

ANÁLISE COMPUTACIONAL DE CARACTERÍSTICAS ACÚSTICO-VOCAIS EM UMA CANÇÃO CROSSOVER: UM ESTUDO DE CASO DE *THE GIRL IN 14G*

Helen Bovo Tormina¹ e Tales Botechia¹

1. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil.

RESUMO

Buscando entender os fenômenos acústicos que permeiam as transições de técnicas vocais em situações *crossover*, o presente trabalho avalia características acústicas dos estilos vocais presentes em *The Girl in 14G* através de descritores de áudio. Para tanto, observamos características dos ajustes vocais requeridos pela canção e indicamos os descritores usados que extraem dados relevantes às qualidades acústicas presentes na peça.

Palavras-chave: Canto *Crossover*, Hibridismo vocal, *The Girl in 14G*, *Music Information Retrieval* e Descritores de áudio.

ABSTRACT

Towards understanding the acoustic phenomenons that permeate vocal technique transitions in crossover situations, the current work evaluates acoustical features of the recurring vocal styles in *The Girl in 14G* through audio descriptors. To accomplish it so, we observe the characteristics of vocal adjustments required for the song and indicate the descriptors used to extract relevant data of acoustic features found in the piece.

Keywords: Crossover Singing, Hybrid singing, *The Girl in 14 G*, *Music Information Retrieval* and Audio Descriptors.

1. APRESENTAÇÃO

Este estudo avalia, através de recursos computacionais, as alterações de características acústicas produzidas na performance de uma peça para canto crossover, em que uma única cantora deve usar de recursos técnicos distintos. A peça em questão, *The Girl in 14G* (2001), de Jeanine Tesori e Dick Scanlan, foi especialmente composta para a multiplicidade técnica da cantora e atriz *crossover* [1] norte-americana Kristen Chenoweth. Considerando a tendência da partitura em referenciar outras obras para indicar o gênero

musical a ser interpretado, o presente trabalho busca elucidar, por meio de descritores de áudio, as características acústicas da voz relacionadas a cada estilo de canto, contribuindo para estudos em *Music Information Retrieval*, com a compreensão de fenômenos acústicos referentes à transição entre técnicas e estudos em acústica da voz.

Definimos para este trabalho duas nomenclaturas relacionadas ao intervalo de adaptação(ões) do trato vocal no canto crossover: crossover alternado, e crossover simultâneo. O *crossover* alternado, comum à maioria dos cantores crossovers, utiliza-se de um “tempo de calibragem”, ou seja, um período em que o trato vocal acomoda um novo formato/*design*/configuração. Nele, é possível alterar o espaço interno através da movimentação de suas paredes até alcançar o formato necessário, possibilitando a manipulação dos formantes e, conseqüentemente, uma significativa variação de timbre(s). Para que este processo aconteça, cada cantor leva um tempo diferente, que vai de acordo com a habilidade e conforme a demanda profissional.

Já o *crossover* simultâneo, como trabalhado na peça em questão, não oferece tempo hábil para fazer uma regulagem gradativa, como, por exemplo, desaquecer e reaquecer a voz com uma postura vocal diferente. Há apenas algumas pausas entre trechos, ou mesmo ao final da peça a exigência de alternância sem pausas entre as mudanças vocais.

A partir destas constatações, levantamos questões sobre o canto *crossover* simultâneo: em um contexto sem tempo para uma adaptação gradual entre técnicas, como os parâmetros acústicos se comportam na mudança rápida entre estilos vocais? Para compreendermos este comportamento, aprofundamo-nos na peça em si e em ferramentas computacionais que possam contribuir na coleta de dados referentes ao comportamento acústico produzido pelo trato vocal em diferentes estilos cantados simultaneamente.

2. THE GIRL IN 14G, ESTILOS VOCAIS E AJUSTES TÉCNICOS

A peça conta a experiência vivida pela própria cantora para a qual foi composta, convivendo com vizinhos barulhentos, e pede três personagens distintos: a vizinha estudante de ópera, a vizinha cantora de jazz, e a narradora que protagoniza o embate entre elas. Chenoweth utiliza a voz característica escolhida por ela ao atuar em Teatro Musical, muito próxima da colocação de sua voz falada, com sotaque habitual do estado de Oklahoma, e com diversas qualidades que, em análise vocal, podem ser consideradas como *twang* [2]. Apesar de ser uma característica específica da cantora original, muitas cantoras reproduzem

esta performance na seção de narração, em que teoricamente se utilizaria o recurso de *speech level* [3], empregando um som nasal [4] e ou *twang*, para um maior distanciamento vocal da seção de jazz e aproximação de recursos cênicos utilizados em vozes caricatas de personagens de Teatro Musical.

Apesar de termos três personagens vocalmente distintas, o número de ajustes necessários à composição não se limita a este número. Em uma análise preliminar da gravação original, para estabelecer parâmetros de performance que norteassem a gravação produzida para este estudo, pontuamos os ajustes: *speech level*, *twang/nasal*, *chest*, *brassy*, *chest mix*, *head mix* [5], *belt* e lírico leve e robusto. Durante a gravação, no ataque da primeira nota da primeira seção de jazz, foi utilizado um ajuste de *drive* [6] vocal, por ser um recurso comumente utilizado no gênero. A terminologia *speech level*, na gravação original é justificável, pois a sonoridade de Chenoweth em sua voz falada e nas seções da canção como narradora é a mesma. Entretanto, para diversos outros falantes de inglês, a sonoridade próxima à fala tem outra colocação.

Os desafios técnicos da canção consistem em manter um posicionamento mediano de laringe com flexibilidade suficiente para mudar rapidamente de posição para mais alto ou mais baixo, transitar entre os registros [7] M1 e M2 sem manifestar quebra [8], e alternar aberturas opostas do trato vocal como o formato de megafone para *belting* [9] e megafone invertido para canto lírico (SUNDBERG; THALEN; POPEIL, 2012). Em alguns momentos da música teatral, a quebra entre registros não é necessariamente um elemento ruim, entretanto, na peça em questão, para manter de forma eficaz a unidade de cada personagem, é necessário que se mantenha a uniformidade da característica vocal de cada personagem em suas respectivas manifestações durante a narrativa.

A pressão subglótica [10], dentro do que Sundberg et al. (2012) chamam de diferentes subestilos de *belting*, se mostra diferente em cada tipo de emissão vocal por eles descritos. No presente estudo, utilizamos escolhas que se assemelham aos estilos descritos no estudo supracitado como *heavy* em especial nas seções finais da peça, *speech like* e *nasal*, além de *classical* nos trechos líricos [11], reconhecendo através do estudo mencionado a demanda de alto controle da utilização do ar durante a execução de uma peça com tal variação. O coeficiente de fechamento da prega vocal em *belting* também é maior do que no canto clássico (TITZE; WORLEY; STORY, 2011). Portanto, o controle da fonte para mudar de uma maneira a outra de utilização é imprescindível, assim como o domínio dos filtros [12].

A canção foi mapeada de acordo com os seguintes parâmetros: extensão de notas por seção, registro predominante, ajuste vocal principal, característica tímbrica

predominante. A peça foi dividida em 13 seções de compassos, de acordo com a predominância do ajuste vocal utilizado, sendo eles, respectivamente: *speech level* com *twang*, lírico robusto, lírico leve, jazz, *belt*, *high belt* e sessões mistas.

Nas seções da narradora houve uso predominante do *speech level* e *twang*, a voz permaneceu predominantemente em M1 com exceção da nota final, na seção 13. Ocasionalmente, a nota final desta canção também é realizada em M1 com *high belt*, entretanto, na gravação utilizada para este estudo a escolha foi utilizar a voz em M2 com a modificação da vogal [i], utilizando uma postura mais aberta, semelhante à vogal [ε], aproximando-a da aparência tímbrica de M1. Foi utilizado pouco espaço orofaríngeo, houve predominância de ressonância dos seios paranasais e a laringe permaneceu em posição mediana.

Nas seções da cantora lírica, a voz evidentemente passa para M2. Os trechos iniciais das seções desta personagem são indicados na partitura como “à *la Tristan*”, referente à ópera *Tristão e Isolda*, de Richard Wagner, repertório no qual se espera uma voz penetrante e de grande intensidade. De acordo com a propriocepção da cantora durante a execução destes trechos, a ressonância sobe para ressonadores superiores, a laringe assume uma posição mais baixa, porém não tão baixa, facilitando a transição rápida. O véu palatino assume uma posição mais alta, os lábios se tornam protuídos para frente, e o fluxo de ar se torna mais intenso. Já nos trechos indicados como “à *la Magic Flute*”, a voz se utiliza de menos volume, mais apoio abdominal facilitando o *staccato*, e é utilizada a ressonância dos seios paranasais, com a subida de posição da laringe em relação ao trecho lírico anterior.

Nas seções de jazz, é usado pouco volume, mais espaço orofaríngeo em comparação às seções da narradora, utilizando o ajuste chamado por Spivey e Barton (2018) de *chestmix*. É adotado uma posição de palato relativamente alta, e buscou-se imprimir um timbre mais aveludado, com exceção do *drive* inicial, e um aspecto sonoro mais “escuro”, como se as notas fossem mais graves do que de fato são. Tanto as seções em *speech level* quanto líricas possuem notas na mesma região grave (A_2 e Ab_2) [13], e são apresentadas mais cedo na canção. As notas mais graves da canção são realizadas de fato pela voz jazz, entretanto, apenas na seção mista final (G_2). Somente nos segmentos finais da peça aparece o ajuste *belt*, no qual há grande pressão subglótica e ressonância frontal. Nestes momentos, houve a percepção da maior abertura externa da cavidade oral, estreitamento do espaço posterior da orofaringe, e retesamento da laringe.

Na tabela seguinte, apresentamos cada seção com sua extensão e ajuste vocal:

Tabela 1. Seções da peça. Extensão de notas - Ext.; Compassos - Comp.; *Speech level* - L.V.; Lírico robusto - L.R.; Lírico leve - L.L.; *Chest mix* - C.M.; Seções mistas - Mst.; *Belt* - Blt.

Seções	1	2	3	4.1	4.2	4.3	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ext.	A ₂	Ab ₂	C ₃	D ₄	G# ₄	E ₄	A ₂	E ₃	C ₃	C ₃	B ₂	A ₃	D ₃	G ₂	D ₃
	A ₃	Ab ₄	B ₃	D ₅	B ₄	C ₅	A ₃	Bb ₄	B ₃	A ₄	G# ₃	B ₃	D ₄	G ₄	D ₄
Comp.	3	22	25	34	38	40	46	64	73	82	90	97	106	112	127
	21	24	33	37	39	43	63	72	81	89	96	105	111	124	137
Ajuste	S.L.	L.R.	S.L.	L.L.	L.R.	L.L.	S.L.	C.M.	S.L.	Mst.	S.L.	Blt.	Blt.	Mst.	Blt.

3. FERRAMENTAS DE ANÁLISE: *MUSIC INFORMATION RETRIEVAL* E DESCRITORES DE ÁUDIO

Music Information Retrieval (MIR) é um campo interdisciplinar recente, que vem crescendo dentro da musicologia (KLAPURI, 2006; RAS et al., 2010). Futrelle e Downie (2003) dividem as comunidades de *MIR* em áreas comuns, como: Ciência da computação, recuperação de informação; engenharia de áudio, processamento de sinal digital; musicologia, teoria musical; biblioteconomia; ciência cognitiva, psicologia, filosofia; e direito. De acordo com Zattra (2005, p. 1), a análise computacional, costumeiramente empregada nas pesquisas de *MIR*, “poderia aplicar seus resultados atuais na extração automática de características, classificação e segmentação dos sons para análise musicológica”.

Trabalhos em *MIR* com voz têm se voltado à identificação de voz falada e cantada (KHUNARSAL et al., 2009), ou reconhecimento de emoções (HAKANPÄÄ et al., 2019) e, apesar de uma quantidade considerável de trabalhos em bases de dados com reconhecimento de gêneros musicais (RAS et al., 2010), estudos de qualidades acústicas produzidas pela voz cantada não têm sido utilizadas para o reconhecimento de estilos musicais, podendo ser um critério para contribuir com a identificação de gêneros musicais.

Para a identificação dessas características acústicas da voz, faremos uso de descritores de áudio, tendo em vista sua capacidade de fornecer dados objetivos de modelos acústicos representados graficamente, com os quais podemos observar de maneira mais minuciosa as alterações timbrísticas da voz, conforme especificaremos a seguir.

4. METODOLOGIA: ETAPAS PARA O PROCESSO DE ANÁLISE

A partir do levantamento de estilos cantados em *The Girl in 14G*, e compreendendo a base conceitual em que se inserem as ferramentas de análise, detalhamos o processo metodológico em suas etapas de execução. Ademais, com base em características acústicas vocais, indicamos quais descritores de áudio serão empregados.

Primeiramente, gravamos em estúdio a performance da peça apenas com a voz. Para a gravação, o equipamento utilizado foi um microfone *MXL 990*, pré-amplificador *Behringer T1953*, e interface *Tascam US-1800*. Para a captação, a cantora *crossover* interpretou a canção a 25cm de distância do microfone. O registro da gravação foi feito pelo *software Pro Tools 2021*, em um *laptop* com sistema operacional *MacOS High Sierra*.

Em seguida, a análise de aspectos acústicos da voz foi feita com a gravação pelo *Sonic Visualiser*, um *software* de código aberto com ferramentas para operar em dados de sinal digital. Neste *software*, usamos os descritores de *Spectral Roll-off* e *RMS*, da biblioteca *MIR.EDU*, desenvolvida por Justin Salamon (2014). A escolha destes descritores é justificada por operarem em qualidades acústicas que caracterizam tanto o canto lírico, quanto os subestilos de *belting* da peça (SUNDBERG; THALÉN; POPEIL, 2012; TITZE; WORLEY; STORY, 2011).

O descritor de *Spectral Roll-off* dá o ponto limite em Hertz até um determinado valor percentual da energia do espectro em que é acumulada. Sendo assim, um som com um espectro de maior energia, tende a apresentar valores mais altos. Por conta deste comportamento, o *Spectral Roll-off*, como indica Monteiro (2012, p. 129), é utilizado para “diferir vogais e consoantes da voz humana”. Ademais, o trato vocal de *belting* é configurado para reforçar o segundo parcial, de maneira que os dados coletados para este estilo podem apresentar valores mais altos em relação aos outros. Os valores estabelecidos de *window size* e *window increment* são, respectivamente, de 4096 e 2048, com o ponto limite em 85%. Bullock (2008, p. 64) define a equação do descritor de *spectral roll-off* como:

$$\sum_0^{f_c} a^2(f) = k/100 \sum_0^{sr/2} a^2(f)$$

Eq. 1.

onde a representa a magnitude, $sr/2$ é a metade do número de amostras da janela de análise, f é a frequência em Hertz, f_c é a frequência do ponto de *Roll-off*, e $k/100$ é a porcentagem do espectro de magnitudes que define o ponto de *Roll-off*.

O descritor de *RMS* (*Root Mean Square*) calcula a média quadrática da amplitude. Diferentemente do descritor apresentado anteriormente, que opera sobre o domínio frequencial, a média quadrática está relacionada à amplitude de um som. Em complementaridade ao descritor de *spectral roll-off*, seu uso pode também distinguir os tipos de canto, dado o diferente volume de suas projeções. Para este descritor, os valores de *window size* e *window increment* são de 8192 e 4096. Bullock (2008, p. 67) define a equação da média quadrática do seguinte modo:

$$\sum_0^{f_c} a^2(f) = k/100 \sum_0^{sr/2} a^2(f)$$

Eq. 2.

Onde a são os valores de amplitude na $k^{\text{ésima}}$ amostra e N o número de amostras das janelas.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para melhor observar os resultados, fornecemos no *QR Code* a seguir a gravação feita para este trabalho com a visualização do espectrograma ao fundo, com a linha em azul representando os valores do descritor de *spectral roll-off* e em vermelho o descritor de *RMS*:



Recorrendo aos descritores para analisar a performance, obtivemos resultados que revelam aspectos acústicos característicos para os estilos de voz, além de resquícios acústicos entre transições. Com o descritor de *spectral roll-off*, observamos uma diferenciação entre as seções da narradora e *high belt*, com as seções em lírico e jazz, conforme vemos na figura 1:

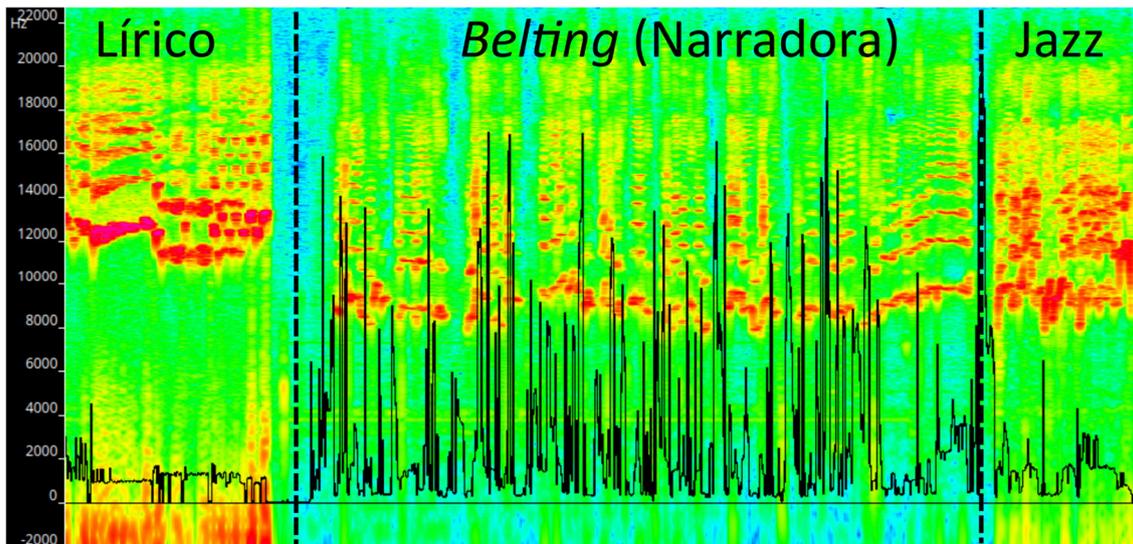


Figura 1. Espectrograma e descritor de spectral roll-off, demonstrando maior energia na região de belting. Trecho correspondente a aproximadamente 1'05"- 2'05" da peça.

As seções em canto lírico e jazz sempre têm um acúmulo de energia abaixo de 2000Hz, enquanto as demais seções possuem picos de energia em consoantes e notas longas com energia acima de 2000Hz.

Já o descritor de *RMS* apresenta outra distinção: seções da narradora com valores [14] de 0,02 aproximadamente, seções de jazz próximos a 0,10 e seções líricas com curvas mais acentuadas e picos próximos a 0,34:

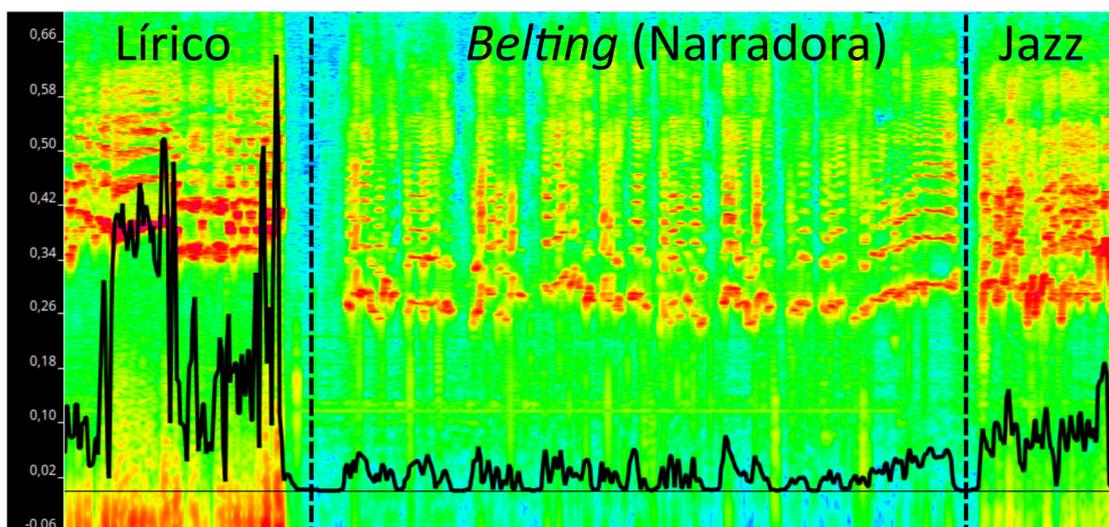


Figura 2. Espectrograma e descritor de Root Mean Square (RMS). Trecho correspondente a aproximadamente 1'05"- 2'05" da peça.

Com o levantamento desses dados, elaboramos a tabela seguinte com as principais características obtidas por ambos os descritores em cada um dos estilos da peça, demonstrando, dessa forma, a identidade acústica que define seus ajustes vocais:

Tabela 2. Características obtidas pelos descritores para cada estilo vocal da peça.

	<i>Spectral Roll-off</i>	RMS
Speech level/Twang	Picos > 2000 Hz em consoantes	0,02 RMS
Lírico	Valores < 2000 Hz	0,34 RMS
Jazz	Valores < 2000 Hz, com picos de consoantes mais proeminentes que lírico	0,10 RMS
Belt/High belt	Valores > 2000 Hz	0,10 RMS

6. AVALIAÇÕES PARA AS PRÓXIMAS PESQUISAS

Notamos nos espectrogramas que nos inícios de seções de *belting* seguidas de seções líricas, a voz ainda tem indícios de energia mais intensas nas fundamentais, característica comum à técnica lírica. O estudo demonstra a necessidade de se investigar os efeitos acústicos, em especial o acompanhamento do comportamento do primeiro e segundo harmônicos ao primeiro formante [15] e mudanças nos comportamentos de inertância [16]. Seria um acréscimo de inertância reativa[17] típica do canto lírico preservada no trecho em *belting* subsequente?

Um novo estudo, através de uma observação com amostragem maior e utilizando análises computacionais produzidas por *softwares* voltados à análise vocal, como o *Vocevista* e *Praat*, de forma complementar àqueles utilizados previamente para elucidar o que pode ser um evento isolado ou um padrão, encontra-se em elaboração. Ademais, os comportamentos acústicos na alternância de técnicas vocais observados podem contribuir para estudos mais aprofundados em acústica vocal.

Por fim, apontamos aspectos que acusticamente distinguem um estilo vocal de outro, podendo ser incorporados a diversas pesquisas em *Music Information Retrieval*, coletando dados novos para a recuperação de informações acerca do estilo vocal utilizado, de tal

maneira que possa contribuir com a escuta de máquina tanto para o reconhecimento do ajuste vocal em si, quanto para o gênero musical em questão.

7. NOTAS

[1] - É considerado cantor crossover aquele que conta com mais de uma técnica, capaz de produzir diferentes resultados de emissão vocal, sem, no entanto, deixar reminiscências entre estilos vocais. LeBorgne e Rosemberg (2014), que utilizam o termo cantor híbrido e atleta vocal para tais performers, afirmam que para realizar tais transições, o cantor deve possuir alto nível de excelência e adaptabilidade técnica.

[2] - Qualidade da voz humana, produzida pela passagem do ar através do nariz durante a fala: um (som) nasal/twang sulista (referente ao sotaque de alguns estados ao Sul dos Estados Unidos da América). “*A quality of the human voice, produced by air passing out through the nose as you speak: a nasal/southern twang*”. Cambridge Dictionary, disponível em <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/twang>

[3] - *Speech Level Singing*: Canto a nível de fala, método desenvolvido e patenteado por Seth Riggs (1992).

[4] - Nesse contexto, utilizamos a palavra Nasal como um dos subestilos de *Belting*, descritos no estudo sobre características fonatórias e ressonantais destes subestilos feito por Sundberg, Thalén e Popeil (2012). Os autores nomearam como exemplo sonoro: Patti Lupone - *As Long As He Needs Me* do musical *Oliver!*. Música e letra de Lionel Bart.

[5] - De acordo com a nomenclatura utilizada por Spivey e Barton (2018) para *chest mix* como ajuste vocal com predominância de TA (Tiroaritenóideo), e *head mix* como ajuste vocal com predominância de CT(Cricotireóideo).

[6] - Distorção vocal utilizada por cantores de *rock*, *blues*, *heavy metal* e *jazz*, que apresenta crepitação do som, deixando-o com uma sonoridade “rasgada”.

[7] - Registros são “uma região de frequências em que todos os sons soam de maneira semelhante e são aparentemente produzidos de maneira similar” (SUNDBERG, 2015 p. 82). M1 refere-se ao registro produzido com o corpo e cobertura do músculo vocal, Tiroaritenóideo (TA), e também é bastante referido como “voz de peito”. M2 refere-se ao registro produzido através da ação do músculo Cricotireóideo (CT) sobre o TA, alongando-o e fazendo com que a vibração mais intensa ocorra na superfície das pregas vocais, sendo também nomeado como registro “de cabeça”.

[8] - Quebra de registro configura uma descontinuidade vocal na região de passagem entre um registro e outro (PINHO e PONTES, 2008).

[9] - De acordo com Rubim (2019) “Belting é um ajuste de fonte e filtro (...) A laringe sobe, a faringe retesa, o espaço ariepiglótico é estreitado, o véu palatino é retesado e todo o sistema

sofre um tensionamento global. Graças a esses ajustes, o sistema fonatório produz um som estridente e ao mesmo tempo bem próximo à fala.” (RUBIM, 2019, p. 90).

[10] - Pressão de ar localizada abaixo das pregas vocais.

[11] - A peça utilizada como referência por Sundberg et al (2012) é *Una Voce poco fa*. Nesta peça, a voz tende a ser mais arredondada nas notas longas, e mais leve nas coloraturas.

[12] - Filtros do trato vocal – “A acústica vocal é compreendida primariamente de dois fatores: a fonte vocal ou [fonte de] vibração, a qual produz uma série de harmônicos, e filtro do trato vocal, ou ressonador, o qual seletivamente reforça ou enfraquece as frequências que são introduzidas nele pela fonte vocal” (BOZEMAN, 2013 - p 3, tradução dos autores). Aqui considerando as mudanças de forma que paredes do trato vocal podem assumir e o resultado desta mudança na interação dos formantes e harmônicos produzidos.

[13] - Adotamos C_3 como referência para o dó central.

[14] - A potência RMS equivale a 70% da potência de pico (IHF) e a 35% da potência de pico-a-pico (PMPO).

[15] - O primeiro formante determina a profundidade e o preenchimento do timbre, assim como a dimensão aberta ou fechada das vogais. Todos os eventos relacionados aos registros são causados ou relacionados pela interação deste primeiro formante com os harmônicos da fonte vocal. (BOZEMAN, 2013, p. 13).

[16] - Razão entre a reatância acústica associada à energia cinética do meio acústico e a frequência da perturbação sonora multiplicada pelo fator 2π ; massa acústica.

[17] - A inertância do tipo reativa facilita a automanutenção da vibração das pregas vocais pela diminuição do limiar de pressão fonatório (BARSANELLI, ET AL 2011, p. 462).

REFERÊNCIAS

BARSANELLI COSTA, Cláudia; CHECHINATO COSTA, Luis Henrique; OLIVEIRA, Gisele; BEHLAU, Mara. Efeitos imediatos do exercício de fonação no canudo. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, vol. 77, núm. 4, jul/ago, 2011, p. 461-465.

BOZEMAN, Kenneth W. **Practical Vocal Acoustics: Pedagogic Applications for Teachers and Singers**. Vox Musicae: the Voice, Vocal Pedagogy, and Song Book 9. Boydell & Brewer. Edição do Kindle. 2013.

BULLOCK, Jamie. **Implementing audio feature extraction in live electronic music**. Tese (Doctor in Philosophy). Birmingham Conservatoire, Birmingham City University, p. 260. 2008.

TWANG. *In*: CAMBRIDGE dictionary. Cambridge University Press, 2021. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles/twang>. Acesso em: 12/05/2021.

FUTRELLE, Joe; DOWNIE, John Stephen. Interdisciplinary Research Issues in Music Information Retrieval: ISMIR 2000-2002. **Journal of New Music Research**, v. 32, n. 2, p. 121-131. 2003.

KLAPURI, Anssi. (Ed.). **Signal processing methods for music transcription**. Nova Iorque, NY: Springer, 2006.

LEBORGNE, Wendy DeLeo.; ROSENBERG, Marci. Daniels. **The vocal athlete**. San Diego, CA: Plural Publishing Inc, 2014.

MONTEIRO, Adriano. **Criação e Performance Musical no Contexto dos Instrumentos Digitais**. Dissertação (Mestrado em Música). Departamento de Música, Instituto de Artes, Unicamp. Campinas, p. 159. 2012.

PINHO, Silvia.; PONTES, Paulo. Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal. Série Desvendando os Segredos da Voz. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.

RAS, Zibinigiew; WIECZORKOWSKA, Alicja (Eds.). **Advances in music information retrieval**. Berlim: Springer, 2010.

RUBIM, Mirna. **Voz Corpo Equilíbrio**. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2019.

SALAMON, Justin; GÓMEZ, Emilia. MIR.EDU: An Open-Source Library for Teaching Sound and Music Description. *In*: INTERNATIONAL SOCIETY FOR MUSIC INFORMATION RETRIEVAL CONFERENCE, 15, 2014, Taiwan. **Anais...**

SPIVEY, Norman; BARTON, Mary. **Cross-Training in the Voice Studio: A Balancing Act**. San Diego: Plural Publishing, 2018.

SUNDBERG, Johan.; THALÉN, Margareta; POPEIL, Lisa. Substyles of Belting: Phonatory and Resonatory Characteristics. **Journal of Voice**, v. 26, n. 1, p. 44–50, jan. 2012.

SUNDBERG, Johan. **Ciência da voz: fatos sobre a voz na fala e no canto**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2015.

TEROSORI, Jeanine. **The girl in 14G**. Para voz. [s.l.]: Thoroughly Modern Music Publishing Co., 2000. 1 partitura.

TITZE, Ingo; WORLEY Albert. S; STORY, Brad. Source-Vocal Tract Interaction in Female Operatic Singing and Theater Belting. **Journal of Singing**, [s.l.], vol. 67, n. 5, p. 561-572, Mai/Jun, 2011.

ZATTRA, Laura. Analysis and analyses of electroacoustic music. *In*: SOUND AND MUSIC COMPUTING '05, 2., 2005. Salerno. **Anais eletrônicos...** 2005. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://smc.afim-asso.org/smc05/papers/LauraZattra/Lzanalysis.pdf>>. Acesso em: 19 Out. 2020.