

Estratégias de ressonância utilizadas por cantores de ópera: um estudo a partir de gravações

Marcos Sfredo

Universidade de Brasília – marcos.sfredo@gmail.com

Resumo: Neste artigo são analisados trechos de gravações de tenores de grande relevância no cenário operístico mundial e são abordadas as implicações das diferentes modificações que podem ser feitas no trato vocal assim como as estratégias de ressonância utilizadas, como o *ajuste do segundo formante* e a produção do *formante do cantor*. São discutidas questões teóricas referentes às estratégias de ressonância utilizadas por cantores de ópera e a utilização do programa *VoceVista* como ferramenta de estudo da ressonância da voz cantada, através de análise espectral.

Palavras-chave: Técnica vocal. Estratégias de ressonância. Análise espectral. Formante do cantor. Ajuste dos formantes.

Resonance strategies used by opera singers: a study from recordings

Abstract: Audio recordings from different tenors of great importance in the opera scene are analyzed to approach the discussion on vocal tract modifications and resonance strategies for singing voice, such as *second formant tuning* and the production of the *singer's formant*. Theoretical issues regarding the resonance strategies used by opera singers are discussed, followed by a spectral analysis of resonance strategies from different tenors using the software *VoceVista*.

Key-words: Vocal technique. Resonance strategies. Spectrum analysis. Singer's formant. Formant tuning.

1. Introdução

A linguagem subjetiva utilizada pelos profissionais do canto e a falta de conhecimento na área de acústica do aparelho fonador são fatores que podem interferir diretamente na prática do canto lírico. Conceitos básicos, já consolidados no campo da acústica há décadas, como o de *formante do cantor*, são desconhecidos por grande parte dos cantores, o que pode tornar o desenvolvimento da técnica menos consciente e, portanto, mais demorado.

Os conceitos de técnica vocal, com o avanço da medicina, acústica, mudaram muito nas últimas décadas. Sabe-se que é prejudicial buscar uma boa projeção apenas através de uma alta pressão subglótica e que o que determina a qualidade de um cantor são as mudanças que são feitas no trato vocal a fim de ajustar as ressonâncias.

Para a produção de qualquer som, são necessárias uma fonte de energia e um elemento vibratório. No caso da produção vocal, a fonte de energia é o fluxo de ar proveniente dos pulmões e o elemento vibratório são as pregas vocais, localizadas na

laringe. A produção da fala – assim como a da voz cantada – pode ser dividida em respiração, fonação, articulação e ressonância (ZEMPLIM, 2000). Serão tratadas aqui apenas questões referentes à articulação e ressonância.

Entender as diferentes escolhas de ressonância que podem ser feitas em cada situação, como fazê-las e o que decorre de cada escolha, parece ser o caminho para que o ensino artístico e a prática do canto deixem de ser tão abstratos, subjetivos, mitificados e passem a fazer uso de conceitos embasados cientificamente.

2. Pressupostos teóricos

A frequência fundamental do som produzido na laringe – F_0 – é determinada pela velocidade de repetição dos ciclos glóticos, *i.e.*, quantas vezes as pregas vocais vibram em um segundo. O som produzido na glote corresponde um sinal complexo, composto pela frequência fundamental (F_0) e uma série de componentes parciais cujas frequências são múltiplas da fundamental (BEHLAU, 2001; HENRIQUE, 2002; MILLER, 1993; MILLER, 2008; ZEMPLIM, 2000), *e.g.*, se a frequência de F_0 é 100 Hz, as componentes parciais serão 200, 300, 400Hz etc.

O trato vocal, que compreende a área logo acima da laringe até os lábios possui ressonâncias naturais, chamadas de *formantes*, que são “zonas do espectro de grande amplitude, e que são independentes das frequências das notas” (HENRIQUE, 2002). Quando o trato vocal é modificado, acontecem alterações nessas ressonâncias, sendo possível ajustar os formantes promovendo alterações na língua, mandíbula, faringe, palato mole e laringe

As duas primeiras ressonâncias, F_1 e F_2 , são as principais responsáveis pela caracterização das vogais, e as outras, que serão consideradas apenas até F_5 como importantes para a voz cantada, responsáveis pelo timbre ou qualidade vocal (BEHLAU, 2001; MILLER, 1993; MILLER, 2008; ZEMPLIM, 2000). Sendo assim, cada vogal, que é caracterizada por uma configuração específica de língua, mandíbula e lábios, possui frequências definidas de F_1 e F_2 , como as apresentadas na Figura 1. É importante ressaltar que os valores não são absolutos, e variam de acordo com a pronúncia da língua e com tamanho e forma do trato vocal.

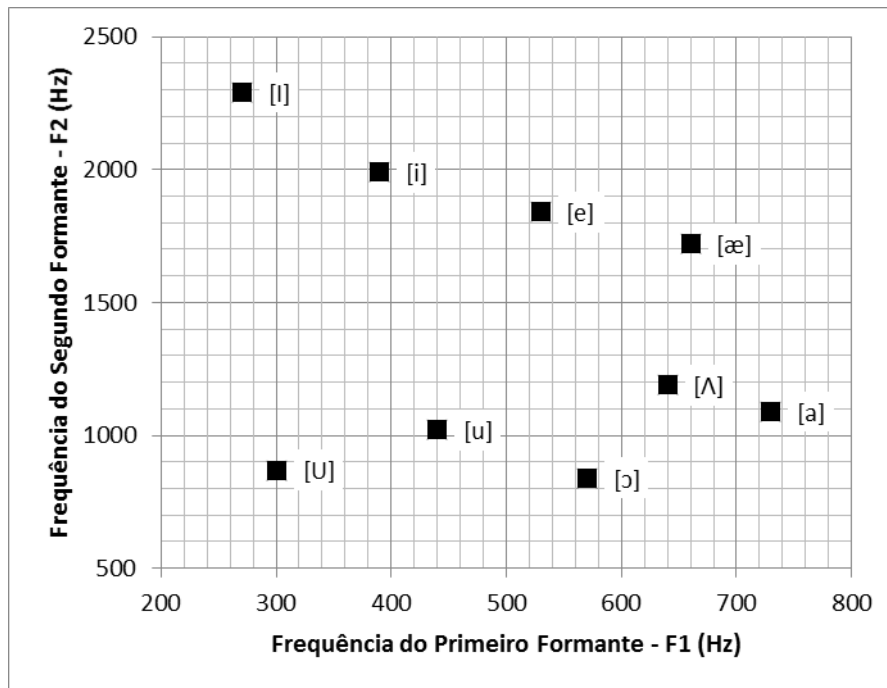


Fig. 1: Tabela de valores de F_1 e F_2 para as vogais da língua inglesa a partir dos dados de Peter Denes and Eliot Pinson in Miller (1993)

Para que as ressonâncias do trato vocal (formantes) sejam aproveitadas, é necessário que estejam próximas aos harmônicos da fonte vocal. Para que uma voz seja de boa qualidade, uma das duas ressonâncias mais graves, F_1 e F_2 , deve estar próxima a um harmônico (MILLER, 2008). Quando a nota cantada é grave, *e.g.*, um Lá 1 (110Hz), é certo que haverá ganho de amplitude pelo pareamento de um dos harmônicos com os formantes, já que há um harmônico a cada 110Hz ($H_2=220\text{Hz}$, $H_3=330\text{Hz}$, $H_4=440\text{Hz}$ etc). Porém quando a fundamental é mais aguda, *e.g.*, um Lá 3 (440Hz), as frequências de F_1 ou F_2 deverão ser modificadas para que coincidam com algum harmônico, e essas modificações são feitas através de alterações nas vogais.

3. Ajuste do segundo formante (F_2)

A *cobertura* é uma habilidade básica para qualquer tenor lírico. Esta técnica consiste em fazer modificações no trato vocal, alterando a vogal cantada, na região de *passaggio*, que pode acontecer entre Mi bemol 3 e Lá bemol 3, dependendo da classificação vocal (MILLER, 1993). Quanto mais alta a frequência da fundamental (F_0), maior a distância entre os harmônicos de F_0 , sendo necessárias modificações no trato vocal para que os harmônicos sejam pareados com os formantes (TITZE, 1994) e tenham um ganho de amplitude. É importante ajustar harmônicos de F_0 com um dos

formantes mais baixos (F_1 e F_2), ou com os dois, pois quanto menor o número do harmônico da fonte vocal, maior a sua amplitude. A amplitude dos harmônicos da fonte vocal diminui uniformemente à medida que a frequência aumenta (MILLER, 2008; SUNDBERG, 1977).

Donald Miller estabelece algumas regras gerais para ajuste dos formantes:

- O arredondamento dos lábios diminui todas as frequências dos formantes, mas especialmente de F_2 ; a abertura lateral tem o efeito oposto.
- O abaixamento da laringe diminui todas as frequências dos formantes, mas especialmente de F_1 ; a elevação da laringe tem o efeito oposto.
- Mover o ponto de constrição da língua para frente aumenta F_2 e diminui F_1 ; movê-lo para trás tem o efeito oposto (Miller, 2008: p. 31)

Uma das estratégias de ressonância utilizadas pelos tenores na região do *passaggio* é o ajuste do F_2 com algum harmônico. É possível verificar em diversas situações a distorção da vogal que deveria ser cantada para uma outra com o F_2 mais alto, e.g., [I], [i], [e], [ɛ], [a] e [æ]. Ao fazer o ajuste F_2/H_3 (pareamento do segundo formante com o terceiro harmônico) ou F_2/H_4 , é possível alcançar um grande volume sem promover um esforço excessivo, como seria usando F_1/H_1 .

4. Formante do cantor

Na década de 1930, Wilmer T. Bartholomew já falava de uma componente parcial de grande amplitude que estava presente na maioria das gravações de bons cantores de ópera, cuja frequência variava entre 2400 e 3200 cps. E que quanto melhor a voz e mais forte a nota, maior a amplitude desta componente parcial, denominada por ele *high formant* (BARTHOLOMEW, 1934). Para Sundberg (1977) a presença dessa ressonância de grande energia tornou-se um critério de qualidade e esse formante extra passou a ser chamado de *formante do cantor*.

O *formante do cantor* não é influenciado pela vogal cantada, i.e., os valores de F_1 e F_2 não são determinantes para o surgimento dessa ressonância. Para que o *formante do cantor* seja produzido, é preciso alargar a cavidade laríngea e a área de abertura da laringe precisaria ser ao menos 6 vezes menor que a área transversal da faringe, desta forma estes dois tubos se comportariam como dois ressoadores distintos – além de aumentar a frequência de ressonância da laringe (SUNDBERG, 1974). Para Sundberg, é possível promover essas alterações através do abaixamento da laringe.

Acusticamente, o *formante do cantor* é produzido quando acontece a aproximação das frequências de F_3 , F_4 , e F_5 (SUNDBERG, 1974). A frequência de F_3

pode ser alterada de acordo com a posição da ponta da língua (SUNDBERG, 1977). Em estudo realizado sobre a ressonância da cavidade laríngea verificou-se que a produção de F_4 acontece na laringe, portanto a habilidade de manipular a geometria desta cavidade (alargando sua área e ventrículo laríngeo) influenciaria na produção do *formante do cantor* (TAKEMOTO *et al*, 2006)

5. Análise das gravações

Com o programa *VoceVista*, desenvolvido por Donald Grey Miller, é possível visualizar em tempo real o espectro do som que está sendo cantado ou fazer análise de uma gravação. O objetivo deste programa é ter uma resposta visual, além da auditiva, para auxiliar na construção da técnica vocal. É possível medir a frequência dos formantes em cada vogal através da análise de uma fonação não periódica¹. Neste trabalho, o programa foi utilizado como ferramenta de análise das gravações. A largura da banda utilizada na análise foi de 10Hz, que é o ajuste padrão do programa. Desta forma é possível identificar mais facilmente as ressonâncias.

Foram analisadas gravações de 20 tenores de grande relevância no cenário operístico mundial cantando a ária *La donna è mobile* da ópera *Rigolletto* de *Giuseppe Verdi* extraídas do site *Youtube*. Os arquivos de áudio extraídos estão em formato WAV, 44100Hz, 32-bit. As estratégias de ressonância usadas na última nota da cadência final da ária, que é um Si 3, estão descritas na Figura 2.

Na Figura 3 vê-se a tela gerada pelo *VoceVista* ao executar a gravação de Luciano Pavarotti. No quadro esquerdo tem-se um gráfico do tempo (x) pela frequência (y) – de 0 a 5kHz, e a amplitude em escala de cinza. No quadro direito tem-se a frequência (x) pela amplitude (y) em um instante específico – cada ponto marca uma variação de 10dB (Figura 2). Pavarotti, provavelmente o tenor mais conhecido do mundo, contribuiu para popularização da ópera e transitou entre diversos gêneros, cantando com grandes ícones da música pop. Ele utiliza uma estratégia de ressonância bem definida: é possível identificar (na figura 3) que Pavarotti está usando o segundo formante no terceiro harmônico (F_2/H_3): Neste momento ele está cantando a segunda vogal [e] da palavra *pensier*, cuja frequência de F_2 pode variar entre 2000 e 3000 Hz (MILLER, 2008). Ele então modifica a vogal cantada para [a], diminuindo assim o valor de F_2 , podendo ter um enorme ganho de amplitude no H_3 (mais de 10dB acima de H_2 e H_4 , como pode ser verificado na Figura 2). Miller (2008) refere-se ao Pavarotti como

“Rei do ajuste do segundo formante”² tamanha a habilidade de ajustar este formante para ter uma grande projeção.

	Ajuste de F ₂	Formante do Cantor
Alfredo Kraus		◆
Bengiamino Gigli		◆
Carlo Bergonzi		◆
Enrico Caruso	◆	
Franco Bonisolti	◆	
Franco Corelli	◆	
Fritz Wunderlich		◆
Giuseppe di Stefano	◆	
Jonas Kaufmann	◆	
Jose Carreras	◆	
Joseph Calleja	◆	
Juan Diego Florez		◆
Jussi Björling		◆
Luciano Pavarotti	◆	
Mario del Monaco	◆	
Mario Lanza		
Nicolai Gedda	◆	
Placido Domingo		◆
Roberto Alagna	◆	
Rolando Villazón	◆	

Fig. 2: Tabela das estratégias de ressonância utilizadas por 20 tenores na nota Si 3 na vogal [e], na ária *La donna è mobile* da ópera *Rigoletto*. 12 tenores utilizaram o ajuste de F₂ e 7 a produção do *formante do cantor*. O tenor Mario Lanza foi o único que utilizou uma estratégia diferente.

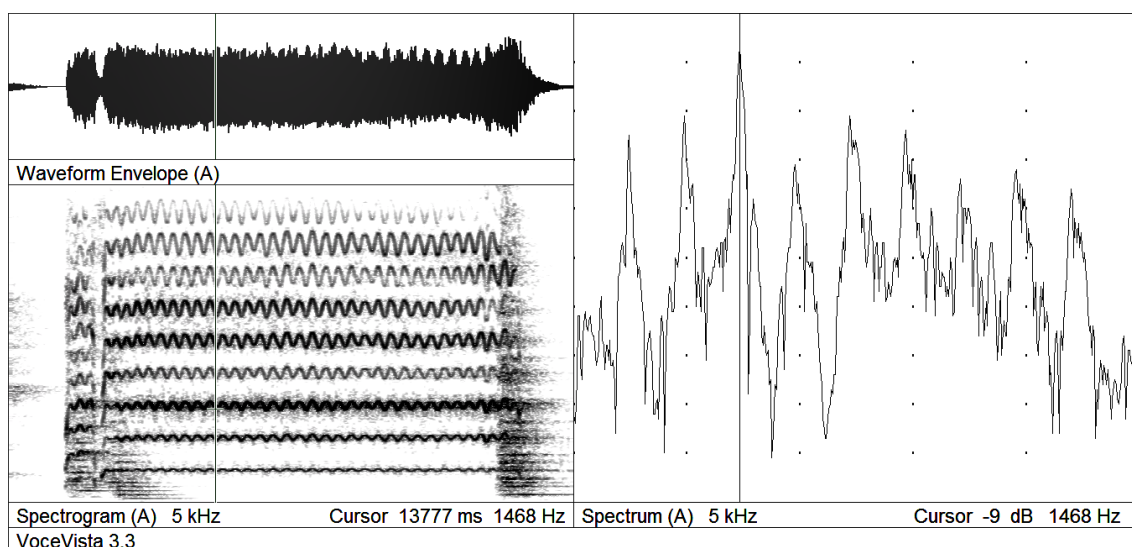


Fig.3: Luciano Pavarotti cantando a nota Si 3. O cursor marca a componente parcial de maior amplitude.

Diferentemente da estratégia de ressonância que foi observada na análise da gravação de Pavarotti – ajuste do segundo formante - a estratégia observada na gravação de Fritz Wunderlich foi a produção do *formante do cantor* (Figura 4). Usando esta estratégia de ressonância, não é necessário promover distorções na vogal cantada [e] para que se tenha uma projeção de qualidade. É possível ver que o maior pico de amplitude está na sexta componente parcial (H_6), que tem ao menos 10dB a mais do que as outras.

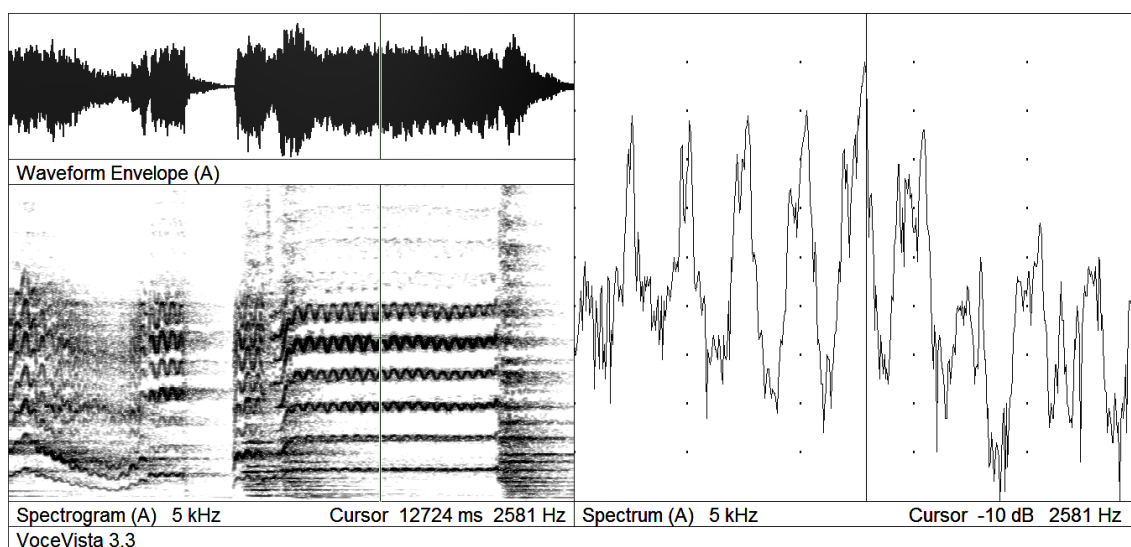


Fig.4: Fritz Wunderlich cantando a nota Si 3. O quadro à esquerda mostra a frequência (0 a 5kHz) em função do tempo. O cursor marca a componente parcial de maior amplitude.

É necessário entender que cada tenor não utiliza necessariamente apenas uma estratégia de ressonância para determinada região da voz. As escolhas podem ser influenciadas pelo estilo da música cantada, pela linha melódica, pelo gosto pessoal do cantor etc. Há uma diferença na estratégia de ressonância utilizada por Enrico Caruso (Figura 5) ao cantar duas notas com um semitom de diferença. Ao cantar a nota Si bemol 3, a ressonância mais forte é o *formante do cantor*. Já no final da cadência, na nota Si 3, a componente parcial com maior amplitude é a terceira (F_2/H_3).

Dos exemplos apresentados até aqui, observa-se que a nota fundamental (F_0) não foi utilizada como componente parcial de maior amplitude, e todos os cantores usados como exemplo apresentam uma qualidade artística e técnica inquestionável. Isso mostra que a habilidade de saber aproveitar as ressonâncias do trato vocal é mais importante do que cantar com uma pressão glótica excessiva, para aumentar o nível de pressão sonora de F_0 . Apenas um dos tenores analisados utiliza uma estratégia de ressonância diferente de todos os outros (Figura 6).

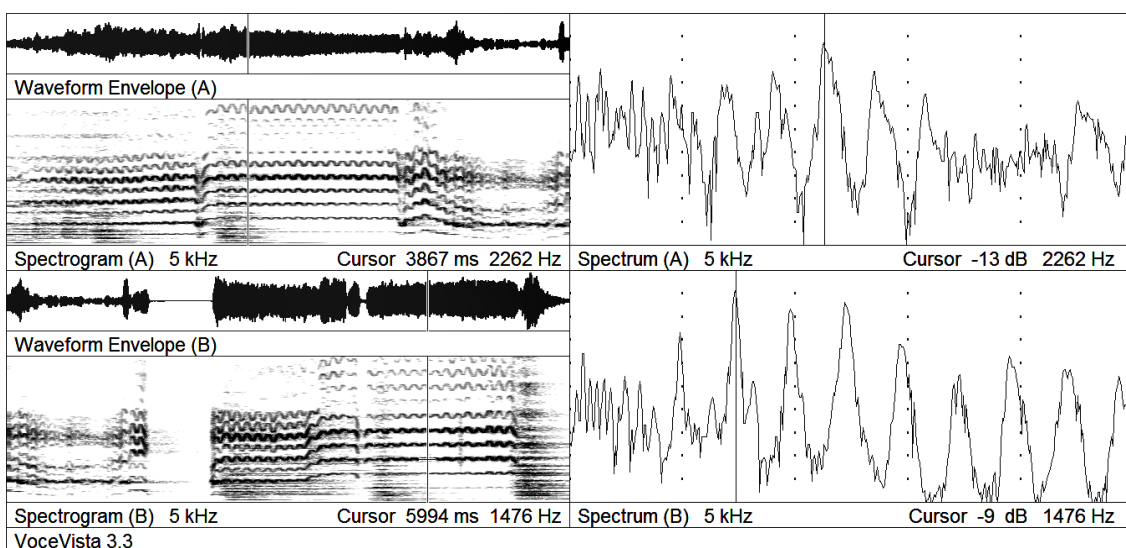


Fig. 5: Enrico Caruso cantando a nota Si bemol 3 – parte superior – e Si 3– parte inferior.

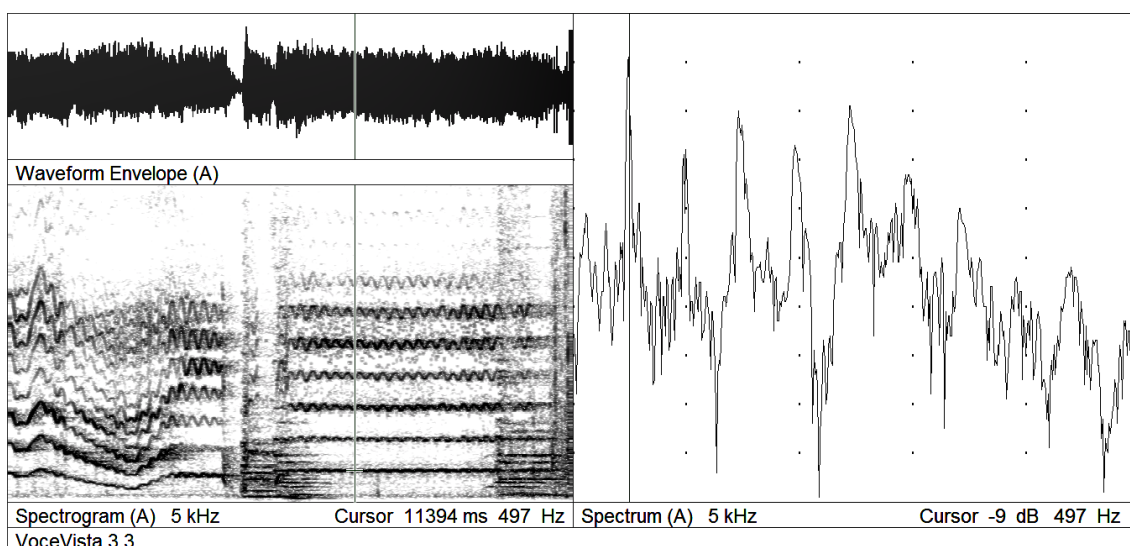


Fig. 6: Mario Lanza cantando a nota Si 3. O quadro à esquerda mostra a frequência (0 a 5kHz) em função do tempo. O cursor marca (no quadro à direita) a componente parcial de maior amplitude.

Mario Lanza utiliza a estratégia de ressonância F_1/H_1 , que não é muito comum em vozes masculinas na tessitura aguda, mas sim em vozes femininas (principalmente sopranos). É possível perceber na gravação analisada um som diferente do que se espera de um tenor nesta região, um timbre um pouco diferente, que é explicado pela ressonância utilizada. Apesar de ser perceptível pela gravação e do espectrograma indicar isto, não é possível concluir que Lanza esteja utilizando o registro de *falsetto*³ nesta nota. Mas é possível perceber características de uma voz cantada feminina.

Das vinte análises realizadas durante o estudo, apenas os exemplos mais expressivos foram apresentados aqui, o que foi considerado suficiente para que as estratégias de ressonância que podem ser utilizadas por vozes masculinas diferentes em contextos distintos possam ser compreendidas.

6. Considerações finais

Não foi possível, nem era a intenção deste trabalho, definir a melhor estratégia de ressonância para cada tipo de tenor. Ao contrário, o que se pretendia era verificar se as duas estratégias de ressonância, o ajuste de F_2 e a produção do *formante do cantor*, podem ser eficientes em diferentes situações e subclassificações vocais (tenor ligeiro, lírico-ligeiro, lírico etc). A escolha da ressonância utilizada parece ser decorrente de uma condição fisiológica. Pavarotti nunca precisou do *formante do cantor* com grande amplitude para impressionar com a qualidade de suas notas Dó 4. É provável que este ajuste tenha sido mais adequado para o seu trato vocal.

Ainda há muitas dúvidas quanto à produção e à percepção do *formante do cantor*. Não foram feitos estudos que comprovassem as condições estabelecidas por Sundberg na década de 1970 para que houvesse a produção do *formante do cantor*, i.e., a proporção de 1 para 6 da área de abertura da laringe para a área transversal da faringe, assim como o aumento do volume do ventrículo laríngeo⁴.

As questões discutidas neste trabalho foram referentes apenas à ressonância da voz cantada. É claro que ter controle da ressonância não é o único fator que garante a um cantor um bom desempenho artístico, porém este é um ponto de partida importante para se preencher a lacuna existente entre a ciência vocal e a prática artística do canto. A ciência da voz pode contribuir muito para uma outra concepção de técnica vocal, que seja baseada em conceitos físicos, relacionando-os com as sensações psicofísicas e imagens utilizadas na prática do canto, e não ficando restrita apenas às imagens e sensações.

Bibliografia

BARTHOLOMEW, Wilmer. T. *A Physical Definition of "Good Voice-Quality" in the Male Voice*. The Journal of the Acoustical Society of America, v.6, n.1, p.25-33. 1934.

BEHLAU, Mara; FEIJÓ, Deborah; MADAZIO, Glaucya *et al.* *Voz: O livro do especialista – Volume 1*. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.

HENRIQUE, Luiz. L. *Acústica musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

MILLER, Donald G. *Resonance in singing: voice building through acoustic Feedback*. Princeton: Inside View Press, 2008.

MILLER, Richard. *The structure of singing: system and art in vocal technique*. Boston: Schirmer, 1996.

_____. *Training tenor voices*. Belmont: Schirmer, 1993.

SUNDBERG, Johan. *Articulatory interpretation of the “singing formant”*. The Journal of the Acoustical Society of America, v.55, n.4, p. 838-844. 1974.

_____. *The acoustics of the singing voice*. Scientific America, 236(3):82-4, p. 86-91. 1977.

TAKEMOTO, Hironori ;ADACHI, Seiji; KITAMURA, Tatsuya *et al*. *Acoustic roles of the laryngeal cavity in vocal tract resonance*. The Journal of the Acoustical Society of America, v.120 n4, p.2228-2238. 2006.

TITZE, I. R.;Mapes, S., et al. *Acoustics of the tenor high voice*. The Journal of the Acoustical Society of America, v.95, n.2, p.1133-1142. 1994.

Áudio extraído dos seguintes vídeos:

YOUTUBE.COM. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=RZNkoRb2iLQ> Acessado em 11/03/2013. *Enrico Caruso – La donna è mobile*.

_____. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=PAdbrTZ7Wlk> Acessado em 11/03/2013. *Fritz Wunderlich – La donna è mobile*.

_____. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=AL2cI408w1U> Acessado em 11/03/2013. *Luciano Pavarotti – La donna è mobile*.

_____. Disponível em <http://www.youtube.com/watch?v=KowDzt3ljUM> Acessado em 11/03/2013. *Mario Lanza – La donna è mobile*.

¹ Registro basal ou pulsátil, no qual é possível “ouvir os pulsos de vibração durante a emissão (pequenas explosões; som semelhante a ranger de porta, ou motor de barco em rotação lenta)” (BEHLAU *et al*, 2001: p.108)

² Pavarotti: king of second formant tuning

³ No registro de *falseto* (ou elevado) a configuração de vibração das pregas vocais é diferente, a área de adução é menor e acontece apenas na parte superior das pregas. Porém sem a análise de um Eletroglotógrafo não é possível definir precisamente se a nota foi cantada no registro modal ou elevado.

⁴ O estudo realizado por Takemoto *et al* refere-se apenas ao F₄, não podendo ser decisivo para a questão da produção do *formante do cantor*.