferentes gêneros. Um estudo de revisão sistemática cujo objetivo foi analisar quais as tarefas e os instrumentos de análise acústica são usados em cantores. Foi observado grande variabilidade nos instrumentos, parâmetros e tarefas usadas, sendo que apenas um deles utilizou a análise cepstral (GUNJAWATE; RAVI; BELLUR, 2018).

Cantores apresentaram valores de CPPS maiores, em comparação a não cantores, em um grupo de 30 cantores e 30 não cantores. A diferença entre esses dois grupos pode ser atribuída à organização harmônica, o grau de periodicidade e a energia que são maiores nos cantores (BALASUBRAMANIAM, 2015). A maior periodicidade pode estar relacionada à prática diária dos cantores de treino vocal.

### **3.7 Aquecimento vocal**

O aquecimento vocal promove flexibilidade à musculatura das pregas vocais, aumenta o fluxo sanguíneo, possibilita maior coaptação glótica, melhora a projeção vocal e,

consequentemente, facilita o uso profissional da voz de forma saudável, prevenindo lesões laríngeas decorrentes do uso incorreto e abusivo da voz. O aumento do fluxo sanguíneo prepara o sistema para o uso vocal intenso, proporcionando melhor rendimento no canto, maior intensidade vocal e maior número de harmônicos (ANDRADE; FONTOURA; CIELO, 2007; RIBEIRO et al., 2016).

Tanto no canto solo quanto no canto coral, o aquecimento do cantor deverá ser realizado conforme as exigências do repertório e estilo. O aquecimento vocal do canto solo é focado em apenas uma pessoa e, portanto, deve ser adaptado para adequar-se à voz do cantor. O desenvolvimento da extensão vocal e do apoio respiratório está incluído na preparação vocal dos coros e o regente precisa lidar com as diversas necessidades dos coristas, pois o aquecimento será direcionado para um grupo com vozes diversificadas. Em alguns momentos, os coristas precisam ser responsáveis pelo seu próprio desenvolvimento, considerando-se que o regente não irá acompanhá-los tão proximamente quanto um instrutor de canto solo (GLOVER, 2001).

Exercícios reconhecidos como benéficos para aquecimento vocal e condicionamento da voz para os cantores em termos de alcance e flexibilidade são: vibração de lábios e língua, escalas de oitavas com transição do registro de peito para o falsete, fonação em tubos em escalas, *glissando* ou arpejos, *messa di voice* e *staccato* em arpejos (TITZE, 2001).

No entanto, os exercícios de aquecimento comumente utilizados por um grupo de cantores foram os vocalizes ascendentes/descendentes, glissandos e os exercícios com variações de intensidade (*messa di voice*) relatados como pouco utilizados na rotina de aquecimento dessa população. A maioria refere realizar aquecimento vocal antes de cantar e relatam ser possível atingir notas mais agudas com facilidade, pois a voz encontra-se mais flexível, após o aquecimento. Além disso, os cantores são mais propensos a realizar aquecimento vocal antes de cantar sozinho e menos propensos a aquecer antes de cantar em conjunto (GISH et al., 2012).

Mudanças acústicas e perceptivas podem ser observadas após o aquecimento vocal, como: maior riqueza no espectro acústico (sugestivo de melhora na coaptação glótica) melhora na qualidade vocal, sensação de voz aquecida, voz ressonante e maior facilidade e confiança ao cantar (MOORCROFT; KENNY, 2013; FALCAO et al., 2014).

Existem dois tipos de aquecimento vocal: o técnico ou artístico e o fisiológico. O aquecimento vocal técnico ou artístico, também conhecido como aquecimento tradicional, é

realizado por professores de canto para ajustes de afinação, posicionamento da voz, respiração e qualidade vocal. O aquecimento fisiológico, por sua vez, é utilizado por fonoaudiólogos e tem como objetivo preparar o sistema fonatório para melhores condições de produção da voz, prevenindo os sintomas de fadiga vocal durante ou após a performance. No aquecimento fisiológico, os exercícios comumente utilizados são os de trato vocal semi-ocluído (PORTILLO et al., 2017).

Ambos os exercícios de aquecimento (tradicional e fisiológico) produzem sensações vocais favoráveis, não sendo encontradas diferenças entre os dois tipos de aquecimento. Porém, após o aquecimento tradicional, observou-se diminuição da intensidade, aumento do fluxo de ar e diminuição da eficiência aerodinâmica. Tais mudanças podem sugerir estágio inicial de fadiga vocal (PORTILLO et al., 2017).

Ao quantificar os efeitos dos exercícios de aquecimento tradicionais e fisiológicos, observou-se que ambos os exercícios são úteis para a preparação vocal. No entanto, o exercício de trato vocal semi-ocluído (ETVSO) melhorou a resistência, a fadiga e a economia vocal, resultando em um limiar de pressão fonatória reduzido, enquanto os exercícios de aquecimento tradicionais otimizaram os parâmetros acústicos (KANG et al., 2019).

### **3.8 Vocalizes na voz do cantor**

Os vocalizes são exercícios comumente usados por cantores e professores de canto e, por sua vez, se tornaram uma das ferramentas mais empregadas na construção técnica do canto (GAVA JÚNIOR; FERREIRA; ANDRADA E SILVA, 2010; CHAVES, 2012).

Segundo o dicionário Aurélio (2014), o termo vocalize significa: “1. Exercício vocal que consiste em cantar sobre uma vogal uma série de notas com objetivos didáticos ou de aquecimento vocal. 2. Trecho vocal sem palavras”.

Desde o século XVIII os professores de canto utilizam composições existentes como exercícios vocais sem palavras. Estudava-se música sempre com a ajuda da voz, e esta prática de vocalização foi utilizada como recurso pedagógico tanto para ensino de instrumento, quanto para o canto, por meio dos vocalizes. Diante dessa prática, surgiu o hábito, que hoje é tão comum, de ensinar o canto através dos vocalizes. Atualmente, os vocalizes são utilizados pela maioria dos cantores que buscam por meio desta prática perceber seus limites vocais e possibilidades de controle de alturas e intensidades. Em resumo, tornou-se base para o desenvolvimento de todo trabalho técnico e interpretativo dos cantores (CHAVES, 2012).

Os vocalizes têm a missão de preparar a voz do cantor para executar seu repertório com flexibilidade e musicalidade, sem prejuízos à sua saúde vocal. Apesar de todos serem cantados sobre uma vogal, eles possuem características e objetivos distintos (CHAVES, 2012; VILELA; CARPINETTI, 2014).

Os vocalizes são classificados em: vocalizes de aquecimento e aperfeiçoamento técnico, vocalizes de estudo e vocalizes artísticos. Os vocalizes de aquecimento e aperfeiçoamento técnico têm o objetivo de aquecer e preparar a musculatura vocal para a prática do canto. São compostos por trechos escalares, escalas e arpejos. Os vocalizes de estudo são exercícios mais elaborados com diferentes variações melódicas, rítmicas e de dinâmica e os vocalizes artísticos apresentam maior complexidade e dificuldade técnica com diferentes dinâmicas e formações instrumentais (CHAVES, 2012; VILELA; CARPINETTI, 2014).

Atualmente, os vocalizes não estão presentes apenas na rotina dos cantores. A Fonoaudiologia vem se utilizando desses exercícios na prática clínica em indivíduos com distúrbios vocais ou que buscam aperfeiçoamento vocal (CHAVES, 2012).

### **3.9 Uso dos tubos de ressonância para preparação vocal**

A técnica com os tubos de ressonância é uma das variações dos exercícios de trato vocal semi-ocluído (ETVSO). A técnica pode ser realizada com tubo de látex ou vidro. Essa técnica é realizada posicionando uma das extremidades do tubo entre os lábios e a outra extremidade livre no ar ou imersa em água. Em ambos os casos, o tubo é mantido entre os lábios do indivíduo, agindo como uma extensão artificial do trato vocal (GUZMÁN et al., 2011).

A fonação em tubos de ressonância (com a extremidade livre em água) na terapia de voz foi introduzida na década de sessenta, na Finlândia. A técnica foi aplicada em aproximadamente 700 pacientes, dentre eles, crianças com hipernasalidade, cantores, pacientes com nódulo e paralisia de prega vocal. Os resultados positivos com os tubos de ressonância foram atribuídos ao eficiente abaixamento da laringe e maior firmeza glótica durante a vibração das pregas vocais (SIMBERG; LAINE, 2007).

A oclusão parcial do trato vocal modifica a impedância acústica e gera uma ressonância retroflexa que modifica o padrão de vibração das pregas vocais. Tal efeito, gerado pelo aumento de impedância do trato vocal, promove interação fonte-filtro, diminui o impacto entre as pregas vocais (afastando-as durante a emissão sonora), equilibra as pressões sub e supraglótica e possibilita uma fonação mais econômica, diminuindo, assim, os riscos de trauma (CIELO et al., 2013).

A forma do trato vocal analisada por meio de tomografia computadorizada antes, durante e depois da fonação em tubo por cinco minutos, em uma mulher de 48 anos, sem problemas na voz, revelou elevação na posição do véu palatino, mudanças na posição da língua e expansão das áreas transversais do trato vocal (orofaringe e cavidade oral). Tais alterações foram apontadas como potencialmente benéficas para melhorar a qualidade vocal em pacientes e em profissionais da voz (VAMPOLA et al., 2011).

O efeito da fonação em tubos na acústica e na percepção de um grupo de 48 coristas mostrou aumentos significativos na energia espectral total do grupo e a sensação relatada pela maioria dos participantes de que o coro soou melhor (78,26%) e que sua produção vocal foi mais eficiente, confortável e com menos esforço (73,91%) após o exercício. Tais resultados são consistentes com os dados encontrados em pesquisas com cantores individuais e mostraram que a fonação em tubos é benéfica tanto para a acústica do coro, quanto para o próprio corista individualmente e que pode ser utilizada como aquecimento vocal antes dos ensaios e apresentações (MANTERNACH; CLARK; DAUGHERTY, 2017a,b).

Os efeitos imediatos do exercício de trato vocal semiocluído (ETVSO) com tubo LaxVox associado a glissandos em um grupo de 40 cantores mostraram deslocamento de  $f_0$  em direção aos agudos, aumento do PEV, da frequência máxima e da extensão vocal em semitons (CARDOSO; LUCENA; GOMES, no prelo). Em outro grupo, com 23 cantores que utilizaram a técnica do tubo em tonalidade habitual, glissandos e escalas, foi observado aumento da frequência fundamental. (FADEL et al., 2016).

As modificações acústicas e morfológicas promovidas pelo uso do tubo indicam que a prática desse exercício pode ser benéfica para melhorar a qualidade vocal de cantores. Além dos tubos, os exercícios de glissandos e vocalizes compostos por trechos escalares, escalas musicais e arpejos promovem benefícios no alcance e flexibilidade vocais (TITZE, 2001; CIELO et al., 2013; FADEL et al., 2016).

## **4 MÉTODO**

### **4.1 Local de estudo**

As gravações das vozes e as aplicações das técnicas vocais foram realizadas no Laboratório de Voz do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco, que se localiza na Cidade Universitária do Recife. O Laboratório consiste em uma sala climatizada com computadores com *softwares* de análise acústica e outros equipamentos para pesquisa.

### **4.2 População do estudo**

Participaram do estudo cantores da cidade do Recife e Região Metropolitana, na faixa etária de 18 a 45 anos. A faixa etária foi escolhida considerando o período pós muda vocal e o processo de envelhecimento (COSTA et al., 2006; ROCHA; AMARAL; HANAYAMA, 2007). A amostra final da pesquisa contou com 30 cantores (16 homens e 14 mulheres) de diversos estilos musicais, com média de idade de 25,87 ( $\pm 5,64$ ). O convite para participar desta pesquisa foi realizado pessoalmente, por telefone e por meio das redes sociais. Os cantores que aceitaram o convite, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE – APÊNDICE B) e foram orientados quanto aos objetivos e aos procedimentos da pesquisa. Portanto, o método amostral utilizado foi o não probabilístico bola de neve (*snowball sampling*), gerando amostra por conveniência. A caracterização da amostra coletada está descrita no quadro 1.

### **4.3 Critérios de inclusão e exclusão**

Para a seleção da amostra, os cantores foram submetidos à videoestroboscopia com fonoscopia, realizada por médico otorrinolaringologista, no Ambulatório de Laringologia do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco. O exame teve como objetivo visualizar regiões da cavidade oral, orofaringe, hipofaringe e laringe. Após o exame, foram selecionados os cantores que, segundo o laudo do otorrinolaringologista, apresentaram condições anatômicas e fisiológicas dentro da normalidade. Portanto foram excluídos cantores com disfonias comportamentais e orgânicas (conforme descrito na Figura 2). Cantores tabagistas ou que apresentaram alterações no exame ou sinais e sintomas de doenças laríngeas, faríngeas ou respiratórias no momento da coleta também não compuseram a amostra. O fluxograma da seleção da amostra encontra-se na Figura 2.

#### 4.4 Caracterização da amostra

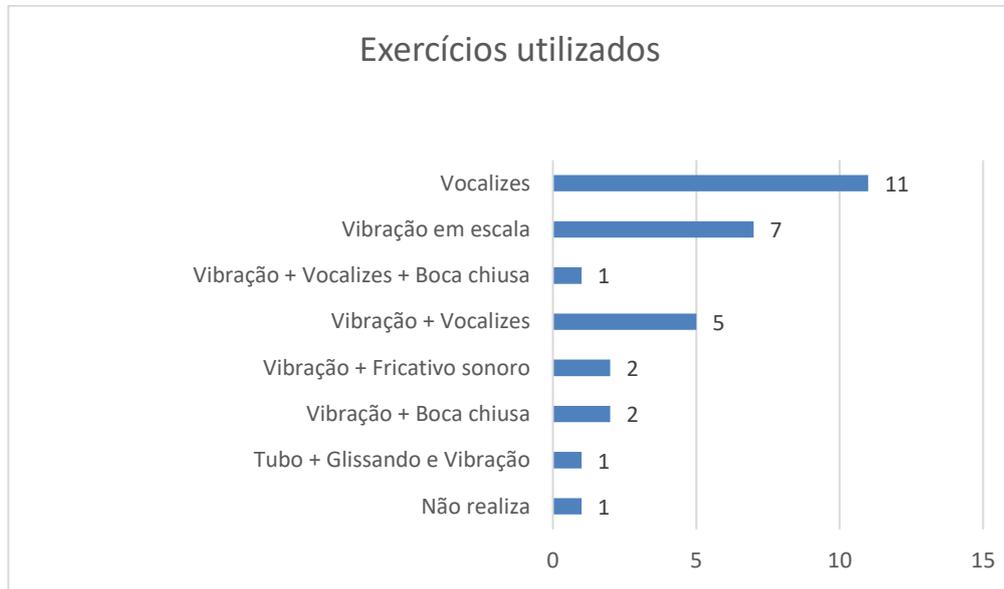
Quadro 1- Caracterização da amostra a partir do questionário de identificação  
(APÊNDICE A)

Informações		n	%
Formação em música		10	33
Fez aulas de canto		21	70
Estilo musical	Corista amador	8	27
	Erudito	8	27
	Erudito/Popular	6	20
	Popular	4	13
	Gospel	4	13
Realiza Aquecimento Vocal	Sempre	13	44
	Às vezes	15	50
	Raramente	1	3
	Não	1	3
Já foi orientado quanto aos cuidados com a voz		27	90
Já fez fonoterapia		7	23
Queixa relacionada a voz		10	33
Realiza Desaquecimento vocal		0	0
		Média (desvio-padrão)	Valor mínimo-máximo
Tempo que canta, em anos		10,63 ( $\pm$ 5,9)	(1 – 25)
Carga horária de canto (h/semana)		7 ( $\pm$ 7,46)	(1 – 40)

Fonte: Elaborado pelo autor

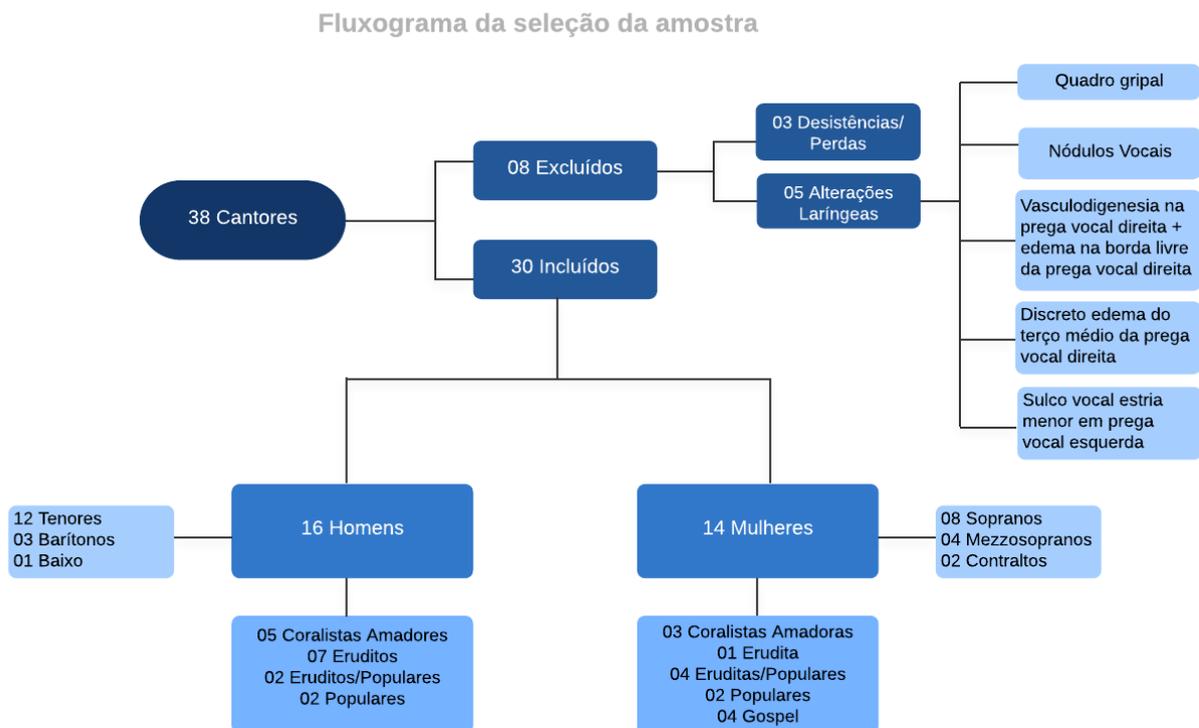
Na Figura 1, estão descritas as práticas de aquecimento vocal indicadas pelos cantores, no questionário de identificação (APÊNDICE A).

Figura 1- Exercícios mais utilizados pelos cantores do estudo que realizam a prática de aquecimento vocal.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 2 - Fluxograma da seleção da amostra



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.5 Delineamento da pesquisa

Estudo observacional analítico de abordagem intervencional, quantitativa e transversal.

#### 4.6 Definição de variáveis do estudo

O quadro 2 apresenta as variáveis dependentes e a variável independente do estudo.

Quadro 2 – Variáveis dependentes e independente do estudo

VARIÁVEL DEPENDENTE	DEFINIÇÃO
Frequência fundamental média	Representa a vibração das pregas vocais, em ciclos por segundo constituindo um importante índice de função laríngea (VERDE, PIETRO, SANNINO, 2018). É medida em Hertz (Hz).
Frequência fundamental mínima	Refere-se à nota mais grave da emissão (NIETO, 2008). Medida em Hertz (Hz).
Frequência fundamental máxima	Refere-se à nota mais aguda da emissão (NIETO, 2008). Medida em Hertz (Hz),
Intensidade mínima	Medida em decibel (dB), corresponde ao volume mais fraco da emissão vocal (NIETO, 2008).
Intensidade máxima	Medida em decibel (dB), corresponde ao volume mais forte da emissão vocal (NIETO, 2008).
Extensão vocal em Hertz	Corresponde ao intervalo (diferença) entre a frequência máxima e a frequência mínima (NIETO, 2008).
Extensão em semitons	Semitom é o menor intervalo existente na música entre uma nota e outra (REINATO, 2014). Portanto, a extensão em semitons é o total de semitons executados durante a emissão.

<p>Perfil de extensão vocal</p>	<p>É o resultado dos limites da voz em termos de frequências mínima e máxima (extensão vocal) e intensidades mínima e máxima emitida em cada nota (extensão dinâmica) medida em porcentagem (%) (GUSTEMNS; ELGSTOM, 2008)</p>
<p>Tempo máximo fonatório</p>	<p>Medida acústica que permite uma avaliação quantitativa e qualitativa da fonação a partir da emissão vocal sustentada, utilizando-se a expiração máxima do indivíduo (ENGLERT; MESQUITA; AZEVEDO, 2014). Medida em segundos. Os homens apresentam, em média, valores de TMF entre 17-35 segundos e as mulheres de entre 15-25 segundos. (IZDEBSKI, 2013).</p>
<p><i>Jitter</i></p>	<p>Indica a variabilidade da frequência fundamental, ciclo a ciclo. Altera-se principalmente com a falta de controle da vibração das pregas vocais. Suas medidas são expressas em porcentagem e o valor limite de normalidade estabelecido pelo programa VoxMetria® é de 0,6% (BEHLAU, 2001, VERDE; PIETRO; SANNINO, 2018).</p>
<p><i>Shimmer</i></p>	<p>Indica a variabilidade da amplitude da onda sonora e é uma medida de estabilidade fonatória. Altera-se principalmente nas situações de redução de resistência glótica e correlaciona-se com a presença de ruído à emissão (rouquidão) e com a soprosidade. As medidas são expressas em porcentagem e seu valor limite de normalidade é de 6,5% pelo programa VoxMetria (BEHLAU, 2001, VERDE; PIETRO; SANNINO, 2018).</p>

Proporção GNE (glottal noise excitation)	O GNE, <i>glottal noise excitation</i> , é a medida acústica que calcula o ruído produzido pela oscilação das pregas vocais. Seus valores são considerados normais quando maiores ou iguais a 0,5dB. Um valor próximo a 1,0 significa uma excitação do tipo “pulso”, enquanto valores próximos a zero resultam de uma excitação do tipo “ruído” (BEHLAU, 2001).
Ruído	Corresponde ao componente aperiódico do sinal sonoro. De acordo com o VoxMetria, o valor do ruído é considerado normal até 2,5 dB (BEHLAU, 2001).
CPPS - <i>Cepstral Peak Prominence-Smoothed</i> (dB)	Extraído no Praat, o cepstro evidencia em que medida os harmônicos advindos da $F_0$ são individualizados e se destacam em relação ao nível de ruído presente no sinal. Quanto maior o valor, maior a energia em relação ao ruído. Valores de normalidade a partir de 14,207 (LOPES, et al., 2019)
Nível de Esforço vocal	Fenômeno subjetivo, perceptivo e individual. Pode ser objetivado por uma escala de 0 à 10, na qual, o número zero corresponde a nenhum esforço vocal e o número 10 corresponde ao máximo esforço vocal. Extraído por meio da Escala Borg (CAMARGO et al., 2019)
VARIÁVEL INDEPENDENTE	DEFINIÇÃO
Técnica vocal aplicada	Vocalizes em escala ascendente e descendente (TITZE, 2001). Vocalize é um exercício vocal que consiste em cantar sobre uma vogal uma série de

	notas com objetivos didáticos ou de aquecimento vocal.
	Tubo de ressonância associado a vocalizes em escala ascendente e descendente (SIHVO, 2007). Exercício de trato vocal semi-ocluído realizado com tubo de látex imerso em água.

Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4.7 Procedimento da coleta de dados

Inicialmente, foi estabelecido contato com os cantores a fim de saber a disponibilidade para realização da pesquisa. Os que concordaram em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice B), indicando sua participação de forma voluntária na pesquisa.

A coleta de dados foi dividida em dois momentos, por meio de sorteio. O sorteio determinou qual técnica foi realizada no primeiro e no segundo momento da coleta. O segundo momento foi realizado em outro dia para que não houvesse interferência entre as técnicas. Devido à rotina diária de compromisso dos cantores, o segundo momento de gravação era marcado dentro de suas disponibilidades, não havendo, portanto, controle do tempo de intervalo entre o primeiro dia de exame e o segundo dia de gravações. No entanto, o intervalo mínimo foi de dois dias e o intervalo máximo foi de quarenta dias, na amostra estudada.

Na técnica dos vocalizes, o cantor emitiu a vogal /u / por três minutos em variações tonais melódicas pré-estabelecidas, conforme descrito no quadro 3. Alguns métodos sugerem que o cantor que utilize vogais abertas durante a execução dos vocalizes, pois privilegiam a construção de um timbre vocal mais claro (CHAVES, 2012). No entanto, a despeito de não ser a vogal mais utilizada nos vocalizes, a vogal /u/ foi selecionada no presente estudo por ser mais semelhante à postura articulatória do exercício com o tubo.

Na fonação em tubos, o cantor emitiu um sopro sonorizado com a vogal /u/ em vocalizes ascendentes e descendentes, evitando inflar as bochechas durante a realização. O tubo de silicone utilizado para a aplicação da técnica possui as seguintes dimensões: 35cm de comprimento, 1cm de diâmetro e 2mm de espessura. O tubo esteve com a extremidade distal imersa profundamente em uma garrafa de plástico de 500ml com 2/3 de água. As garrafas

estavam marcadas para visualização do limite da água e do limite de imersão do tubo. A extremidade distal do tubo esteve numa distância de 3cm do fundo da garrafa (Figura 3).

Figura 3- Execução do exercício com o tubo de ressonância flexível em água e imersão do tubo até o limite marcado.



Fonte: Elaborado pelo autor

Para a execução da técnica com o tubo de ressonância, optou-se em utilizar o princípio da sobrecarga. Para que um músculo adquira desempenho superior, é necessário que ele seja desafiado em níveis mais elevados que o habitual. O estímulo poderá ocorrer por meio do aumento de força ou resistência (BORG, 1982; TYRMI; LAUKKANEN 2017; VAYANO; BADARÓ 2019). Desse modo, foi utilizado o princípio do aumento de força, com imersão profunda do tubo na água (Figura 3)

A sequência melódica das escalas do vocalize foi a mesma para os dois momentos da coleta (com e sem fonação em tubos). Para isso, foram elaboradas seis sequências (uma para cada naipe: soprano, *mezzosoprano*, contralto, tenor, barítono e baixo) que foram pré-gravadas ao som de um piano, conforme demonstrado no quadro 3. A escolha da sequência aplicada a

cada cantor foi determinada de acordo com o naipe do cantor, conforme classificação vocal estabelecida por seu regente ou professor de canto.

Ressalta-se, portanto, que cada cantor realizou os exercícios em apenas uma das sequências, por três minutos (tanto no momento 1 – associada ao tubo de ressonância, quanto no momento 2 – vocalize sem uso do tubo). Foi selecionado o tempo de três minutos, pois por meio de análise acústica, constatou-se que a melhora nos parâmetros vocais pode ocorrer a partir de três minutos (AZEVEDO et al., 2010).

A gravação dos registros vocais foi realizada em computador Notebook n3 Intel® Core™ i3-2348M, utilizando o Adaptador Andrea PureAudio™ USB-AS, para filtragem do ruído, e microfone Auricular Karsect HT-2, que foi mantido a uma distância de, aproximadamente, quatro centímetros da boca do cantor, em um ângulo de aproximadamente 45°. As gravações dos registros vocais dos cantores foram feitas por meio dos *softwares* Vocalgrama e VoxMetria da CTS informática.

Quadro 3 – Escalas tonais em extensão correspondente à classificação vocal (naipe).

Adaptado de Cobeta; Nuñez; Fernández, 2013

<b>Sequência</b>	<b>Naipe Correspondente</b>	<b>Extensão da escala</b>
1	Soprano	Sol2 – Mi5
2	Mezzo-soprano	Mi2 – La4
3	Contralto	Do2 – Sol4
4	Tenor	Sol1 – Do4
5	Barítono	Mi1 – La3
6	Baixo	Do1 – Fa3

Todos os exercícios foram executados de forma confortável e todos foram orientados a interromper a execução do exercício, caso percebessem qualquer sinal de desconforto. Nenhum cantor precisou interromper a execução do exercício. Não houve controle do registro vocal utilizado. Portanto, os cantores poderiam variar o registro de acordo com sua extensão, podendo variar entre os registros modal e falsete. A emissão foi feita sempre em *legato*.

A Figura 4 mostra os compassos de 1 a 7 da partitura do vocalize do mezzosoprano. Os cantores realizaram fonações curtas (em azul) ascendentes e descendentes. No tempo de pausa (em vermelho) os cantores respiravam para dar início a emissão do próximo compasso. O tempo de execução equivale a aproximadamente dois segundos e o tempo de pausa aproximadamente



Descrição das etapas da Figura 5:

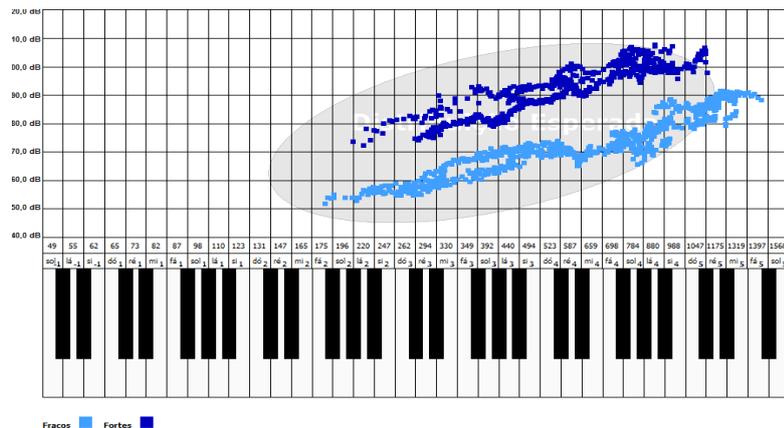
1. Assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE B)
2. Exame de Videostroboscopia da laringe.
3. Aplicação de questionário de identificação e coleta de dados referentes à idade, tempo de canto, carga horária de canto semanal, formação em canto e estilo musical, queixas vocais, etc. (APÊNDICE A).
4. Gravação da emissão natural da vogal /ε/. O cantor emitiu a vogal /ε/ em tom e volume habituais, durante cinco segundos.

A vogal selecionada para as gravações vocais foi a vogal /ε/, pois, na prática clínica da espectrografia das vogais orais do português brasileiro, a vogal /ε/ sofre menor influência das modificações do trato vocal e apresenta atenuação significativamente menor de harmônicos para os sexos masculino e feminino, representando melhor o espectro da fonte glótica (GONÇALVES et al., 2009). Além disso, é a vogal sugerida pelo programa de análise acústica utilizado nesse estudo, conforme manual do software (CTS-INFORMÁTICA).

5. Gravação do PEV antes da realização das técnicas. O cantor emitiu a vogal /ε/ em *glissando* ascendente (do grave ao agudo) e descendente (do agudo ao grave) nas intensidades fraca e forte. Conforme o sujeito emite a vogal /ε/ em *glissando* ascendente e depois descendente, o gráfico vai sendo preenchido através de pontos que correspondem à frequência (eixo das abscissas) e à intensidade (eixo das ordenadas) das emissões, de forma que a curva dos fracos (emissão na intensidade mais fraca possível) é representada pela cor azul claro. Já a curva dos sons fortes (emissão na intensidade mais forte possível) aparece na cor azul escuro (Figura 6).
6. Registro do TMF. Foi solicitado a emissão prolongada e individual numa só expiração da vogal / ε /, até o limite máximo de ar expiratório.
7. Registro de trecho cantado no Vox Metria (análise de voz). O cantor escolheu uma canção do seu repertório que, para ele, tenha algum grau de dificuldade e cantou durante um minuto. O grau de dificuldade ficou a critério da escolha do cantor (dificuldades de sustentação de notas, na emissão de agudos, graves, controle respiratório).
8. Sorteio para definir a técnica a ser realizada no primeiro momento.
9. Aplicação da técnica sorteada por três minutos

10. Gravação dos registros vocais dos cantores, pós-técnica, conforme descrito nos itens 4,5,6 e 7
11. Aplicação da Escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal. O cantor marcou a intensidade do esforço produzido durante o canto da música de sua escolha, de acordo com sua auto-percepção, nos momentos pré e pós técnica (ANEXO A).

Figura 6 - gráfico obtido no Vocalgrama, nas emissões fortes (azul escuro) e fracas (azul claro).



Para obter um perfil de extensão vocal satisfatório, a emissão em semitons (nota por nota) exige em média 30 minutos; o que pode ser considerado um procedimento demorado e exaustivo. Diante disso, optou-se por utilizar o *glissando* para substituir a emissão em semitons. Para emitir o glissando, é necessário deslizar as notas em volume e *pitch* confortáveis para tons agudos e graves, e essa emissão dura, em média, 3 minutos. Embora apresentem resultados semelhantes, o procedimento de emissão em semitons pode refletir com maior precisão o desempenho vocal máximo do indivíduo em comparação à emissão em glissando. Porém, essas diferenças podem ser aceitáveis entre os pesquisadores ou clínicos, considerando o tempo de emissão do glissando (20 minutos a menos), fadiga do paciente e propósito da avaliação (ZRAICK et al., 2000; HALLIN et al., 2012; BARRET; LAM; YIU, 2018).

O segundo momento da coleta compreendeu as seguintes etapas:

1. Gravação dos registros vocais dos cantores conforme descrito nos itens 4,5,6,7 (Pré técnica).
2. Aplicação da técnica estabelecida para o segundo momento, por meio do sorteio, por três minutos.
3. Gravação dos registros vocais dos cantores conforme descrito nos itens 4,5,6,7 (Pós técnica).

4. Aplicação da Escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal. Os sujeitos cantaram a mesma canção, no mesmo tom das gravações anteriores.

Foram realizados registros para treino do cantor, a fim de familiarizá-lo com as emissões solicitadas no procedimento da coleta. E, logo em seguida, foi realizada a gravação que correspondeu à etapa de pré-aplicação da técnica.

#### **4.8 Método de análise**

Todos os registros coletados no Vocalgrama e VoxMetria foram analisados pelos próprios *softwares*. No Vocalgrama, as variáveis extraídas foram: f0 mínima e máxima, Extensão de f0, extensão em semitons, intensidade mínima e máxima, e área do perfil de extensão vocal e TMF. No VoxMetria, foram extraídas as variáveis: f0, Desvio Padrão de f0, *jitter*, *shimmer*, GNE e Ruído, a partir da edição do registro de cinco segundos da vogal /ε/, cujos primeiro e último segundos foram descartados para análise. Os áudios da vogal sustentada gravados no VoxMetria em taxa de amostragem de 44 kHz foram extraídos e importados para o programa PRAAT para cálculo do CPPS. Os valores expressos foram tabulados em planilha do Excel para cálculo das médias e desvios-padrão. A normalidade dos grupos foi analisada pelo teste de Shapiro-Wilk, rejeitando-se a hipótese de distribuição normal quando  $p < 0,05$ . Para a comparação dos valores antes e após aplicação da técnica e entre modos de execução da técnica (com e sem tubo), foram aplicados testes para amostras relacionadas e independentes, respectivamente, com nível de significância a 5%. O Teste t de Student foi utilizado quando as variáveis apresentaram distribuição normal e o Teste Wilcoxon quando as variáveis apresentaram distribuição não normal.

#### **4.9 Considerações éticas**

Esta pesquisa foi encaminhada ao Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da UFPE, e aprovado com o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética - CAAE, cujo é 07642918.1.0000.5208 e o número do parecer de aprovação é 3.197.980. Aos sujeitos da pesquisa foram apresentados os objetivos, procedimentos metodológicos, riscos e benefícios do estudo através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os riscos oferecidos aos participantes foram: possível incômodo no exame de laringoscopia e na execução da técnica, constrangimento para realização das emissões vocais; tais fatores poderiam ser contornados, interrompendo-se a execução da coleta. As gravações foram realizadas em um ambiente reservado para não intimidar o indivíduo.

Os participantes foram beneficiados recebendo laudo do médico otorrinolaringologista, orientações sobre saúde vocal geral e saúde vocal no canto.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Artigo original - Efeito imediato do uso do tubo de ressonância e dos vocalizes na voz de cantores

#### RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi comparar o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes com os vocalizes isolados, na voz de cantores. **Método:** Participaram da pesquisa 30 cantores adultos, na faixa etária de 18 a 45 anos (média de  $25,87 \pm 5,64$ ) sem alteração laríngea. Todos os participantes realizaram a técnica com o tubo de ressonância associado a vocalizes e a técnica dos vocalizes de forma isolada, no tempo de três minutos, em momentos diferentes, para que não houvesse interferência de efeito entre os exercícios. Foram extraídas as medidas acústicas de frequência ( $f_0$ ), *jitter*, *shimmer*, *Glottal Noise Excitation* (GNE), ruído, *Cepstral Peak Prominence-Smoothed* (CPPS), tempo máximo de fonação, perfil de extensão vocal e autopercepção de esforço vocal (escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal) antes e depois dos exercícios vocais. **Resultados:** Observou-se aumento da  $f_0$  fundamental e  $f_0$  máxima, da proporção GNE e dos valores de CPPS e diminuição nos parâmetros de *jitter*, *shimmer* e ruído nos cantores ao realizarem a técnica com o tubo associado aos vocalizes. Os cantores referiram diminuição da percepção de esforço vocal após a execução de ambas as técnicas. **Conclusão:** A fonação em tubos associada aos vocalizes promoveu melhora dos parâmetros acústicos vocais, incluindo as medidas cepstrais, aumento da frequência máxima e menor sensação de esforço vocal. A técnica com vocalizes isolados também promoveu redução na sensação de esforço vocal, porém, na comparação entre as técnicas, a diminuição da sensação de esforço vocal foi mais evidente após a técnica de fonação em tubos associada aos vocalizes comparativamente à realização dos vocalizes isolados.

**Descritores:** Canto, Qualidade de voz, Trato vocal semi-ocluído, Acústica, Voz, Fonoaudiologia

#### ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to compare the immediate effect of using the resonance tube associated with vocalists with the practice of vocalists in the voice of singers. **Method:** Thirty adult singers participated in the research, aged 18 to 45 years (mean  $25.87 \pm 5.64$ ) without laryngeal changes. All participants performed the two techniques in three minutes at different times so that there was no effect interference between the exercises. Acoustic measurements of frequency ( $f_0$ ), *jitter*, *shimmer*, *Glottal Noise Excitation* (GNE), noise,

Cepstral Peak Prominence-Smoothed (CPPS), maximum phonation time, vocal extension profile and self-perceived vocal effort (Borg scale) were extracted CR 10-BR - adapted for vocal effort) before and after vocal exercises. **Results:** There was an increase in fundamental f0 and maximum f0, in the GNE proportion and in CPPS values and a decrease in the parameters of *jitter*, *shimmer* and noise in the singers when performing the technique with the tube associated with the vocalists. The singers reported a decrease in the perception of vocal effort after performing both techniques. **Conclusion:** Tube phonation associated with vocalists improved vocal acoustic parameters, including cephalal measurements, increased maximum frequency and less sensation of vocal effort. The technique with isolated vocalists also promoted a reduction in the sensation of vocal effort, however, when comparing the techniques, the decrease in the sensation of vocal effort was more evident after the tube phonation technique associated with the vocalists compared to the performance of the isolated vocalists.

**Keywords:** Singing, Voice quality, Semi-occluded vocal tract, Acoustics, Voice, Speech therapy

## INTRODUÇÃO

Os profissionais da voz, sobretudo cantores, estão sempre em busca da boa qualidade e rendimento vocais para manutenção da saúde vocal. Cantores têm buscado a Fonoaudiologia para orientação, promoção, tratamento e aperfeiçoamento da voz cantada. Diante disso, as áreas das ciências da saúde e a área musical têm se aproximado na produção de conhecimento científico, e essa aproximação pode auxiliar o desenvolvimento e a performance vocal desses profissionais <sup>(1,2)</sup>.

Para melhora do rendimento vocal, em sua grande maioria, os cantores realizam exercícios de aquecimento da voz, com o objetivo de melhorar seu condicionamento em termos de alcance e flexibilidade <sup>(3)</sup>. Embora a prática de alguns exercícios promova maior controle do aparelho fonatório, muitos cantores e preparadores vocais, historicamente, se utilizam de conhecimentos próprios com métodos informais de aprendizado adquiridos por experiência pessoal, que não apresentam comprovação de efetividade para o aprimoramento e a saúde vocal <sup>(4,5)</sup>.

Além disso, existem rotinas de aquecimento que apresentam sequências de exercícios vocais longas e detalhadas, o que gera fadiga, desmotivação e indisciplina por parte dos cantores na execução dessa prática. A falta de rotina de cuidados vocais ou a aplicação de técnicas vocais

inadequadas podem trazer desvantagens e alterações vocais na voz do cantor. Diante disso, destaca-se a importância da busca de conhecimento sobre princípios acústicos e fisiológicos da produção vocal e de técnicas vocais utilizadas <sup>(5,6)</sup>.

Os exercícios com vocalizes são exercícios comumente utilizados por cantores e professores de canto, pois a prática dos vocalizes prepara a voz do cantor para a execução de seu repertório com flexibilidade e musicalidade <sup>(7,8)</sup>.

Técnicas envolvendo exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) são comuns na prática clínica fonoaudiológica em diferentes populações. Devido a seus resultados positivos, a prática dos ETVSO tem se intensificado também na população de cantores, o que conseqüentemente promove crescimento na produção de conhecimento científico sobre os efeitos desses exercícios na voz cantada <sup>(6, 9,10)</sup>.

A técnica com os tubos de ressonância é um ETVSO que diminui o impacto entre as pregas vocais, equilibra as pressões sub e supra glótica e possibilita fonação mais econômica, confortável e com menos esforço; o que pode diminuir possíveis alterações na voz do cantor <sup>(9,11-13)</sup>.

Além dos ETVSO, a fonoaudiologia historicamente tem utilizado os vocalizes na prática clínica em indivíduos com distúrbios vocais ou que buscam aperfeiçoamento vocal <sup>(14)</sup>. Vocalizes promovem ajuste de afinação e dinâmica, proporciona aumento da flexibilidade e das possibilidades técnicas e expressivas do canto <sup>(7,8)</sup>.

Diante dos efeitos e benefícios proporcionados pelos vocalizes e pelo tubo de ressonância, a hipótese deste estudo é de que a associação dessas duas técnicas potencialize os benefícios dos vocalizes na voz de cantores em menor tempo de execução. Portanto, o objetivo do estudo é verificar se há diferenças entre o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes e vocalizes realizados de forma isolada, na voz de cantores.

## **MÉTODOS**

A coleta de dados foi realizada no Laboratório de voz de uma universidade pública. Participaram desta pesquisa 30 cantores adultos na faixa etária de 18 a 45 anos com média de idade 25,87 ( $\pm 5,64$ ), sendo 16 homens e 14 mulheres de diversos estilos musicais, sem alteração laríngea estruturais ou funcionais, avaliados por videoestroboscopia e fonoscopia. Adotaram-se como critérios de exclusão os cantores tabagistas, ou com sinais e sintomas de doenças laríngeas, faríngeas ou respiratórias no momento da coleta.

A coleta de dados foi dividida em dois momentos, sendo cada um deles reservado para a aplicação de uma das técnicas, por meio de sorteio. O sorteio determinou qual técnica foi realizada no primeiro e no segundo momento da coleta, para cada participante. O segundo momento foi realizado em outro dia para que não houvesse interferência entre as técnicas. Todos os participantes realizaram as duas técnicas, em dias diferentes, de acordo com sua disponibilidade e horário. Não havendo, portanto, controle do tempo de intervalo entre o primeiro dia de exame e o segundo dia de gravações. No entanto, o intervalo mínimo foi de dois dias e o intervalo máximo foi de quarenta dias, na amostra estudada.

Na técnica dos vocalizes, o cantor emitiu a vogal /u /, que foi selecionada por ser mais semelhante à postura articulatória do exercício do tubo, por três minutos em variações tonais melódicas pré-estabelecidas, conforme descrito no quadro 1. Na fonação em tubos, o cantor emitiu um sopro sonorizado com a vogal /u/ associado aos vocalizes, evitando inflar as bochechas durante a realização.

O tubo de silicone utilizado para a aplicação da técnica possui as seguintes dimensões: 35cm de comprimento, 1cm de diâmetro e 2mm de espessura. O tubo esteve com a extremidade distal imersa profundamente em uma garrafa de plástico de 500 ml com 2/3 de água. As garrafas estavam marcadas para visualização do limite da água e do limite de imersão do tubo. A imersão do tubo esteve numa distância de 3cm do fundo da garrafa.

Para a execução da técnica com o tubo de ressonância optou-se em utilizar o princípio da sobrecarga. Para que um músculo adquira desempenho superior, é necessário que ele seja desafiado em níveis mais elevados que o habitual. O estímulo poderá ocorrer por meio do aumento de força ou resistência <sup>(15-17)</sup>. Desse modo, foi utilizado o princípio do aumento de força com imersão profunda do tubo na água.

A sequência melódica das escalas do vocalize foi a mesma para os dois momentos da coleta (com e sem fonação em tubos). Para isso, foram elaboradas seis sequências (uma para cada naipe: soprano, *mezzosoprano*, contralto, tenor, barítono e baixo) que foram pré-gravadas ao som de um piano, conforme demonstrado no quadro 1. A escolha da sequência aplicada a cada cantor foi determinada de acordo com o naipe do cantor, conforme classificação vocal estabelecida por seu regente ou professor de canto.

A gravação dos registros vocais foi realizada em computador Notebook n3 Intel® Core™ i3-2348M, utilizando o Adaptador Andrea PureAudio™ USB-AS, para filtragem do ruído, e microfone Auricular Karsect HT-2, que foi mantido a uma distância de quatro

centímetros da comissura labial do cantor, em um ângulo de 45°. As gravações dos registros vocais dos cantores foram feitas por meio dos *softwares*. No Vocalgrama, as variáveis extraídas foram: f0 mínima e máxima, Extensão de f0, extensão em semitons, intensidade mínima e máxima, e área do perfil de extensão vocal e TMF. No VoxMetria foram extraídas as variáveis: f0, Desvio Padrão de f0, *jitter*, *shimmer*, GNE e Ruído, a partir da edição do registro de cinco segundos da vogal /ε/, cujos primeiro e último segundos não foram considerados na análise desses parâmetros. Os áudios da vogal sustentada gravados no VoxMetria em taxa de amostragem de 44 kHz, foram extraídos e importados para o programa PRAAT para cálculo do CPPS.

Quadro 2– Escalas tonais em extensão correspondente à classificação vocal (naipe). Adaptado de Cobeta; Nuñez; Fernández, 2013 <sup>(18)</sup>

Sequência	Naipe Correspondente	Extensão da escala
1	Soprano	Sol2 – Mi5
2	Mezzo-soprano	Mi2 – La4
3	Contralto	Do2 – Sol4
4	Tenor	Sol1 – Do4
5	Barítono	Mi1 – La3
6	Baixo	Do1 – Fa3

Todos os exercícios foram executados de forma confortável e todos foram orientados a interromper a execução do exercício, caso percebessem qualquer sinal de desconforto. Nenhum cantor precisou interromper a execução do exercício. Não houve controle do registro vocal utilizado. Portanto, os cantores poderiam variar entre os registros modal e falsete de acordo com sua extensão. A emissão das sequências em ambas técnicas foi feita sempre em legato.

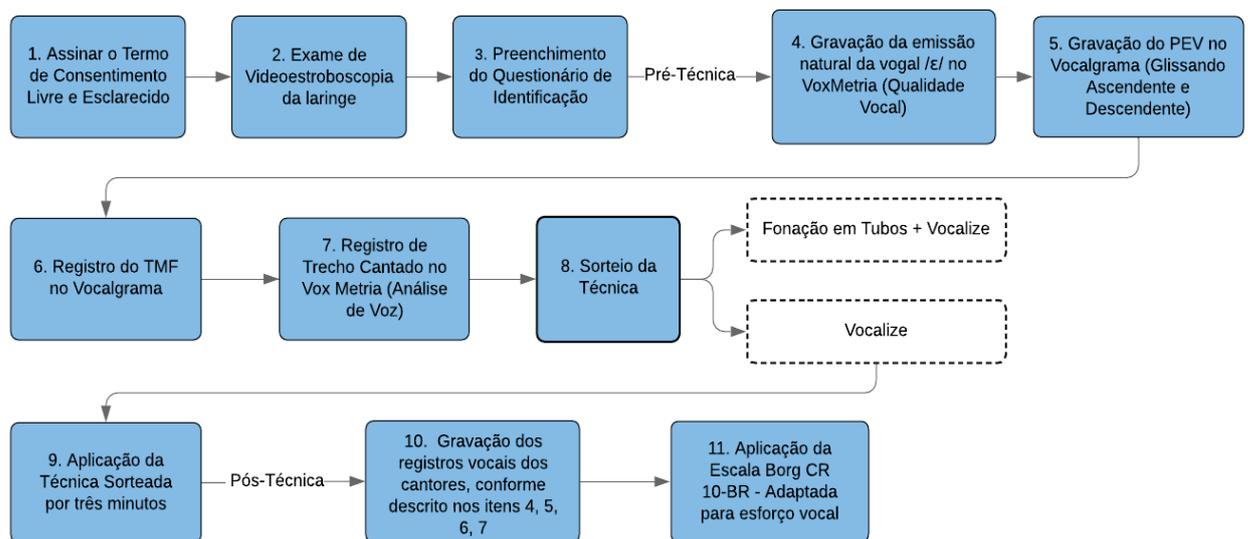
A Figura 1 mostra um recorte da partitura do vocalize utilizado. Os cantores realizaram fonações curtas (em azul) ascendentes e descendentes. No tempo de pausa (em vermelho) os

Tempo de execução    Tempo de pausa

cantores respiravam para dar início à emissão do próximo compasso. No presente estudo, utilizou-se o princípio da sobrecarga <sup>(15-17)</sup> com o tubo mais imerso e, por esse motivo, os cantores realizaram fonações curtas. De acordo com as batidas por minuto (bpm) utilizadas em cada sequência, cada cantor sonorizou 5 notas em aproximadamente 2 segundos (tempo de execução). Foram breves fonações que se repetiram em tonalidades diferentes numa escala ascendente e descendente num total de 3 minutos.

**Figura 1:** Recorte dos compassos da partitura utilizada nos exercícios vocais. Em azul: Tempo de execução, em vermelho: Tempo de pausa.

A coleta de dados foi realizada individualmente e compreendeu a ordem descrita no fluxograma da Figura 2



**Figura 2:** Fluxograma dos procedimentos da coleta de dados

Vale ressaltar que na gravação da emissão natural da vogal /ε/, o cantor emitiu a vogal em tom e volume habituais, durante cinco segundos. Na gravação do PEV o cantor emitiu a vogal /ε/ em *glissando* ascendente (do grave ao agudo) e descendente (do agudo ao grave) nas intensidades fraca e forte. Para registro do TMF foi solicitado a emissão prolongada e individual numa só expiração da vogal /ε/, até o limite máximo de ar expiratório. Para mensurar o esforço vocal, o cantor escolheu uma canção do seu repertório que, para ele, tinha algum grau de dificuldade - e cantou durante um minuto. O grau de dificuldade ficou a critério da escolha do cantor (dificuldades de sustentação de notas, na emissão de agudos, graves, controle respiratório). O cantor marcou a intensidade do esforço produzido durante o canto da música



f0 (Hz)	162,88 (±42,77)	170,97 (±41,28)	<b>0,020*</b>	164,84 (±46,73)	169 (±43,52)	0,075#	0,975#	0,544#
SDf0 (Hz)	3,43 (±10,29)	1,24 (±0,41)	0,120#	1,43 (±0,70)	1,52 (±1,76)	0,332#	0,837#	0,959#
Jitter (%)	0,16 (±0,07)	0,12 (±0,06)	<b>0,005#</b>	0,20 (±0,26)	0,21 (±0,35)	0,914#	0,888#	0,057#
Shimmer (%)	2,82 (±1,32)	2,18 (±0,58)	<b>0,001#</b>	3,04 (±1,10)	3,34 (±2,88)	0,945#	0,185#	<b>0,001#</b>
GNE	0,89 (±0,10)	0,92 (±0,07)	<b>0,042#</b>	0,90 (±0,09)	0,89 (±0,11)	0,775#	0,613#	<b>0,020#</b>
Ruído	0,71 (±0,40)	0,56 (±0,31)	0,054#	0,63 (±0,28)	0,69 (±0,45)	0,570#	0,275#	<b>0,027#</b>

Tabela 1 - Média (desvio padrão) das medidas acústicas da emissão sustentada antes e depois das duas técnicas e comparação entre as técnicas

\*Teste t de *Student* – nível de significância a 5%

# Wilcoxon – nível de significância a 5%

T1=Técnica com tubo associada aos vocalizes; T2=Vocalizes isolados;

f0=Freqüência fundamental;

SD=Desvio Padrão;

GNE= *glottal noise excitation*;

T1XT2=Comparação entre as técnicas

A Tabela 2 mostra os resultados encontrados do Tempo Máximo Fonatório, extraído no vocalgrama, e o score da Escala Borg. Na Escala Borg houve diferença antes e após as duas técnicas. Ao comparar as duas técnicas, é possível observar que, em relação à Escala Borg, após a técnica com o tubo, o escore foi menor (0,8) comparativamente aos vocalizes (1,25), o que indica menor esforço vocal após o uso do tubo. Não houve diferença no momento pré técnica entre T1 e T2, corroborando que os grupos são iguais, antes da execução das técnicas.

Tabela 2- Média (desvio padrão) do tempo máximo fonatório (TMF) e Escala Borg antes e depois das duas técnicas e comparação entre as técnicas

Variáveis	T1 (n=30)		p-valor	T2 (n=30)		p-valor	Pré	Pós
	Pré	Pós		T1 X T2	T1 X T2			
							p-valor	p-valor
TMF (s)	15,44 (±4,29)	16,81 (±4,66)	0,060#	16,07 (±3,64)	15,58 (±3,99)	0,264*	0,217#	0,136#
Borg	1,70 (± 1,14)	0,80 (± 0,94)	<b>0,000#</b>	1,62 (±1,13)	1,25 (±1,22)	<b>0,027#</b>	0,634#	<b>0,003#</b>

\*Teste t de *Student* – nível de significância a 5%

# Wilcoxon – nível de significância a 5%

T1=Técnica com tubo associada aos vocalizes; T2=Vocalizes isolados;

TMF= Tempo máximo fonatório;

Borg=Escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal;

T1XT2=Comparação entre as técnicas

A Tabela 3 mostra os resultados encontrados das medidas cepstrais, por meio do programa PRAAT. Observa-se diferença significativa na realização da técnica com o tubo. Ao dividir homens e mulheres a diferença também é observada no primeiro grupo. Na comparação entre as técnicas observa-se diferença no grupo dos homens, sendo o valor do CPPS maior na T1.

Tabela 3- Média (desvio padrão) dos valores do CPPS em homens, mulheres e em todos os cantores antes e após a execução das técnicas e comparação entre as técnicas

CPPS	T1		<i>p</i> -valor	T2		<i>p</i> -valor	Pré	Pós
	Pré	Pós		Pré	Pós		T1 X T1 <i>p</i> -valor	T1 X T2 <i>p</i> -valor
Total (n=30)	16,74 (± 1,92)	17,69 (±1,97)	<b>0,000*</b>	16,90 (±2,28)	17,06 (±2,50)	0,721*	0,656*	0,067*
H (n=16)	17,63 (±1,54)	18,69 (±1,83)	<b>0,004*</b>	17,79 (±1,96)	17,43 (±2,59)	0,462*	0,724*	<b>0,018*</b>
M (n=14)	15,72 (±1,84)	16,54 (±1,45)	<b>0,001*</b>	15,88 (±2,25)	16,64 (±2,42)	0,177*	0,790*	0,799*

\*Teste t de *Student* – nível de significância a 5%

# Wilcoxon – nível de significância a 5%

T1=Técnica com tubo associada aos vocalizes; T2=Vocalizes isolados;

CPPS= *Cepstral Peak Prominence-Smoothed*

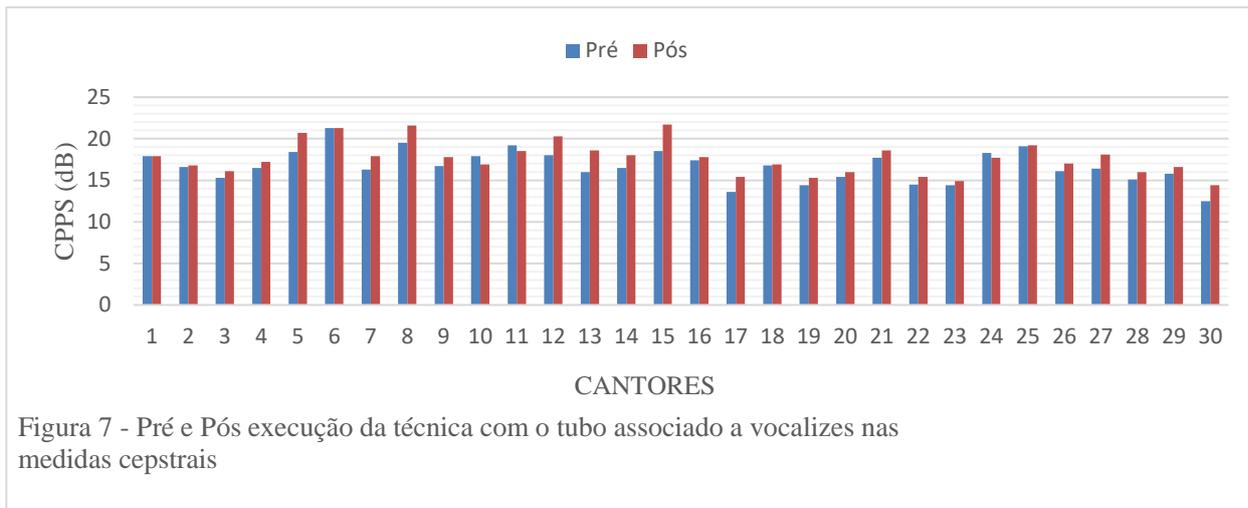
T1XT2=Comparação entre as técnicas

n=número de sujeitos

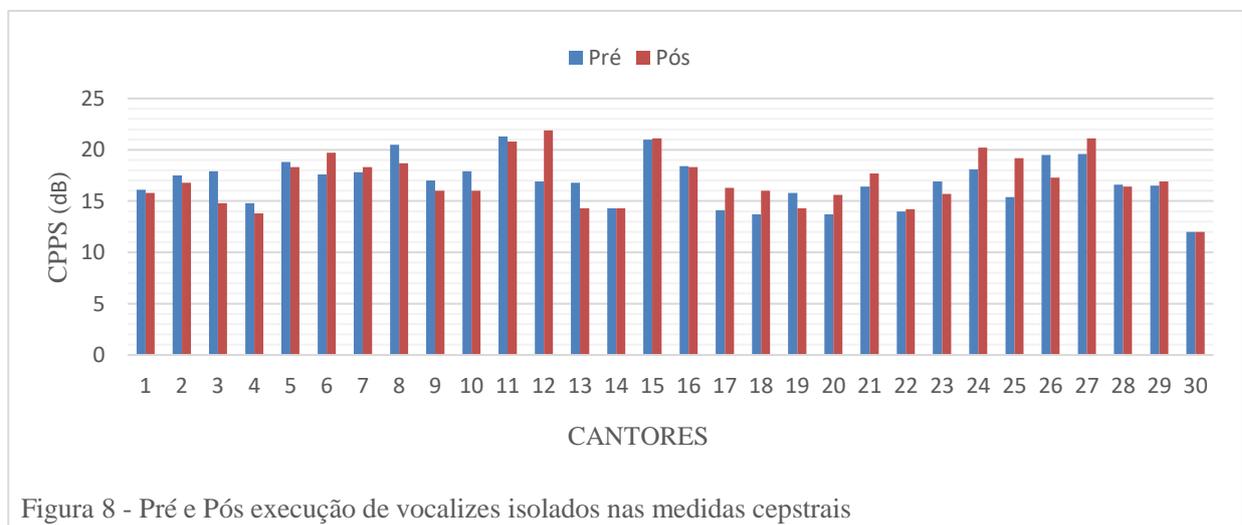
H=homens

M=mulheres

A Figura 7 consiste em um gráfico que mostra os valores do CPPS dos 30 cantores antes e após a execução da técnica com o tubo associado a vocalizes. Observa-se que a maioria dos cantores apresentam valores altos e acima de 14,207dB, exceto a cantora de número 30. No momento pós, observamos valores ainda maiores em comparação ao momento pré. O mesmo é observado na cantora de número 30, que estava com 12,5dB antes da técnica e após o uso do tubo associado aos vocalizes apresentou o CPPS no valor de 14,4 dB.



A Figura 8 consiste em um gráfico que mostra os valores do CPPS dos 30 cantores antes e após a execução da técnica dos vocalizes. Observa-se que as vozes também apresentam valores acima do normal. Diferente da técnica com tubo, a cantora de número 30 que apresenta valor abaixo (12,0 dB) permaneceu com o mesmo valor do CPPS após a execução dos vocalizes.



A Tabela 4 mostra os resultados do perfil de extensão vocal, por meio do *software* Vocalgrama. Nessa tabela estão os valores do resumo total dos parâmetros encontrados através da emissão de glissandos ascendentes e descendentes. Verifica-se que houve diferença apenas na frequência máxima da técnica 1. E não houve diferença entre as técnicas.

Tabela 4 – Média (desvio-padrão) das Variáveis do Perfil de Extensão Vocal (PEV) antes e depois das duas técnicas e comparação entre as técnicas.

Variáveis	T1 (n=30)		p-valor	T2 (n=30)		p-valor	Pré	Pós
							T1 X T2	T1 X T2
	Pré	Pós		Pré	Pós		p-valor	p-valor
f0 Mínima (Hz)	108,58 (±29,62)	108,03 (±31,07)	0,765*	108,33 (±30,59)	110,49 (±28,97)	0,444*	0,916*	0,253*
f0 Máxima (Hz)	918,96 (±267,16)	955,55 (±256,11)	0,030#	907,60 (±265,28)	909,29 (±284,06)	0,942*	0,959#	0,221#
Extensão de f0 (Hz)	807,37 (±245,15)	824,18 (±276,204)	0,072#	797,77 (±247,42)	798,80 (±269,12)	0,572#	0,910#	0,504#
Extensão em St (st)	36,95 (±3,74)	37,87 (±4,37)	0,070*	36,75 (±4,19)	36,31 (±4,56)	0,391*	0,774*	0,070*
Intensidade Mínima (dB)	61,45 (±7,79)	60,83 (±7,29)	0,861#	60,61 (±6,91)	59,89 (±7,74)	0,776#	0,267#	0,658#
Intensidade Máxima (dB)	102,64 (±6,76)	96,32 (±24,82)	0,600#	102,79 (±8,10)	102,32 (±7,60)	0,543*	0,910#	0,622#
Área (%)	9,03 (±2,52)	9,30 (±2,63)	0,443*	8,95 (±2,53)	9,04 (±1,87)	0,740*	0,797*	0,553*

\*Teste t de *Student* – nível de significância a 5%

# Wilcoxon – nível de significância a 5%

T1=Técnica com tubo associada aos vocalizes; T2=Vocalize; f0= Frequência; St=Semitom;

T1XT2=Comparação entre as técnicas

## DISCUSSÃO

Os resultados do presente estudo confirmam a hipótese de que os exercícios com vocalizes são potencializados quando associados ao tubo de ressonância flexível. A prática do vocalize de aquecimento cantado com as vogais em escalas (sequência de notas) ascendentes ou descendentes, quer sejam cromáticas (como no presente estudo), ou não, possibilitam o desenvolvimento técnico do cantor e têm como objetivo preparar e fortalecer a musculatura responsável pela fonação<sup>(14)</sup>. A fonação em tubos na água, por sua vez, proporciona equilíbrio dos músculos que participam da produção da voz, promovendo uma emissão mais econômica e modificando o padrão vibratório das pregas vocais por meio do retorno da energia acústica<sup>(19)</sup>.

Em relação ao emprego da técnica com o tubo submerso mais profundamente na garrafa de água, considerou-se que, por serem cantores treinados, e não apresentarem sinais de hiperfuncionalidade ao exame laríngeo, o princípio da sobrecarga poderia ser mais efetivo para

resultados imediatos. Sabe-se que, quanto mais imerso o tubo estiver na água, maior a carga vocal <sup>(16)</sup>. Além disso, tal princípio é empregado quando há necessidade de melhora no condicionamento vocal, também em cantores, para favorecer o preparo vocal em busca de uma melhor performance <sup>(20)</sup>.

Vale ressaltar que, neste estudo, para minimizar as diferenças entre os grupos, os cantores da técnica 1 foram os mesmos cantores da técnica 2. A semelhança entre os grupos é confirmada em todas as tabelas do estudo que mostra que os grupos são iguais em todos os momentos pré técnica.

Os cantores do presente estudo mencionam os vocalizes como estratégia principal para o aquecimento vocal (Figura 1). Esse dado corrobora outros estudos com cantores que também descreveram os vocalizes com escalas ascendentes e descendentes como exercícios comumente utilizados na prática de aquecimento vocal <sup>(8, 21)</sup>.

Na Tabela 1, observa-se aumento da  $f_0$  na técnica 1 após a execução do exercício. Esse aumento pode ser atribuído à gama de tonalidades vocalizadas durante a execução da técnica, que explorou a região vocal aguda facilitada pelo uso do tubo de ressonância <sup>(6)</sup> e promoveu maior ativação do músculo cricotireóideo <sup>(22)</sup>. Na técnica 2, os cantores realizaram o exercício dos vocalizes com a mesma gama de tonalidade e não houve aumento significativo de frequência. Além da gama de tonalidades, o aumento de  $f_0$  na técnica 1 pode ser justificado devido a um possível aumento da pressão subglótica que é verificado após a execução da fonação em tubos <sup>(16)</sup>.

Como os participantes do estudo são cantores sem alteração laríngea, observa-se que os valores de *jitter*, *shimmer*, GNE e Ruído encontram-se nos padrões de normalidade adotados pelo *software* VoxMetria nos momentos pré e pós técnica. Na técnica 1 observa-se redução de *jitter*, o que indica melhor regularidade vibratória após a execução do exercício. É possível observar também, na técnica 1, modificação nos parâmetros de *shimmer*. A redução do *shimmer*, após o exercício, indica uma possível melhora do ajuste glótico, com aumento da resistência glótica, no que tange à aproximação das pregas vocais (diminuindo a passagem excessiva de ar em forma de ruído) e em relação à estabilidade da tensão do músculo vocal (tiroaritenóideo). Vale ressaltar que o possível aumento da ativação do músculo cricotireóideo observado com o incremento da  $f_0$ , provavelmente não promoveu aumento de tensão vocal, pois houve melhora do *shimmer*, e sim, maior estabilidade. Isso confirma que a melhora da performance muscular favorece a aerodinâmica e a biomecânica da produção da voz. <sup>(23-25)</sup>.

A proporção GNE calcula se o sinal vocal é proveniente da vibração de pregas vocais ou da corrente de ar apresentada como ruído. Esse parâmetro está relacionado com a energia e a eficiência vocal, sendo capaz de mensurar o quanto a prega vocal transforma ar em som <sup>(25)</sup>. Na Tabela 1, o valor da proporção GNE está maior após a execução da técnica com a fonação em tubos. Na técnica 2, não foi possível observar diferenças nos parâmetros descritos na Tabela 1, porém os valores encontram-se nos padrões de normalidade tanto antes quanto após a execução do exercício.

Houve diferença no momento pós técnica entre as duas técnicas. Após a técnica 1, os cantores apresentaram menores valores de *shimmer* e ruído, e maior valor de GNE. Pode-se afirmar, portanto, que ao realizarem a fonação em tubos associado aos vocalizes os cantores apresentaram melhores resultados quando comparado à execução dos vocalizes. Os benefícios encontrados por meio das medidas objetivas de análise acústica (Tabela 1) confirmam a ideia de que a fonação em tubos proporciona equilíbrio dos músculos que participam da produção da voz e dos aspectos aerodinâmicos e biodinâmicos, promovendo uma emissão mais econômica, maior regularidade de vibração e maior energia <sup>(19)</sup>.

Vale destacar que o tempo de execução dos exercícios foi de apenas três minutos em ambas as técnicas. Estudos que descrevem o aquecimento vocal em cantores afirmam que o tempo médio referido pelos cantores é de 5 a 30 minutos de exercício. Mas, a duração de aquecimento mais utilizada é de 5 a 10 minutos variando o tempo de acordo com a necessidade do cantor <sup>(8,26,27)</sup>.

Considerando que o tempo de execução do presente estudo foi relativamente menor em detrimento dos estudos anteriores e da prática dos cantores, pode-se inferir que os exercícios em vocalizes necessitam de uma quantidade de tempo maior que 3 minutos para que haja resultado satisfatório. O tempo e o tipo de aquecimento e treinamento vocal varia de indivíduo para indivíduo e não podem se tornar uma rotina pré-estabelecida. É necessário considerar a voz do cantor em cada momento. Quanto mais curta a performance, maior será o aquecimento e vice-versa <sup>(26)</sup>. Em contrapartida, no presente estudo, o exercício da fonação em tubos com o princípio da sobrecarga apontou melhora significativa nos parâmetros acústicos no tempo de 3 minutos.

Na Tabela 2, observa-se que após a execução das técnicas 1 e 2, os cantores não apresentaram diferenças no tempo máximo fonatório (TMF). A medida do TMF é comumente usada na clínica fonoaudiológica para determinar a eficiência vocal, grau de disfonia e também para verificar os efeitos de técnicas vocais sobre a voz <sup>(28)</sup>. A aferição do TMF possibilita

verificar a habilidade da glote em se manter fechada. Portanto, o esforço vocal ou a aproximação insuficiente das pregas vocais podem reduzir o TMF <sup>(29)</sup>.

Para os cantores, é comum a prática do desenvolvimento do controle respiratório, pois indivíduos que cantam reconhecem que o controle respiratório eficiente está relacionado a boas condições de emissão vocal. Diante disso, é possível justificar que um tempo curto de execução de técnicas não é suficiente para indivíduos que frequentemente exercitam o desenvolvimento do apoio respiratório <sup>(7)</sup>.

Exercícios de trato vocal semiocluido não têm demonstrado resultados sobre o TMF após efeito imediato. Populações saudáveis apresentam aumento do TMF, porém não significativo após execução de exercícios de trato vocal semiocluido, como vibração de lábios e finger kazzo. Diante disso, sugere-se que estudos futuros devem investigar os efeitos sobre o TMF em treinamento prolongado <sup>(28,30)</sup>.

A análise cepstral, muito utilizada para caracterizar vozes desviadas com diferentes intensidades de desvio vocal, mostrou-se eficiente na comparação pré e pós execução de técnica em vozes saudáveis. Na Tabela 3 identificou-se que os cantores obtiveram maior valor de CPPS após a execução da técnica 1. Portanto, a execução da técnica com o tubo promoveu melhor organização harmônica da voz que se destacou em relação ao nível de ruído <sup>(31)</sup>.

Ao dividir homens e mulheres, é possível observar que os valores de CPPS aumentaram, somente após a T1, em ambos os sexos (Tabela 3). No entanto, ao se comparar as duas técnicas aplicadas, observa-se que a diferença entre os resultados, no pós-exercício, foi evidenciada no sexo masculino. Uma possível explicação para esse fato está na configuração glótica, que difere entre os sexos: no sexo masculino, a configuração mais “ovalada” favorece a aproximação entre as pregas vocais, comparativamente ao sexo feminino, que tem uma configuração mais “circular”. Desse modo, a melhor aproximação entre as pregas vocais, nos homens, cujo fechamento glótico foi ainda potencializado pelo exercício com tubos, evidenciou o equilíbrio biomecânico vibratório, de forma imediata <sup>(32,33)</sup>

Os valores do CPPS confirmam que as vozes selecionadas no estudo são vozes sem desvios vocais. Além do que está exposto na Tabela 3, as Figuras 7 e 8 mostram os valores individuais de cada cantor nos momentos pré e pós técnica. Verifica-se que a cantora de número 30, que estava com valor abaixo do esperado apresentou valor maior de CPPS (Figura 7) após a execução da técnica com o tubo associado aos vocalizes, o que indica maior periodicidade e

melhor definição da configuração harmônica <sup>(34)</sup>. Na técnica com os vocalizes, a cantora de número 30 (Figura 8) permaneceu com o mesmo valor antes e após a execução da técnica.

A despeito do CPPS ser considerada a principal medida para avaliar qualidade vocal e quantidade de ruído <sup>(35)</sup>, capaz de diferenciar indivíduos com e sem desvio da qualidade vocal, com maiores valores no último grupo <sup>(34)</sup>, no presente estudo, essa análise foi utilizada em população sem desvio vocal. Os resultados mostraram que a análise cepstral parece ser eficaz, também, na identificação do efeito de técnicas vocais, em vozes não alteradas.

Um estudo verificou o estresse de impacto sobre a prega vocal em três condições: fonação em [u] sem tubo, fonação em tubo imerso em 2cm em água e tubo imerso em 10cm em água. Os resultados mostraram que os valores das pressões oral e subglótica aumentaram. Os valores mais baixos foram medidos para a fonação em [u] e os maiores valores foram medidos para a fonação em tubo com extremidade distal imersa em 10cm. Por fim, concluíram que a resistência em água diminui o impacto das pregas vocais e, portanto, a fonação em tubos seria menos desgastante do que a fonação comum <sup>(36)</sup>. Esse resultado confirma os achados do presente estudo. A fonação mais econômica gerada pela fonação em tubos trouxe mais benefícios para a voz dos cantores em comparação à fonação em [u] com os vocalizes sem tubo.

Em contrapartida, a fonação em tubos na água, provavelmente poderia gerar cansaço nos músculos adutores nos casos em que o tempo for excessivamente longo e a resistência na água for alta (imersão mais profunda do tubo). Diante disso, na prática clínica recomenda-se o uso de breves fonações <sup>(36)</sup>, como foi feito no presente estudo.

Embora os dados do presente estudo apontem resultados acústicos positivos, deve-se considerar o princípio da individualidade biológica. Mesmo em um grupo homogêneo com características similares, os indivíduos apresentam necessidades e habilidades musculares específicas <sup>(37)</sup>. Considerando esse aspecto, os indivíduos responderam o questionário da Escala Borg CR 10-BR – adaptada para esforço vocal, para que fosse possível avaliar a auto-percepção dos cantores diante dos exercícios propostos.

Os cantores referiram sentir menor sensação de esforço vocal após a execução de ambas as técnicas (Tabela 2). A análise estatística mostra diferença entre as técnicas realizadas. Após a fonação em tubo associada aos vocalizes, os cantores relataram menos esforço em comparação à execução da técnica dos vocalizes. A avaliação da auto-percepção é considerada fator importante pois dificilmente um indivíduo adere a uma técnica que lhe cause desconforto. A sensação de esforço é individual e pode ser percebida de forma diferente entre os cantores <sup>(38)</sup>.

Pode-se inferir que os exercícios com os vocalizes podem ser capazes de promover uma produção de voz eficiente, mas não necessariamente uma economia vocal. Os dados subjetivos de esforço vocal referidos pelos cantores do estudo confirmam os dados das medidas objetivas encontradas. A fonação em tubos pode ser útil como um método de aquecimento e treinamento vocal para os cantores que desejam obter um sistema vocal eficiente e prepará-lo para uma performance vocal exigente <sup>(39-41)</sup>.

O aumento da frequência máxima ocorreu nos cantores que realizaram a técnica com o tubo (Tabela 4). Portanto, é possível que ao emitir os sons agudos da escala no tubo tenha ocorrido maior ativação do músculo cricótireoideo, responsável pela tensão longitudinal da prega vocal. A associação das técnicas parece ter facilitado a maior contração desse músculo, que por sua vez, ampliou o alcance dos tons agudos <sup>(22,42)</sup>. Além do aumento de frequência máxima, a melhora de outros parâmetros do PEV não foi observada nos cantores do estudo.

Diferentemente da técnica empregada no presente estudo, quanto ao tempo de execução e carga de exercício (profundidade do tubo na água), cantores que realizaram a fonação em tubos (tubo mais superficial - 3cm abaixo do nível da água) associada a glissandos ascendentes e descendentes por três minutos cada modalidade (totalizando seis minutos) apresentaram mudanças em mais parâmetros do PEV, além do aumento da frequência máxima, como, extensão em Hertz e em semitons e redução de frequência mínima nos homens <sup>(42)</sup>. Tais resultados sugeriram melhora da flexibilidade vocal, comparativamente ao presente estudo.

A ampliação dos demais parâmetros do PEV parece estar mais relacionada ao treino de resistência (treino mais longo com menos carga) e não a um treino de força (treino mais curto com maior carga) de efeito imediato <sup>(43,44)</sup>. Vale ressaltar que os principais ganhos em treinos da musculatura vocal, tanto de força, quanto de resistência, serão predominantemente associados a adaptações neurais e metabólicas <sup>(15)</sup>, que favorecem a atividade de canto. Sugere-se novos estudos para verificar essa diferença. O PEV parece ser um método de avaliação sensível para detectar melhorias na voz após um período de terapia e treinamento vocal. Cantores com experiência profissional obtiveram efeitos positivos no PEV após treinamento de 10 semanas com um programa de exercícios funcionais vocais <sup>(45)</sup>.

Ainda que o exercício do presente estudo tenha favorecido mais a força e resistência que a flexibilidade, ao observar-se que na T2 os valores não apresentaram mudanças e na T1 houve aumento da frequência máxima, é possível afirmar que o treino de força não prejudica a flexibilidade (PEV). Desse modo, considerando-se que resistência muscular é a capacidade do músculo de gerar força e potência durante um período prolongado de tempo, os treinos de força

e resistência não são independentes <sup>(46)</sup>. No entanto, é válido destacar que o princípio da sobrecarga e os tipos de treino ainda não são totalmente compreendidos na ciência da voz e, por este motivo, faz-se necessário pesquisas a longo prazo para que alguns conceitos sejam melhor definidos <sup>(15)</sup>.

Ambos os aquecimentos, fisiológico (tubo de ressonância) e artístico de aperfeiçoamento técnico (vocalizes) são importantes e atuam de forma complementar, não excludente. Por esse motivo, foram associadas as duas técnicas neste estudo. Foi possível observar que o tubo de ressonância associado aos vocalizes otimizou o tempo de realização dos exercícios, pois promoveu melhores condições vocais comparativamente aos vocalizes isolados, no mesmo espaço de tempo. Considerando-se que a maioria dos cantores utilizam um tempo maior de preparação vocal, sugere-se que o aquecimento artístico de aperfeiçoamento técnico seja precedido pelo aquecimento fisiológico, pois este último tem como objetivo preparar a musculatura, promover melhor economia vocal e evitar a fadiga <sup>(40,41,47)</sup>.

É necessário investigar a dosagem e o tempo de realização de determinado exercício para que não haja sobrecarga no sistema fonatório ao ponto de se gerar fadiga vocal. Além disso, o efeito imediato precisa ser identificado em diferentes populações para que o profissional tenha mais confiança e segurança na aplicação de técnicas vocais em indivíduos que buscam reabilitação ou aprimoramento vocal <sup>(20)</sup>.

Os resultados do presente estudo demonstram que o tubo de ressonância flexível imerso em maior profundidade e associado aos vocalizes no tempo de três minutos promoveu melhora da regularidade vibratória, aumento da resistência glótica, da energia e eficiência vocais, melhor organização harmônica da voz que se destacou em relação ao nível de ruído e equilíbrio dos músculos que participam da produção da voz, promovendo uma emissão mais econômica com menor irregularidade.

Esses benefícios foram comprovados por meio das medidas objetivas apresentadas no estudo. Os cantores referiram menor sensação de esforço após a execução de ambas as técnicas, mas a fonação em tubos proporcionou menor sensação de esforço em detrimento dos vocalizes.

Pode-se afirmar que a fonação em tubos associada aos vocalizes otimizaram os resultados em pouco tempo de execução. Ambos atuam de forma complementar, mas por promover resultados mais rápidos e preparar o sistema fonatório para melhores condições de produção da voz, prevenindo os sintomas de fadiga vocal, recomenda-se que a fonação em tubos seja realizada antes dos exercícios de aperfeiçoamento técnico-artístico.

### **Limitações do estudo:**

Uma das limitações deste estudo foi a falta de controle de intensidade, durante a emissão da vogal sustentada /ε/, por meio do decibelímetro. Sabe-se que os valores extraídos podem sofrer influência da intensidade utilizada durante a emissão: intensidade forte pode resultar em melhores resultados, e intensidade fraca, por exigir melhor controle respiratório e laríngeo é útil para monitorar a evolução clínica. Portanto, é ideal que sejam realizadas as gravações em três intensidades: Fraca (60-70 dB), Habitual (70-80dB) e Forte (acima de 80dB) para comparação da performance, em estudos futuros. No entanto, a despeito das emissões terem sido todas em intensidade habitual, com o controle subjetivo da loudness pela avaliadora, todos os sujeitos puderam realizar a emissão sustentada de forma natural e confortável.

Outra limitação foi a não separação dos estilos vocais, pois, a depender do estilo de canto, há diferenças de ajustes, demanda vocal e padronização técnica. Portanto, os resultados podem ser diferentes a depender do estilo de canto.

### **CONCLUSÕES**

Há diferenças entre as duas técnicas aplicadas. A fonação em tubos associada a vocalizes ascendentes e descendentes na voz de cantores aumenta a  $f_0$  e a proporção GNE e reduz os parâmetros de *jitter* e *shimmer*. A comparação entre as técnicas mostra que a técnica com tubos de ressonância associada a vocalizes promove melhores resultados nos parâmetros de *shimmer*, ruído e GNE, comparativamente aos vocalizes isolados. Observa-se aumento da frequência máxima e do CPPS após a técnica com os tubos associada aos vocalizes. Os cantores referem menor sensação de esforço após a execução das duas técnicas, sendo a fonação em tubos associada aos vocalizes responsável por menor sensação de esforço em comparação aos vocalizes.

### **REFERÊNCIAS**

1. Andrade SR, Fontoura DR, Cielo CA. I Interrelationships between speech-language pathology and singing. *Rev Música Hodie*. 2007; 7(1): 83-98. doi:10.5216/mh.v7i1.1758.
2. Monteiro JC, Madazio G, Pacheco C, Behlau M. Main reasons that lead popular-music singing teachers to seek speech-language pathology assistance for their students. *CoDAS*. 2020; 32(2): doi:10.1590/2317-1782/20192018242.
3. Titze I. Voice Research: The Five Best Vocal Warm-Up Exercises. *J Sing - Off J Natl Assoc Teach Sing*. 2001; 57:51-52.

4. Loiola CM, Silva, MAA. Study on “Contemporary Commercial Music”: who’s teaching what in nonclassical music. *Distúrbios da Comum*. 2010; 22(3).
5. Gill BP, Herbst CT. Voice pedagogy—what do we need? *Logop Phoniatr Vocology*. 2016; 41 (4): 168-173. doi:10.3109/14015439.2015.1079234
6. Fadel CBX, Dassie-Leite AP, Santos RS, Santos Junior CG dos, Dias CAS, Sartori DJ. Immediate effects of the semi-occluded vocal tract exercise with LaxVox tube in singers. *CoDAS*. 2016; 28(5) :618–624. doi:10.1590/2317-1782/20162015168.
7. Gava Júnior W, Ferreira LP, Andrada e Silva MA de. Support and singing voice: perspective of singing teachers and speech language pathologists. *Rev CEFAC*. 2010; 12(4): 551-562 doi:10.1590/s1516-18462010005000047.
8. Gish A, Kunduk M, Sims L, McWhorter AJ. Vocal warm-up practices and perceptions in vocalists: A pilot survey. *J Voice*. 2012; 26(1): e1-e10. doi:10.1016/j.jvoice.2010.10.005.
9. Cielo CA, Lima JP de M, Christmann MK, Brum R. Semiocluded vocal tract exercises: literature review. *Rev CEFAC*. 2013; 15(6): 1679-1689. doi:10.1590/s1516-18462013005000041.
10. Ramos L de A, Gama ACC. Effect of Performance Time of the Semi-Occluded Vocal Tract Exercises in Dysphonic Children. *J Voice*. 2017; 31(3): 329-335. doi:10.1016/j.jvoice.2016.05.011
11. Guzmán M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C. Immediate effects of a vocal exercise sequence with resonance tubes. *Rev CEFAC*. 2011; 14(3): 471-480. doi:10.1590/s1516-18462011005000127.
12. Manternach JN, Clark C, Daugherty JF. Effects of a Straw Phonation Protocol on Acoustic Measures of an SATB Chorus Singing Two Contrasting Renaissance Works. *J Voice*. 2017; 31(4): 514-e5. doi:10.1016/j.jvoice.2016.12.008.
13. Manternach JN, Daugherty JF. Effects of a Straw Phonation Protocol on Acoustic and Perceptual Measures of an SATB Chorus. *J Voice*. 2019; 33(1): 80-96. doi:10.1016/j.jvoice.2017.09.017.
14. Chaves PC. Vocalise in the Brazilian artistic repertoire: historical aspects, catalogs of works and analytical study of the work Valsa-vocalise by Francisco Mignone. 2012. 184 p. Dissertation (Master in Music) - Faculty of Music, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
15. Vayano T, Badaró F. Fundamentals and news in clinical voice In: Lopes LW, et al. Exercise Physiology in the vocal clinic. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2019. Cap 6, p 75
16. Tyrmi J, Laukkanen AM. How Stressful Is “Deep Bubbling”? *J Voice*. 2017; 31(2): 262-e1 doi:10.1016/j.jvoice.2016.04.013

17. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982. <http://dx.doi.org/10.1249/00005768-198205000-00012>
18. Cobeta I; Nuñez F; Fernández S. *Voice pathology*, 1ª Ed. Barcelona: Marge Médica Books, 2013
19. Simberg S, Laine A. The resonance tube method in voice therapy: Description and practical implementations. *Logop Phoniatr Vocology.* 2007; 32 (4): 165-170 doi:10.1080/14015430701207790.
20. Caetano CS. Effect of the time of use of the resonance tube in the voice of singers. 2019. 20 p. Course Conclusion Paper (Graduation in speech-language pathology) - speech-language pathology Course, Department of speech-language pathology, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
21. Araújo ALL. Vocal Warm-up for Classical Singing: Theory and Practice. *Rev Música Hodie.* 2014; 14(2):122-137
22. Maia MEO, Maia MO, Gama ACC, Behlau M. Immediate effects of the high-pitched blowing vocal exercise. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2012; 24(1): 1-6. doi:10.1590/S2179-64912012000100003.
23. Corazza VR, Figueiredo Custódio Da Silva V, Queija DS, Dedivitis RA, Brandão Barros AP. Correlation among stroboscopic, perceptual and acoustic analysis findings in adult subjects without vocal complaint. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004; 70(1): 30-34. doi:10.1590/s0034-72992004000100005.
24. Verde L, De Pietro G, Sannino G. Voice Disorder Identification by Using Machine Learning Techniques. *IEEE Access.* 2018; 6: 16246-16255. doi:10.1109/ACCESS.2018.2816338.
25. Lopes LW, Batista Simões L, Delfino da Silva J, et al. Accuracy of Acoustic Analysis Measurements in the Evaluation of Patients With Different Laryngeal Diagnoses. *J Voice.* 2017; 31 (3): 382-e15. doi:10.1016/j.jvoice.2016.08.015
26. Quintela A, Leite ICG, Daniel RJ. Vocal warm-up and cool-down practices among lyric singers. *HU Rev.* 2008; 34(1): 27-32.
27. Aydos B, Hanayama E. Vocal warming techniques used by theater teachers. *Rev CEFAC.* 2004. 6(1): 83-8.
28. Cielo CA, Frigo LF, Christmann MK. Sound pressure level and maximum phonation time after *finger kazoo* technique. *Rev CEFAC.* 2013; 15(4): 994-1000. doi:10.1590/s1516-18462013000400029.
29. Galdino DG, Souza AS. Maximum phonation time (mpt) for choristers and not choristers. *Colloq VITAE.* 2017; 15(4): 994-1000. doi:10.5747/cv.2017.v09.n3.v211.
30. Brockmann-Bausser M, Balandat B, Bohlender JE. Immediate Lip Trill Effects on the Standard Diagnostic Measures Voice Range Profile, Jitter, Maximum Phonation Time,

- and Dysphonia Severity Index. *J Voice*. 2019. doi:10.1016/j.jvoice.2019.04.011
31. Balasubramaniam RK, Shastry A, Singh M, Bhat JS. Cepstral Characteristics of Voice in Indian Female Classical Carnatic Singers. *J Voice*. 2015; 29(6): 693-695. doi:10.1016/j.jvoice.2015.01.002
  32. Beber BC, Cielo CA, Siqueira MA. Vocal folds edge lesions and maximum phonation times. *Rev CEFAC*. 2009.; 11(1):134-141. doi:10.1590/s1516-18462009000100018
  33. Mourão AM, Bassi IB, Gama ACC. Electroglottographical evaluation of dysphonic women with mass lesions. *Rev CEFAC*. 2011; 13(6): 1073-80. doi:10.1590/s1516-18462011005000097
  34. Lopes LW, Sousa ES da S, Silva ACF da, et al. Cepstral measures in the assessment of severity of voice disorders. *CoDAS*. 2019; 31(4).doi:10.1590/2317-1782/20182018175
  35. Patel RR, Awan SN, Barkmeier-Kraemer J, et al. Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American speech-language-hearing association expert panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. *Am J Speech-Language Pathol*. 2018; 27(3): 887-905. doi:10.1044/2018\_AJSLP-17-0009.
  36. Horáček J, Radolf V, Laukkanen AM. Impact Stress in Water Resistance Voice Therapy: A Physical Modeling Study. *J Voice*. 2019; 33(4): 490-96 doi:10.1016/j.jvoice.2018.01.025
  37. Lussac RMP. Principles of Sports Training: Concepts, Definitions, Possible Applications and a Possible New Look. *Rev Digit EFDesportes*. 2008; 13:121.
  38. Camargo MRMC, Zambon F, Moreti F, Behlau M. Translation and cross-cultural adaptation of the Brazilian version of the Adapted Borg CR10 for Vocal Effort Ratings. *CoDAS*. 2019; 31(5). doi:10.1590/2317-1782/20192018112
  39. Saldías M, Guzman M, Sandoval G, Vergara C, Lizana J, Quezada C. Water Resistance Therapy as Vocal Warm-Up Method in Contemporary Commercial Music Singers. *Folia Phoniatr Logop*. 2020; 72(1): 1-12. doi:10.1159/000494722
  40. Portillo MP, Rojas S, Guzman M, Quezada C. Comparison of Effects Produced by Physiological Versus Traditional Vocal Warm-up in Contemporary Commercial Music Singers. *J Voice*. 2018; 32(2): 200-208. doi:10.1016/j.jvoice.2017.03.022
  41. Kang J, Xue C, Chou A, et al. Comparing the Exposure-Response Relationships of Physiological and Traditional Vocal Warm-ups on Aerodynamic and Acoustic Parameters in Untrained Singers. *J Voice*. 2019; 33(4): 420-428. doi:10.1016/j.jvoice.2017.12.019
  42. Cardoso NSV, Lucena JA, Gomes A de OC. Immediate Effect of a Resonance Tube on the Vocal Range Profile of Choristers. *J Voice*. 2019. doi:10.1016/j.jvoice.2019.01.006

43. Baechle TR, Westcott WL. Training principles and teaching strategies. In: Baechle TR, Westcott WL. *Strength training for the elderly*. 2ed. Porto Alegre: Artmed editora LTDA, 2013, p.35-48
44. Nasser I, Gonçalves Corrêa Neto V. Strength training with low loads and high volume for hypertrophy: analysis of molecular parameters. *Rev Bras Prescrição e Fisiol do Exerc*. 2017; 1(68): 610-619.
45. Guzman M et al. Does a Systematic Vocal Exercise Program Enhance the Physiologic Range of Voice Production in Classical Singing Graduate-Level Students? *J Speech, Lang Hear Res*. 2020; 1-9. doi.org/10.1044/2020\_JSLHR-19-00362
46. Wilmore JH, Costill, DL, Kenney, Wl. *Physiology of Sport and Exercise*. São Paulo: Manole, 2010.
47. Behlau M, Moreti F, Pecoraro G. Customized vocal conditioning for singing professional voice users - case report *Rev CEFAC*. 2014; 16(5): 1713-1722. doi:10.1590/1982-021620147113

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstram que o tubo de ressonância flexível imerso em maior profundidade e associado aos vocalizes no tempo de três minutos promoveu melhor regularidade vibratória com melhora dos parâmetros de *jitter*, maior resistência glótica com a redução dos parâmetros de *shimmer*, aumento da energia e eficiência vocal com aumento da proporção GNE, melhor organização harmônica da voz que se destacou em relação ao nível de ruído com aumento do CPPS. Esses dados estão relacionados com emissão mais econômica. Não foram encontradas diferenças na voz dos cantores após a prática dos vocalizes em três minutos. Pode-se inferir que três minutos é tempo insuficiente para que vocalizes promovam efeitos na voz do cantor. Houve diferença entre as técnicas nos parâmetros de *shimmer*, GNE, Ruído, Percepção de esforço vocal e CPPS nos homens.

Os cantores referiram menor sensação de esforço após a execução de ambas as técnicas, mas a fonação em tubos proporcionou menor sensação de esforço em detrimento dos vocalizes. A percepção da voz desempenha papel importante na vida do cantor, pois essa população é propensa a notar mudanças sutis em suas vozes. Diante disso, avaliações externas refletem menos na qualidade de vida e na adesão de técnicas em comparação a autoavaliação vocal. Dos profissionais da voz, os cantores tem sido apontados como o grupo vocal mais exigente e suscetível a distúrbios da voz. Portanto, resultados positivos em pouco tempo de execução são desejáveis. A fonação em tubos associada aos vocalizes otimizou os resultados em pouco tempo de execução. Ambos atuam de forma complementar e diante do exposto, podemos afirmar que os resultados apresentados nessa dissertação podem subsidiar a atuação do fonoaudiólogo no treinamento e aperfeiçoamento técnico e vocal e de cantores.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE S.R, FONTOURA D.R, CIELO C.A. Interrelações entre fonoaudiologia e canto. **Revista Música Hodie**, v. 7, n.1, p. 83-98, 2007.
- AQUINO, F.S et al. Características da voz falada de idosas com prática de canto coral. **CoDAS**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 446-453, 2016.
- ARAÚJO, A.L.L et al. Aquecimento Vocal para o Canto Erudito: Teoria e Prática. **Revista Música Hodie**, v. 14, n. 2, 2014
- ÁVILA, M.E.B; OLIVEIRA, G; BEHLAU, M. Índice de desvantagem vocal no canto clássico (IDCC) em cantores eruditos. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri , v. 22,n. 3,p. 221-226, 2010
- AWAN, S.N, et al. Validation of the Cepstral Spectral Index of Dysphonia (CSID) as a screening tool for voice disorders: development of clinical cutoff scores. **Journal of Voice**, v 30, n. 2, p. 1-15, 2015.
- AWAN, S.N; SOLOMON, N.P; HELOU, L.B; STOJADINOVIC A. Spectral-Cepstral estimation of dysphonia severity: external validation. **Annals of Otology, Rhinology and Laryngology**,v 122(1):40-8. 2013
- AYDOS, B; HANAYAMA, E. Técnicas de aquecimento vocal utilizadas por professores de teatro. **Revista CEFAC**, v. 16, n. 5, p. 1713-1722, 2014.
- AZEVEDO, L.L et al . Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**. São Paulo, v. 15, n. 3, p. 343-348, 2010
- BAECHLE TR, WESTCOTT WL. Princípios do treinamento e estratégias de ensino. In: BAECHLE TR, WESTCOTT WL. **Treinamento de força para a terceira idade**. 2ed. Porto Alegre: Artmed editora LTDA, 2013, p.35-48
- BALASUBRAMANIAM, R.K et al. Cepstral characteristics of voice in Indian female classical Carnatic singers. **Journal of Voice**, v. 29, n. 6, p. 693-695, 2015.
- BARRET, E.A, LAM, W, YIU, E.M.L. Elicitation of Minimum and Maximum Fundamental Frequency and Vocal Intensity: Discrete Half Steps Versus Glissando. **Journal of Voice** 2018, In Press
- BEBER, B.C; CIELO, C.A; SIQUEIRA, M.A. Lesões de borda de pregas vocais e tempos máximos de fonação. **Revista CEFAC**, v. 11, n. 1, p. 134-141, 2009.
- BEHLAU M, E.T al. Avaliação de Voz. In: Behlau M. Voz: **O livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter. p. 85-180. 2008
- BEHLAU M. Voz: **o livro do especialista**. Vol 1. São Paulo: Revinter; 2001.
- BEHLAU, M et al. Voz profissional: Aspectos gerais e atuação fonoaudiológica. In: Behlau, M. **Voz o livro do especialista**. Rio de Janeiro: Reinpressão.p.288-361. 2010

- BEHLAU, M; MADAZIO, G; FEIJÓ, D; PONTES, P. Avaliação da Voz. In: **Voz o livro do especialista**. Volume I. Rio de Janeiro: Revinter. pp. 86-180. 2001
- BEHLAU, M; MORETI, F; PECORARO, G. Condicionamento vocal individualizado para profissionais da voz cantada - relato de casos. **Rev CEFAC**, São Paulo, v. 16, n. 5, p. 1713-1722, 2014.
- BORG G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, 1982.
- BROCKMANN-BAUSER, M; BALANDAT, B; BOHLENDER, J.E. Immediate Lip Trill Effects on the Standard Diagnostic Measures Voice Range Profile, Jitter, Maximum Phonation Time, and Dysphonia Severity Index. **Journal of Voice**, 2019 (no prelo)
- CAETANO, C.S. **Efeito do tempo de uso do tubo de ressonância na voz de cantores**. 2019. 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fonoaudiologia) – Curso de Fonoaudiologia, Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.
- CAMARGO, M.R.M.C et al. Tradução e adaptação cultural e linguística da Adapted Borg CR10 for Vocal Effort Ratings para o português brasileiro. **CoDAS**, São Paulo, v. 31, n. 5 2019.
- CAMARGO, M.R.M.C. et al. Tradução e adaptação cultural e linguística da Adapted Borg CR10 for Vocal Effort Ratings para o português brasileiro. **CoDAS**, São Paulo , v. 31, n. 5, e20180112, 2019
- CAMARGO, T.F; BARBOSA, D.A; TELES, L.C.S. Características da fonetografia em coristas de diferentes classificações vocais. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**. v. 12, n. 1: 10-7. 2007
- CARDOSO, N. S. V, LUCENA, J.A, GOMES, A.O.C et al. Immediate Effect of a Resonance Tube on the Vocal Range Profile of Choristers. **Journal of Voice**. 2019 (In Press)
- CHAVES, P.C. **O vocalise no repertório artístico brasileiro: aspectos históricos, catálogos de obras e estudo analítico da obra Valsa-vocalise de Francisco Mignone**. 2012. 184 p. Dissertação (Mestrado em Música) – Faculdade de Música, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.
- CIELO, C. A. et al. Exercícios de trato vocal semiocluído: revisão de literatura. **Revista CEFAC**, v. 15, n. 6, p. 1679-1689, 2013.
- CIELO, C.A et al. Tempo máximo de fonação /a/, tempo máximo de fonação previsto e tipo respiratório de mulheres adultas sem afecções laringeas. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 2, p. 358-363, 2015.
- CIELO, C.A; FRIGO L.F; CHRISTMANN M.K. Pressão sonora e tempo máximo de fonação após a técnica de finger kazoo. **Revista CEFAC**, v. 15, n. 4, p. 994-1000, 2013.
- COBETA I; NUÑEZ F; FERNANDÉZ S. **Patología de la voz**, 1ª Ed. Barcelona: Marge Médica Books, 2013

CORAZZA, V.R, et al. Correlação entre os achados estroboscópicos, perceptivo-auditivos e acústicos em adultos sem queixa vocal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 70, n. 1, p. 30-34, 2004.

COSTA, P.J.B.M. et al. Extensão vocal de cantores de coros evangélicos amadores. **Revista CEFAC**. v. 8, n.1:96-106, 2006.

CTS INFORMÁTICA.Vocalgrama: perfil de extensão vocal e da fala .Disponível em:<<http://www.ctsinformatica.com.br/vocalgrama-perfil-de-extensao-vocal-e-da-fala>>. Acesso em: 20 de maio de 2020

CTS INFORMÁTICA.Voxmetria.Disponível em:<<https://www.ctsinformatica.com.br/fonoaudiologia/voz/voxmetria-analise-de-voz-e-qualidade-vocal>>. Acesso em: 20 de maio de 2020

DELGADO-HERNÁNDEZ J, et al. Análisis cepstral de la voz normal y patológica en adultos españoles. Medida de la prominencia del pico cepstral suavizado en vocales sostenidas versus habla conectada. **Acta Otorrinolaringológica Española**, v. 69, n. 3, p. 134-140, 2018.

DIAS, C.A.S. **A voz cantada: perfil de cantores e a inter-relação com a fonoaudiologia. Curitiba, 2016.**Tese (Doutorado em Distúrbios da Comunicação) - Universidade Tuiuti do Paraná

ELGSTOM, E. El fonetograma como instrumento objetivo de análisis y evaluación de la voz. Principales em el campo de lamusica y de su enseñanza. **Eufonía. Didáctica de la música**, v. 24, p. 80-88, 2002

ENGLERT, M; MESQUITA, LG; AZEVEDO, R. Comparação entre formas de extração do tempo máximo fonatório em indivíduos sem queixas vocais. **Rev. CEFAC**, São Paulo , v. 16, n. 5, p. 1615-1620. 2014

ESCAMEZ, N.E.S. **Cantoras eruditas e populares: comparação de características vocais na canção Melodia Sentimental de Villa-Lobos.** 2015. 75f. Dissertação (mestrado) Pontífca Universidade Católica de São Paulo,2015

FADEL C.B.X, et al. Efeitos imediatos do exercício de trato vocal semiocluído com Tubo LaxVox® em cantores. **CoDAS**. v. 28, n. 5: 618-24, 2016.

FALCAO, L.M.G et al. Spectrographic analysis of the effect of vocal warm-up on the voice of choir girls. **Audiology - Communication Research**. São Paulo, v. 19, n. 4, p. 380-386, 2014

FELIPPE, A.C.N et al. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v. 72, n. 5, 659-64, 2006

GAVA JÚNIOR, W, FERREIRA L.P, ANDRADA E SILVA M.A de. Apoio respiratório na voz cantada: perspectiva de professores de canto e fonoaudiólogos. **Revista CEFAC**, v. 12, n. 4, p. 551-562, 2010

GILL, B.P; HERBST, C.T. Voice pedagogy—what do we need? **Logopedics Phoniatics Vocology** , v. 41, n. 4, p. 168-173, 2016.

GISH, A, et al. Vocal Warm-Up Practices and Perceptions in Vocalists: A Pilot Survey. **Journal of Voice**, v. 26, n. 1, p. e1-e10, 2012.

GLOVER, S.L. How and why vocal solo and choral warm-ups differ. **Choral Journal, Oklahoma**, v. 42, n. 3, p. 17-22, 2001.

GALDINO, G.D; SOUZA, B.A. Tempo máximo de fonação (tmf) em coralistas e não coralistas. **Colloquium VITAE**, v. 9, n.3, 2017.

GONÇALVES, M.I.R et al. Função de transferência das vogais orais do Português brasileiro: análise acústica comparativa. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 75, n. 5, p. 680-684, 2009.

GOULART, B.N.G; ROCHA, J.G; CHIARI, B.M. Intervenção fonoaudiológica em grupo a cantores populares: estudo prospectivo controlado. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 24, n. 1, p. 7-18, 2012

GUNJAWATE, D.R.; RAVI, R; BELLUR, R. Acoustic analysis of voice in singers: a systematic review. **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, v. 61, n. 1, p. 40-51, 2018.

GUSTEMS, J; ELGSTOM, E. **Guíapráctica para ladirección de grupos vocales e instrumentales**, 1ª Ed. Barcelona: Biblioteca de Eufonia, 2008.

GUZMAN, M et al. Does a Systematic Vocal Exercise Program Enhance the Physiologic Range of Voice Production in Classical Singing Graduate-Level Students? **Journal of Speech, Language, and Hearing Research**, p. 1-9, 2020

GUZMAN, M et al. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 471-480, 2011.

HALLIN, A.E et al. Voice and speech range profiles and Voice Handicap Index for males—methodological issues and data. **Logopedics Phoniatics Vocology**.37:47–61. 2012

HORÁČEK J.; RADOLF, V.; LAUKKANEN, A.M. Impact Stress in Water Resistance Voice Therapy: A Physical Modeling Study. **Journal of Voice**, v. 33, n.4, p. 490-496, 2019.

IZDEBSKI K. Avaliação clínica da voz: o papel e o valor dos estudos da função fonatória. In: Lalwani AK. **Current Otorrinolaringologia cirurgia de cabeça e pescoço: diagnóstico e tratamento**. São Paulo: AMGH Editora Ltda, 2013. 443-47

KANG, J, et al. Comparing the Exposure-Response Relationships of Physiological and Traditional Vocal Warm-ups on Aerodynamic and Acoustic Parameters in Untrained Singers. **Journal of Voice**, v. 33, n. 4, p. 420-428, 2019.

KIRSH, et al. Factors associated with singer's perception of choral singing well-being. **Journal of voice**, v. 27, n.6: 786 e, 25-32. 2013

LE HUCHE, F; ALLALI A. **A voz – Patologia vocal e funcional**, 2ªed. Porto Alegre: Artmed, 2005

LOIOLA, C.M, FERREIRA, L.P. Coral amador: efeitos de uma proposta de intervenção fonoaudiológica. **Revista CEFAC**, v. 12, n. 5, p. 831-841, 2010.

LOIOLA, C.M, SILVA, M.A.A. Estudo sobre a “Música comercial contemporânea”: quem deve ensinar na música não erudita. **Distúrbios da Comunicação**, v. 22, n. 3, 2010.

LOPES L.W, et al. Análise acústica de vozes infantis: contribuições do Diagrama de Desvio Fonatório. **Revista CEFAC**, v. 17, n. 4, p. 1173-1183, 2015.

LOPES, L.W et al. Medidas cepstrais na avaliação da intensidade do desvio vocal. **CoDAS**, São Paulo, v. 31, n. 4, e20180175. 2019

LOPES, L.W, et al. Relationship between acoustic measurements and self-evaluation in patients with voice disorders. **Journal of Voice**. 2017 a

LOPES, L.W, et al., “Accuracy of acoustic analysis measurements in the evaluation of patients with different laryngeal diagnoses”. **Journal of Voice**, vol. 31, no. 3, pp. 382– e15, 2017b

LOWELL, S.Y et al. Spectral-and cepstral-based acoustic features of dysphonic, strained voice quality. **Annals of Otology, Rhinology & Laryngology**, v. 121, n. 8, p. 539-548, 2012..

LUSSAC, R.M.P. Os Princípios Do Treinamento Esportivo: Conceitos, Definições, Possíveis Aplicações E Um Possível Novo Olhar. **Revista EFDeports**, v. 13, p. 121, 2008

LYCKE, H; SIUPSINSKIENE, N. Voice Range Profiles of Singing Students: The Effects of Training Duration and Institution. **Folia Phoniatria et Logopaedica** , v. 68, n. 2, p. 53-59, 2016

MAIA M.E.O, et al. Immediate effects of the high-pitched blowing vocal exercise. **J Soc Bras Fonoaudiol**, v. 24, n. 01, p. 1-6, 2012.

MAKIYAMA, K et al. The role of adjustment of expiratory effort in the control of vocal intensity: clinical assessment of phonatory function. **Otolaryngology—Head and Neck Surgery**, v. 132, n. 4, p. 641-646, 2005.

MANTERNACH, J.N, CLARK, C, DAUGHERTY, J.F. Effects of a straw phonation protocol on acoustic measures of an SATB chorus singing two contrasting renaissance works. **Journal of Voice** , v. 31, n. 4, p. 514. e5-514. e10, 2017 a.

MANTERNACH, J.N; DAUGHERTY J.F. Effects of a Straw Phonation Protocol on Acoustic and Perceptual Measures of an SATB Chorus. **Journal of Voice** , v. 33, n. 1, p. 80-86, 2019 b.

MENDES A.P, FERREIRA L.J.L, CASTRO E. Softwares e hardwares de análise acústica da voz e da fala. **Distúrbios da Comunicação**. v. 24, n. 3: 421-30. 2012

MONTEIRO, J.C et al. Principais fatores que levam os professores de canto popular a buscar ajuda fonoaudiológica. In: **CoDAS**. v. 32, n. 2, Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, 2020.

MOORCROFT L, KENNY D.T. Singer and listener perception of vocal warm-up. **Journal of Voice**, v. 27, n. 2, p. 258. e1-258. e13, 2013.

MOURÃO A.M, BASSI, I.B, GAMA, A.C.C. Avaliação eletroglotográfica de mulheres disfônicas com lesão de massa. **Revista CEFAC**, v. 13, n. 6, p. 1073-1080, 2011.

MUNIZ, M.C.M.C, SILVA, M.R.C, PALMEIRA, C.T. Adequação da saúde vocal aos diversos estilos musicais. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, v. 23, n. 3, p. 278-287, 2010.

NASSER, I, NETO, V.G.C. Treinamento de força com baixas cargas e alto volume para hipertrofia: análise de parâmetros moleculares. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício (RBPFE)**, v. 11, n. 68, p. 610-619, 2017.

NEELY, J. L.; ROSEN, C. Vocal Fold Hemorrhage Associated With Coumadin Therapy in an Opera Singer. **Journal of Voice**, v. 14, n. 2, p. 272-277, 2000.

NIETO, C.S; et al. **Tratado de otorrinolaringologia y cirugía de cabeza y cuello**, 2ª Ed. Buenos Aires; Madrid: Médica Panamericana, 2008

PATEL, R.R. et al. Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American Speech-Language-Hearing Association expert panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. **American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 27, n. 3, p. 887-905, 2018. Paulo, 2018

PESTANA P.M, VAZ-FREITAS S, MANSO M.C. **Journal of voice**, v. 31, n. 6, p. 722-727, 2017.

PORTILLO, M et al. Comparison of Effects Produced by Physiological Versus Traditional Vocal Warm-up in Contemporary Commercial Music Singers. **Journal of Voice**, v. 32, n. 2, p. 200-208, 2018.

QUINTELA, A, LEITE, I.C.G, DANIEL, R.J. Práticas de aquecimento e desaquecimento vocal de cantores líricos. **HU Revista**, v. 34, n. 1, p. 27-32, 2008.

RAMOS, L.A; GAMA, A.C.C. Effect of performance time of the semi-occluded vocal tract exercises in dysphonic children. **Journal of Voice**, v. 31, n. 3, p. 329-335, 2017.

REINATO, J.C. **Música ao seu alcance**, 1ed. Campinas-SP: edição do autor, 2014

RIBEIRO, V.V et al. Aquecimento e desaquecimento vocais: revisão sistemática. **Revista CEFAC**, v. 18, n. 6, p. 1456-1465, 2016.

ROCHA T.F, AMARAL F.P, HANAYAMA E.M. Extensão vocal de idosos coralistas e não coralistas. **Revista CEFAC**, v. 9, n. 2, p. 248-254, 2007.

SALDÍAS, M et al. Water Resistance Therapy as Vocal Warm-Up Method in Contemporary Commercial Music Singers. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v. 72, n. 1, p. 1-12, 2020.

SANTOS, C.D.L.S. **A arte da técnica vocal, caderno 1**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2017

SAUDER, C; BRETL, M; EADIE, T. Predicting voice disorder status from smoothed measures of cepstral peak prominence using Praat and Analysis of Dysphonia in Speech and Voice (ADSV). **Journal of Voice**, v. 31, n. 5, p. 557-566, 2017.

SIMBERG, S; LAINE, A. The resonance tube method um voice therapy: description and practical implementatios. **Logopedics Phoniatrics Vocology**, v. 32, n. 4, p. 165-170, 2007.

SIUPSINSKIENE N, LYCKE H. Usefulness of Spectral Range Profile in Quantitative Assessment of Voice Quality in Adults and Children. **International journal of clinical & experimental otolaryngology**, 2017, vol. 3, no. 6.

SIVHO M, DENEZOGLU I. Lax Vox voice therapy techniqe. **PEVOC**, Groningen, Holland; 2007

TAMBELI, C.H. **Fisiologia Oral**. São Paulo: Artes médicas, 2014

TITZE I.R. Voice research: The five best vocal warm-up exercises. **Journal of singing**, v. 57, n. 3, p. 51-52, 2001.

TSUJI, D.H; et al. **Videonasolaringoscopia: Fundamentos Teóricos, Aplicação Prática, Protocolos de Avaliação**, 1ª Ed. Rio de Janeiro: ThiemeRevinter, 2017

TYRMI, J; LAUKKANEN A.M. How Stressful Is “Deep Bubbling”? **Journal of voice**, v. 31, n. 2, p. 262. e1-262. e6, 2017.

VAMPOLA, T et al. Vocal tract changes caused by phonation in to a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 129, n. 1, p. 310-315, 2011.

VAYANO T, BADARÓ F. Fundamentos e atualidades em voz clínica.In: LOPES LW, et al. **Fisiologia do Exercício na clínica vocal**. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2019. Cap 6, p 75. 2019

VERDE, L; PIETRO, G; SANNINO, G. Voice disorder identification by using machine learning techniques. **IEEE Access**, v. 6, p. 16246-16255, 2018

VIEIRA, R.H; GADENZ, C.D; CASSOL, M. Estudo longitudinal de caracterização vocal em canto coral. **Revista CEFAC**, São Paulo, v. 17, n. 6, p. 1781-1791, 2015

VILELA, J.B.F.C, CARPINETTI, M.E.S. **Benefícios da inclusão do vocalise artístico no repertório do cantor lírico**. XXIV Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música – São Paulo – 2014

WATTS, C.R, AWAN, S.N. An examination of variations in the cepstral spectral index of dysphonia across a single breath group in connected speech. **Journal of Voice**, v. 29, n. 1, p. 26-34, 2015.

WILMORE, JH; COSTILL, DL; KENNEY, WL. **Fisiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Manole, 2010.

ZAMPIERI, S.A.; BEHLAU, M; BRASIL, O.O.C. do. Análise de cantores de baile em estilo de canto popular e lírico: perceptivo-auditiva, acústica e da configuração laríngea. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 68, n. 3, p. 378-386, 2002.

ZRAICK R.I, NELSON J.L, MONTAGUE J.C, et al. The effect of task on determination of maximum phonational frequency range. **Journal of Voice**, v. 14, n. 2, p. 154-160, 2000.

ZWETSCH, L.C et al. Processamento digital de sinais no diagnóstico diferencial de doenças laríngeas benignas. **Scientia Medica**, v. 16, n. 3, p. 109-114, 2006.

## APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO

**Nome:**

**Idade:**

**Naípe:**

**Data de Nascimento:**

**E-mail:**

**Profissão:**

**Telefone:**

**Tem formação em música?**       Sim    Não

**Já fez aulas de canto?**       Sim    Não

**Há quanto tempo canta?**

---

**Carga horária de canto?**

---

**Que estilo musical costuma cantar?**

---

**Realiza aquecimento vocal e desaquecimento vocal?**

Não    Raramente    Às vezes    Sempre

**Se realiza, quais exercícios mais utiliza?**

**Já foi orientado quanto aos cuidados com a voz?**       Sim    Não

**Fuma?**       Sim    Não

**Bebe com frequência?**       Sim    Não

**Tem alguma queixa relacionada à voz? Se sim, quais?**

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO /  
*CARTA DE INFORMAÇÃO***

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **EFEITO IMEDIATO DO TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES NA VOZ DE CANTORES**, que está sob a responsabilidade da pesquisadora Nathália Suellen Valeriano Cardoso, Rua dos Emancipadores N350, CEP:55813-420, telefone para contato: (81)995032493. Também participam desta pesquisa a Prof. Dra Adriana de Oliveira Camargo Gomes, [acamargogomes@gmail.com](mailto:acamargogomes@gmail.com) e a Prof. DraJonia Alves Lucena, Rua Prof Arthur de Sá, s/n- Cidade Universitária-Recife/PE CEP:50670-420, telefone para contato: (81) 9168-0045, e-mail: [jonialucena@gmail.com](mailto:jonialucena@gmail.com).

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

Essa pesquisa tem como objetivo analisar o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes na voz de cantores. Inicialmente, você será submetido ao exame de endoscopia laríngea, onde será introduzida uma fibra flexível através do seu nariz e/ou uma fibra rígida, por sua boca, e realizada a filmagem das suas estruturas internas que participam da produção da voz. Por ser um exame considerado invasivo, há possibilidade de

ocorrer alguma sensação de desconforto na região interna do nariz e na garganta durante o exame, porém, sem risco de prejuízo à saúde.

Após o exame de laringe, serão gravadas as emissões vocais da vogal /E/ em tom e volume habituais durante 5 segundos, em *glissando* ascendente até a altura máxima (mais agudo) e descendente até a altura mínima (mais grave) que seja capaz de emitir, nas intensidades mais forte possível (sem gritar) e mais fraca possível (sem sussurrar) e a emissão prolongada e individual numa só expiração da vogal /E/, até o limite máximo de ar expiratório. Você permanecerá sentado, de maneira confortável, durante as gravações e será acoplado um microfone, do tipo head set, afastado da boca em uma distância de quatro centímetros.

Em seguida será realizado um sorteio que determinará qual técnica será realizada primeiro (fonação em tubos de ressonância associado a vocalizes ascendentes e descendentes ou vocalizes ascendentes e descendentes sem fonação em tubos). A segunda técnica (determinada pelo sorteio) será realizada uma semana após a aplicação da primeira.

Na fonação em tubos você emitirá um sopro sonorizado com a vogal /u/ em vocalizes ascendentes e descendentes, evitando inflar as bochechas durante a realização. O tubo de silicone estará com a extremidade distal imersa profundamente em recipiente com água. O recipiente utilizado será uma garrafa pet de 500 ml com 2/3 de água. Na técnica em vocalizes ascendentes e descendentes, emitirá a vogal /u/, desta vez sem o uso do tubo de ressonância. Cada técnica será realizada por três minutos.

A pesquisa oferece riscos como: possível incômodo com o exame de laringe e constrangimento para realização das emissões vocais, mas tais fatores podem ser contornados, interrompendo-se a execução do exercício ou do exame e as gravações serão realizadas em um ambiente reservado para não intimidar.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação.

Os dados coletados nesta pesquisa através de gravações ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Dra. Adriana de Oliveira Camargo Gomes, no endereço já informado anteriormente, pelo período de mínimo cinco anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 – Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: [cepccs@ufpe.br](mailto:cepccs@ufpe.br)).

---

(assinatura do pesquisador)

### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **EFEITO IMEDIATO DO TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES NA VOZ DE CANTORES** como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do participante: \_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa**

**e o aceite do voluntário em participar.** (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

## APÊNDICE C – CARTA DE ANUÊNCIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA

### CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora Nathália Suellen Valeriano Cardoso, a desenvolver o projeto de pesquisa: **EFEITO IMEDIATO DO USO DO TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES NA VOZ DE CANTORES**, que está sob a orientação da Profa. Dra. Adriana de Oliveira Camargo Gomes, cujo objetivo é analisar o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes no perfil de extensão vocal de coristas.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados a pesquisadora deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Recife, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_.

---

Profa. Dra. Zulina Souza de Lira  
Coordenadora do Laboratório de Voz do Departamento de Fonoaudiologia da UFPE

**APÊNDICE D – CARTA DE ANUÊNCIA**

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE  
FILIAL DA EMPRESA BRASILEIRA  
DE SERVIÇOS HOSPITALARES

**CARTA DE ANUÊNCIA**

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos a pesquisadora NATHÁLIA SUELLEN VALERIANO CARDOSO, a desenvolver o seu projeto de pesquisa EFEITO IMEDIATO DO USO DO TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A VOCALIZES NA VOZ DE CANTORES que está sob a orientação da Profa. Dra. Adriana de Oliveira Camargo Gomes, cujo objetivo é analisar o efeito imediato do uso do tubo de ressonância associado a vocalizes no perfil de extensão vocal de coristas, neste setor de otorrinolaringologia.

A aceitação está condicionada ao cumprimento do (a) pesquisador (a) aos requisitos da Resolução 466/12 e suas complementares, comprometendo-se a utilizar os dados e materiais coletados, exclusivamente para os fins da pesquisa.

Recife, em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

**APÊNDICE E - TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE**

**Título do projeto: Efeito imediato do tubo de ressonância na voz de cantores**

**Pesquisador responsável: Nathália Suellen Valeriano Cardoso**

**Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal de Pernambuco**

**Telefone para contato: 81-995032493**

**E-mail: [nathalia.suellen85@gmail.com](mailto:nathalia.suellen85@gmail.com)**

O(s) pesquisador(es) do projeto acima identificado(s) assume(m) o compromisso de:

- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados;
- Assegurar que as informações serão utilizadas, única e exclusivamente, para a execução do projeto em questão;
- Assegurar que os resultados da pesquisa somente serão divulgados de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificar o voluntário da pesquisa.

O(s) pesquisador (es) declara(m) que os dados coletados nesta pesquisa (gravações e questionários) ficarão armazenados em um computador pessoal, sob a responsabilidade da orientadora Prof. Dra Adriana de Oliveira Camargo Gomes, Rua Prof Arthur de Sá. s/n- Cidade Universitária-Recife/PE CEP:50670-420, telefone para contato: (81) 2126-8927, e-mail: [acamargogomes@gmail.com](mailto:acamargogomes@gmail.com) pelo período de mínimo 5 anos.

O(s) Pesquisador(es) declara(m), ainda, que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, do Centro de Ciências da Saúde, da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/CCS/UFPE.

Recife, ..... de ..... de 20.....

---

**Assinatura Pesquisador Responsável**

### APÊNDICE F - PARTITURA DOS NAIPIES

#### Soprano

*J* = 158

Musical score for Soprano, measures 1-64. The score is written in treble clef with a key signature of one sharp (F#). It begins with a tempo marking of *J* = 158. The music consists of a series of eighth and sixteenth notes, with frequent changes in key signature and time signature. Measure numbers 1, 8, 14, 22, 30, 37, 45, 52, 58, and 64 are indicated at the start of their respective staves.

Musical score for Soprano, measures 71-117. This section continues the piece with similar rhythmic and melodic patterns. Measure numbers 71, 79, 87, 95, 103, 110, and 117 are indicated at the start of their respective staves.

#### Mezzo-soprano

*J* = 137

Musical score for Mezzo-soprano, measures 1-70. The score is written in treble clef with a key signature of one sharp (F#). It begins with a tempo marking of *J* = 137. The music consists of a series of eighth and sixteenth notes, with frequent changes in key signature and time signature. Measure numbers 1, 8, 15, 22, 30, 38, 45, 53, 62, and 70 are indicated at the start of their respective staves.

Musical score for Mezzo-soprano, measures 76-96. This section continues the piece with similar rhythmic and melodic patterns. Measure numbers 76, 86, 92, and 96 are indicated at the start of their respective staves.

### Contralto

*♩ = 147*

### Tenor

*♩ = 137*

### Barítono

*♩ = 137*

10

19

28

37

45

52

59

67

76

Detailed description: This block contains the first system of music for the Baritone part, spanning measures 1 to 76. It consists of ten staves of music. The tempo is marked as quarter note = 137. The key signature has one sharp (F#). The music is written in bass clef with a 3/4 time signature. The notation includes various rhythmic values such as eighth and sixteenth notes, and rests. Measure numbers 10, 19, 28, 37, 45, 52, 59, 67, and 76 are indicated at the beginning of their respective staves.

83

84

103

Detailed description: This block contains the continuation of the Baritone part, spanning measures 83 to 104. It consists of three staves. The first staff covers measures 83 and 84. The second staff covers measures 85 to 102. The third staff covers measures 103 and 104. The notation continues with rhythmic patterns similar to the previous system.

### Baixo

*♩ = 137*

8

16

24

32

40

48

54

61

69

Detailed description: This block contains the first system of music for the Bass part, spanning measures 1 to 69. It consists of ten staves of music. The tempo is marked as quarter note = 137. The key signature has one sharp (F#). The music is written in bass clef with a 3/4 time signature. The notation includes various rhythmic values such as eighth and sixteenth notes, and rests. Measure numbers 8, 16, 24, 32, 40, 48, 54, 61, and 69 are indicated at the beginning of their respective staves.

77

83

94

101

Detailed description: This block contains the continuation of the Bass part, spanning measures 77 to 102. It consists of four staves. The first staff covers measures 77 and 78. The second staff covers measures 83 and 84. The third staff covers measures 94 and 95. The fourth staff covers measures 101 and 102. The notation continues with rhythmic patterns similar to the previous system.

## ANEXO A- ESCALA BORG CR10-BR ADAPTADA PARA ESFORÇO VOCAL

Camargo MRMC, Zambon F, Moreti F, Behlau M. Tradução e adaptação cultural e linguística da Adapted Borg CR10 for Vocal Effort Ratings para o português brasileiro CoDAS 2019;31(5):1-5. DOI: 10.1590/2317-1782/20192018112

Nome completo: \_\_\_\_\_

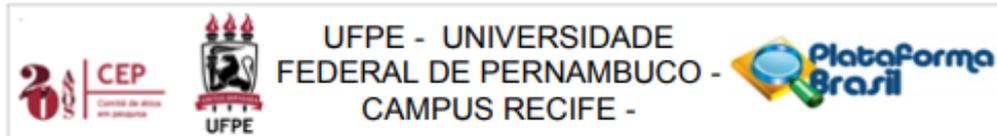
D.N.: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Data de hoje: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Assinale o número que corresponde à intensidade de esforço de voz após a realização da tarefa solicitada:

INTENSIDADE	ESCALA
Nenhum esforço vocal	0
Mínima sensação de esforço vocal (apenas percepção de esforço)	0,5
Pouquíssimo esforço vocal	1
Esforço vocal leve	2
Esforço vocal moderado	3
Grande esforço vocal	4
Esforço vocal intenso	5
	6
Esforço vocal muito intenso	7
	8
Esforço vocal extremamente intenso (quase máximo esforço)	9
Máximo esforço vocal	10

**ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DE SERES HUMANOS DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** EFEITO IMEDIATO DO TUBO DE RESSONÂNCIA ASSOCIADO A ESCALAS NA VOZ DE CANTORES

**Pesquisador:** NATHALIA SUELLEN VALERIANO CARDOSO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 07642918.1.0000.5208

**Instituição Proponente:** CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.197.980

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de um projeto de pesquisa que tem a finalidade de ser a dissertação de mestrado de Nathalia Suellen Valeriano Cardoso, fonoaudióloga, pertencente ao Programa de Pós-graduação em Saúde da Comunicação Humana, e tem como orientadora a Profa. Dra. Adriana de Oliveira Camargo Gomes e Co-orientadora: Profa. Dra. Jônia Alves Lucena, que buscarão investigar os efeitos imediatos do tubo de ressonância associado a escalas na voz de cantores.

## ANEXO C – NORMAS DA REVISTA – JOURNAL OF VOICE



THE VOICE  FOUNDATION

Log in Register Subscribe Claim  

### Submission checklist

You can use this list to carry out a final check of your submission before you send it to the Journal for review. Please check the relevant section in this Guide for Authors for more details.

#### Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded:

*Manuscript.*

- Include keywords
  - All figures (include relevant captions)
  - All tables (including titles, description, footnotes)
  - Ensure all figure and table citations in the text match the files provided
  - Indicate clearly if color should be used for any figures in print
- Graphical Abstracts / Highlights files (where applicable)*
- Supplemental files (where applicable)*

Further considerations

- Manuscript has been 'spell checked' and 'grammar checked'
- All references mentioned in the Reference List are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)
- A competing interests statement is provided, even if the authors have no competing interests to declare
- Journal policies detailed in this guide have been reviewed
- Referee suggestions and contact details provided, based on journal requirements

For further information, visit our Support Center.



### Before You Begin

#### Ethics in publishing

Please see our information pages on [Ethics in publishing](#) and [Ethical guidelines for journal publication](#).

#### Declaration of interest

All authors must disclose any financial and personal relationships with other people or organizations that could inappropriately influence (bias) their work. Examples of potential competing interests include employment, consultancies, stock ownership, honoraria, paid expert testimony, patent applications/registrations, and grants or other funding. Authors must disclose any interests in two places: 1. A summary declaration of interest statement in the title page file (if double-blind) or the manuscript file (if single-blind). If there are no interests to declare then please state this: 'Declarations of interest: none'. This summary statement will be ultimately published if the article is accepted. 2. Detailed disclosures as part of a separate Declaration of Interest form, which forms part of the journal's official records. It is important for potential interests to be declared in both places and that the information matches. [More information](#).

#### Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract, a published lecture or academic thesis, see 'Multiple, redundant or concurrent publication' for more information), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Crossref Similarity Check.

#### Use of inclusive language

Inclusive language acknowledges diversity, conveys respect to all people, is sensitive to differences, and promotes equal opportunities. Articles should make no assumptions about the beliefs or commitments of any reader, should contain nothing which might imply that one individual is superior to another on the grounds of race, sex, culture or any other characteristic, and should use inclusive language throughout. Authors should ensure that writing is free from bias, for instance by using 'he or she', 'his/her' instead of 'he' or 'his', and by making use of job titles that are free of stereotyping (e.g. 'chairperson' instead of 'chairman' and 'flight attendant' instead of 'stewardess').

#### Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors before submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only before the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the corresponding author: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors after the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

#### Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (see more information on this). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a Journal Publishing Agreement form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations. If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases.

#### Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. [More information](#).

#### Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

## Open access

Please visit our [Open Access page](#) for more information.

*Language (usage and editing services)*

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's Author Services.

## Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

## Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.



## Preparation

### *Use of word processing software*

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the [Guide to Publishing with Elsevier](#)). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on [Electronic artwork](#). To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

### Article structure

#### *Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ..., 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering)). Use this numbering also for internal cross-referencing; do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### *Material and methods*

Provide sufficient details to allow the work to be reproduced by an independent researcher. Methods that are already published should be summarized, and indicated by a reference. If quoting directly from a previously published method, use quotation marks and also cite the source. Any modifications to existing methods should also be described.

#### *Theory/calculation*

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

#### *Results*

Results should be clear and concise.

#### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is occasionally appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature except as directly relevant to the paper.

#### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

#### *Appendices*

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

#### *Vitae*

Submit a short (maximum 100 words) biography of each author, along with a passport-type photograph accompanying the other figures. Please provide the biography in an editable format (e.g. Word), not in PDF format.

### Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

### Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

### Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

#### *Abbreviations*

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

#### Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

#### Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g.,  $X/Y$ . In principle, variables are to be presented in italics. Powers of  $e$  are often more conveniently denoted by  $\exp$ . Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

#### Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

#### Artwork

##### Electronic artwork

##### General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed guide on electronic artwork is available.

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

##### Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.  
 TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.  
 TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.  
 TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors.
- Supply files that are too low in resolution.
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

##### Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

##### Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

##### Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

##### References

##### Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

##### Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

##### Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

[dataset] 1. Oguro, M, Imahiro, S, Saito, S, Nakashizuka, T. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, *Mendeley Data*, v1, 2015. <http://dx.doi.org/10.17632/xwy98nb39r.1>.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:  
<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-voice>  
 When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

#### Reference style

**Text:** Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

Example: '..... as demonstrated [3,6]. Barnaby and Jones [8] obtained a different result ....'

**List:** Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

**Examples:**

Reference to a journal publication:

[1] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, The art of writing a scientific article, *J. Sci. Commun.* 163 (2010) 51–59. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

[2] J. van der Geer, J.A.J. Hanraads, R.A. Lupton, 2018. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 19, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>.

Reference to a book:

[3] W. Strunk Jr., E. B. White, *The Elements of Style*, fourth ed., Longman, New York, 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

[4] G.R. Mettam, L.B. Adams, How to prepare an electronic version of your article, in: B.S. Jones, R.Z. Smith (Eds.), *Introduction to the Electronic Age*, E-Publishing Inc., New York, 2009, pp. 281–304.

Reference to a website:

[5] Cancer Research UK, *Cancer statistics reports for the UK*. <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreports/>, 2003 (accessed 13 March 2003).

Reference to a dataset:

[dataset] [6] M. Oguro, S. Imahiro, S. Saito, S. Nakashizuka, Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, *Mendeley Data*, v1, 2015. <https://doi.org/10.17632/xwy98nb39r.1>.

#### Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

#### Video

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include links to these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the file in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 150 MB per file, 1 GB in total. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our [video instruction pages](#). Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

#### Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

#### Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data page](#).

#### Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For supported data repositories a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

#### Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to Mendeley Data. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

#### Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).

### After Acceptance

#### Online proof correction

To ensure a fast publication process of the article, we kindly ask authors to provide us with their proof corrections within two days. Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

#### Offprints

The corresponding author will, at no cost, receive a customized Share Link providing 50 days free access to the final published version of the article on ScienceDirect. The Share Link can be used for sharing the article via any communication channel, including email and social media. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's Author Services. Corresponding authors who have published their article gold open access do not receive a Share Link as their final published version of the article is available open access on ScienceDirect and can be shared through the article DOI link.

### Author Inquiries

Visit the [Elsevier Support Center](#) to find the answers you need. Here you will find everything from Frequently Asked Questions to ways to get in touch.

You can also check the status of your submitted article or find out when your accepted article will be published.