


ARTIGO ORIGINAL – DOSSIÊ “MÚSICA E MULHERES”

# Efeitos do exercício LaxVox na ressonância do trato vocal de sopranos líricos

Suelen Scholl Matter 

Universidade de Caxias do Sul | Caxias do Sul, RS, Brasil

Marta Assumpção de Andrada e Silva 

Pontifícia Universidade Católica São Paulo | São Paulo, SP, Brasil

Zuleica Camargo 

Pontifícia Universidade Católica São Paulo | São Paulo, SP, Brasil

Leslie Picollotto Ferreira 

Pontifícia Universidade Católica São Paulo | São Paulo, SP, Brasil

Nadja Sousa 

Universidade Seminário Teológico Batista do Norte do Brasil Paulo | Recife, PE, Brasil

**Resumo:** Esta pesquisa apresenta os efeitos do uso do exercício de tubo de ressonância denominado LaxVox na ressonância vocal de sopranos líricos. Foi realizado um estudo intervencional, tendo sido analisados os âmbitos proprioceptivo, perceptivo-auditivo e acústico de três cantoras antes e após as intervenções com o tubo. Os resultados após as intervenções indicaram maior conforto fonatório, ampliação faríngea, voz considerada mais limpa e maior facilidade na emissão de notas mais agudas. No âmbito acústico foram registrados dados correlacionados a identificação de mudanças no envelope espectral, como a identificação, em nível acústico, de fenômenos de audibilidade vocal. Os dados da pesquisa corroboram o potencial do uso do LaxVox para a construção de habilidades esperadas no canto operístico, como a projeção e o brilho vocal.

**Palavras-chave:** Canto, ópera, formantes, ressonância vocal, acústica.

**Abstract:** This research presents the effects of using the resonance tube exercise called LaxVox on the vocal resonance of lyrical sopranos. An interventional study was carried out, analyzing the proprioceptive, auditory-perceptual and acoustic domains of three singers before and after the interventions with the tube. The results after the interventions indicated greater phonatory comfort, pharyngeal widening, a voice considered cleaner and greater ease in emitting higher notes. In the acoustic domain, data correlated with the personality of changes in the spectral envelope were recorded, such as the identity, at the acoustic level, of vocal audibility characteristics. The research data corroborate the potential of using LaxVox to build skills expected in operatic singing, such as projection and vocal brilliance.

**Keywords:** Singing, opera, formants, vocal resonance, acoustic.

A pesquisa originária, da qual este artigo traz um recorte, teve como objetivo principal realizar uma análise do uso de três diferentes exercícios de Trato Vocal Semiocluído (ETVSO) para a verificação dos efeitos na ressonância no trato vocal de tenores e de sopranos (Matter, 2024, p. 63). Na direção de considerar as especificidades das produções vocais femininas, apresentamos neste artigo o potencial de um desses exercícios, o LaxVox<sup>1</sup>, na implementação de estratégias de efeitos de ressonância específicos do canto lírico de sopranos. Segundo Rosenberg (2014, p. 74) há evidências de que as práticas vocais com exercícios de tubos contribuem para o aumento de áreas inertes do trato vocal e para a maximização da eficiência vocal trazendo benefícios àqueles que o utilizam. Embora esses exercícios sejam comumente utilizados na clínica vocal, permanecem lacunas com respeito a natureza de seu impacto na fonação e na promoção de economia vocal. Alguns *insights* de sua natureza foram gerados pela pesquisa de Matter (2024, p. 234) por meio da integração de dados de naturezas perceptivo-auditiva correlacionado a acústica e a articulação. Esse artigo se deteve a estudar o uso de estratégias de exercício com o tubo LaxVox na voz de três sopranos e a analisar os âmbitos proprioceptivo, perceptivo-auditivo e acústico das amostras de voz antes e após as intervenções vocais.

## 1. Fenômenos acústicos do canto operístico

No canto operístico, os artistas precisam que a voz se sobreponha ao som da orquestra (Sousa, Andrada e Silva, 2015, p. 133; Sundberg, 2018, p.158; Cordeiro, Pinho e Camargo, 2007, p. 24). Diferentemente das vozes masculinas, as vozes das sopranos se caracterizam pela produção acústica de faixas de harmônicos mais agudos do que as produzidas pelas demais vozes - quando saudáveis. Esse fato proporciona a característica da audibilidade vocal destas, devido aos agudos se caracterizarem por uma maior percepção auditiva e direcionalidade do que os graves (Cordeiro, Pinho e Camargo, 2007, p. 25). Entretanto, tal característica nem sempre corresponde a uma audibilidade associada a produção de uma qualidade vocal operística, uma vez que pode ocorrer pela

---

<sup>1</sup> O LaxVox é um tubo de silicone utilizado como Exercício de Trato Vocal Semiocluído (ETVSO) que promove benefícios na voz do cantor (Matter, 2024, p. 234).

produção de agudos dissociada de aspectos como profundidade, estabilidade e controle vocal, ou seja, do bom desempenho do canto lírico (Cordeiro, Pinho e Camargo, 2007, p. 29).

O desafio das sopranos serem ouvidas pelo público com uma orquestra sinfônica tocando em dinâmica musical em fortíssimo (*ff*), está posto, esperando-se que não seja por meio da estridência vocal ou de emissão com tensão e esforço dos timbres agudos. Para tal, o cantor precisará não apenas ter consciência fragmentada dos aspectos da produção vocal, mas saber coordená-los na produção do som, capacidade que será desenvolvida junto de professores de canto na busca por uma qualidade vocal específica (Sousa e Andrada e Silva, 2016, p.142). A qualidade vocal refere-se à "coloração auditiva geral da voz", sem alterar o desempenho fonêmico. Em termos musicais, ela é semelhante ao timbre, sendo algumas características devidas às "configurações habituais de longo termo" de articulação da voz (Laver, 1980; Erickson, 2021).

Alguns efeitos acústicos que influenciam a audibilidade e a qualidade vocal podem ser mensurados por meio de análises de amostras de voz; por isso, apresentamos inicialmente uma visão geral dos termos necessários para que o leitor compreenda as conceitualizações e conclusões discutidas ao longo deste artigo.

Segundo a acústica vocal, os harmônicos da voz (H1, H2, etc) são frequências componentes de um sinal periódico produzidas pela atividade vibratória das pregas vocais. Essa vibração gera o som que, ao passar pelo trato vocal supraglótico, é modificado e potencializado em faixas específicas de harmônicos. Acusticamente, estes harmônicos são seletivamente amplificados por coincidirem com as frequências de vibração do trato em determinada configuração. Tais frequências amplificadas, ao serem irradiadas pelo ressonador, são denominadas formantes e determinam tanto a qualidade fonética da vogal quanto particularidades da qualidade vocal ou do timbre (Sundberg, 2018, p. 22).

Cada "som vocal"<sup>2</sup> possui uma frequência fundamental ( $f_0$ ), harmônicos múltiplos desta, sub-harmônicos, frequências ressonantes do trato vocal e cinco formantes principais que dependem das configurações das cavidades ao longo do trato vocal, a saber, F1, F2, F3, F4 e F5, cujas curvas características podem ser extraídas pela análise acústica (Barbosa e Madureira, 2015, p. 82). Do ponto de vista das correlações acústicas e articulatórias, quanto às mudanças de área transversal, o primeiro

---

<sup>2</sup> O conceito de "som vocal" inclui "todos os sons produzidos pela passagem do fluxo de ar pulmonar pelas pregas vocais em vibração e pelo trato vocal e, por vezes, também pela cavidade nasal" (Sundberg, 2018, p. 19).

formante (F1) está relacionado à posição de língua e de mandíbula, chamado sistema linguomandibular. Este formante se altera conforme a posição da língua no eixo vertical, conforme a altura da mandíbula, e conforme a o espaço da cavidade posterior (faringe). Algumas posturas de trato vocal elevam a frequência de F1, tais como a abertura da mandíbula, a língua em posição mais baixa e uma menor cavidade faríngea. O segundo formante (F2) corresponde à posição da língua no eixo horizontal (movimento anteroposterior). Quanto mais anteriorizada a língua estiver, maior será a tendência do F2 se elevar, e quanto mais posteriorizada, menor será o valor de F2. Para o autor, F1 e F2 são os principais determinantes das vogais, responsáveis pela identidade fonética.

O terceiro formante (F3) está relacionado com o espaço entre a ponta de língua e a região anterior do trato vocal (passagem de constrição) e tende a se elevar quando a ponta de língua está próxima aos dentes inferiores. O quarto formante (F4) está relacionado com a laringe (suas dimensões), com o comprimento do trato vocal e com áreas próximas a ela, como o ventrículo laríngeo, que é uma porção entre as pregas vocais e as pregas vestibulares, aumentada quando a laringe está em posição mais baixa. O aumento da área transversal do tubo laríngeo causa uma diminuição da frequência do quarto formante. Assim como o F4, o quinto formante (F5) e os formantes mais elevados serão determinados principalmente pela laringe, estando relacionados com a qualidade vocal, e possuem maior variação com a qualidade única da voz do indivíduo, ou seja, o timbre vocal (ibidem). Os formantes também podem ser modificados se o comprimento geral do trato vocal (área entre as pregas vocais e os lábios) for aumentado ou diminuído. Quando a laringe é abaixada ou os lábios são protruídos (arredondados), todos os formantes são baixados, e quando a laringe é elevada e os lábios estirados (em sorriso) todos os formantes são elevados (Sundberg, 2018, p. 143-144).

À luz dos conceitos que foram apresentados, e adentrando a temática dos aspectos da voz feminina, ela tem níveis de F0 (frequência fundamental)<sup>3</sup> habitual situados em torno de 220 Hz, mas na medida em que a cantora emite notas cada vez mais agudas, como uma nota em 500Hz, vai ocorrendo o deslocamento do harmônico fundamental para uma posição entre o primeiro e segundo formantes da vogal articulada, o que torna a vogal pouco audível no canto. É com a abertura da mandíbula que F0 e F1 podem ser sobrepostos fazendo com que o harmônico fundamental

---

<sup>3</sup> A frequência fundamental é a frequência do parcial mais grave do espectro sonoro (Sundberg, 2018, p. 303).

(correspondente à frequência fundamental) coincida com F1 e que resulte na maior audibilidade da voz.

No canto, porém, à medida que a fundamental aumenta, aumenta também o espaçamento entre os termos da série harmônica gerada na laringe, diminuindo a concentração de harmônicos em torno dos formantes e perdendo-se os ganhos da ressonância com os formantes. Hipoteticamente, uma soprano está emitindo uma nota em 500 Hz, mas o harmônico fundamental está entre o primeiro e o segundo formantes da vogal articulada ([u]). Desta forma, a amplitude do harmônico fundamental é relativamente pequena e a voz tem pouca audibilidade. A técnica utilizada para aumentar a amplitude do harmônico fundamental é ajustar o primeiro formante (F1), fazendo-o coincidir com F0, através do abaixando da mandíbula, gesto que tem certa seletividade sobre F1 (Lindblom e Sundberg, 1971). Com isso, o harmônico fundamental aumenta pela ressonância com F1, resultando num ganho na audibilidade da voz sem que haja aumento na energia utilizada na fonação (Vieira, 2004, p. 73-74).

Nas sopranos, o fenômeno de sintonia F0-F1, é uma técnica utilizada para sintonizar harmônico e formante e se dá por meio de um ajuste fisiológico de abertura mandibular. Para aumentar a amplitude do harmônico fundamental a soprano pode fazer com que o primeiro formante (F1) coincida com a frequência fundamental (F0) através deste recurso mandibular (Vieira, 2004, p. 73-74).

Além da sintonia F0- F1, outro fenômeno é o formante do cantor, mais estudado em vozes masculinas. Este pode ser explicado por três âmbitos principais, o acústico, o articulatório e o perceptivo. Além disso, pode ser produzido pelas diferentes classificações vocais (baixo, barítono, tenor, contratenor, contralto, mezzosopranos e soprano) e tais classificações podem apresentar ajustes fonatórios específicos para esta produção.

No âmbito acústico, quando as faixas de altas frequências da voz são amplificadas, esta começa a se sobrepor à massa sonora da orquestra. Uma das justificativas é o fato de estarem sendo amplificadas faixas em torno de 2 e 3 kHz<sup>4</sup>, enquanto os valores espectrais médios da orquestra e da fala estão concentrados nas faixas de 400 e 500 Hz. Isso permite que a voz seja ouvida com clareza, seja pela amplificação das faixas altas, seja pelo agrupamento dos formantes três e quatro, ou ainda

---

<sup>4</sup> Na análise dos componentes de um som utiliza-se a medida da frequência em KHz (quilohertz). Um quilohertz corresponde a mil hertz (Barbosa e Madureira, 2015, p.126).

pelo agrupamento de um quinto formante<sup>5</sup>. Quando, na emissão de voz cantada, o quinto formante se aproxima do agrupamento dos formantes três e quatro, ocorre o evento denominado “formante extra”, que é quando este passa a se localizar abaixo do quarto formante da voz falada, trazendo ainda mais ganho na função de transferência do trato vocal (Sundberg, 2018, p. 161).

No âmbito articulatório, o abaixamento da laringe e a expansão da faringe são os principais ajustes articulatórios responsáveis pela produção do fenômeno do formante do cantor. Quando a laringe passa da posição elevada para a posição rebaixada, ocorre uma queda de aproximadamente 17% na frequência do quarto formante e de 11% na frequência do terceiro formante, aproximando-os. Por outro lado, alguns cantores podem ter configurações de faringe e laringe que não requerem ajustes na configuração do trato vocal, como um cantor com faringe naturalmente alargada e tubo laríngeo estreitado (Sundberg, 2018, p. 158).

Um estudo de Johann Sundberg (1974, p. 838) comparou a voz falada e a voz cantada de cantores de ópera e demonstrou que as posições articulatórias que dão origem ao formante do cantor são a laringe em posição mais baixa, a mandíbula mais aberta (mais baixa) e a faringe em posição mais baixa. Para o autor, esse rebaixamento da laringe é típico do canto profissional masculino. Os achados do autor corroboram a influência dos articuladores no desenvolvimento do fenômeno e demonstram que existem diferenças nas vogais faladas e cantadas dos mesmos cantores de ópera, dados que comprovam a ocorrência de ajustes de configuração articulatória por parte deles.

No âmbito perceptivo, habilidades vocais específicas são responsáveis por uma emissão vocal considerada lírica, descritas perceptivamente por meio de diferentes metáforas, propriocepções, sensações e nuances de percepção de som claro e escuro. Para Pillot e Quattrocchi (1996, p. 336), o cantor lírico formado possui brilho vocal, beleza vocal, voz bem articulada e vibrante. Outros autores e professores de canto lírico também acrescentaram a importância da projeção vocal, atribuindo a importância do corpo como um todo (Sousa, Andrada e Silva, 2016, p. 136). Destas competências, outra, a do formante do cantor, também é descrita como um recurso, pelo seu potencial em contribuir para que a voz do cantor se destaque da sonoridade da orquestra (Sundberg, 2018, p.158).

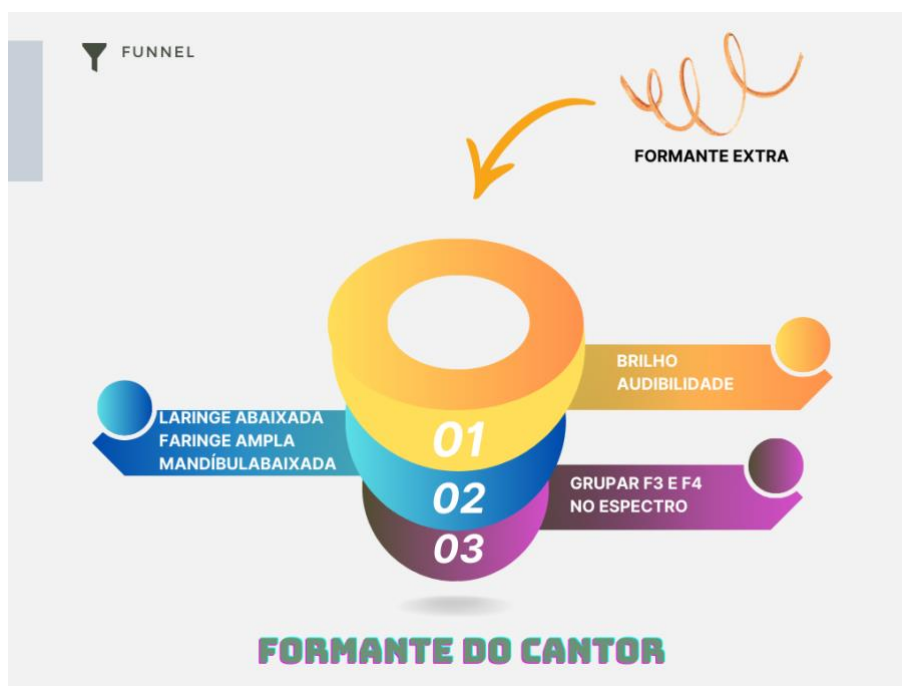
---

<sup>5</sup> Acusticamente, os formantes determinam as particularidades da qualidade vocal ou do timbre do cantor. O valor dos formantes 1, 2, 3, 4 e 5 depende da área transversal da faringe, de articuladores fixos e de articuladores móveis, cujos valores podem ser mensurados acusticamente (Sundberg, 2018, p. 143-144).

A percepção do formante do cantor, especificamente, está relacionada à percepção da voz lírica em correlação ao brilho vocal e a voz clara e rica em harmônicos (Pillot e Quattrocchi, 1996, p. 335). Sundberg (2018, p. 179-180), afirma que o fenômeno é mais necessário às vozes graves. Contudo, ele afirma que este fato não inibe que exista ou que possa ser produzido por mulheres.

O fato de vozes masculinas terem parciais mais intensos entre o terceiro e o quarto formantes não exclui a possibilidade de mulheres também terem essa aproximação e aumentarem a função de transferência do trato vocal. Sopranos, por exemplo, também podem utilizar o formante do cantor pelo recurso de aproximação entre o terceiro e o quarto formante, fato constatado na tese de Matter (2024a). Mesmo as sopranos tendo favorecimento em termos de audibilidade por cantarem notas acima de 500 Hz (dó 4), ou seja, acima da faixa da orquestra, elas também podem utilizar o recurso do formante do cantor para ter mais ganhos. Os principais aspectos do fenômeno formante do cantor, em nível acústico, articulatório e perceptivo, que foram supracitados, estão apresentados na figura 1.

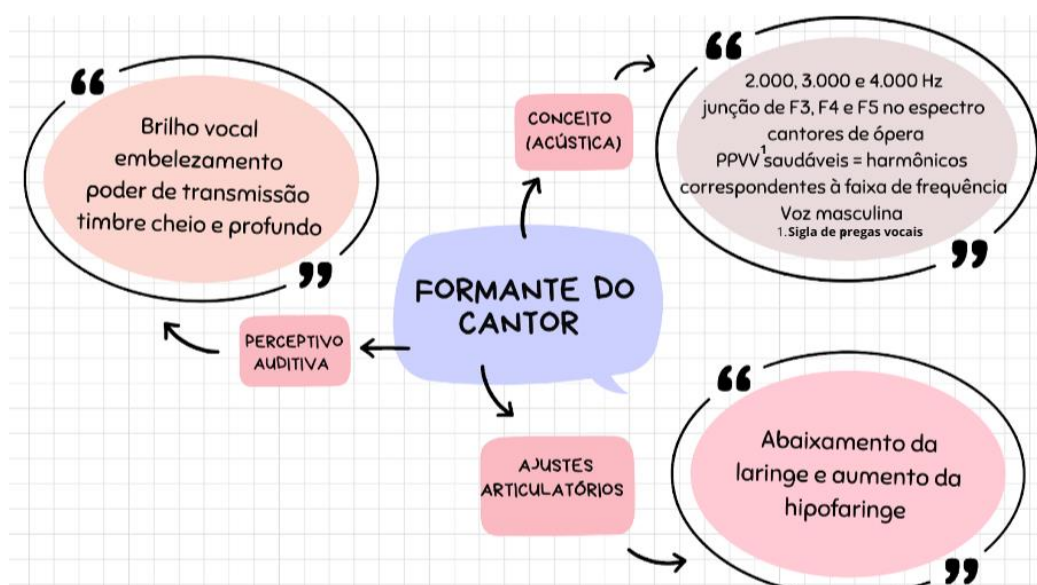
FIGURA 1 – Imagem criada e ilustrada pelas autoras representando os aspectos multidimensionais intrínsecos ao fenômeno do formante do cantor, os quais são: brilho, audibilidade, laringe baixa, faringe ampla, mandíbula abaixada e agrupamento de F3 e F4 no espectro. A imagem ilustrativa realizada pelas autoras teve como base os achados de Sundberg (2018, p.142-144).



Fonte: imagem das autoras.

Somada à descrição do formante do cantor de Sundberg (2018, p. 159), apresentada acima, demais pesquisas adicionaram mais aspectos ao estudo do fenômeno como a necessidade de as pregas vocais estarem saudáveis para poderem produzi-lo e a associação deste com a embelezamento vocal e com o poder de transmissão (Cordeiro, Pinho e Camargo, 2007, p. 26). Tais aspectos podem ser visualizados na figura 2.

FIGURA 2 – Na imagem são apresentados os aspectos multidimensionais do formante do cantor com base em uma revisão integrativa realizada por Matter (2024a). Os conceitos estão relacionados com os dados de pesquisas sobre o formante do cantor (Gusmão et al., 2010; Mainka et al., 2015; Keller et al., 2017; Titze et al., 2017).



Fonte: imagem das autoras.

### 1.1 As particularidades das vozes femininas

As sopranos operísticas são favorecidas em termos de audibilidade em relação à orquestra sinfônica porque cantam notas musicais acima de 500 Hz (C 4), ou seja, acima da faixa sonora orquestral. Por outro lado, contraltos, cantam principalmente notas abaixo de 500 Hz, tendo, portanto, menos chances de serem ouvidas. Esse entendimento pode justificar porque o formante do cantor tende a ser mais proeminente e necessário em contraltos do que em sopranos, já que sopranos, por cantarem frequências mais agudas podem ser favorecidas em termos da percepção da audibilidade pelo ouvido humano (Cordeiro, Pinho e Camargo, 2007, p. 29).



Em relação aos recursos vocais nas vozes de sopranos, quanto mais aguda a nota musical cantada, mais espaçados ficam os parciais harmônicos na representação gráfica do som<sup>6</sup>. Para manter a audibilidade, são implementados ajustes entre parciais e formantes. A partir da emissão das notas agudas, começa a ocorrer uma sincronicidade de frequência de harmônicos com a dos formantes, e essa voz precisa se ajustar para que os picos de ressonância coincidam com os harmônicos, de modo a amplificá-los e a obter um som com qualidade (Souza et al., 2020, p.648.e48)

Outro recurso acústico utilizado pelas sopranos pode ser o ajuste do primeiro formante para uma frequência ligeiramente superior à frequência habitual de fonação. Esse ajuste resulta em ondas de pressão do som vocal “[...] que podem ser tão intensas que superam a pressão do ar pulmonar que flui pela glote [...]”. Essa sensação poderia, portanto, sinalizar um uso mais eficaz do fluxo de ar sonoro” (Sundberg, 2018, p. 176). Esse tipo de evento contribui para controlar o uso do primeiro formante como estratégia de reforço do nível sonoro vocal. O ajuste faz com que o fluxo aéreo inverta a direção durante uma fração do ciclo glótico, ou mesmo retorne o ar aos pulmões durante um curto período da fase aberta do ciclo glótico, contribuindo para um melhor aproveitamento do fluxo aéreo (Schutte e Miller, 1986, p. 390-391).

Quanto à fisiologia da voz feminina, pequenos ajustes de esforço muscular aumentam consideravelmente o nível sonoro da voz da soprano, como ampliar a abertura mandibular ou labial, ou achatar o formato da língua. Essas adaptações articulatórias na emissão de notas agudas permitem potencializar o nível sonoro da voz com pouco esforço muscular. Outro aspecto a destacar é a associação entre o aumento da intensidade fonatória e o aumento específico da pressão subglótica, que pode ser balanceado nas altas frequências quando se utiliza a primeira estratégia de ajuste de formantes citada acima (Schutte e Miller, 1986, p. 390-391).

Para sopranos, no âmbito articulatório, a abertura mandibular é um recurso eficaz na elevação da frequência do primeiro formante para aumentar a audibilidade vocal. O que pode influenciar este e outros formantes é o comprimento do trato vocal, como o estiramento dos lábios (elevando os formantes) ou a protrusão dos lábios (diminuindo a frequência dos formantes). Tanto mulheres quanto homens podem elevar a laringe ou adotar uma postura laríngea progressivamente mais baixa

---

<sup>6</sup> A representação gráfica do som pode ser realizada pela análise espectral e pela espectrografia, estas ferramentas de análise mostram a composição do som (Barbosa e Madureira, 2015, p. 140).

enquanto cantam notas mais altas. Esse fato pode modificar o comprimento do trato vocal, fazendo com que ele seja limitado pela elevação laríngea em direção às notas altas (Sundberg, 2018, p. 155-156).

No âmbito fisiológico da voz feminina, o comprimento da cavidade oral é de aproximadamente 85 por cento do comprimento da cavidade masculina, e sua faringe corresponde a 77 por cento do comprimento da faringe masculina, ou seja, o trato vocal feminino não é uma cópia diminuída do trato vocal masculino (Sundberg, 2018, p.145), pois apresenta conformações específicas.

Com base no exposto, destacam-se particularidades da voz feminina que justificam o presente estudo. Considerando as especificidades do trato vocal feminino, a intervenção investigou os efeitos de exercícios vocais em sopranos, analisando o uso do LaxVox e os ajustes ocorridos na ressonância vocal.

## **2. Materiais e método**

Esta é uma pesquisa de intervenção, cujo projeto completo incluiu o estudo com 18 cantoras, 9 sopranos e 9 tenores, utilizando diferentes exercícios ETVSO. No presente artigo apresentamos os resultados do uso do LaxVox em 3 sopranos.

Foram realizadas intervenções com o objetivo de analisar perceptivo-auditivamente, acusticamente (padrão formântico pré e pós-intervenção, tais como a frequência e intensidade dos formantes e de intensidade harmônica) e a propriocepção das cantoras após a intervenção. De acordo com os preceitos éticos da pesquisa com seres humanos, as participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido concordando em participar da pesquisa e os dados de identificação são sigilosos.

As sopranos da amostra tinham, no máximo, um ano de experiência com práticas vocais de canto lírico sendo, portanto, iniciantes. No momento da coleta das amostras vocais, ainda estavam em processo de desenvolvimento de habilidades de canto. Elas foram convidadas para o projeto de pesquisa maior que inspirou o artigo por amostragem intencional (Fontanela e Turato, 2008), sendo recomendadas por contatos profissionais da pesquisadora. Dentre as sopranos, foi realizado o

processo de randomização relacionado a escolha dos exercícios realizados com as sopranos. Havia 3 tipos de dispositivos de intervenção sendo testados: o LaxVox, o canudinho de alta resistência e o uso copo de isopor. Estas, por sorteio, realizaram o exercício do LaxVox.

Como critério de inclusão, as sopranos deveriam estar em bom estado de saúde no dia da coleta e não apresentar queixas vocais. No dia marcado para a coleta, as cantoras foram contatadas via WhatsApp para verificar se estavam bem de saúde. Quando não estavam, a coleta era remarcada para outro dia.

Quanto à caracterização do perfil das sopranos, as sopranos 1 e 2 são cantoras que cursam Graduação em Música e que já fizeram aulas de canto lírico por meio de Curso de Licenciatura em Música. Elas podem ser consideradas mais experientes do que a soprano 3, por terem tido acesso ao conhecimento em nível universitário, embora tenham apenas um ano de experiência com práticas vocais de canto lírico (o que é considerado pouco tempo). A soprano 3 é cantora solista, participa de grupos vocais, mas nunca fez aulas particulares de canto lírico, no entanto, já recebeu instruções sobre técnica vocal de uma professora especialista em canto durante um curso de extensão em Música.

Quanto às estratégias de exercícios foi utilizado um tubo de ressonância LaxVox imerso em garrafa de 500 ml, preenchida com 350 ml de água. Foram realizadas três variações de emissão no LaxVox imerso em água a uma profundidade de três centímetros: a) emissões sustentadas de [vu]<sup>7</sup> em três tons acima da nota mais grave emitida por cada participante durante um minuto; b) emissões de glissandos ascendentes da região grave para a região aguda da voz com duração de um minuto e meio. A duração dos exercícios foi baseada na literatura (Menezes et al., 2011; Cielo et al., 2013; Menezes et al., 2005).

Antes e imediatamente após a execução das estratégias foram coletadas amostras de voz das sopranos: gravação de [ɔ]<sup>8</sup> em voz falada (três gravações: intensidade fraca, média e forte); gravação das palavras faladas [ɔ]pera, [e]fetivar (três gravações: fraca, média e forte); e canto de [ɔ] em altura pré-determinada e em dinâmica de *crescendo* (três gravações: fraca, média e forte). As cantoras

<sup>7</sup> [vu] é a transcrição fonética do som realizado pelas sopranos no exercício e corresponde a vocalização da consoante “v” seguida imediatamente pela vogal “u”.

<sup>8</sup> [ɔ] é a transcrição fonética da vogal “ó” vocalizada.

também foram gravadas cantando dois trechos da ária “Ó mio babbino caro”, da Ópera Gianni Schichi de Giacomo Puccini (1858–1924), compassos 6, 7, 8, 28, 29 e 30 (figura 3).

Todas as sopranos cantaram o mesmo trecho a fim de possibilitar que a análise fosse realizada em mesmo repertório, com mesmas vogais e alturas musicais. Elas não tinham domínio da peça, sendo necessário que estudassem o repertório. Para que fosse possível aprenderem o trecho, a pesquisadora enviou um áudio cantado da melodia.

FIGURA 3 – Trechos da ária de ópera “Ó mio babbino caro” da Ópera Gianni Schichi de Giacomo Puccini (1858–1924), compassos 6, 7, 8, 28, 29 e 30.



Fonte: Cesar Madeira (2021)

O procedimento de coleta se deu antes e após a realização dos exercícios com LaxVox. Destas amostras foram analisados os âmbitos perceptivo-auditivo, acústico e proprioceptivo das amostras vocais coletadas. Quanto à análise perceptivo-auditiva, foram selecionadas amostras de voz de pré e de pós-intervenção consideradas pertinentes ao estudo. Essas foram catalogadas e organizadas em

pastas no *drive* (sem identificação dos nomes das cantoras) e compartilhadas com três avaliadores convidados (professores de canto formados em música, nível superior) para a comparação das diferenças entre as amostras intrasujeitos.

Na análise acústica, foram mensuradas as seguintes medidas: análise de espectrograma de banda estreita e banda larga de curto termo – Linear Predictive Code (LPC)<sup>9</sup>, espectro de Fourier<sup>10</sup> e do formante cantor<sup>11</sup>; e o Long-Term Average Spectrum (LTAS)<sup>12</sup>, traduzido como espectro médio de longo termo –, análise de longo termo, sendo observados o padrão formântico pré e pós-intervenção, tais como a frequência e intensidade dos formantes e a intensidade harmônica.

Quanto à análise proprioceptiva, após a intervenção, cada cantora era convidada a preencher dois questionários, os quais foram entregues imediatamente após a intervenção para que pudessem ser comparadas as sensações das diversas emissões vocais dos momentos antes e depois do uso do LaxVox.

### 3. Resultados

Os resultados de cada uma das três sopranos e dos três âmbitos analisados (perceptivo-auditivo, acústico e proprioceptivo) estão apresentados abaixo.

#### 3.1 Soprano 1

##### 3.1.1 Âmbito perceptivo-auditivo

---

<sup>9</sup> O Linear Predictive Code (LPC) é uma técnica de análise espectral do som que possibilita a visualização do traçado dos valores das frequências dos formantes superposto ao traçado do espectrograma (Barbosa e Madureira, 2015, p. 157).

<sup>10</sup> A análise do espectro de Fourier é a representação espectral de ondas sonoras que permite descobrir as amplitudes e fases das ondas estacionárias simples (ibidem, p. 146).

<sup>11</sup> O formante do cantor é um fenômeno acústico que ocorre no trato vocal e que possibilita a amplificação sonora da voz (Sundberg, 2018, 158-159).

<sup>12</sup> O LTAS é uma ferramenta de análise acústica que permite avaliar a média da frequência e intensidade de um sinal de voz ao longo de um período maior de uma amostra de voz (Master, 2006, p. 112).

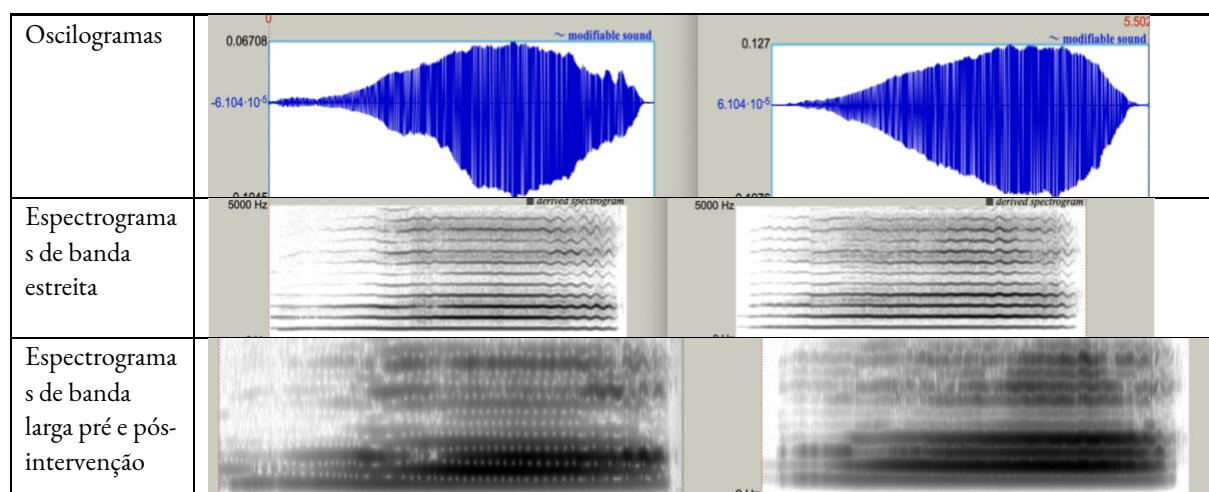
No âmbito perceptivo – auditivo, os professores de canto que avaliaram as amostras de voz da soprano 1, antes e após a intervenção, perceberam brilho vocal, projeção vocal e estabilidade vocal na vogal [ɔ] em *crescendo* no pós-exercício. Na ária cantada perceberam novamente brilho, projeção, estabilidade vocal e, também, profundidade vocal.

### 3.1.2 Âmbito acústico

Como resultados das análises acústicas pós-intervenção, a soprano 1 apresentou mudança no envelope espectral inteiro.

No oscilograma da cantora identificou-se melhora no controle vocal, percebido na análise acústica pelo desenho contínuo na execução de dinâmica musical *crescendo* em nota sustentada. Identificou-se a presença de harmônicos agudos acima de 2.000 Hz mais destacados nos espectrogramas de banda estreita e de banda larga do pós-exercício, desde o início da emissão. Na análise LPC e Fourier pré e pós-intervenção também se identificou reforço de intensidade de harmônicos mais agudos. Quanto à sintonia entre harmônicos e formantes, F1 se deslocou passando a sintonizar com H2, um dado interessante. Não houve modificação da amplitude do primeiro harmônico entre as amostras. Quanto a análise da ária cantada, identificou-se o reforço de harmônicos na faixa de 3000 a 4000 Hz. Os dados acústicos podem ser visualizados no quadro 1.

QUADRO 1 –Dados acústicos de amostras de voz da soprano 1, pré e pós-intervenção, respectivamente, plotados no software PRAAT



LPC e Fourier pré e pós- intervenção	[ɔ] cantado pré- exercício (dinâmica <i>p</i> ) 	[ɔ] cantado pré- exercício (dinâmica <i>f</i> ) 	[ɔ] cantado pós- exercício (dinâmica <i>p</i> ) 	[ɔ] cantado pós-exercício (dinâmica <i>f</i> ) 
Padrão de formantes e harmônicos	F5 indefinido F4 4.203 Hz F3 3.103 Hz F2 1.208 Hz F1 426 Hz  H2 833,3 Hz/ 3 dB H1 413 Hz/ 21,4 dB Nível sonoro total: 47,08 dB	F5 4.083 Hz F4 3.051 Hz/ 21,1 dB F3 1.737 Hz/ 21,1 dB F2 1.255 Hz F1 789 Hz/ 58,5 dB  Pico do formante do cantor em 3051 Hz (L3-L1) = 37,4 dB  H2 826 Hz/ 40,7 dB H1 420 Hz/ 33,7 dB Nível sonoro total: 67,27 dB	F5 4.294 Hz F4 3.233 Hz F3 1.634 Hz F2 805 Hz F1 538 Hz  H2 819 Hz/ 31,3 dB H1 413 Hz/ 31,6 dB Nível sonoro total: 59,57 dB	F5 4.057 Hz F4 3.113 Hz/ 39 dB F3 1.787 Hz/ 39 dB F2 1.596 Hz F1 845 Hz/ 65,5 dB  Pico do formante do cantor em 3.113 Hz (L3-L1) = 26,5 dB  H2 819,92 Hz/ 46 dB H1 413,06/ 35,8 dB Nível sonoro total: 72,8dB
LTAS - Espectro médio de longo termo	LTAS (pré-LaxVox) Amostra: trecho da ária "O mio babbino caro". Duração do trecho: 24 s 		LTAS (pós-LaxVox) Amostra: trecho da ária "O mio babbino caro" Duração do trecho: 16 s 	

Fonte: Matter (2024, p. 77 - 85)

### 3.1.3 Âmbito proprioceptivo

No âmbito proprioceptivo após o LaxVox, a soprano 1 percebeu abertura de espaço faríngeo, relaxamento muscular, voz mais livre e limpa, laringe mais baixa e agudos mais fáceis de serem emitidos.

O autorrelato proprioceptivo da soprano 1 trouxe esclarecimentos sobre os ajustes articulatórios resultantes da intervenção versus aqueles adotados pela cantora, uma vez que cantores são habilidosos em ajustar o trato vocal no canto. Ao considerar as respostas da soprano no

autorrelato proprioceptivo, ficou esclarecido que nas amostras de voz pré- LaxVox ela fez ajustes de trato vocal, buscando emitir uma voz com sonoridade lírica. Para isso, mudou o filtro vocal, o palato, a língua e ainda relatou que utilizou maior abertura de boca (abertura mandibular). Para além dos efeitos do exercício LaxVox na voz da cantora, fica claro que ela realizou ajustes antes do exercício. Após o exercício, a soprano relatou que não precisou fazer ajustes para ter essa sonoridade, denotando que a emissão foi facilitada resultando em agudos mais facilmente emitidos, voz mais limpa, sendo desnecessário fazer tantos ajustes vocais. No entanto, ela continuou adotando a técnica de abertura mandibular mesmo após o LaxVox.

Pode-se considerar que houve um efeito do exercício na voz da, mas também uma escolha de ajustes vocais para conseguir a emissão desejada tanto no pré-exercício quanto no pós-imediato. A maior diferença nas respostas pré e pós esteve na percepção de maior facilidade após o LaxVox, como os agudos mais fáceis e a voz mais limpa, além da percepção de laringe mais baixa e de faringe mais ampla.

## **3.2 Soprano 2**

### **3.2.1 Âmbito perceptivo-auditivo**

Os professores de canto que avaliaram a voz da soprano 2 perceberam, principalmente, estabilidade vocal na emissão do [ɔ] em crescendo pós-LaxVox. Na ária cantada perceberam brilho, profundidade, estabilidade e maior projeção vocal.

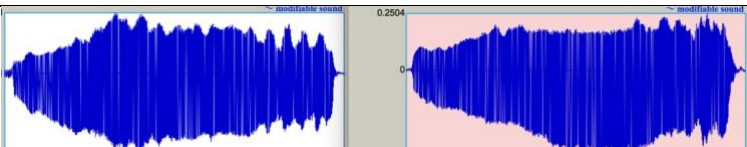
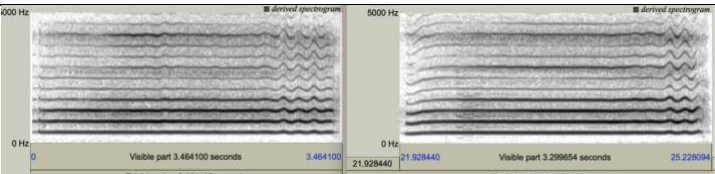
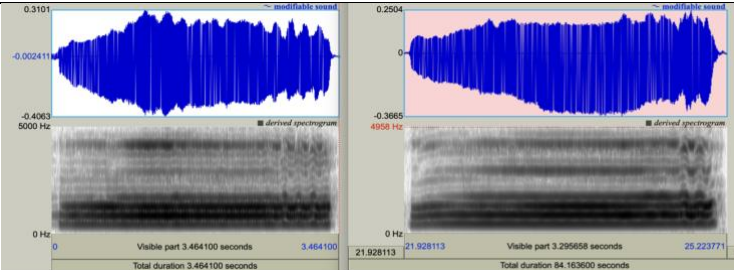
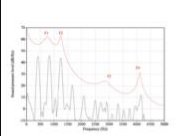
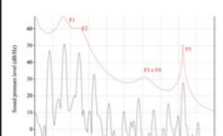
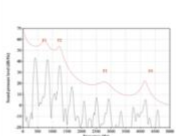
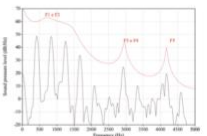
### **3.2.2 Âmbito acústico**

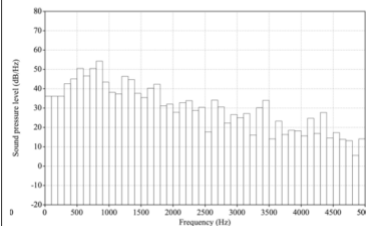
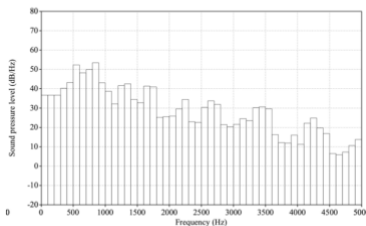
Como resultados das análises acústicas pós-intervenção, a soprano 2 apresentou mudança no envelope espectral inteiro. No oscilograma identificou-se melhora no controle vocal, percebido na análise acústica pelo desenho contínuo na execução de dinâmica musical *crescendo* em nota sustentada. O traçado de F4 apresentou-se mais estável e regular (sem tanta variação em frequência) identificou-se também, o correlato perceptivo-auditivo de maior estabilidade vocal, o qual tem



associação com a estabilidade laríngea. Identificou-se a presença de harmônicos agudos acima de 2.000 Hz mais destacados nos espectrogramas de banda estreita e de banda larga do pós-exercício. Na análise LPC e Fourier pré e pós-intervenção também se identificou reforço de intensidade de harmônicos mais agudos, principalmente do sétimo harmônico. Quanto à sintonia entre harmônicos e formantes, o F1 diminuiu em frequência, e não se apresentou em sintonização com harmônicos. Já F3 e F4 sintonizaram com H7 marcando ganhos nessa faixa de agudo. Também houve modificação da amplitude do primeiro harmônico denotando mudança na emissão, em nível glótico (H1 apresentou-se com maior intensidade que H2). Quanto a análise da ária cantada, identificou-se o reforço de harmônicos na faixa de 3000 a 3500 Hz. Os dados acústicos podem ser visualizados no quadro 2.

QUADRO 2 – Dados acústicos de amostras de voz da soprano 2 pré e pós-intervenção plotados no software PRAAT

Oscilogramas				
Espectrogramas de banda estreita				
Espectrogramas de banda larga pré e pós-intervenção				
LPC e Fourier pré e pós-intervenção	[o] cantado pré-exercício (dinâmica p)	[o] cantado pré-exercício (dinâmica f)	[o] cantado pós-exercício (dinâmica p)	[o] cantado pós-exercício (dinâmica f)
				

Padrão de formantes e harmônicos	F5 indefinido F4 4.114 Hz F3 2.890 Hz F2 1.252 Hz F1 762 Hz/ 61,8 dB  H2 833 Hz/ 45,9 dB H1 417 Hz/ 45,4 dB Nível sonoro geral: 74,97dB	F5 4.123 Hz F4 3.081 Hz/ 31,3 dB F3 1.404 Hz/ 31,3 dB F2 1.302 Hz F1 790 Hz/ 67,7 dB  Pico do formante do cantor em 3.081 Hz (L3-L1) = 36,4 dB  H2 838 Hz/ 51 dB H1 412 Hz/ 47 dB Nível sonoro geral: 78,48dB	F5 indefinido F4 4.151 Hz F3 2.787 Hz F2 1.254 Hz F1 742 Hz  H2 838,51 Hz/ 42 dB H1 422 Hz/ 43,5 dB Nível sonoro geral: 71,34dB	F5 4.174 Hz F4 2.950 Hz/ 42, 6 dB F3 1.447 Hz/ 42, 6 dB F2 1.110 Hz / 64 dB F1 696 Hz/ 64 dB  Pico do formante do cantor em 2.950 Hz (L3-L1) = 21,4 dB  H2 838 Hz/ 46,6 dB H1 422 Hz/ 48,7 dB Nível sonoro geral: 77,57dB	
LTAS - Espectro médio de longo termo	LTAS (pré-LaxVox) Amostra: trecho da ária "O mio babbino caro" Duração do trecho: 24,5 s 		LTAS (pós-LaxVox) Amostra: trecho da ária "O mio babbino caro" Duração do trecho: 24,3 s 		

Fonte Matter (2024, p. 87 - 96)

### 3.2.3 Âmbito proprioceptivo

Após a intervenção a soprano percebeu ampliação de faringe, facilidade na troca de registros, agudos mais fáceis e melhor controle vocal. No autorrelato proprioceptivo, ela trouxe esclarecimentos sobre os ajustes articulatórios realizados durante a gravação da vogal [ɔ] cantada em *crescendo*. No pré-exercício ela relatou ter feito modificações no trato vocal para a voz soar lírica. Relatou que tentou “abrir a voz no fundo” e expandir o trato vocal nas gravações pré-LaxVox, após o exercício manteve a voz sem o uso de ajuste vocal específico percebido ou relatado.

## 3.3 Soprano 3

### 3.3.1 Âmbito perceptivo-auditivo

Os professores de canto que avaliaram a voz da soprano perceberam, maior profundidade, estabilidade e projeção vocal na emissão do [ɔ] em crescendo pós-LaxVox. Na ária cantada perceberam maior profundidade e estabilidade vocal no pós-exercício.

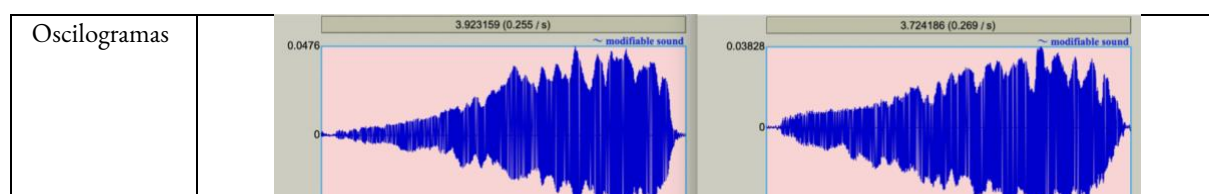
A voz da soprano possuía algumas características perceptivas de nasalidade, constatadas pelos professores de canto. Diferentemente das demais sopranos, para os professores, ela não apresentou voz com mais brilho após o LaxVox. Ocorreu o contrário. A voz passou a ficar com menos brilho, porém com maior profundidade, estabilidade e projeção vocal. Este fato pode ser explicado pela possível redução de nasalidade que o exercício causou em sua voz, de modo a equilibrar a ressonância (Sovijärvi 1965).

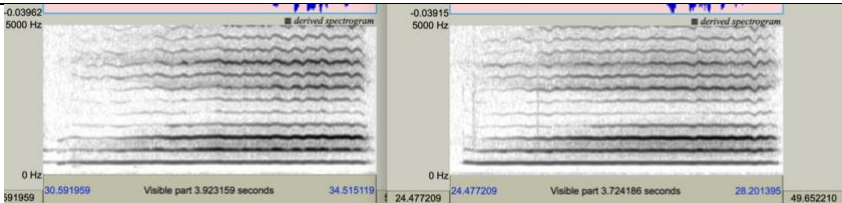
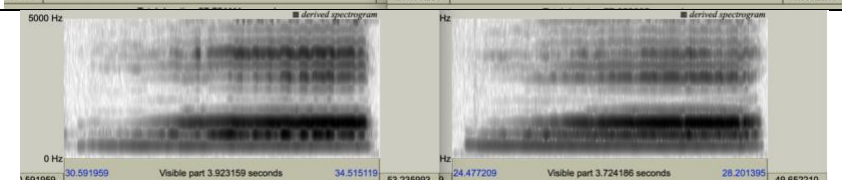
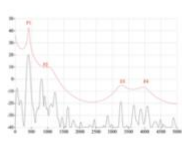
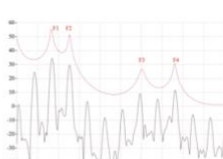
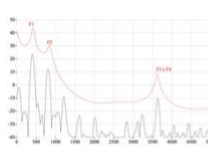
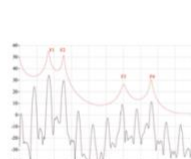
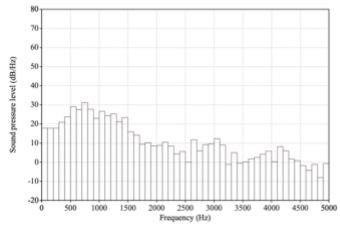
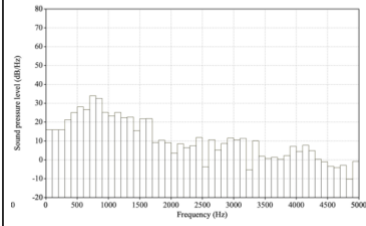
### 3.3.2 Âmbito acústico

Como resultados das análises acústicas pós-intervenção, a soprano 3 apresentou algumas mudanças no envelope espectral.

No desenho do oscilograma não se identificou melhora no controle vocal. Identificou-se a presença de harmônicos agudos acima de 2.000 Hz mais destacados nos espectrogramas de banda estreita e de banda larga tanto no pré quanto no pós-exercício, sendo que após o exercício, em dinâmica *p*, houve ganhos de intensidade. Na análise LPC e Fourier pré e pós-intervenção notou-se reforço de intensidade de harmônicos agudos apenas na emissão em dinâmica *piano* pós-intervenção. Quanto à sintonia entre harmônicos e formantes, não se notou diferença na sintonização antes e após o exercício. Também não houve modificação significativa da amplitude do primeiro harmônico. Quanto à análise da ária cantada, identificou-se o reforço de harmônicos na faixa de 3500 a 4000 Hz. Os dados acústicos podem ser visualizados no quadro 3.

QUADRO 3 –Dados acústicos de amostras de voz da soprano 3 pré e pós-intervenção plotados no software PRAAT



Espectrogramas de banda estreita				
Espectrogramas de banda larga pré e pós-intervenção				
LPC e Fourier pré e pós-intervenção	[o] cantado pré-exercício (dinâmica p)	[o] cantado pré-exercício (dinâmica f)	[o] cantado pós-exercício (dinâmica p)	[o] cantada pós-exercício (dinâmica f)
Padrão de formantes e harmônicos	 F5 indefinido F4 3.965 Hz F3 3.256 Hz F2 1.095 Hz F1 412 Hz/ 0,2 dB  H2 815 Hz/ 20,3 dB H1 412 Hz/ 0,2 dB Nível sonoro geral: 45,26dB	 F5 indefinido F4 3.801 Hz F3 3.009 Hz F2 1.270 Hz F1 829 Hz  H2 852 Hz/ 34,3 dB H1 426,57 Hz/ 24 dB Nível sonoro geral: 60,86dB	 F5 indefinido F4 3.622 Hz/ 8,7 dB F3 2.658 Hz/ 8,7 dB F2 848 Hz F1 415 Hz/ 43,8 dB  Pico do formante do cantor em 3622 Hz (L3-L1) = 35,1 dB  H2 811 Hz/ 12,4 dB H1 412 Hz/ 23,5 dB Nível sonoro geral: 48,99dB	 F5 indefinido F4 3.763 Hz F3 2.952 Hz F2 1.260 Hz F1 808 Hz  H2 843 Hz/ 31,7 dB H1 422 Hz/ 25,2 dB Nível sonoro geral: 59,74dB
LTAS- Espectro médio de longo termo	LTAS (pré-LaxVox) Amostra: trecho da ária "O mio babbino caro". Amostra de 26 s. 		LTAS (pós-LaxVox) Amostra: trecho da ária "O mio babbino caro". Amostra de 26 s. 	

Fonte Matter (2024, p. 87 - 96)

### 3.3.3. Âmbito proprioceptivo

Quanto às propriocepções da soprano sobre a voz, ela sentiu a laringe mais relaxada, a faringe mais ampliada e a voz “bem melhor” após a intervenção.

#### 4. Discussão

Como resultados das análises acústicas pós-intervenção, as três sopranos apresentaram mudanças significativas no envelope espectral, após a intervenção com o LaxVox, destacando-se as sopranos 1 e 2, consideradas mais experientes nessa amostra.

No oscilograma identificou-se melhora no controle vocal, percebido na análise acústica pelo desenho contínuo na execução de dinâmica musical *crescendo* em nota sustentada, nas sopranos 1 e 2. Nas mesmas sopranos identificou-se a presença de harmônicos agudos acima de 2.000 Hz mais destacados nos espectrogramas de banda estreita e de banda larga do pós-exercício. O reforço de harmônicos agudos aparentes na análise acústica do pós na comparação com o pré-exercício é característico de vozes que foram acusticamente beneficiadas (Gusmão et al., 2010).

A soprano 3 apresentou ganho nesse aspecto na dinâmica em *p*, pós exercício. Nas sopranos 1 e 3 não houve modificação significativa da amplitude do primeiro harmônico na relação com H2, já a soprano 2 passou a apresentar H1 um pouco mais elevado na relação com H2, denotando ganho de força na emissão (Guzman et al., 2013).

Algumas especificidades foram notadas. Na soprano 1, houve sintonização de F1 com H2 no pós-exercício, F1 se deslocou passando a sintonizar com H2 sinalizando um "uso mais eficaz do fluxo de ar sonoro" (Sundberg, 2018; Schutte e Miller, 1986). Na soprano 2 notou-se aumento de energia em H7, onde F3 e F4 formaram um pico (observado pela extração manual comparada com o traçado do espectro). Na soprano 3, na qual foi percebido harmônicos agudos ressaltados antes e após o exercício, na correlação com a análise perceptivo auditiva constatou-se redução de nasalidade. Um dos efeitos do uso de tubos é justamente a redução de nasalidade, fato que o foneticista finlandês Sovijärvi (1965) constatou no uso de tubos em casos de hipernasalidade.

Na ária cantada o reforço nos harmônicos apareceu em faixas diferentes. A soprano 1 teve aumento entre 3000 e 4000 Hz, a soprano 2 entre 3000 e 35000 e a soprano 3 entre 3000 e 4000 Hz, denotando novamente benefício acústico (Gusmão et al., 2010).

Quanto à propriocepção vocal das cantoras, as sopranos 1, 2 e 3 sentiram ampliação faríngea e abaixamento laríngeo associados a conforto fonatório. A soprano 1 relatou a propriocepção de voz mais limpa e de emissão de agudos facilitada. A soprano 2 também relatou agudos mais fáceis e

melhora na troca de registros. A soprano não detalhou a sensação, mas descreveu que voz ficou “bem melhor”.

Comparando os achados desta pesquisa com os achados de outros autores, percebe-se que o exercício LaxVox tem sido relatado como uma maneira de beneficiar o cantor.

Nesse âmbito, Mendes (2017) realizou uma revisão sistemática dos estudos com os tubos de canudo de plástico, tubo de vidro imerso em água, tubo de vidro no ar e tubo LaxVox, e identificou a ocorrência de maior conforto fonatório, projeção vocal e emissão mais econômica após o uso, os quais foram constatados por meio de análise perceptivo-auditiva, análise acústica, análise de medidas aerodinâmicas, eletroglotografia e autoavaliação vocal.

Fadel et al. (2016) e Gonçalves et al. (2019) estudaram os efeitos imediatos do tubo LaxVox. O primeiro estudo envolveu cantores líricos, e o segundo, cantores gospel. Ambos identificaram benefícios do uso do tubo na voz dos cantores. Eles identificaram que os efeitos imediatos do LaxVox, tanto na autoavaliação quanto na análise acústica, foram positivos. Na análise acústica pós-exercício foi constatado o aumento da frequência fundamental da voz ( $f_0$ ) e a redução da proporção *glottal to noise excitation*. Na avaliação perceptivo-auditiva não houve diferença nas emissões sustentada, de fala e de canto. Concluiu-se que o exercício com tubo LaxVox promove efeitos imediatos positivos na autoavaliação e na análise acústica da voz, no entanto não ocorreram mudanças imediatas que fossem significativas na avaliação perceptivo-auditiva neste estudo.

Gonçalves et al. (2019) investigaram o efeito imediato da fonação em tubo de silicone LaxVox na qualidade vocal e na autoavaliação de cantores gospel sem queixa vocal, de ambos os sexos, com idades entre 18 e 40 anos. O exercício foi realizado com a extremidade do tubo submersa em água a 2 cm de profundidade por 3 minutos. Foi realizada a gravação de voz antes e após a estratégia de exercício para ser avaliada a dimensão perceptivo-auditiva e a autoavaliação vocal e do conforto fonatório. O exercício promoveu efeito positivo imediato na autoavaliação da voz e do conforto na fonação e, também, não houve diferença significativa na avaliação perceptivo-auditiva deste estudo.

Conclui-se que o LaxVox apresenta resultados positivos que podem auxiliar cantoras sopranos.

## 5. Considerações finais

Vários aspectos da performance da voz podem ser inferidos pela análise formântica, desde fenômenos acústicos de audibilidade, até correlatos articulatórios que ajudam na compreensão dos efeitos de exercícios vocais. A análise perceptivo-auditivo e da propriocepção são necessárias na compreensão dos mecanismos ocorrentes, das sensações e das mudanças vocais quando em correlação com a análise acústica.

Identificou-se o potencial do uso do LaxVox na modificação de ajustes articulatórios. A amostra das três sopranos trouxe resultados quanto à percepção de maior profundidade e estabilidade vocal, além de ter sido percebida melhor projeção vocal. No âmbito acústico, a maioria das sopranos apresentou maior intensidade na faixa de harmônicos mais agudos. No âmbito proprioceptivo, elas perceberam conforto fonatório, associado a ampliação faríngea, abaixamento laríngeo, propriocepção de voz mais limpa e de emissão de agudos facilitada, ou ainda voz, no geral, “bem melhor”.

Foram registrados dados acústicos correlacionados a fenômenos de audibilidade e a mudanças no envelope espectral, corroborando, assim, o potencial do uso do LaxVox para a construção de habilidades esperadas no canto operístico, como estabilidade vocal, projeção, brilho e audibilidade. O exercício se mostrou eficiente mesmo tendo sido utilizado por poucos minutos, uma única vez.

A amostra de 3 sopranos apresentada neste artigo trouxe resultados quanto à percepção de melhoras instantâneas, como emissão mais fácil de notas agudas e maior facilidade na troca de registros. As sopranos que utilizaram o tubo também sentiram, principalmente, ampliação faríngea, a qual foi verificada no âmbito proprioceptivo. Constatou-se que elas tiveram movimentos de elevação de F3 e de abaixamento de F4 no pós-LaxVox, ou seja, houve aproximação de língua aos dentes incisivos inferiores e abaixamento de laringe. Com isto, abriu-se um espaço orofaríngeo, pois foram ampliados os espaços que ficam acima e atrás da língua.

Conclui-se que, na amostra do estudo, as três sopranos que fizeram o LaxVox apresentaram mudanças perceptivo-auditivas, acústicas e proprioceptivas após o exercício. A amostra de sopranos trouxe resultados quanto à percepção de maior estabilidade vocal e projeção vocal no pós-exercício. No âmbito acústico, elas apresentaram ganhos de energia no formante do cantor. No âmbito proprioceptivo, a amostra trouxe resultados quanto à percepção de melhoras instantâneas, como emissão mais fácil de notas agudas, a maior facilidade na troca de registros e a ampliação faríngea no

pós-exercício.

A intervenção com o exercício comprovou os benefícios do exercício para as sopranos em diversos aspectos. Houve melhora instantânea na voz. A pesquisa de Martinez (2018) trouxe este mesmo dado. Quando o autor investigou a aplicação do exercício de fonação em tubos por professores de canto ele também constatou que estes profissionais utilizam os tubos por perceberem uma melhora instantânea na voz em relação à projeção e à resistência, pela percepção de fonação mais fluída, com redução de constrição e de esforço vocal.

As sopranos que usaram o LaxVox sentiram benefícios imediatos como sensação de maior facilidade na emissão de agudos, maior relaxamento muscular, voz mais limpa e livre, laringe mais baixa, aumento de espaço faríngeo, rebaixamento da laringe, facilidade na troca de registros e melhor controle vocal. Os professores de canto também perceberam benefícios nas amostras de voz no pós-exercício, tais como projeção vocal, brilho, estabilidade e profundidade vocal.

Com base nos achados e considerando todos os desafios que as mulheres cantoras enfrentam, incluindo o da audibilidade vocal com reduzido desgaste vocal, identifica-se o potencial da estratégia de exercício LaxVox como uma ferramenta auxiliar. Deixamos a nossa contribuição à pedagogia vocal brasileira, trazendo a possibilidade de uso de uma estratégia pedagógico-vocal, desta vez, destinada à voz feminina frente às demandas exigidas. Consideramos que podem ser ampliados os estudos com a estratégia de uso do LaxVox em amostras com mais sopranos, para serem levantados os principais padrões de mudanças na ressonância.

## **DECLARAÇÃO DE INTERESSE**

Nenhum potencial conflito de interesse foi relatado pelo(s) autor(es).

## **FINANCIAMENTO**

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES-PROSUC) – Código 88887.626474/2021-00 e pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), Brasil.



## AGRADECIMENTOS

Este projeto partiu de discussões com professores de canto e fonoaudiólogos sobre estratégias para audibilidade vocal, Dra. Gláucia Salomão, Prof. Simões, Prof. Leslie Piccolotto, Prof. Dra. Marta Assumpção de Andrada e Silva, Profa Nadja Sousa, Prof. Dr. Homero Velho, dentre mais professores colegas de doutorado e amigos atuantes na área da Música. O estudo apresentado no artigo resulta de parte da tese de doutorado em Comunicação Humana e Saúde na PUC-SP com o título: “Formante do Cantor: revisão integrativa e desenvolvimento por meio de exercícios de trato vocal semiocluído”.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Cintia de los Santos. **A arte da técnica vocal: caderno 2**. Porto Alegre: ediPUCRS, 2020. *E-book*. 164 p. Disponível em: <<https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 18 out. 2024>. Acesso em: 20 out. 2024.

BURTET, Letícia Pereira. **Manual de técnica vocal**. Curitiba: Intersaberes, 2022. *E-book*. 304 p. Disponível em: <<https://plataforma.bvirtual.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2024.

CARNEIRO, Paula Rossi; TELES, Lúcia Cristina da Silva. Influência de alterações posturais, acompanhadas por fotogrametria computadorizada, na produção da voz. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, p. 13-20, 2012. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0103-51502012.000100002>> Acesso em: 15 out. 2024.

CIELO, Frigo LF, Christmann MK. Pressão sonora e tempo máximo de fonação após a técnica de finger kazoo. **Rev CEFAC**, Epub, v. 15, p. 994–1000, jul. de 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1516-18462013000400029> >. Acesso em: 20 out. 2024.

CORDEIRO, Gislaine Ferro; PINHO, Sílvia MR; CAMARGO, Zuleica Antonia. Formante do cantor—um enfoque fisiológico. *In*: PINHO, Sílvia MR (Org.). **Temas em voz profissional**. São Paulo: Revinter, 2007. p. 23-30.

D'AVILA, Helena; CIELO, Carla Aparecida; SIQUEIRA, Márcia do Amaral. Som fricativo sonoro/ʒ: modificações vocais. **Revista CEFAC**, Epub, v. 12, p. 915-924, 2010. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005.000104>>. Acesso em: 15 out. 2024.

FADEL, Congeta Bruniere Xavier et al. Efeitos imediatos do exercício de trato vocal semiocluído com Tubo LaxVox® em cantores. **CoDAS**, v. 28. p. 618-624, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/2317-1782/20162015168>>. Acesso em: 15 out. 2024.

FONTANELLA, Bruno José Barcellos; RICAS, Janete; TURATO, Egberto Ribeiro. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. **Cadernos de saúde pública**, v. 24, p. 17-27, 2008. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>>. Acesso em: 15 out. 2024.

GIBIAN, G. L. Synthesis of sung vowels. **Quarterly Progress Report**, v. 104, p. 243-247, 1972.

GRIFFIN, Barbara, WOO Peak, COLTON, Raymond, CASPER Janina, BREWER, David. Physiological characteristics of the supported singing voice. A preliminary study. **Journal of Voice**, v. 9, p. 45-56, 1995. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80222-X](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80222-X)>. Acesso em: 1 out. 2024.

GUSMÃO, Cristina de Souza; CAMPOS, Paulo Henrique; MAIA, Maria Emília Oliveira. O formante do cantor e os ajustes laríngeos utilizados para realizá-lo: uma revisão descritiva. **Per Musi**, Epub, p. 43-50, 2010. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1517-75992010000100006>>. Acesso em: 1 out. 2024.

KELLER, Peter E.; KÖNIG, Rasmus; NOVENBRE, Giacomo. Simultaneous cooperation and competition in the evolution of musical behavior: sex-related modulations of the singer's formant in human chorusing. **Frontiers in Psychology**, v. 8, p. 1559, 2017. Disponível em <<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01559>>. Acesso em: 3 out. 2024.

LOIOLA, Camila Miranda; FERREIRA, Leslie Piccolotto. Coral amador: efeitos de uma proposta de intervenção fonoaudiológica. **Revista CEFAC**, v. 12, p. 831-841, 2010. Disponível em <<https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005.000113>>. Acesso em: 15 out. 2024.

MAINKA, Alexander et al. Lower vocal tract morphologic adjustments are relevant for voice timbre in singing. **PLoS One**, v. 10, n. 7, p. e0132241, 2015. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.5061/dryad.r22h4>>. Acesso em: 15 out. 2024.

MENDES, Amanda. **Efeitos Vocais do exercício de fonação em tubos em cantores: uma revisão sistemática**. 81 p. Dissertação, Ciências aplicadas à saúde. Universidade Federal de Sergipe, Lagarto; 2017.

MENEZES, Marcia, DUPRAT, Andre; COSTA, Henrique. Vocal and Laryngeal Effects of Voiced Tongue Vibration Technique According to Performance Time. **Journal of voice**. v.19, n. 1, p. 61-70, 2011. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jvoice.2010.03.009](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.03.009)>. Acesso em: 7 out. 2024.

MENEZES, Marcia H M et al. The relationship between tongue trill performance duration and vocal changes in dysphonic women. **Journal of voice**. v. 25, n. 4, p. 167-175, 2011. Disponível em: <[doi:10.1016/j.jvoice.2010.03.009](https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2010.03.009)>. Acesso em: 3 out. 2024.

MASTER, Suely et al. O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica. **Pró-Fono Revista de Atualização Científica**, v. 18, n. 1, p. 111–120, jan. 2006.

MATTER, Suelen. **Formante do Cantor: revisão integrativa e desenvolvimento por meio de exercícios de trato vocal semiocluido**. 2024. 285 p. Tese (Doutorado, Comunicação Humana e Saúde). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2024a.

MATTER, Suelen, ANDRADA E SILVA, Marta. Formante do Cantor: revisão integrativa. **Per musi**. v.25, e242524, 2024. Disponível em <https://doi.org/10.35699/2317-6377.2024.54105>. Acesso em 2 out. 2024b.

PERELLÓ, Jorge; MONTSERRAT Caballé; GUITART, Enrique. **Canto-Dicción: foniatria estética**. Barcelona: Editorial Científico – Médica, 1975. 206 p.

PILLOT Claire; SALVATORE, Quattrocchi. Mesures acoustiques, jugements perceptifs et corrélats physiologiques du singing-formant chez les chanteurs et les chanteuses lyriques. **Rev Laryngol Otol Rhinol (Bord)**. v. 117, p. 335-339, 1996.

PUCCINI, Giacomo. **Aria O mio babbino caro da ópera Gianni Schichi**. Piano e voz. United States: Sheet Music To Play Editions, 2021. Partitura, p. 1-4. 1 partitura.

ROSENBERG, Marci. Using Semi-Occluded Vocal Tract Exercises in Voice Therapy: The Clinician's Primer. **Perspectives on Voice and Voice Disorders**.v. 24. p. 71-79, 2014.

SCHUTTE, Harm; MILLER, Deborah. The effect of F0/F1 coincidence in soprano high notes on pressure at the glottis. **Journal of Phonetics**. v. 14, n. 3-4. p. 385–392, 1986. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/S0095-4470\(19\)30713-2](https://doi.org/10.1016/S0095-4470(19)30713-2)>. Acesso em: 1 set. 2024.

SOUSA, Nadja Barbosa de. **Escolas de canto italiana, alemã e francesa: características perceptivo-auditivas e acústicas na voz do soprano**. 2015. 104 p. Tese (Doutorado, Fonoaudiologia). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2015.

SOUSA, Nadja; ANDRADA E SILVA, Marta. Diferentes abordagens de ensino para projeção vocal no canto lírico. **Per Musi**. v 00, n. 33. p. 130-146, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/permusi20163307>>. Acesso em: 3 set. 2024.

SOUZA, Glaucia Verena Sampaio de; DUARTE, João Marcos Trindade; VIEGAS, Flávia; SIMÕES-ZENARI, Marcia; NEMR, Kátia. An acoustic examination of pitch variation in soprano singing. *Journal of Voice*, v. 34, n. 4, p. 648.e41–648.e49, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0892199718304168>. Acesso em: 27 abr. 2025.

- SOVIJARVI, Anssi. Die Bestimmung der Stimmkategorien mittels Resonanzröhren  
Determination of voice categories with resonance tubes. *In: International Kongress Phoniatic Wissenschaft*, 1965, p. 532-535.
- SUNDBERG, Johan. Articulatory interpretation of the “singing formant”. **J. Acoust. Soc. Am.** V. 55, n. 4. p. 838–844, 1974. Disponível em: < <https://doi.org/10.1121/1.1914609>>. Acesso em: 1 set. 2024.
- SUNDBERG, Johan. **Ciência da Voz: fatos sobre a voz na fala e no canto**. Tradução: Glaucia Laís Salomão. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo; 2018. 320 p
- SUNDBERG, Johan. Level and center frequency of the singer’s formant. **Journal of voice**. v. 15, n. 2. 2001, p. 176-186 *15*(2), 176–186, 2001. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00019-4)>. Acesso em: 1 set. 2024.
- TEACHEY, Jerold; KAHANE, Joel; BECKFORD, Neal. Vocal mechanics in untrained professional singers. **Journal of Voice**. v5, p. 51-56, 1991. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(05\)80163-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(05)80163-8)>. Acesso em: 1 set. 2024.
- VIEIRA, Maurílio. Uma introdução à acústica da voz cantada *In: SEMINÁRIO MÚSICA, CIÊNCIA TECNOLOGIA*, n. 1. São Paulo: USP, 2004.
- TITZE, Ingo; MAXFIELD, Lynn, WALKER, Megan. A Formant Range Profile for Singer. *Journal of Voice*. **Journal of Voice**. v. 31, n. 3, p. 382.e9-382.e13, 2017. Disponível em: < <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:3869082>>. Acesso em: 5 set. 2024.

## **SOBRE AS AUTORAS**

Suelen Scholl Matter é Doutora em Comunicação Humana e Saúde pela PUC - SP na linha de pesquisa de Voz, Comunicação, Saúde e Arte; Mestra em Música pelo Programa de Pós-Graduação em Música do Instituto de Artes da UFRGS na Área da Concentração Musicologia/ Etnomusicologia; Bacharela em Música pelo Instituto de Artes, Departamento de Música da UFRGS, com habilitação canto; Técnica em canto pela Escola Sinodal de Educação Profissional. É docente na Universidade de Caxias do Sul. Reconhecida internacionalmente por meio de premiações relacionadas à preparação vocal de cantores. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1732-5023>. | E-mail: [suelenscholl@gmail.com](mailto:suelenscholl@gmail.com)

Marta Assumpção de Andrada e Silva possui graduação em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP (1988), mestrado em Comunicação Humana e Saúde pela PUC-SP (1995) e doutorado em Comunicação e Semiótica também pela PUC-SP (2000). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4964-8436>. | E-mail: [m.andradaesilva@gmail.com](mailto:m.andradaesilva@gmail.com)

Zuleica Camargo possui Doutorado e Pós-Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PPG em LAEL), Mestrado em Distúrbios da Comunicação pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Graduação em Fonoaudiologia pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP-EPM), Título de Especialista em Voz pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia (CFFa). ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8725-2419>. | E-mail: [zuleica.camargo@gmail.com](mailto:zuleica.camargo@gmail.com)

Leslie Piccolotto Ferreira possui graduação em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1971), mestrado em Linguística Aplicada ao Ensino de Línguas pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1981) e doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana (Fonoaudiologia) pela Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina (1990). ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0276-9043>. | E-mail: [lesliepferreira@gmail.com](mailto:lesliepferreira@gmail.com)

Nadja Sousa é Doutora em Fonoaudiologia pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP) com período Sanduíche na Hochschule für Musik und Darstellende Kunst Frankfurt am Main (Escola Superior de Música e Artes Cênicas de Frankfurt - Alemanha) patrocinada pelo PDSE - CAPES. Mestre em Fonoaudiologia pela PUC-SP. Bacharel em Música/Canto pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Licenciatura em Música (CLARETIANO). Ex-integrante do Coral Lírico do Theatro Municipal de São Paulo (TMSP). ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3868-890X>. | E-mail: [nadjacanto@hotmail.com](mailto:nadjacanto@hotmail.com)

## CREDIT TAXONOMY

Suelen Scholl Matter			
x	Conceptualização		Recursos
x	Curadoria de dados	x	Software
x	Análise formal		Supervisão
	Aquisição de financiamento		Validação
x	Investigação		Visualização
x	Metodologia	x	Escrita – manuscrito original
	Administração do projeto	x	Redação-- revisão e edição

<https://credit.niso.org/>

<b>Marta Assumpção de Andrada e Silva</b>			
	Conceptualização	x	Recursos
	Curadoria de dados		Software
	Análise formal	x	Supervisão
x	Aquisição de financiamento	x	Validação
	Investigação	x	Visualização
x	Metodologia	x	Escrita – manuscrito original
x	Administração do projeto	x	Redação-- revisão e edição

<https://credit.niso.org/>

<b>Zuleica Camargo</b>			
x	Conceptualização		Recursos
x	Curadoria de dados	x	Software
x	Análise formal		Supervisão
	Aquisição de financiamento		Validação
x	Investigação	x	Visualização
x	Metodologia	x	Escrita – manuscrito original
	Administração do projeto	x	Redação-- revisão e edição

<https://credit.niso.org/>

<b>Leslie Piccolotto Ferreira</b>			
	Conceptualização		Recursos
	Curadoria de dados		Software
x	Análise formal		Supervisão
	Aquisição de financiamento	x	Validação
	Investigação	x	Visualização
	Metodologia	x	Escrita – manuscrito original
	Administração do projeto	x	Redação-- revisão e edição

<https://credit.niso.org/>

<b>Nadja Sousa</b>			
	Conceptualização		Recursos
	Curadoria de dados		Software

	Análise formal		Supervisão
	Aquisição de financiamento	x	Validação
	Investigação	x	Visualização
	Metodologia	x	Escrita – manuscrito original
	Administração do projeto	x	Redação-- revisão e edição

<https://credit.niso.org/>

## DISPONIBILIDADE DE DADOS DE PESQUISA

- Uso de dados não informado; nenhum dado de pesquisa gerado ou utilizado.