

PRISCILA OLIVEIRA FARIA

ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DO VIBRATO
DE CANTORAS LÍRICAS EM DUAS CADÊNCIAS
MUSICAIS DE CARÁTER ALEGRE E TRISTE

Belo Horizonte

29 de agosto de 2011

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Música
Programa de Pós-graduação em Música

ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DO VIBRATO
DE CANTORAS LÍRICAS EM DUAS CADÊNCIAS
MUSICAIS DE CARÁTER ALEGRE E TRISTE

Dissertação submetida ao Programa de pós-graduação da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Música.

Linha de pesquisa: Sonologia

PRISCILA OLIVEIRA FARIA

Belo Horizonte
29 de agosto de 2011



Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Música
Curso de Pós-Graduação em Música

Dissertação defendida pela aluna **Priscila Oliveira Faria** em 29 de agosto de 2011 e aprovada pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Maurício Freire Garcia
Orientador
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Maurílio Nunes Vieira
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof. Dr. Hani Camille Yehia
Universidade Federal de Minas Gerais

Prof.ª Dr.ª. Luciana Monteiro de Castro Silva Dutra
Universidade Federal de Minas Gerais

RESUMO

Este trabalho descreveu possíveis padrões de vibrato atribuíveis aos caracteres triste e alegre, utilizando a análise espectral e o algoritmo de análise do espectro do tremor e vibrato na voz humana desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Física da UFMG, vislumbrando o reconhecimento da análise espectral como ferramenta que possibilite a diferenciação dos caracteres emotivos envolvidos na performance do cantor lírico. O método utilizado foi gravação da voz cantada de 10 cantoras líricas, executando duas cadências: uma de caráter triste e outra de caráter alegre. Cada cadência foi executada sobre a vogal [a] numa interjeição, apresentando um ataque na nota (Fá 4) com duração de 4 segundos, após a qual a cantora executou um movimento descendente e finalizou. Os dados foram analisados no *software* GRAM 5.7 e no algoritmo de análise do tremor e vibrato, contemplando as variáveis: taxa; profundidade; regularidade e forma de onda, a fim de verificar as tendências gerais em cada caráter estudado. Concluiu-se que o vibrato de caráter alegre e triste apresentam valores de taxa e profundidade aceitáveis conforme a literatura cujo valor da taxa no caráter alegre não foi maior em relação ao caráter triste conforme era esperado. A regularidade foi prevalente na maioria das cantoras estudadas. Quanto à forma de onda, o aspecto senoidal predominou em ambos os caracteres estudados e três das cantoras estudadas, apresentaram irregularidades na execução do vibrato de caráter triste. Em relação ao ataque e à terminação do vibrato de caráter alegre, encontramos que 60% (6) das cantoras tiveram a curva do vibrato com ataque e terminação de forma ascendente em sua performance e no caráter triste a curva se inicia e termina de forma descendente em 40% (4) das participantes do estudo. A tendência geral que diferencia um caráter do outro consiste no fato de o ataque do vibrato no caráter alegre ocorrer de forma ascendente e no caráter triste de forma descendente.

Palavras-chave

Análise espectral aplicada ao canto; Expressividade no canto; Vibrato vocal e expressividade; Vibrato do cantor lírico; Análise acústica do vibrato vocal.

ABSTRACT

This paper presents a description of possible patterns of vibrato applied to the characters “sad” and “happy”. Using spectral analysis and an algorithm of spectral analysis of tremor and vibrato of the human voice developed in the Graduate Program in Electrical Engineering and Physical of UFMG, it aims the recognition of spectral analysis as a tool that enables differentiation of emotional characters involved in the performance of opera singers. The methodology included the recording of 10 opera singers, performing two cadenzas, one of “sad” character and the other of “happy” character. Each cadenza was performed on the vowel [a] with an interjection, featuring an attack on the note (F4) with a duration of 4 seconds, after which the singer went down and closed it. The data were analyzed with the GRAM 5.7 *software* and algorithm analysis of tremor and vibrato, considering the variables: rate, extent, regularity and waveform in order to verify the general trends in each studied character. The conclusion was that the vibrato for the characters “happy” and “sad” present values of rate and extent acceptable according to the literature. The value of the rate for the character “happy” was not the greater than that for the character “sad” as expected. The regularity was prevalent in most singers studied. As for the waveform, the sinusoidal aspect predominated in both characters studied and three of the studied singers presented irregularities in the implementation of vibrato for the character “sad”. Concerning the attack and the termination of vibrato for the character “happy”, 60% (6) of the singers had a curve of the vibrato with an attack and a termination with an ascending form in performance, whereas, for the character “sad”, the curve begins and ends with a descending form for 40% (4) of the participants of the study. The general trends that distinguish one character from the other in this study is that the vibrato attack occurs for the character “happy” with an ascending form and descending form for the character “sad”.

Keywords

Spectral analysis applied to the singing voice; Expressiveness in the singing voice; Vocal vibrato and expressiveness; Opera singer’s vibrato; Acoustic analysis of vocal vibrato.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus amados pais que me incentivaram e me apoiaram nessa trajetória, apesar de ter me ausentado do convívio familiar para me dedicar ao estudo de algo que impulsiona a minha vida: a voz cantada.

Caros pais, em vocês encontrei amor, amparo, apoio, força, confiança e superação, ensinando-me que a vida é feita de planejamento e escolhas, mas que acima disso tudo está Deus, a palavra final para que todo esse projeto pudesse contribuir para me fazer uma pessoa mais apaixonada por minha profissão e pela pesquisa, além de consciente de minhas limitações e mais dependente do Criador do universo que, em sua amplitude, operou o amor a mim concedido em toda essa caminhada até aqui.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o meu guia, a minha luz, o supremo orientador e doador de inteligência e capacidade. Àquele que é o ápice de realização desse e de todo e qualquer empreendimento. Sem Ti, não poderia ter chegado até aqui! A Ti, a honra, a glória e o louvor.

Aos meus pais por me ofertarem o amor incondicional e os estudos. Em especial à minha mãe que sempre me incentiva a estudar e que me ajudou a entender o quanto eu gosto de pesquisar.

Ao meu excelente orientador Prof. Dr. Maurício Freire Garcia, quem honra a palavra orientador e é um exemplo a ser seguido, que me recebeu de forma tão solícita no programa de mestrado, dividindo comigo o seu conhecimento de maneira humilde e flexível, inspirando-me a buscar o conhecimento, aprofundá-lo e aprimorá-lo. Fez-me acreditar que o ensino é o ponto de partida da humanidade. Obrigada por todo tempo cedido nas orientações.

Ao Prof. Dr. Sérgio Freire que me acolheu tão bem no processo seletivo do mestrado e acreditou em meu trabalho ao longo da trajetória do mestrado.

À Prof. Dr^a. Luciana Monteiro por todo tempo cedido na cuidadosa correção do trabalho de qualificação e na orientação acerca da nova metodologia dessa pesquisa. Obrigada por compartilhar comigo todo o seu conhecimento e por me apresentar as cantoras líricas, obra de lapidação das suas mãos.

Ao Prof. Dr. Maurílio Nunes Vieira pelas horas investidas em orientações, ensinando-me a manusear os dados que obtive nessa pesquisa e me inspirando a buscar entender mais esse imenso campo que é a análise acústica. Obrigada por ceder parte do seu vasto conhecimento a mim.

Ao Prof. Oiliam Lanna que compôs as duas cadências desse estudo, possibilitando um novo caminho para o aprimoramento das pesquisas em voz cantada.

Ao José Eduardo e João Pedro que rodaram as análises, ofertando seu tempo para que o conhecimento científico pudesse avançar.

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação da Escola de Música da UFMG, em especial ao Alan por sempre estar aberto aos questionamentos ajudando-me a resolver as burocracias exigidas ao longo do mestrado.

Às cantoras que tão carinhosamente aceitaram o convite de serem analisadas, contribuindo para o avanço dos estudos na área de voz cantada. Sem vocês, nada do que foi construído se concretizaria.

Ao Fred do estúdio, que me ajudou com a gravação das vozes das cantoras, sempre disponível para a adequação dos horários e da metodologia do trabalho.

Aos meus familiares que torceram por mim durante todo esse processo. Em especial ao Pacífico Junior, meu primo trompetista, por ter me lembrado do processo seletivo do mestrado.

Aos meus amigos que de alguma forma me ajudaram e me deram apoio através de suas orações nos momentos difíceis, sempre acreditando em mim e me incentivando a prosseguir nessa caminhada rumo ao conhecimento.

E em especial...

À Pati, por ser minha ouvinte nos tempos de luta, mostrando-me que não se faz arte só com um pincel ou com um instrumento musical, mas também com sábias palavras e com uma vida um tanto divertida e direcionada para Deus.

À Leidi que em horas em que achei que não poderia, sempre esteve ao meu lado mostrando-me o outro lado da história.

Ao Juninho, que com suas palavras de incentivo me faz entender que eu posso ir mais além.

Voz: um instrumento que por si só cria música, harmonizando a vida.

Canto: a forma mais íntima de expressar o viver e a vida.

Música: a arte que me faz reconhecer minhas limitações e que me ensina que trabalho
significa amor.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	17
<i>CAPÍTULO I Revisão de Literatura</i>	
1- VIBRATO.....	19
2- FERRAMENTAS DE ANÁLISE ESPECTRAL NO ESTUDO DO VIBRATO..	28
3- A EXPRESSIVIDADE E OS CARÁTERES EMOTIVOS NA FALA E NO CANTO	32
<i>CAPÍTULO II</i>	
Descrição do projeto-piloto	
METODOLOGIA	39
Objetivos	
2. 1- Critério de escolha da ferramenta a ser testada	39
2.2- Critério de escolha do objeto de estudo	40
2.3- Critério de escolha do segmento (amostra) para análise espectral	40
2.4- Critério de seleção dos trechos musicais para as análises	41
2.4.1 Análise das árias de óperas	41
2.5- Variáveis isoladas para análise do vibrato	47
2.6- Análise espectral do vibrato e os caracteres emotivos TRISTE e ALEGRE no canto lírico	48
2.7- Problemas no experimento	52
<i>CAPÍTULO III</i>	
METODOLOGIA DO EXPERIMENTO FINAL	53
<i>CAPÍTULO IV</i>	
RESULTADOS E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE CANTO	59
4.1 Análise espectrográfica visual da <i>cadência I e II</i>	60
ESPECTROGRAMAS- CADÊNCIA I CARÁTER ALEGRE	61
ESPECTROGRAMAS- CADÊNCIA II CARÁTER TRISTE.....	73
4.2 Análise espectrográfica comparativa da <i>cadência I e II</i>	85

4.3 Dados numéricos: medidas realizadas através do algoritmo de extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana (UFMG)	86
ANÁLISES: TAXA/ PROFUNDIDADE/ REGULARIDADE DO TRAÇADO DO VIBRATO Cadência I	87
ANÁLISES: TAXA/ PROFUNDIDADE/ REGULARIDADE DO TRAÇADO DO VIBRATO Cadência II	92
4.4 RESULTADOS- Resumo Geral	98
<i>CAPÍTULO V</i>	
DISCUSSÃO	101
<i>CAPÍTULO VI</i>	
CONCLUSÃO.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Descrição geral do processamento do algoritmo.....	39
Figura 2 e 3- Fragmento da partitura da ópera “ <i>Le Cid</i> ” (1885) ária: <i>Pleurez! Pleurez, mes yeux!</i>	43
Figura 4- Partitura da ópera: “ <i>Romeo Et Juliette de C. Gounod (1867)</i> ária “ <i>Je veux vivre</i> ”.....	46
Figura 5- Espectrograma Maria Callas.....	48
Figura 6- Espectrograma Anghela Gheorghiu.....	49
Figura 7- Espectrograma Ileana Cotrubas.....	49
Figura 8- Espectrograma Angela Gheorghiu- interjeição em glissando.....	51
Figura 9- Espectrograma Anna Moffo- interjeição em glissando.....	51
Figura 10- Espectrograma Maria Callas- interjeição em glissando.....	52
Figura 11- Manuscrito da partitura da cadência I Alegre	55
Figura 12- Partitura da Cadência I Alegre	55
Figura 13- Manuscrito da partitura da cadência II Triste	56
Figura 14- Partitura da Cadência II Triste	56
Figura 15- Espectrograma explicativo Cadência II triste	60
Figura 16- Espectrograma da cadência I (cantora 1).....	61
Figura 17- Espectrograma da cadência I (cantora 2).....	62
Figura 18- Espectrograma da cadência I (cantora 3).....	63
Figura 19- Espectrograma da cadência I (cantora 4).....	64
Figura 20- Espectrograma da cadência I (cantora 5).....	65
Figura 21- Espectrograma da cadência I (cantora 6).....	66
Figura 22- Espectrograma da cadência I (cantora 7).....	67
Figura 23- Espectrograma da cadência I (cantora 8).....	68
Figura 24- Espectrograma da cadência I (cantora 9).....	69
Figura 25- Espectrograma da cadência I (cantora 10).....	70
Figura 26- Espectrograma da cadência II (cantora 1).....	73
Figura 27- Espectrograma da cadência II (cantora 2).....	74
Figura 28- Espectrograma da cadência II (cantora 3).....	75
Figura 29- Espectrograma da cadência II (cantora 4).....	76
Figura 30- Espectrograma da cadência II (cantora 5).....	77
Figura 31- Espectrograma da cadência II (cantora 6).....	78
Figura 32- Espectrograma da cadência II (cantora 7).....	79

Figura 33- Espectrograma da cadência II (cantora 8).....	80
Figura 34- Espectrograma da cadência II (cantora 9).....	81
Figura 35- Espectrograma da cadência II (cantora 10).....	82
Figura 36- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 1)	87
Figura 37- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 1)	87
Figura 38- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 2)	87
Figura 39- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 2).....	87
Figura 40- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 3)	88
Figura 41- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 3).....	88
Figura 42- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 4)	88
Figura 43- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 4).....	88
Figura 44- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 5)	89
Figura 45- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 5).....	89
Figura 46- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 6).....	89
Figura 47- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 6).....	89
Figura 48- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 7).....	90
Figura 49- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 7).....	90
Figura 50- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 8).....	90
Figura 51- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 8).....	91
Figura 52- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 9).....	91
Figura 53- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora 9).....	91
Figura 54- Gráfico de taxa X profundidade cadência I (cantora 10)	91
Figura 55- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência I (cantora10)	91
Figura 56- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 1).....	92

Figura 57- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 1).....	92
Figura 58- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 2).....	92
Figura 59- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 2).....	92
Figura 60- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 3).....	93
Figura 61- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 3).....	93
Figura 62- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 4).....	93
Figura 63- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 4).....	93
Figura 64- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 5).....	94
Figura 65- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 5).....	94
Figura 66- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 6).....	94
Figura 67- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 6).....	94
Figura 68- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 7).....	95
Figura 69- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 7).....	95
Figura 70- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 8).....	95
Figura 71- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 8).....	95
Figura 72- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 9).....	96
Figura 73- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 9).....	96
Figura 74- Gráfico de taxa X profundidade cadência II (cantora 10).....	96
Figura 75- Gráfico de F0 tempo/ regularidade do traçado do vibrato- cadência II (cantora 10).....	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- PERFIL DAS CANTORAS DO ESTUDO	58
Tabela 2- Análise da cadência I - alegre	71
Tabela 3- Análise da cadência II - triste	83
Tabela 4- Análise espectrográfica comparativa da <i>cadência I e II</i>	85
Tabela 5- Medidas objetivas de taxa e profundidade	97
Tabela 6- Resumo Geral – <i>VIBRATO DE CARÁTER ALEGRE</i>	99
Tabela 7- Resumo Geral - <i>VIBRATO DE CARÁTER TRISTE</i>	100

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Hz- hertz (medida de frequência)

F0- frequência fundamental

CT- músculo cricotireóideo

TA- músculo tiro-aritenóideo

dB- decibel

MMSV- *mathematical model of singers vibrato*

AVE- média de amplitude/ amplitude do vibrato

T- tempo

H1- primeiro harmônico ou frequência fundamental

H2- segundo harmônico

H3- terceiro harmônico

INTRODUÇÃO

Segundo (ISHERWOOD, 2009), o vibrato vocal é uma flutuação periódica que inclui variação de frequência fundamental (amplitude da fundamental-F0), intensidade, ritmo (número de ciclos por segundo) e a sua função primária é a de expressar sentimento. A amplitude do vibrato no *bel canto* é de $\frac{1}{4}$ de tom a $\frac{1}{2}$ tom e seu ritmo (número de ciclos por segundo) é de 5,0 a 7,5 vibrações por segundo (5,0 a 7,5 Hz) ou 6 vibrações por segundo (6,0 Hz).

Sabe-se que o vibrato é um recurso de suma importância na expressividade musical e (SHOEN, 1926) afirma que o vibrato é um atributo fundamental da estética do canto, servindo como meio de conduzir emoção na expressão vocal. Para que ele seja produzido é necessário ter uma condição neuro-muscular apropriada para o canto, podendo aquele ser confundido com um trêmolo se a musculatura estiver sob *stress* emocional.

Através de um apanhado na literatura sobre o vibrato, constatamos que estudos relacionando o vibrato a caracteres emotivos no canto ainda precisam de aprofundamento. Com base nessa necessidade e na relevância do assunto para o cantor de ópera, torna-se importante estudar o vibrato em associação à expressividade do cantor, sobretudo no que se refere à interpretação das óperas e seus diferentes caracteres. Para isso, inicialmente foi realizado um projeto-piloto que teve como objeto de estudo o vibrato, analisado através de seleção de trechos (interjeições) em duas óperas: uma de caráter triste e a outra de caráter alegre.

A ferramenta utilizada para este estudo foi a análise espectral, realizada através dos *softwares* Spectra PRO, GRAM 5.7 e o algoritmo de análise do espectro do tremor e vibrato na voz humana desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Física da UFMG. Os dados foram analisados no, que permitiu a análise da forma de onda do vibrato, assim como o seu ataque e terminação, a sua evolução temporal/ regularidade, a taxa e a amplitude, com a finalidade de diferenciar o caráter “alegre” do “triste”.

Após alguns testes realizados, através do projeto-piloto, pudemos levantar algumas limitações do escopo do trabalho que poderiam comprometer a pesquisa. Esses fatores, relacionaram-se à falta de controle de alguns parâmetros de gravação como diapasões diferentes em cada uma das versões das árias estudadas e descontrole da geração das amostras, variação no tipo de ambiente acústico de gravação, data da gravação e idade das cantoras. O projeto-piloto será relatado no capítulo II dessa dissertação, a fim de contribuirmos à comunidade científica.

A partir dos problemas identificados no exame de qualificação do projeto de pós-graduação da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais, foi traçado um novo caminho metodológico com um conjunto de procedimentos que permitirão a obtenção das medidas do vibrato propostas nessa pesquisa.

O estudo toma prosseguimento através da realização de gravações de cantoras líricas cantando duas cadências, trechos de duas cenas curtas de duas óperas fictícias, I e II, de temas e autores fictícios, uma de temática alegre (I) e outra de temática triste (II). As duas cenas compõem-se de uma introdução instrumental feita no piano, com duração aproximada de um minuto, e de um texto que as precede descrevendo a cena da ópera que provocará uma reação da personagem envolvida, no caso, cantoras líricas selecionadas para gravação das cadências previamente estudadas e executadas sobre a vogal [a].

O objetivo desse trabalho é apresentar aos cantores, professores de canto e estudiosos da área uma ferramenta objetiva de estudo da música, procurando constatar possíveis diferenças na execução do vibrato em um trecho alegre e em outro triste, contidos em duas cadências, utilizando para este fim a análise espectral.

Esta ferramenta fornece a possibilidade de associar estudos de áreas como a Fonoaudiologia, a Música e a Acústica com suas novas tecnologias, num contexto musical específico, trazendo consigo demandas diferenciadas.

CAPÍTULO I – Revisão de Literatura

1. VIBRATO

(SEASHORE, 1932) foi o primeiro a estudar o vibrato de forma aprofundada e o definiu como uma pulsação de um tom, usualmente acompanhada de pulsações sincrônicas de intensidade e timbre, de tal forma que a amplitude e a taxa conferem aspecto de flexibilidade e uma sensação agradável à voz. (CARLO, 1994) descreve o vibrato como uma emissão vocal com variações periódicas na frequência ao redor de uma frequência alvo que corresponde a uma nota em questão, que pode ser acompanhado por variações periódicas de intensidade e por timbres síncronos e assíncronos.

Para (SUNDBERG, 1987), o vibrato vocal é uma variação regular na frequência de uma nota muito utilizado na música. A sua qualidade depende de parâmetros mensuráveis: a taxa ($F = 1/T$) número de ciclos por segundo; a amplitude ($\pm \Delta F_0$) é o desvio da frequência em torno de seu valor médio e a regularidade que carece de um parâmetro para medição, mas deve ter um aspecto senoidal. No estilo *Bel canto*, a taxa aceitável varia de 5,5 Hz a 7,5 Hz e a profundidade vai de $\pm 6\%$ a $\pm 12\%$, ou seja, de aproximadamente ± 1 a ± 2 semitons. (DINVILLE, 1993), aponta o vibrato como um recurso que cria um interesse estético evidente, e que tem um papel primordial, pois dá à voz sua riqueza expressiva, sua leveza e seu poder emocional. Para a autora, o vibrato se caracteriza por modulações de frequência, acompanhadas de vibrações sincrônicas de intensidade e altura que têm influência sobre o timbre. Estas flutuações, geradas pelo cantor, têm uma ação musical importante.

Segundo (DINVILLE, 1993) o vibrato só é adquirido à medida que o cantor domina a técnica e realiza da melhor maneira possível a junção faringo-laríngea: seu mecanismo fisiológico correspondente às finas tremulações do conjunto da musculatura respiratória e laríngea.

De acordo com (ISHERWOOD, 2009), o vibrato vocal é uma flutuação periódica que inclui variações de amplitude em (Hz), ritmo (variações por segundo), intensidade (dB), timbre (formantes) e/ou relação entre som e respiração. Pode ser percebido como uma única nota, ao contrário do trinado, percebido como uma flutuação entre duas *notas*, podendo ser analisado a partir dos sonogramas que permitem análise segundo seus componentes individuais.

Quanto ao ajuste da taxa do vibrato, (DROMEY, CARTER & HOPKIN, 2003) apontam que os cantores são capazes de aumentar a frequência de modulação da taxa no registro de peito e misto e há maior diminuição no registro de cabeça, pelo fato de que nesse registro já há um aumento natural da taxa, por envolver regiões mais agudas, logo as pregas vocais vibram mais rapidamente, gerando uma taxa maior.

De acordo com (OLSON, 2008), o ajuste da taxa do vibrato depende do estilo musical que o cantor está cantando e das indicações de um regente. Contudo, esse ajuste pode não ser tão simples. Nem sempre haverá um regente a definir tal aspecto, levando o próprio cantor a ajustar-se de acordo com as exigências interpretativas, associadas à acústica do local, à dinâmica, ao andamento e à estética da música.

Conforme aponta (SUBLETT, 2009), a taxa do vibrato varia de acordo com o estilo de música cantada e do nível de dinâmica exigido.

Através da eletromiografia verificou-se que o vibrato é causado pela ação do músculo cricótireóideo (CT). Esse interfere na frequência da fonação por meio do alongamento das pregas vocais (músculo tireoaritenóideo- TA), por meio da energia bioelétrica que fortifica nossos músculos, fazendo o músculo oscilar por tensão, significando que o músculo relaxa e flexiona continuamente enquanto trabalha, conforme aponta (KIRKPATRICK, 2008 apud Mason e Zemlin [s.d.]).

O músculo cricótireóideo trabalha em oposição às pregas vocais (músculo tireoaritenóideo) controlando a posição da cartilagem tireóide em relação à cartilagem cricóide e, mais importante para execução do canto, definindo a frequência. Para que haja sustentação da frequência, o cricótireóideo e o tireoaritenóideo trabalham em oposição um ao outro mantendo a postura das cartilagens laríngeas e tensionando as pregas vocais, produzindo a frequência desejada. Graças aos músculos antagonistas que estão envolvidos na sustentação e no posicionamento laríngeo e devido às suas oscilações que controlam a tensão da musculatura, flexionando e relaxando em sintonia com os *pulsos bioelétricos*¹, ocorre o controle da flutuação sobre a tensão das pregas vocais e o vibrato é, então, produzido.

O canto lírico requer que o cantor sustente a postura da laringe e a respiração de modo

1- *Pulsos bioelétricos*: potenciais elétricos que ocorrem através da membrana de todas as células, originados por diferenças de concentrações iônicas das membranas celulares. Transmissões de sinais nervosos que produzem variações rápidas do potencial da membrana, sendo este positivo e, negativo, quando a mesma encontra-se em repouso.

controlado e dinâmico se comparado à respiração e à fonação normais. Muitos grupos musculares trabalham em oposição um ao outro para alcançar e sustentar a postura respiratória e laríngea no canto. O vibrato resulta, portanto, de um balanceamento entre dois fatores: controle do fluxo aéreo e da pressão subglótica. Assim, a percepção do cantor em relação ao controle do fluxo aéreo podem ser usados para definir aspectos aerodinâmicos da produção do vibrato. Logo, a percepção do cantor sobre a pressão subglótica podem ser úteis na mudança da tensão e flacidez da musculatura envolvida no processo fonatório. Quando se alcança um equilíbrio entre fluxo aéreo e pressão subglótica, o vibrato se expressa de forma totalmente natural. Então o suporte respiratório se torna o maior foco no ensino do vibrato. Suporte respiratório, a propósito, não é simplesmente a administração da técnica que envolve os músculos da expiração e inspiração, mas também envolve o controle sobre a válvula da glote durante a fonação, ou seja, durante o controle da abertura e fechamento das pregas vocais no ajuste do vibrato, de acordo com (KIRKPATRICK, 2008 apud Mason e Zemlin [s.d]).

Na música clássica ocidental o vibrato tem sido tradicionalmente entendido como uma série de orientações neurologicamente realizadas para ajustes laríngeos e respiratórios, sendo principalmente caracterizado por um rápido acréscimo e decréscimo na ativação do músculo cricotireóideo (CT). Esse é o principal músculo responsável pelo alongamento das pregas vocais e aumento da frequência. Essas mudanças rítmicas do nível de contração do músculo cricotireóideo geram correspondentes flutuações na frequência fundamental (F0) dos cantores, conforme (DROMEY, REESE & HOPKIN, 2009).

O vibrato aumenta com a intensidade vocal quando se faz um *crescendo*, pelo fato de haver um aumento do fluxo aéreo, fazendo com que o vibrato se altere. Ele parece aumentar ligeiramente com o aumento do *pitch* e do nível de entusiasmo do cantor. O vibrato contínuo, usado atualmente como padrão na literatura dramática lírica, não foi sempre o modelo. Hoje há um consenso geral de opinião que o vibrato já era um dos recursos vocais mais utilizados, mesmo antes do século XIX. Há algumas evidências bibliográficas de que o vibrato contínuo tenha se tornado aceitável depois do século XVIII (SUBLETT, 2009 apud Ingo Titze [s.d.]).

No século XX emergiram pelo menos duas práticas interpretativas: 1- Orquestras enormes no período pós-romântico e as grandes casas de óperas que passaram a demandar um maior volume e intensidade dos cantores, encorajando-os ao uso do vibrato contínuo.

2- Em meados do século XX, a musicologia histórica, a etnomusicologia e as novas técnicas de composição começaram a exigir diferentes estilos vocais dos cantores, levando a uma produção vocal com o mínimo de vibrato, não somente por razões estilísticas, mas também considerando que o vibrato teria um impacto significativo na modulação ou entonação (SUBLETT, 2009).

Normalmente, os professores de canto acreditam que existem somente dois tipos de vibrato: bom e ruim. Porém há uma grande quantidade de diferentes vibratos que são descritos em alguns tratados como *flutter*, um tipo de vibrato vocal lento, produzido com pequenas aspirações numa nota longa, sem alteração da afinação; *balance*, que no canto é um vibrato lento, de intensidade; *chevrottement*, vibrato caprino; *little fiery trembling*, um pequeno trinado fogofo; *soft aspirations*, que são aspirações suaves; *fluted sound*, um som flautado; *horse trill*, o trinado equino e o *goat trill*. o trinado caprino [Traduções vide: RANDEL, 1986]. Outros têm sido emprestados de técnicas vocais não-ocidentais. Muitos intérpretes de todos os períodos e culturas têm consistentemente modificado a taxa de seus vibratos. Compositores ocidentais têm sido notados por indicar o uso de um vibrato específico, desde Edgar Varèse's em seu trabalho revolucionário *Ecuatorial*, composto em 1927, indica que a peça se realize sem vibrato (*without vibrating*), o que corresponde ao (*straight tone*) ou nota lisa, conforme (ISHERWOOD, 2009).

Há cerca de quinze tipos de vibrato descritos na Música Ocidental no século XX e XXI: nota lisa (*straight tone*), *bel canto vibrato*, *molto vibrato*, trêmolo (*tremolo*), tremor de cabeça (*head shake*), vibrato glotal suave (*gentle glottal vibrato*), vibrato glotal rígido (*hard glottal vibrato*), vibrato caprino (*goat vibrato*), vibrato cavalo (*horse vibrato*), vibrato labial (*lip vibrato*), vibrato lingual (*tongue vibrato*), vibrato harmônico (*harmonics vibrato*), vibrato diafragmático (*diaphragmatic vibrato*) e, no caso de instrumentos musicais, vibrato de dedo (*finger vibrato*) e vibrato de mão (*hand vibrato*).

O vibrato mais usado, entretanto, é ainda o *bel canto vibrato*. Ele é o principal tipo de vibrato ensinado, “permitido” e reconhecido por muitos professores de canto, considerado um vetor de emoção cuja função é a de expressividade.

Numa pesquisa com cantores sobre os ajustes para modificar o vibrato, (DROMEY, CARTER & HOPKIN, 2003) relataram que *colocar a voz para frente*² acelera o vibrato.

2- *Colocar a voz para frente*: efeito de projetar a voz.

O cantor que tem um bom suporte respiratório consegue aumentar a taxa de seu vibrato conseguindo sustentá-lo, quando necessário. E também necessário aumentar o esforço respiratório durante a emissão nos registros mais altos.

Historicamente, a determinação da qualidade do vibrato por profissionais experientes em música vocal e em voz cantada seria analisada através da audição de amostras de vibrato, mas esse é um processo subjetivo conforme considerou (DIAZ & ROTHMAN, 2003).

Cantores profissionais de ópera usualmente cantam “com vibrato” e há acordo entre a comunidade musical que o vibrato seja um recurso utilizado por cantores com vozes treinadas e que o efeito ocorra naturalmente quando a voz é produzida sem tensão e com uma boa técnica. O vibrato seria um reflexo genuíno dos sentimentos do cantor que, consciente ou inconscientemente, poderia gerar vários tipos de vibrato, como resultado do conteúdo emocional da música (HOWES et al, 2004).

A literatura afirma que este assunto tem sido pouco explorado no que tange à música vocal, e que há poucos estudos acerca de como o vibrato pode estar relacionado aos recursos acústicos da voz humana.

Professores de canto dão instruções sobre o vibrato de seus alunos quando há algum problema, como a sua ausência ou a sua instabilidade. No entanto pode ser enriquecedor para professores e para cantores iniciar o acesso a *softwares* que forneçam informações acústicas sobre o seu vibrato e suas medidas espectrais, na orientação para eventual modificação de seus parâmetros.

Em geral, a profundidade do vibrato que se refere ao desvio da frequência em torno de seu valor médio, apresenta diferentes valores de acordo com cada um desses autores: (SUNDBERG, 1987) de $\pm \frac{1}{2}$ a ± 1 tom ou $\pm 6\%$ a $\pm 12\%$ um semitom (explicar); (ISHERWOOD, 2009) de $\frac{1}{4}$ de tom a $\frac{1}{2}$ tom; (SUBLETT, 2009) de $\frac{1}{2}$ tom; (HOWES et al, 2004) de um terço de tom a $\frac{1}{2}$ tom. Por sua vez, HOWES et al (2004 apud Seashore) descreve que a amplitude ou profundidade do vibrato (*extent*) gira em torno de um quarto de um tom e a taxa que representa o número de ciclos por segundo, fica entre 4 e 7 Hz apesar de ser mais comum entre 5 e 6 Hz.

O vibrato é uma técnica que consiste na modulação da frequência fundamental da nota cantada. Os cantores profissionais produzem um vibrato com característica sinusoidal (senoidal), triangular ou geralmente com outra forma gráfica bem definida.

Os autores (SANGIORGE, MANFREDI & BRUSCAGLIONI, 2005) apontam três parâmetros que podem ser avaliados para caracterização do vibrato: a taxa (*vibrato rate*) que representa o número de oscilações da F0 por segundo (ciclos/seg.); a amplitude do vibrato (*extent vibrato*), que é a diferença entre a frequência máxima e mínima em (Hz), ou seja, valor de pico a pico da onda do vibrato; a entonação vocal (*vocal intonation- MF0*), que consiste na tendência média da diferença de frequência entre a máxima e a mínima no primeiro ciclo. Este último parâmetro destaca-se como pouco estudado.

Para esses autores acima, a qualidade de um bom vibrato geralmente tem a taxa entre 5,5 a 7,5 Hz em ciclos/seg e a amplitude (extensão) com o valor de menos de um tom. No entanto, a taxa do vibrato parece variar de acordo com a idade, o sexo e o estado emocional do cantor segundo (SANGIORGE, MANFREDI & BRUSCAGLIONI, 2005).

Estudos sobre a periodicidade do vibrato foram realizados com o intuito de verificar a hipótese de que amostras mais confiáveis são mais periódicas que outras, utilizando algoritmos e *software* (MMSV- *mathematical model of singers vibrato*) para extrair e analisar alguns parâmetros da periodicidade da forma da onda do vibrato.

No estudo realizado por (DIAZ & ROTHMAN, 2003), amostras de vibrato de oito cantores (5 homens e 3 mulheres) foram analisadas por quatro indivíduos com experiência em voz cantada e tinham que classificar o vibrato como bom (agradável de se ouvir) ou ruim (desagradável de se ouvir). Alguns critérios foram colocados para seleção das amostras:

- 1- Amostra maior que 1,5 segundos;
- 2- Sem mudança de frequência;
- 3- Sem mudança na vogal;
- 4- Ausência de acompanhamento instrumental ou ruídos.

Outro estudo de (SHOEN, 1926) sobre vibrato foi realizado no intuito de analisar cinco cantores de ópera famosos cantando *Ave Maria* de Bach-Gounod, obra escolhida por apresentar notas longas sustentadas e também por haver muitas gravações dessa obra, cantadas por vários artistas famosos. Nesse estudo, aspectos gerais sobre o termo frequência (*pitch*) foram especificamente estudados para cada nota da composição *Ave Maria*:

- 1- Como um tom é atacado quando precedido por (a) uma nota aguda (b) uma nota grave, (c) uma pausa, (d) uma nota cantada de longa duração e (e) uma nota cantada de curta duração;
- 2- Como a nota é fechada quando sucedida por (a) uma nota aguda, (b) uma nota grave, (c) por uma pausa, (d) um nota cantada de longa duração e (e) uma nota cantada de curta duração;
- 3- Frequência predominante enquanto a nota é sustentada;
- 4- Efeito da vogal em determinada frequência de uma nota;
- 5- Mudança de nota: como o cantor muda de uma nota para a outra, em saltos ou portamentos;
- 6- O *crescendo*: efeito do aumento da intensidade do som mantendo a sua frequência;
- 7- Predominância de frequências sucessivas: como uma nota é cantada várias vezes no curso da composição, comparando uma com a outra;
- 8- Desvios acima e abaixo da frequência predominante comparando uma frequência com a outra e a sua amplitude numa determinada nota.

Em outro estudo, realizado por (SIEGWART & SCHERER, 1995), os autores sugerem que o vibrato seja um recurso que contribui para a emotividade da interpretação, mas eles não estudaram o assunto, investigando exclusivamente as medidas acústicas do vibrato vocal em cantores e comparando a percepção dos atributos do vibrato com as medidas acústicas dos mesmos. Seu intuito era o de explorar a relação entre o vibrato e a preferência dos ouvintes por determinados cantores, considerando que o vibrato poderia influenciar na percepção dos ouvintes em relação à comunicação da emoção numa performance. Para a parte I deste estudo, os autores utilizaram duas partes da cadência da ária “*Ardi gli Incensi*” da famosa cena da loucura, da ópera *Lucia di Lammoour*, de G. Donizetti, cantada por cinco cantoras: Edita Gruberova, Joan Sutherland, Maria Callas, Renata Scotto e Toti dal Monte. Os pesquisadores selecionaram notas longas, por serem ideais para avaliar o vibrato. Na parte II do estudo, os autores escolheram uma cadência de outra ária para soprano “*Morro, ma prima in grazia*” da ópera “*Un ballo in maschera*”, de G. Verdi. Essa ária foi selecionada por retratar emoções fortes. Foi considerado que essa cadência carregaria a mesma expressão emocional de todo o contexto da ópera. Finalmente, na parte III, avaliadores analisaram e avaliaram os cantores que, segundo eles, melhor transportaram as emoções nas árias de ópera estudadas,

descrevendo as circunstâncias em que cada cantor cantava, cujas respostas eram comparadas aos escritos deixados pelo compositor no livreto da ópera.

Neste estudo, uma determinada cadência foi selecionada para as observações, pois usualmente ela é cantada sobre uma vogal em que o vibrato é mais consistente e mais fácil de ser medido. Outra vantagem da cadência é que a vogal, ao ser cantada, não apresenta acompanhamento da orquestra eliminando interferências dos instrumentos nos espectrogramas gerados.

Os autores (SIEGWART & SCHERER, 1995) conseguiram gravações de várias cantoras em CDs remasterizados, vinis e fitas de áudio. As gravações com muita reverberação foram eliminadas do estudo, para não afetar os resultados pela qualidade do som.

Observa-se, sobretudo, que as cadências consistem de longos melismas descendentes, cantados totalmente lentos, cujas primeira e última notas, em particular, são estendidas além da notação original.

As medidas acústicas deste estudo do vibrato (taxa e amplitude) foram realizadas manualmente a partir dos espectrogramas, usando o *software Matlab*, do primeiro pico até o último vale, do início da vogal até o final do som, em ambas as cadências. Também foram feitas medidas colocando-se o cursor no ponto de cada pico e vale. Os autores utilizaram o programa *Osprey Matlab* da Universidade Cornell, Ithaca, NY, idealizado para que o cursor, quando for colocado no pico ou vale, mostre a frequência da forma de onda. Para uma boa visualização do espectrograma, os autores utilizaram uma taxa de amostragem de 44 KHz e FFT³ de 1024 pontos. A leitura feita a partir da frequência fundamental (F0) do vibrato foi rara, pois a resolução do espectrograma não foi apurada, levando os autores a realizarem as medidas a partir dos harmônicos entre 2 e 5 KHz e com a frequência do vibrato ajustada ao valor da F0.

A cantora Maria Callas foi considerada pelos avaliadores como a que teve mais sucesso em transmitir a “loucura”, e aquela duplicou a amplitude do vibrato na frase ascendente, comparada à frase descendente da ária estudada. Gruberova e Sutherland foram consideradas as melhores cantoras na expressão da paixão terna e da tristeza.

3- FFT (*Fast Fourier Transform*): é um algoritmo conhecido como “transformada rápida de Fourier”, que converte a onda sonora, variação da amplitude no tempo, em uma função no domínio das frequências e das fases que constitui esse sinal e produz o espectro de frequências. A intensidade é indicada em função do tempo e fornece um mapa de frequências da voz na forma intensidade X frequência (Hz).

1. Vibrato- Revisão de Literatura

Este estudo mostrou que há uma possível relação entre o vibrato e a percepção de emoções, ou seja, que seria possível identificar e interpretar a emoção transmitida pelo cantor.

Os autores (SIEGWART & SCHERER, 1995) concluíram que as medidas do vibrato podem refletir a interpretação que o cantor faz da emoção e que eles usam diferentes tempos e dinâmicas para esse fim. O tempo e a dinâmica utilizados pelo cantor como recurso musical podem alterar a percepção do vibrato. Se executada mais lentamente, a música poderá transmitir seriedade ou tristeza e o vibrato estabelecerá nela a genuinidade das emoções.

2. FERRAMENTAS DE ANÁLISE ESPECTRAL NO ESTUDO DO VIBRATO

Diversos trabalhos sobre análise objetiva relacionados à voz humana têm sido feitos em diversas áreas de estudo como na Música, na Letras, na Fonoaudiologia, na Engenharia, e a literatura faz referência a várias ferramentas úteis para a realização desse tipo de análise.

No trabalho “O uso da análise espectral no ensino do canto” de (GARCIA & ALMEIDA, 2007), os autores afirmam que por meio da análise espectrográfica é possível realizar um estudo objetivo do som, por meio de uma abordagem conceitualmente clara de parâmetros físicos e psico-acústicos, revelando uma gama de possibilidades e soluções técnicas objetivas observáveis na interpretação musical realizada por instrumentos musicais e pela voz.

A análise espectral também foi estudada no trabalho “O uso da Análise Espectral no Ensino do Instrumento” de (GARCIA, 2005), com abordagem na análise espectral que tem sido aplicada à música e sua história, intimamente ligada ao trabalho do compositor e pesquisador Robert Cogan, do *New England Conservatory* de Boston.

Na década de 70, a IBM iniciou o desenvolvimento de protótipos de programas computacionais para reconhecimento de voz e várias instituições nos EUA foram contatadas para testar diferentes aplicações dessa nova tecnologia. Estudiosos de Fonoaudiologia, de Fonética, de sonorização e de Física receberam equipamentos para testes, mas nenhuma das grandes escolas de música de universidades americanas se interessou pelo assunto. Nesse contexto, o professor Robert Cogan fez a proposta para receber um protótipo e testá-lo em aplicações musicais.

Observa-se, entretanto, que ainda há certa resistência e desconhecimento por parte dos músicos em utilizar novos recursos tecnológicos na música e é interessante notar que, apesar do som ser o principal elemento envolvido na atividade do músico, foram outras áreas, como a Fonética, a Engenharia e a Medicina, que incorporaram pioneiramente em sua atividade, as tecnologias ligadas à análise espectral.

A análise espectral permite um estudo objetivo do som através de uma abordagem clara de parâmetros físicos e psico-acústicos, sendo possível explorar, de forma objetiva, possibilidades e técnicas nos instrumentos musicais e na voz. Conceitos e fenômenos acústicos como série harmônica, timbre, batimentos e visualização em tempo real podem ser alcançados através dessa análise.

No estudo “A análise espectrográfica como ferramenta didática” (GARCIA & ALMEIDA, 2005) investigaram as possibilidades do uso da análise espectral no ensino do canto, e foi possível observar diferentes espectrogramas para o que se chama de “voz clara”, “voz dura” e “voz escura”.

Outro recurso dessa ferramenta utilizado pelos alunos do curso de Música da Universidade Federal de Minas Gerais foi a análise da performance do canto difônico, que apresenta uma melodia ou frequências independentes da fundamental que soam claramente e podem ser vistas através do espectrograma.

A necessidade de ferramentas objetivas para análise da voz cantada vem do fato de que o aprendizado do canto acontece a partir das percepções do cantor e de seu professor durante a performance. É importante para o profissional, tanto para o professor quanto para o cantor, adquirir ferramentas que permitam a avaliação de sua performance sem interferências subjetivas. Uma ferramenta objetiva pode ainda servir como critério para a prevenção de ajustes equivocados de voz que poderiam causar patologias (SANGIORGE, MANFREDI & BRUSCAGLIONI, 2005).

Na pesquisa de (SANGIORGE, MANFREDI & BRUSCAGLIONI, 2005), foram testados cantores de ópera profissionais e membros do coral da Universidade de Florença. Para análise e comparação, foram utilizados recursos da técnica do canto lírico como: sustentar vogais em diferentes frequências, vibrato, *trillo*, *glissando* e *messa di voce*. Foram analisadas cerca de 1000 gravações e somente os cantores com alta capacidade técnica produziram tais efeitos na voz cantada. Através da análise de cantores profissionais e de gravações de cantores profissionais famosos, os pesquisadores avaliaram alguns parâmetros-chave para a boa performance desses exercícios vocais. Nesta pesquisa foram dadas orientações sobre o tipo de articulação mais apropriada para a realização de cada técnica citada acima, utilizando a análise espectral capaz de lidar com sinais e variações em cada técnica pesquisada.

Em se tratando de variáveis no estudo do vibrato, (VIEIRA, 2004) afirma que taxa e a profundidade podem ser medidas em espectrogramas de banda estreita utilizando-se algum *software* que disponha de escalas e/ou cursores com resolução adequada. A leitura da duração do ciclo (T) é imediata, mas, para se estimar a profundidade, é difícil obter uma resolução adequada medindo diretamente a frequência do harmônico fundamental.

2. Ferramentas de análise espectral no estudo do vibrato- Revisão de Literatura

Em relação à qualidade do vibrato, (DIAZ & ROTHMAN, 2003) fizeram comparações acústicas entre amostras de *vibrato* “*bom*” e “*ruim*”⁴ de cantores utilizando o *software* MMSV (Modelo matemático de vibrato de cantores), desenvolvido por um dos autores do trabalho. Esse *software* seleciona amostras provenientes de tempo, variando taxa e amplitude (em hertz) da frequência de onda do vibrato, gerando amostras de espectrogramas dos quais os vibratos são extraídos. Ele utiliza o método LPC⁵ para gerar a variação do tempo, da taxa e da amplitude da frequência da onda ao longo do eixo tempo. Essas duas ondas são geradas utilizando um pequeno segmento do sinal do vibrato obtido (170 ms), aplicando parâmetros do método LPC. Logo após, seleciona-se um novo segmento da mesma amostra do mesmo comprimento (170 ms), deslocado 12 ms. para a direita e a analisa. Este procedimento é repetido até a totalidade do sinal ser analisado.

O artigo “Medidas da taxa do vibrato de dez cantores” de PRAME (1992) deu enfoque a dois aspectos da taxa do vibrato. O primeiro aspecto observado seria o intra-tom do vibrato (a nota central de referência), mostrando medidas de duração do inverso do ciclo do vibrato dentro de um tom, como dados da produção de curvas mostrando como a taxa do vibrato muda durante o curso de um tom. O outro aspecto a respeito do inter-tom (as frequências de variação do vibrato, para cima e para baixo), mostra como a média da taxa do vibrato para tons individuais muda durante uma peça musical. Para isso, o pesquisador fez um espectrograma de tempo exibido no KAY DSP Sonograph, modelo 5500. O tempo foi medido de uma onda para a seguinte, de modo que uma medida pôde ser feita com uma exatidão de ± 6 ms, resultando a taxa do vibrato. A sequência de ciclos de vibrato deveria ter a mesma exatidão de 6ms, com a posição dos dois cursores alternados de pico a pico da onda de cada ciclo vibratório.

A análise espectral foi também utilizada em um estudo de (SIEGWART & SCHERER, 1995), realizada com o auxílio do SPECTRO *analysis package*, desenvolvido no laboratório do Departamento de Psicologia da Universidade de Genebra, na Suíça. Foram escolhidos e digitalizados dois fragmentos curtos de uma cadência musical em cinco versões

4- *Vibrato “bom”*: é uma pulsação de tom, geralmente acompanhada de pulsações sincrônicas de altura e timbre, com amplitude e velocidade que dão agradável flexibilidade, suavidade e riqueza ao tom e o *vibrato “ruim”* é quando a velocidade é lenta e a profundidade irregular.

5- *Método LPC*: Método de codificação de voz, compressão que mapeia o processo de produção do som, criando uma maquete da realidade desse processo. Este método utiliza um filtro digital e calcula os parâmetros de produção da voz, explorando a natureza previsível dos sinais sonoros.

2. Ferramentas de análise espectral no estudo do vibrato- Revisão de Literatura

gravadas pelas cantoras Toti dal Monte (1926, MC), Maria Callas (1955, CD), Renata Scottò (1967, CD), Joan Sutherland (1971, CD) e Edita Gruberova (1984, MC). A flauta era audível na maioria dos fragmentos da cadência. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características da voz cantada ao longo do tempo: energia; variabilidade da energia; pico de energia; energia na banda da F0; energia na banda do 1º e 2º harmônico; energia na banda do formante 1; energia no formante do cantor; energia na banda de frequência média e alta e com pontuação 1 (F0/ energia) e 2 (F/ alta frequência).

Outra análise espectrográfica relevante foi a da peça para piano “Constellation-Miroir” de Pierre Boulez (1955-1957), realizada pelo fato de que o compositor recorre à liberação de harmônicos com o uso dos pedais do piano, gerando acordes ou arpejos *negativos*, não atacados, mas soando como resultado sonoro final com o uso dos pedais. O autor deixou uma bula para os intérpretes seguirem, a fim de trabalharem os timbres nesta peça. A análise espectrográfica da obra permitiu a visualização dos parciais do som, presentes com suas respectivas intensidades e durações, causando efeitos acústicos diferentes. Este trabalho deve contribuir à pesquisa por ter a capacidade de revelar a mudança timbrística de forma objetiva, através do espectrograma, mostrando claramente e confirmando a nossa percepção auditiva, que é culturalmente desenvolvida e baseada na mudança de altura, ataque e duração, conforme (GARCIA & SOUZA, 2006).

No trabalho de (GARCIA, 2001), sobre a obra “Density 21.5” de Edgard Varèse, a análise espectrográfica gerou um gráfico espectral e mostrava uma ascensão quase ininterrupta no espaço sônico, ou seja, no espaço espectral, mostrando linhas verticais que representavam os ruídos das batidas na flauta, que são uma tentativa de conseguir nova realidade sonora e também uma variedade de ataques e terminações na determinação de diversos timbres.

3. A EXPRESSIVIDADE E OS CARÁTERES EMOTIVOS NA FALA E NO CANTO

Um estudo realizado na Universidade de Lund, na Suécia, oferece alguns princípios e caminhos metodológicos para o estudo do timbre nas palavras, na música e na performance vocal. Esses estudos são relacionados às qualidades expressivas do timbre e da afinação. A performance vocal, as qualidades expressivas do timbre, a frequência e a afinação no canto podem ser observados nos gráficos de representação espectrográfica e *pitchgraphs*⁶ em conjunto com a convencional transcrição feita pela avaliação auditiva apontada em (MOSSBERG, 2005). Comparações de duas performances da mesma canção foram visualizadas juntas, apontando discussões na relação entre conteúdo semântico e performance, frase por frase, ao longo de toda a canção.

A visualização da forma de onda e dos melogramas⁷ (*melograms- pitch graphs*) oferece grande suporte às observações de entonação e de afinação e atua como ferramenta para identificação e discussão. A extração de informação por meio do espectrograma é uma delicada matéria e aplicável a estudos de pequenos detalhes de segmentos.

Setenta anos de pesquisas em relação às expressões emocionais na voz têm demonstrado que os ouvintes podem seguramente e com precisão perceber emoções na voz de sujeitos humanos, segundo PITTAM & SCHERER (1993).

Também têm sido considerados consistentes alguns estudos de parâmetros acústicos que diferenciam medo, raiva, tristeza e alegria nos estudos de (SOBIN & ALPERT, 1999 apud Murray & Arnot, 1993; Pittam e Scherer, 1993; Tischer, 1994 e Scherer, 1981). Muitos desses estudos têm sido replicados especificamente por associarem essas emoções às medidas de nível de voz e taxa de elocução⁸. De acordo com tais estudos, somente um acréscimo de volume diferenciaria o medo da alegria, enquanto a raiva e a alegria parecem ser acusticamente idênticas. Porém, avaliadores de alta confiabilidade, com precisão na identificação dessas emoções, sugerem que diferenças acústicas entre essas emoções deveriam ser substancialmente maiores. Essas discrepâncias têm sido muito discutidas, principalmente em termos metodológicos.

Em um estudo que utilizou um sistema de análise que capturou aspectos suprasegmentais da fala (entonação, melodia, ritmo e acentos nas palavras) através de leitura de histórias com emoções induzidas, como medo, raiva, tristeza e alegria, observou-se que tal

6- *Pitch graphs*: gráfico que mostra a variação da altura, relacionada ao *pitch* da voz.

7- *Melogramas*: ferramenta de análise musical. Relacionado à frequência.

8- *Taxa de elocução*: número de sílabas dividido pelo tempo total de elocução.

método de leitura levou a um maior índice de respostas iguais para todas as emoções estudadas. Em termos de especificações acústicas relacionadas a essas emoções, a maior diferença ocorreu entre medo e tristeza, no qual não houve características acústicas compartilhadas. Em outra perspectiva, medo e raiva, e raiva e alegria compartilharam dois recursos. É interessante observar que ambas as emoções, raiva e medo, foram associados a mudanças de volume e frequência, mas em direções opostas. Raiva e tristeza também foram caracterizadas por um número de oposições acústicas (SOBIN & ALPERT, 1999).

Medidas acústicas associadas à expressão do medo e da tristeza foram realizadas caracterizando o medo pelo aumento e mudança de frequência e taxa de fala ⁹. A tristeza foi manifestada por diminuição de frequência, redução de volume e taxa de fala. No entanto, os autores verificaram que a raiva está associada à frequência grave em vez de aguda. Raiva e alegria divergiram entre si em relação à taxa de fala e à duração de pausa, ambas diminuindo na alegria em relação à raiva e a variação de volume ocorreu em menor quantidade na alegria, em relação à raiva (SOBIN & ALPERT, 1999 apud Banse & Scherer [s.d.]).

No que diz respeito a diferentes qualidades vocais, elas são frequentemente associadas a conotações sociais. A conceitualização de que emoções podem ser, em geral, psicologicamente divididas em duas grandes escolas de pensamentos, aponta uma abordagem concentrada na subjetividade dos estados emocionais baseados numa noção tridimensional (prazer desprazer; tensão relaxamento e agitação calma) e a outra abordagem foca nas emoções como “discretas” entidades, sendo mais ou menos sólidas e claras, básicas, cada uma representando uma única interação individual com o ambiente (MOSSBERG, 2005 apud Laukka, 2004). Interessantemente, essas idéias estão conectadas às teorias que sugerem que as emoções são ferramentas que respondem à situações da vida, como competição (raiva), perigo (medo), cooperação (felicidade) ou perda (tristeza). É possível ver paisagens emocionais expressas no ato vocal do cantor, indicando uma interação ao mundo exterior e vice versa. Os timbres vocais mudam de acordo com o estado emocional do falante ou cantor, indicando um relacionamento deste com o mundo, uma atitude única individual de interação com o ambiente.

9- *Taxa de fala*: Número de palavras por minuto de narração.

Conforme (MOZZICONACCI, 2001), o primeiro passo no estudo da expressividade na fala deveria ser determinado pelo que chama “emoção na fala”. Intuitivamente, “emoção na fala” poderia ser definida como a fala produzida enquanto o falante expressa um certo estado emocional quando durante a fala um ouvinte percebe sinais do estado emotivo do falante.

A variedade de classificações usadas nos estudos focados na “entonação emocional” na fala reflete as dificuldades encontradas nessa área. Classificações típicas incluem um número extenso de estados emocionais como “alegria”, “tristeza”, “raiva”, “medo”, “desgosto”, “tédio”, “surpresa”, “interesse”, “reprovação”, “dúvida”, “desapontamento”, “cortesia”, “simpatia”, “grosseria”, “suspeita irônica”, “incredulidade”, “interrogação” e “exclamação”.

Em relação aos caracteres emotivos na voz falada (PEREIRA & WATSON, 1998) abordaram a análise acústica da emoção e da prosódia. Esses caminhos têm sido trilhados com a finalidade de verificar as mesmas pistas que os ouvintes usam para identificar as diferenças entre cada emoção. As autoras apontam que na literatura há várias referências que indicam a “raiva” como caracterizada por um aumento da frequência fundamental (F0), intervalo de F0 e variabilidade de F0 e principalmente aumento na intensidade, com algumas evidências de um aumento de energia nas frequências agudas. O contorno da F0 foi descendente e foi observado um aumento na taxa da articulação de fala (usualmente calculada dividindo o número de sílabas no tempo da sentença, excluindo pausas ou mais sensivelmente medindo o comprimento dos segmentos de voz). O estado de “felicidade” também parece estar caracterizado por um aumento da F0, intervalo de F0, variabilidade de F0 e principalmente pelo aumento da intensidade, com algumas evidências para um aumento da energia nas agudas.

Os achados para o caráter emotivo “tristeza” apontam para um decréscimo na F0 e no intervalo de F0 e há evidências de que a energia nas frequências agudas e a taxa de articulação de fala diminuem. Outras evidências diretas apontam para o fato de que o contorno de F0 seja descendente e de que a variabilidade de F0 seja pequena.

Nos trabalhos de (SCHERER & PITTAM, 2003), há indicativos de que na “excitação” haja um aumento no intervalo de F0 e na sua variabilidade de F0, na intensidade média e seu intervalo, e assim como em seu espectro de energia nas frequências agudas.

3. A expressividade e os caracteres emotivos na fala e no canto- Revisão de Literatura

Os autores acreditam que “ainda há poucas evidências para diferenças vocais individuais nos estados emocionais em níveis similares de excitação”. Para essa pesquisa foram utilizados dois enunciados semanticamente neutros, falados por dois atores, uma mulher e um homem, retratando três humores: raiva, felicidade e tristeza e uma em tom neutro. Os parâmetros analisados foram os seguintes: frequência fundamental, duração e estimativa da intensidade do som. O parâmetro frequência fundamental foi o mais relevante, mostrando diferenças entre raiva e felicidade, e entre raiva “fria” e raiva “quente” na frequência fundamental média.

Na pesquisa realizada por (SALGADO, 2000), há apontamentos de que o reconhecimento de emoções como nojo, surpresa, vergonha, interesse, alegria, medo, tristeza e raiva têm sido estudados ao longo dos últimos 50 anos. Baseado nesses e em outros estudos, relacionando-os a estudos sobre a percepção e reconhecimento das emoções comunicadas através do canto, o autor cita ainda, em sua pesquisa, Bezooijen que relatou ter encontrado uma média de 65% no reconhecimento de emoções básicas comunicadas através da voz cantada. Pesquisas pioneiras nesse assunto foram feitas por Seashore e Kotlyar & Morozov e apresentam o mesmo paradigma de investigação. Aos cantores é solicitado que aprendam e cantem uma melodia ou um conjunto de curtas melodias que expressem através delas diferentes estados emotivos. As melodias executadas são gravadas e/ou filmadas e, posteriormente ouvidas, vistas e avaliadas com o objetivo de verificar se os ouvintes expectadores são capazes de reconhecer a expressão da emoção que o cantor intencionalmente pretendeu comunicar. As performances podem ainda ser analisadas acusticamente com o objetivo de estudar os meios acústicos ou visuais que o cantor utilizou para conseguir expressar cada estado emotivo. As emoções investigadas nesses estudos têm sido a tristeza, a alegria, o medo, a raiva e a ternura. Os estudos têm o objetivo de verificar a exatidão da comunicação e o estudo do código estabelecido entre os cantores e os ouvintes durante o processo de comunicação artística para representar e captar uma determinada emoção.

Sobre a expressividade musical (SIEGWART & SCHERER, 1995) relatam que desde que a ópera nasceu no tempo da Camerata Fiorentina, no século XVI, tem sido sugerido que a principal tarefa desse gênero musical seja a expressão das emoções. A partir da análise do desenvolvimento histórico da ópera, nota-se que noções de psicologia-filosófica acerca da natureza das emoções expressas em um período particular influenciam na interpretação ou na representação das emoções na forma de drama lírico desse período. O argumento deles é que

na ópera Barroca, particularmente na de Händel, é usada forma de ária *da capo*, uma diretiva numa partitura do compositor ou do editor para repetir a parte prévia da ária, visando executar o ciclo completo do pensamento definindo e delimitando claramente as emoções.

Como a emoção é exatamente composta dentro da ópera torna-se uma questão fascinante para musicólogos e para quaisquer interessados na história das ideias das artes.

A expressão da emoção desejada pelo compositor, transformada em recitativos, árias e *ensembles* deve ser, em seguida, traduzida ou reinterpretada pelos cantores. Presumivelmente, uma complexa mistura de fatores, incluindo a personalidade do cantor, a interpretação da peça pelo diretor e o clima emocional na casa da ópera numa noite particular, determinam o caráter das emoções dos personagens nos pontos particulares da ação, ganhando vida através dos pensamentos e da interpretação do cantor.

À luz da importância dos sentimentos e comunicação emocional, é surpresa serem encontradas tão poucas pesquisas pertinentes acerca do tópico da psicologia da música. A falta de evidência torna-se compreensível se considerarmos que, mesmo para o teatro, arte que tem se preocupado com essa questão por séculos, ainda há pouco consenso e poucas pesquisas que possam evidenciar a questão de como as emoções são expressas no palco. Estudos dessa natureza são necessários para requerer técnicas que visam ao alcance de uma atitude básica através da voz da expressão da face ou de gestos, empregando padrões para a representação específica de emoções (SIEGWART & SCHERER, 1995).

As questões tornam-se ainda mais complicadas na ópera, pois a expressão das emoções naturalistas é constrangida por fatores históricos e estilísticos, sofrendo a interferência da estrutura das árias e do simbolismo musical presentes nas óperas barrocas, nas técnicas do *bel canto*, de *Sprechgesang* e outras, sofrendo ainda a interferência de requisitos técnicos referentes à de execução da melodia. Embora a emoção no canto ainda esteja sendo pouco estudada, tem sido desenvolvida uma boa quantidade de trabalhos acerca da expressão da emoção na fala e a abordagem tomada nessa área de pesquisa poderia prover um modelo para trabalhos similares sobre a expressão emocional do canto.

Assim como nas pesquisas sobre a expressão emocional na fala, três questões principais podem ser levantadas nos estudos da expressão emocional da música vocal:

1- Como o estado emocional, associado a todos os aspectos fisiológicos, efeitos da respiração, fonação e articulação, poderia modificar os parâmetros acústicos da voz.

Ou no caso de um cantor, retratando o estado afetivo de um caráter, como ele mudaria os recursos acústicos da sua voz para traduzir convincentemente o estado emocional desejado.

Pesquisas em fala relatam que, através de qualquer amostra gravada de fala ocorrendo durante uma agitação emocional real ou retratada por um ator, diferentes tipos de emoções podem ser obtidos e análises sistemáticas de respectivos aspectos podem determinar a natureza dos efeitos acústicos. Os resultados desse tipo de pesquisa demonstram que há aspectos específicos de pistas acústicas que caracterizam cada estado emotivo em particular (SIEGWART & SCHERER, 1995).

2- Os ouvintes poderiam inferir a natureza da emoção subjacente (real ou retratada), baseado somente em pistas acústicas da voz cantada. Para responder a essa pergunta, amostras de vozes expressivas são apresentadas para ouvintes juízes que são depois arguidos para escolher a emoção expressa entre um conjunto de categorias de emoções.

3-Quais são as pistas acústicas que os ouvintes utilizariam para inferir na natureza da emoção expressa da voz cantada? Para elucidar essa questão, pesquisadores em fala têm desenvolvido projetos de pesquisa usando procedimentos de mascaramento parcial ou filtros de pistas específicas, ou medindo acusticamente pistas correlacionando com ouvintes avaliadores que tenham ouvido a mesma amostra de fala (SIEGWART & SCHERER, 1995).

Os autores citados acima contribuíram para o desenvolvimento de pesquisas no campo da expressividade do cantor lírico, através de medidas de aspectos acústicos existentes em gravações de performances de canto lírico, testando a preferência do público. No estudo de (SIEGWART & SCHERER, 1995) que explorou as possibilidades da pesquisa empírica, foram utilizadas partes da cadência *Ardi gli incensi* na cena da loucura de *Lucia di Lammemoor* de G. Donizetti. O objetivo de utilizar o julgamento do ouvinte no estudo foi obter uma indicação de que emoção foi atribuída a uma interpretação particular. Os avaliadores (seis mulheres e seis homens, conhecedores de canto na ópera) podiam optar pelo cantor A ou B. Logo após, eles escolhiam entre as quatro emoções: 1- Paixão ardente; 2- Medo da morte; 3- Loucura e 4- Tristeza, expressando qual emoção foi mais clara no cantor escolhido.

A medida acústica referente à energia da voz foi a de intensidade em sua variabilidade, mostrando picos de energia na F0, nos harmônicos 1 e 2 e no formante do cantor.

Com este estudo citado, notam-se alguns pontos relevantes: que a diferença de interpretações nos ouvintes foi significativa; que as amostras de vozes de cinco cantoras diferem total e substancialmente com respeito aos objetivos e variáveis acústicas, mostrando que isso ainda precisa ser estabilizado; pode-se prever com sucesso, entretanto, que atribuições do ouvinte são base importante para as avaliações das características objetivas acústicas do som.

Claramente, estudos similares ao de (SIEGWART & SCHERER, 1995) são de grande interesse para a exploração da representação do drama lírico com respeito à expressividade do artista. Erguem-se algumas questões decorrentes: de que modo um cantor poderá codificar vocalmente um determinado caráter emotivo na ópera? Como o público infere no conjunto de estados emocionais que lhe são comunicados? Que recursos acústicos são importantes na determinação do julgamento das preferências do público? Estas e outras questões fazem parte de uma série de facetas inseridas no estudo da expressividade do canto. Nesse sentido, o presente trabalho vem acrescentar uma nova maneira de abordagem: o uso da análise espectral como ferramenta técnica que busca agregar sentido ao estudo das diversas formas de execução do vibrato em diferentes caracteres emotivos.

CAPÍTULO II

Descrição do projeto-piloto

METODOLOGIA

Objetivos

Esta proposta de pesquisa tem por objetivo descrever possíveis padrões de vibrato atribuíveis a cada um dos dois caracteres escolhidos, o triste e o alegre, utilizando para isto a análise espectral e o algoritmo de análise de vibrato desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Física da UFMG, vislumbrando o reconhecimento da análise espectral como ferramenta que possibilite a diferenciação dos caracteres emotivos envolvidos no canto lírico.

2.1- Critério de escolha da ferramenta a ser testada

Com a finalidade de averiguar as possibilidades da ferramenta de estudo objetivo da voz, a análise espectral, foi utilizado o programa Spectra PRO e um algoritmo preparado para análise do vibrato e do tremor humano, concebido na UFMG, (SILVA et al, 2011) e (SILVA, 2010).

O programa Spectra PRO é um *software* que realiza análise espectral em dois canais. Ele permite análise espectral em tempo real, bem como tem capacidades de gravação, *playback* e *post-processing* (processamento do áudio). O áudio digitalizado através do programa é passado através de um algoritmo matemático conhecido como *Fast Fourier Transform* (FFT) que converte o sinal do domínio tempo para o domínio frequência.

O algoritmo para extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana utiliza sinais de voz digitalizados a uma taxa de amostragem de 22050 Hz, armazenados a 16 bits em arquivos wav. Após a digitalização é extraída a frequência fundamental da fonação (F0), utilizando-se o método da Super-resolução (Medan Yair & Chazan, 1991 In SILVA et al, 2011), que fornece uma série de valores de (F0) amostrados de 20 milisegundos (MS). Em seguida, é feita uma análise espectral da série temporal (**Figura 1**)



Fig. 1- Descrição geral do processamento do algoritmo

2.2- Critério de escolha do objeto de estudo

O vibrato foi escolhido devido à sua importância na prática profissional dos cantores líricos e diante do fato de que a sua análise, voltada para a expressividade e utilizando a análise objetiva da voz, tem sido pouco explorada no campo da Música.

2.3- Critério de escolha do segmento (amostra) para análise espectral

Sabemos que o estudo objetivo da música vocal apresenta diversos fatores e variáveis invasivas à pesquisa, sobretudo quando se trata de pesquisa sobre performance vocal envolvendo a expressividade, o que conduz a pesquisa para um campo bastante empírico em relação ao canto.

A forma de captar a voz isolando-a dos instrumentos acompanhadores é um dos fatores invasivos ao estudo, pois a interferência destes instrumentos pode influenciar sensivelmente nos resultados da análise. Observa-se que, no campo da expressividade, sobretudo no canto lírico, o cantor com a sua voz, é o ator principal e tem sempre uma orquestra o acompanhando.

Para se pesquisar a expressividade faz-se uma busca de performances reais de fala ou canto ou simula-se uma situação de fala ou canto tentando ser o mais fidedigno possível, em relação à ópera, procurando-se para isso, captar um determinado trecho com ausência da orquestra para se preservar apenas o sinal vocal.

Pensando nesses fatores, após muitas discussões com professores de canto, especificamente com a professora Luciana Monteiro, o estudo foi direcionado para a possibilidade de ocorrer utilizando um trecho muito comum na ópera, a interjeição.

A interjeição é um termo da linguística que significa palavra ou locução com que se exprime um sentimento de dor, de alegria, de admiração, de aplauso, de irritação etc..

Não se pode excluir daqui o conceito proposto por Roman Jakobson, linguista que propôs as famosas “funções de linguagem”. O autor refere-se à função “emotiva” da linguagem, representada pelas interjeições que, centradas no remetente, visam à expressão direta da atitude de quem fala, e neste caso, “de quem canta” em relação ao conteúdo daquilo que fala ou canta. Essa função tende a suscitar a impressão de certa emoção, verdadeira ou simulada, por isso o termo “função emotiva”. Esse extrato emotivo da linguagem é apresentado pelas interjeições que se diferem dos procedimentos da “linguagem referencial” por sua configuração sonora (JAKOBSON, 2005).

Na ópera, os trechos escolhidos (interjeições) não devem ser acompanhados pelos instrumentos da orquestra, o que exclui os fatores que podem dificultar a análise da voz do cantor. Via de regra são trechos em que os cantores executam o vibrato.

Segundo (NIETZSCHE, 1948) a interjeição na música corresponde em sua plenitude a um trecho onde o cantor pode descansar da “palavra” e desfrutar do elemento puramente musical da obra sem levar em consideração a palavra em si, na função de discurso, que insinuante e afetuoso, é somente “semi-cantado”. O cantor corresponde então ao ouvinte que deseja perceber claramente o significado da palavra sob o canto ao reforçar neste “semi-canto” a expressão patética da palavra. Mediante o reforço do *patos*, o cantor facilita a compreensão da palavra, sobrepujando aquela parte da música que ainda restava.

2.4- Critério de seleção dos trechos musicais para as análises

Baseada nos conceitos acima explicitados, foi feita uma pesquisa em *sites* de busca de áudio e vídeo na internet (*You Tube*) procurando intérpretes do gênero feminino de duas árias de óperas: “Pleurez! Pleurez, mes yeux!”, da ópera “Le Cid” de Jules Massenet e da ária “Je veux vivre” da ópera “Romeo et Juliette”, de C. Gounod.

Essas árias apresentam, em princípio, as características triste e alegre, com destaque a *Pleurez! Pleurez, mes yeux!* pelo caráter triste e *Je veux vivre*, pelo caráter alegre.

Foram escolhidas estas óperas, pois objetivamos visualizar através da sua análise espectral como o traçado do vibrato ocorre numa interpretação de caracteres diferentes.

No caso deste estudo, os caracteres escolhidos para análise das foram o triste e o alegre, supondo-se que as amostras sejam passíveis de contraste na visualização nos espectrogramas. Além disso, as práticas com a análise espectral nas aulas de Acústica em Música na Escola de Música da UFMG despertaram a atenção do professor Maurício Freire Garcia, já que foram visualizados diferentes traçados em ambos os caracteres escolhidos para este estudo.

2.4.1 Análise das árias de óperas

Conforme (ABDO, 2000), a obra e o intérprete são os dois pólos fundamentais da relação interpretativa. Apresentam-se eles intimamente unidos por um vínculo dialético essencial, em virtude do qual não se pode falar de nenhum dos dois fora dessa relação: a intencionalidade do intérprete, ao mesmo tempo ativa e receptiva, apenas se define como tal em contato com a obra; a intencionalidade da obra, por sua vez, revela-se quando a intencionalidade do intérprete a capta como tal.

Tratando-se de uma relação interativa, que tem a obra como ponto de referência, não se justifica qualquer pretensão de “neutralidade”, de “impessoalidade”, de “contemplação desinteressada”; nem tampouco de “liberdade arbitrária”.

Conforme (ECO, 1993), entre a intenção do autor e o propósito do intérprete existe a intenção do texto e tal intenção não é revelada pela superfície textual. É preciso querer vê-la. Assim é possível falar da intenção do texto apenas em decorrência de uma leitura por parte do leitor.

Considerando estes conceitos que integram obra, intérprete e execução, torna-se importante fazer um breve relato das duas óperas, com auxílio de um guia de interpretação de óperas em estilo lírico.

Ária: Pleurez Pleurez mes yeux – da ópera “Le Cid” (1885)

Le Cid é uma ópera em quatro atos que relata a tragédia do escritor Pierre Corneille, na qual se baseia o livreto da ópera que trata dos conflitos entre o amor e o respeito. Na Espanha medieval, dois nobres, amantes ardentes, Chimène e Rodrigo, prometidos a uma vida brilhante e feliz, se vêem repentinamente separados por uma rixa mortal entre seus pais. Em obediência às regras de honra daquela época, Rodrigo deve lutar um duelo com o pai de Chimène. Rodrigo o mata e Chimène tem que pedir ao rei que Rodrigo seja condenado à morte. Com seu dever cumprido, Chimène se sente livre para chorar sua dor, e canta então a ária *Pleurez Pleurez mes yeux* na solidão de sua sala, levantando a cabeça entorpecida pela dor (SINGHER, 2003).

O papel é escrito para um soprano dramático, mas a ária isoladamente pode ser cantada por um lírico-spinto, naípe vocal capaz de expressar emoções profundas com grande intensidade. A partitura da ária é a que se segue nas **Figuras 2 e 3**.

Pleurez! pleurez, mes yeux!

Aria
from "Le Cid"

English version by
Charlotte H. Coursen

Jules Massenet
(1842 - 1912)
dolce

Lento, con dolore $\text{♩} = 54$

The musical score consists of four systems. The first system shows the piano introduction with a tempo of Lento, con dolore (♩ = 54). The piano part has a dynamic of *p* and includes markings for *pp*, *f*, and *p*. The vocal line begins with a *p* dynamic. The second system continues the piano accompaniment with dynamics *p*, *f*, *p*, and *f*, and includes markings for *rall.* and *dim.*. The third system introduces the vocal line for Chimène with the lyrics: "De cet af-freux com- / End-ed at last the". The piano accompaniment has dynamics *p*, *pp*, and *pp*. The fourth system continues the vocal line with lyrics: "bat- je sors l'a-me bri-sé-e! / strife, I turn, bro-ken in spir-it! / Mais en-fin je suis / Still I hold to my". The piano accompaniment has a dynamic of *p*.

16361

Copyright, 1893, by G. Schirmer, Inc.
Printed in the U. S. A.

Fig. 2- Fragmento da partitura da ópera "Le Cid"(1885) ária *Pleurez! Pleurez, mes yeux!*

51

qu'aux sen-tiers bé-nis!
tread the paths of peace!

Ah! mon pè-re! Hé-las!
Ah! my father! A-las!

rez! pleu-rez, mes yeux!
weep! then weep, mine eyes!

bez, tris-te ro-sé-e
flow, sad shin-ing tears!

Tempo I

Tempo I

Tempo I

Tempo I

dim. *p* *rall.*

p *colla parte* *pp*

dolorosamente *mf espress.* *dim.* *pp*

sost. *sec.* *f* *colla parte* *pp*

pp

pp

16361

Fig. 3- Fragmento da partitura da ópera “Le Cid”(1885) ária *Pleurez! Pleurez, mes yeux!*
Na partitura acima, a seta indica o trecho analisado nesse estudo

Ária “Je veux vivre” da ópera: “Romeo Et Juliette de C. Gounod (1867)

Romeu e Julieta tem seu libreto baseado no drama homônimo de Shakespeare, em que Julieta não é introduzida pomposamente para os convidados da festa dos Capuletos, nem ela de qualquer modo se destacou na ocasião. Suas palavras naquela noite são uma resposta aos avanços de Romeu à Julieta, que se tornam um Madrigal na partitura de Gounod, um reflexo do encantamento advindo das provocações entre os dois jovens, subitamente atingidos pelo amor. O retrato psicológico de Julieta é o de uma jovem feliz, jubilosa, cheia de vitalidade e beleza, aos quatorze anos de idade, rica e rendida ao luxo e aos cuidados. É, portanto, um retrato da alegria descompromissada. A ária se inicia com um vocalize que representa um suspiro intenso de bem-estar, juventude e saúde, como se estivesse fazendo uma longa saudação em uma manhã feliz, significado marcado pelos acentos das nove notas descendentes da introdução da ária, conforme aponta (SINGHER, 2003). A partitura da ária é a que se segue abaixo na **Figura 4**.

ROMEO ET JULIETTE

OPERA EN 5 ACTES, DE CH. GOUNOD.

Ariette

№ 4.

(SOPRANO)

Mouvement de valse animé.

JULIETTE.

PIANO. *ff*

ff

Ab!

pp

cresc.

Je - veux vi - vre - dans le

ré - ve - qui m'en - i - vre

Paris, CHOUDENS Editeur,

A. C. 1413. (G)

30, Boulevard des Capucines.

Fig. 4- Partitura da ópera: “Romeo Et Juliette de C. Gounod (1867) ária “Je veux vivre”
A seta na partitura acima indica o trecho analisado nesse estudo

2.5- Variáveis isoladas para análise do vibrato:

As variáveis isoladas observadas na análise espectral foram as seguintes:

- 1- Ataque do vibrato: configuração do traçado do vibrato quando se inicia a emissão;
- 2- Terminação: configuração do traçado do vibrato quando termina a emissão;

Nota-se que o ataque também é um aspecto muito importante para a definição do timbre de um instrumento. Esse mesmo conceito pode, ao nosso ver, ser aplicado à execução do vibrato, na leitura que o presente estudo procura fazer, pois subtendendo-se que se o cantor executa uma obra de caráter triste, o ataque de seu vibrato virá com impressões e timbres que remetem à construção da expressividade desse caráter, diferentemente de uma obra de outro caráter. As mesmas considerações se aplicam à terminação da nota, outro aspecto na definição do timbre de um instrumento, conforme relata GARCIA (2001), em seu estudo sobre a Density 21.5 de Edgard Varèse.

3- Taxa do vibrato: ($F = 1/T$ onde tempo é o período do vibrato) é o número de ciclos por segundo e está relacionado à velocidade do vibrato (SUNDBERG, 1987); será que a taxa varia de acordo com o caráter do vibrato;

4- Profundidade ou amplitude do vibrato: ($\pm \Delta F_0$) é o desvio da frequência em torno de seu valor médio. Está relacionado ao número de semitons da variação (SUNDBERG, 1987);

5- Forma de onda: como é o desenho de cada ciclo do vibrato, podendo ser classificado como sinusoidal, triangular ou trapezoidal, de acordo com (HORII, 1989);

6- Timbre: característica sonora que nos permite distinguir se sons de mesma frequência e amplitude foram produzidos por fontes sonoras conhecidas e que nos permite diferenciá-las;

7- Evolução Temporal ou Regularidade do traçado: modo como os ciclos do vibrato vão modificando em sua evolução temporal.

2.6- Análise espectral do vibrato e os caracteres emotivos TRISTE e ALEGRE no canto lírico

Caráter – TRISTE Ópera “Le Cid”(1885) ária *Pleurez! Pleurez, mes yeux!*

A variação do vibrato no caráter triste neste trecho foi de Ré a Mí em todas as cantoras, concordando com a literatura que apresenta a profundidade tendo valores de $\pm 6\%$ a $\pm 12\%$, ou seja, de aproximadamente ± 1 a ± 2 semitons (SUNDBERG, 1987). O valor médio do vibrato entre 215 e 258 Hz e a taxa está entre 5,5 e 6,0 Hz, valores que não apresentaram diferença significativa em relação ao caráter alegre.

Pode-se notar nas **Figura 5, 6 e 7** que no caráter TRISTE a curva se inicia de forma descendente. Todos os traçados parecem ter forma regular/ senoidal.

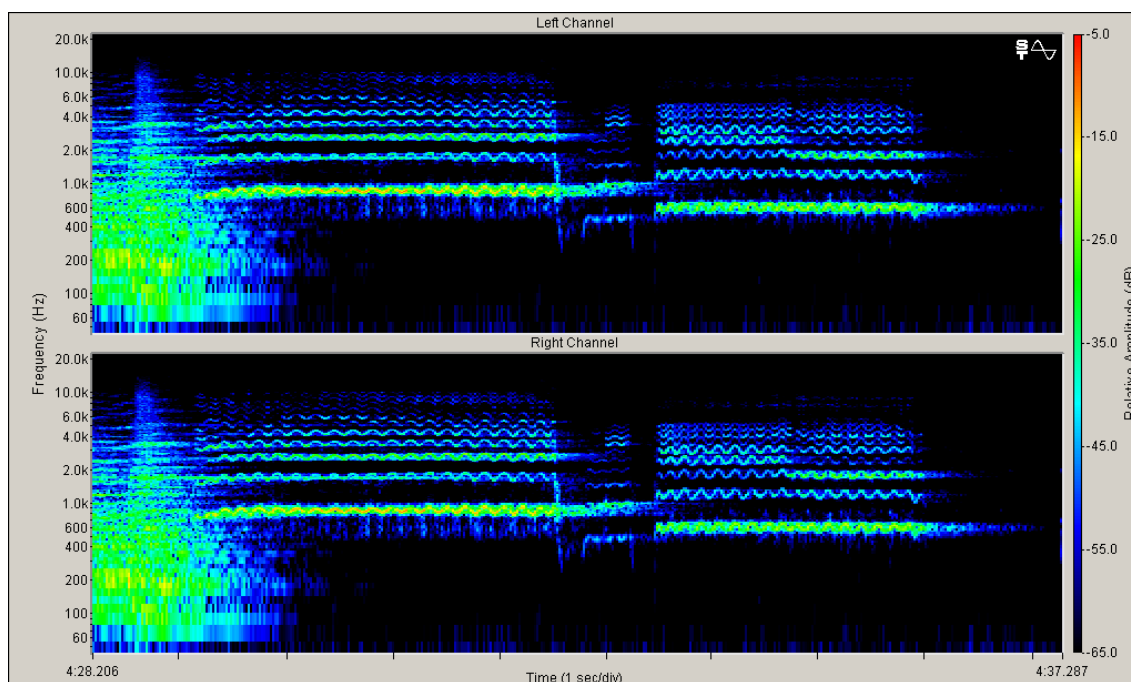


Fig. 5- Espectrograma Maria Callas

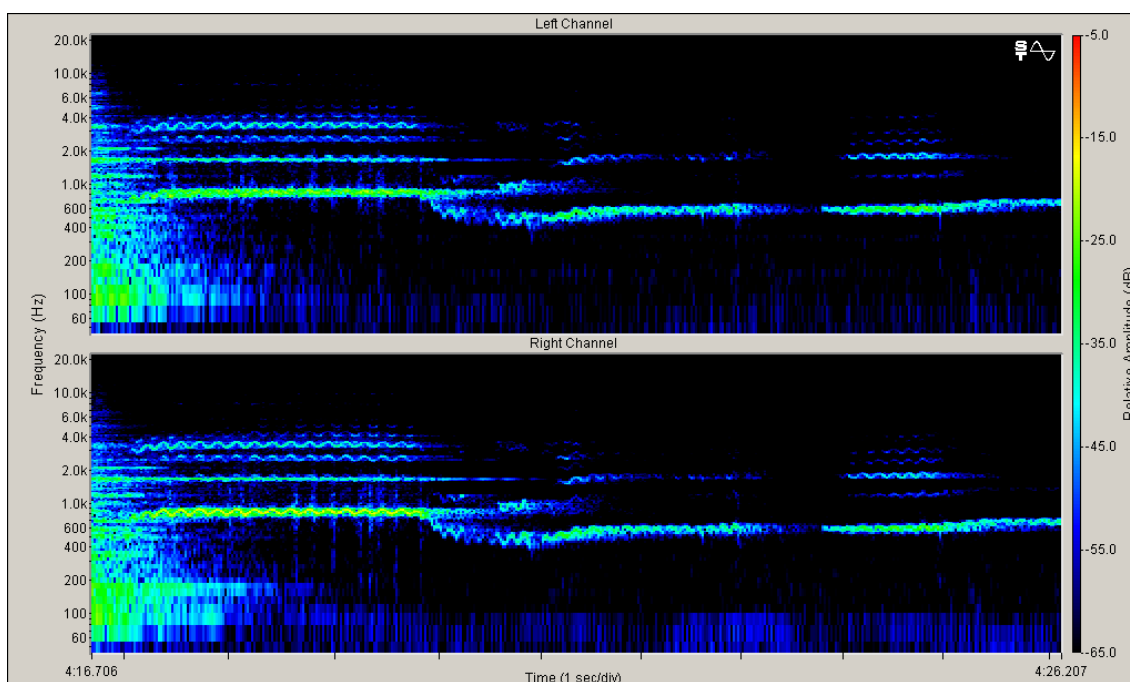


Fig. 6- Espectrograma Anghela Gheorghiu

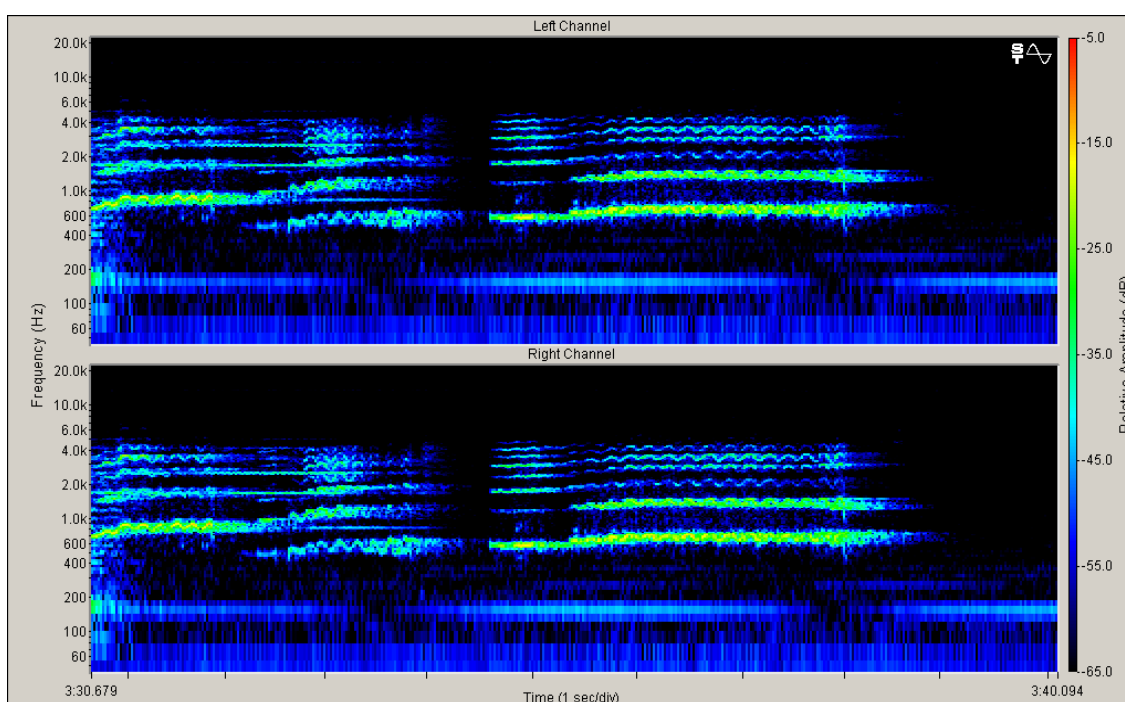


Fig. 7- Espectrograma Ileana Cotrubas

Caráter ALEGRE- Ópera: “Romeo Et Juliette de C. Gounod (1867) ária “Je veux vivre”

As medidas foram realizadas manualmente, verificando-se o valor da frequência superior e inferior de um ciclo do vibrato no 3º harmônico pela melhor resolução e os resultados encontrados foram os seguintes: as cantoras variaram o vibrato na interjeição, trecho escolhido (entre 1 e 4 seg.) de Fá a Sol, com valor de profundidade compatível ao indicado por (SUNDBERG, 1987), de $\pm 6\%$ a $\pm 12\%$, ou seja, de aproximadamente ± 1 a ± 2 semitons. O valor médio do vibrato esteve entre 259 e 302 Hz cuja taxa variou entre: 5 e 6 Hz.

A taxa do vibrato da cantora Maria Callas foi de 5,0 Hz, o que justifica a lentidão percebida auditivamente em relação ao vibrato das outras cantoras pesquisadas.

Os valores em relação à taxa do vibrato encontrados nesse estudo estão de acordo com a literatura de referência.

Pode-se notar nas **Figuras 8, 9 e 10** que, no caráter ALEGRE, a curva se inicia de forma ascendente.

Todos os traçados parecem ter forma regular/ senoidal.

Se compararmos os traçados espectrográficos do caráter triste com os traçados de caráter alegre, nota-se que o primeiro harmônico (a fundamental- F0) está mais amarelado, quase vermelho, em relação aos espectros do caráter triste, o que pode ser um indicativo de que a cantora aplicou maior energia na voz nessa performance. E a literatura aponta que na fala há um aumento de energia (intensidade) no caráter alegre e afirma que a felicidade também parece estar caracterizada por um aumento principalmente na intensidade, com algumas evidências para um aumento da energia nas frequências agudas (PEREIRA & WATSON, 1998).

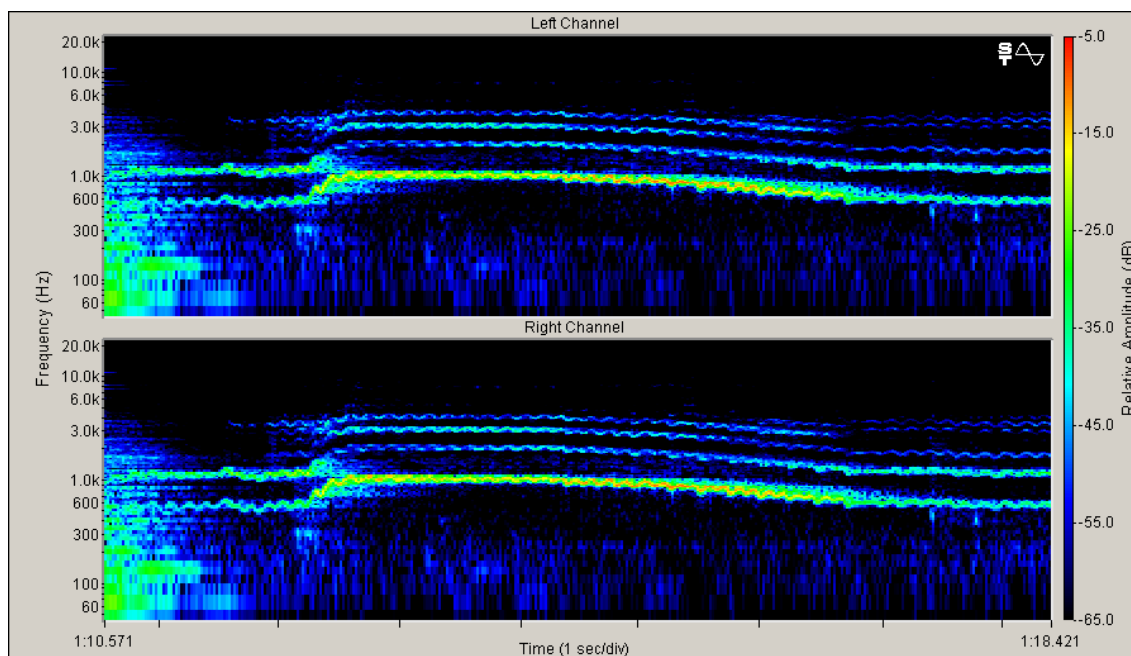


Fig. 8- Espectrograma Angela Gheorghiu- interjeição em glissando

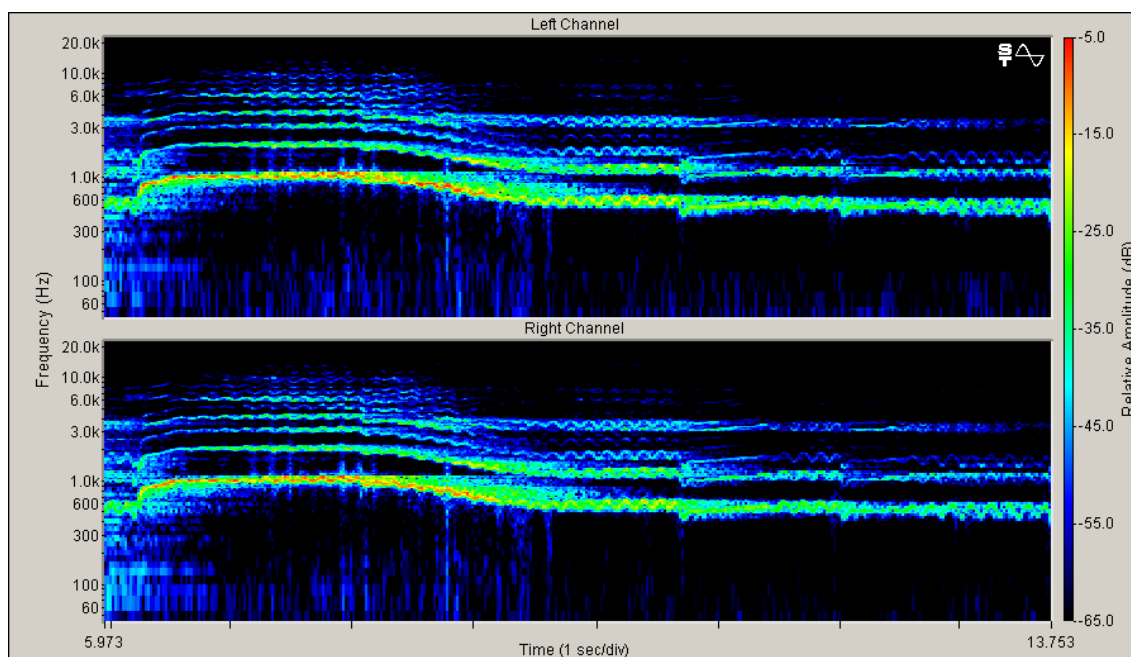


Fig. 9- Espectrograma Anna Moffo- interjeição em glissando

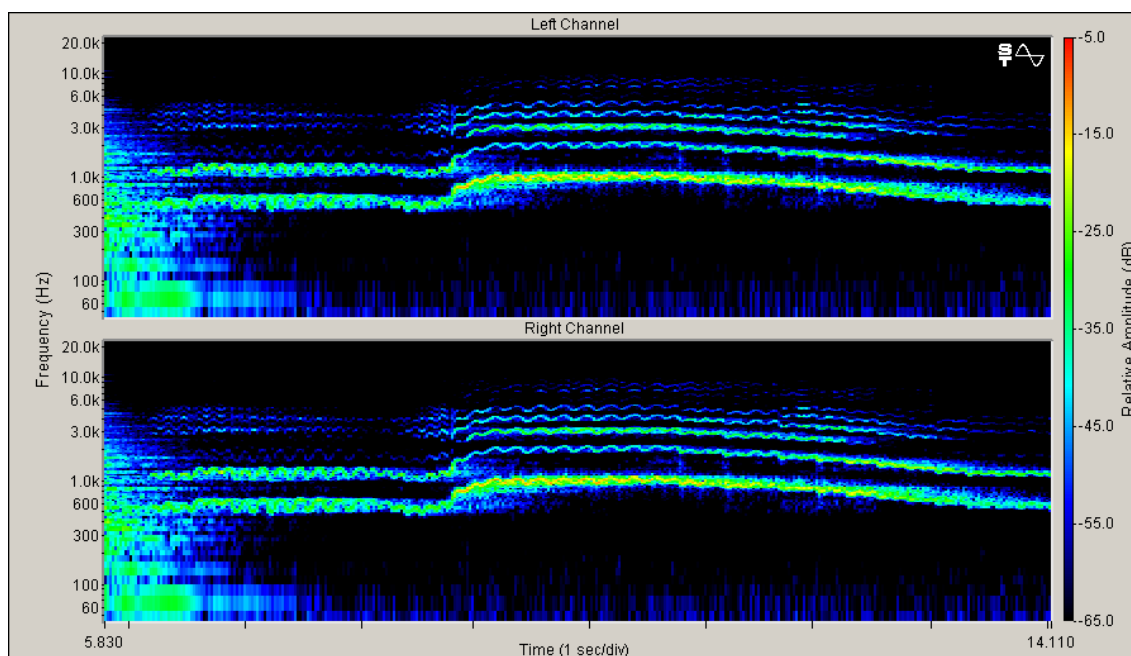


Fig. 10- Espectrograma Maria Callas- interjeição em glissando

2.7 Problemas no experimento

Cabe aqui, uma justificativa por não terem sido anexadas as análises realizadas através do algoritmo para extração do vibrato e tremor na voz humana. As análises foram feitas, porém o experimento e as conclusões analíticas ficaram comprometidos pelo fato de as amostras apresentarem muito ruído e terem sido editadas várias vezes, antes de serem analisadas, ficando com o tempo reduzido para análise fidedigna através do algoritmo.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DO EXPERIMENTO FINAL

Diante da problemática observada no experimento inicial, tomou-se a iniciativa de se alterar o corpus analisado, sem alterar, contudo, os demais passos metodológicos. Os problemas observados serviram para direcionar estas escolhas.

O estudo final foi então realizado a partir de análise de duas cenas curtas de trechos de duas óperas fictícias: um de temática alegre (I) e outro de temática triste, dramática (II). Foi encomendada ao compositor e professor Oiliam Lanna a composição de duas cadências com uma introdução instrumental, executada ao piano com duração de aproximadamente 30 segundos (vide CD inserido na capa final do trabalho), precedida de um texto que descreve a cena a ser cantada. Os textos descritivos das duas cenas que se seguem têm a função de conduzir a reação da personagem envolvida, interpretada pela cantora, que realiza cada cena cuja cadência é previamente estudada e executada sobre a vogal [a].

Texto indutivo cadência I- Nos jardins do palácio onde vive a jovem solitária Maria, que, ao colher flores, repentinamente tem uma alegre surpresa: chega uma carruagem e dela sai sua irmã mais nova e muito querida, sua melhor amiga, que retorna de uma longa viagem. A menina entra alegremente pelo jardim, correndo sorridente em direção à Maria que, cheia de felicidade e surpresa, entoia a cadência I.

Texto indutivo cadência II- Em uma cidade medieval, dois amantes ardentes, Clarisse e Romeu, prometidos a uma vida brilhante e feliz, se vêem repentinamente separados por causa da não concordância de seus pais em relação ao romance. Em obediência às regras de honra daquela época, Romeu deve lutar com o pai de Clarisse e então o pai de Clarisse é morto por Romeu. Após a morte do pai, Clarisse é obrigada a pedir ao rei que Romeu seja condenado à morte. Com seu dever cumprido, Clarisse chora a dor de perder duas pessoas que tanto amava e canta, então, a cadência II.

Ambas as cadências representam uma interjeição decorrente de uma surpresa - a primeira, de uma surpresa alegre, gratificante, esfuziante; a segunda de uma surpresa triste, dramática, funesta. Para a execução de cada uma dessas duas cadências, a cantora ouviu separadamente a introdução musical previamente composta e gravada: a primeira, da cadência I, apresenta caráter melódico, rítmico e harmônico que tradicionalmente remete à alegria; a segunda, da cadência II, apresenta elementos que tradicionalmente remetem a situações de desespero e tristeza. Durante a audição de cada uma dessas introduções musicais, a cantora leu a descrição da cena que se sucede, preparando o cenário e seu estado de espírito para a realização da cadência. O texto também foi lido durante a audição da introdução para reforço do espírito da cadência.

As partituras das duas cadências com seus respectivos manuscritos se seguem nas páginas 54 e 55 (**Figuras 11 e 12 cadência I Alegre**) e (**Figuras 13 e 14 cadência II Triste**), respectivamente.

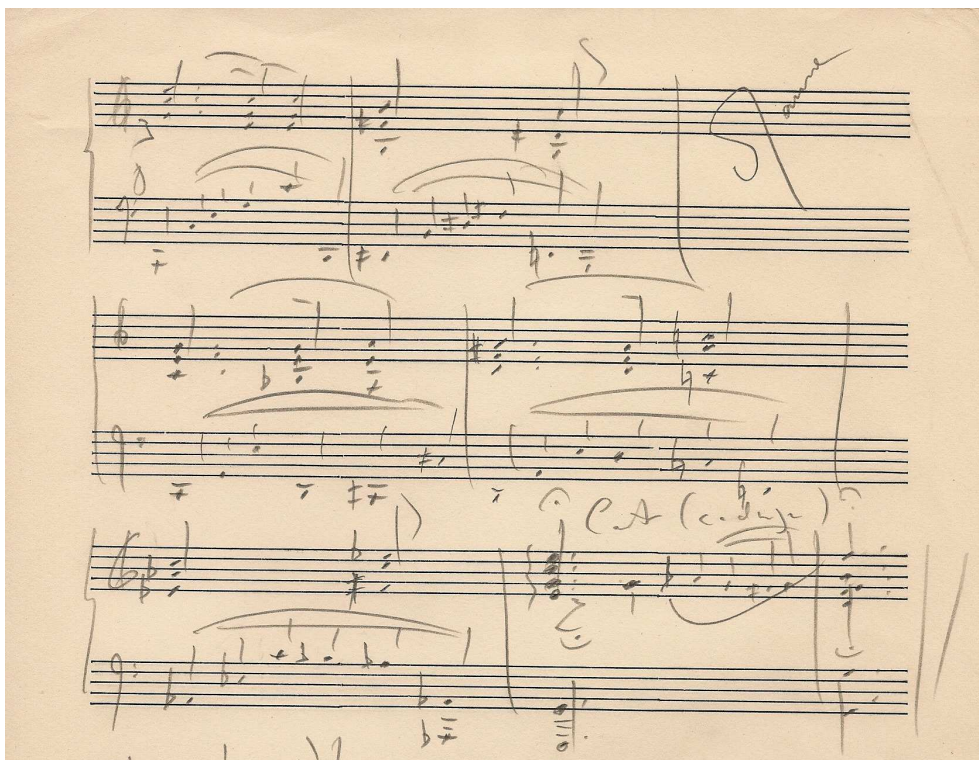


Figura 11- Manuscrito da partitura cadência I Alegre

Partitura Fragmento 1



Figura 12- Partitura da Cadência I Alegre

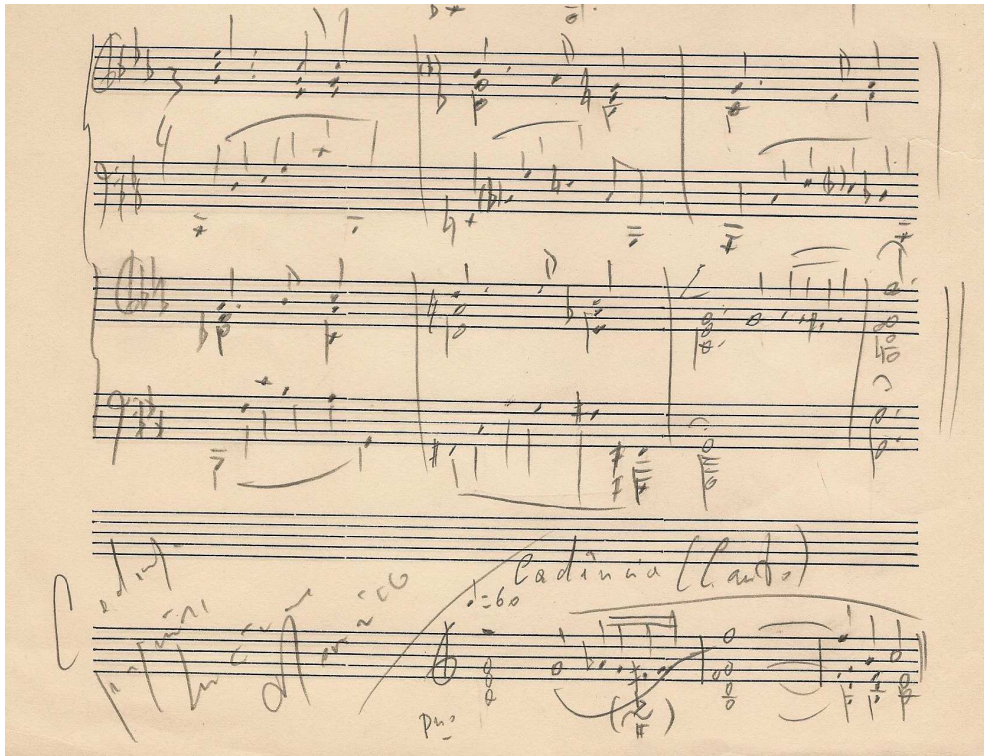


Figura 13- Manuscrito da partitura da cadência II Triste

Partitura Fragmento 2



Figura 14- Partitura da Cadência II Triste

As cantoras estudaram as duas cadências e gravaram suas interpretações para as duas cenas. Cada cadência foi gravada três vezes a fim de certificar a boa execução e a segurança da intérprete. Cada cantora realizou aquecimento vocal antes da gravação. Cabe ressaltar também que as cantoras não foram informadas sobre o objetivo do estudo- o de analisar o vibrato através da análise espectral- a fim de que isso não influenciasse as suas interpretações e consequentemente a obtenção dos resultados da análise.

Cada cadência foi executada sobre a vogal [a] e apresenta um ataque na nota (Fá 4), com duração de 4 segundos, conforme indicação do algoritmo, após a qual a cantora executa movimento descendente e finaliza. A cantora ouviu a sua voz no “retorno” através do fone de ouvido, enriquecido com um pouco de efeito de reverberação, a fim de dar uma sensação mais confortável à cantora. A captação da voz foi realizada em *flat* para evitar a interferência de efeitos de reverberação que podem prejudicar a análise espectrográfica.

A cadência pianística foi ouvida somente até o momento que precede a nota longa cantada, que deveria ser atacada e sustentada. Isso foi feito para que a cantora executasse a cadência livremente e sem interferências do piano.

As gravações foram realizadas no estúdio de gravação da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais, na cabina de locução, utilizando o programa de gravação *PRO TOOLS 7.4* com a resolução de 24 bits, posteriormente convertida para 16 bits e o microfone MXL 2003. Para a gravação da cadência II, a cabina foi ambientada com a luz apagada a fim de auxiliar na criação de um clima sombrio e triste.

O corpus da pesquisa (**Tabela 1**) envolveu 10 cantoras, com média de idade de 29 anos, sendo sete (8) do naipe soprano e duas (2) mezzo-soprano, todas solistas, com uma média de 10 anos de experiência em canto lírico. Essas especificações visam a buscar aproximação entre as amostras, considerando-se uma necessária homogeneidade entre três parâmetros que podem influenciar e definir uma voz e, sobretudo o seu “vibrato” – a idade, o preparo técnico e o registro vocal.

Tabela 1

PERFIL DAS CANTORAS DO ESTUDO			
CANTORA	IDADE	CLASSIFICAÇÃO VOCAL/ NAIPE	TEMPO DE CANTO LÍRICO
1	26	Mezzo-soprano	11 Anos
2	30	Soprano	10 Anos
3	27	Soprano	6,5 Anos
4	22	Soprano	4 Anos
5	30	Soprano	6 Anos
6	27	Soprano	9 Anos
7	22	Soprano	7,5 Anos
8	31	Soprano	9 Anos
9	48	Mezzo-soprano	32 Anos
10	28	Soprano	8 Anos
Média	29,1		10,3

Após as gravações cada cantora foi solicitada a escolher a gravação que mais lhe agradou para que, a partir dessa escolha, fosse conduzida a análise dos resultados.

As amostras foram analisadas no *software* GRAM 5.7 e no algoritmo para extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana, sendo comparados os dois caracteres em cada cantora separadamente, visando a determinar um padrão entre os parâmetros de configuração da curva no vibrato. As variáveis analisadas foram as seguintes: ataque, terminação, taxa, profundidade, forma de onda e regularidade do vibrato.

Logo após a análise de cada cantora separadamente, as amostras foram comparadas entre si a fim de verificar se há homogeneidade em relação a cada caráter expressivo estudado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E ANÁLISE DAS AMOSTRAS DE CANTO

Os resultados encontrados através dos procedimentos descritos na metodologia do experimento final serão apresentados neste capítulo. Em primeiro lugar serão mostrados os resultados da análise espectrográfica da *cadência I* e da *cadência II* de cada cantora separadamente, sendo descrito o processo de execução do vibrato em cada cadência. Posteriormente serão expostos os dados do estudo comparativo entre as cantoras para cada cadência separadamente. Para a análise espectrográfica foi utilizado o arquivo de áudio completo de cada cadência, sem edições, a fim de se observar a evolução temporal de cada performance.

As variáveis analisadas na primeira etapa pela espectrografia acústica foram as seguintes:

- 1- Ataque do vibrato (como a curva do vibrato se iniciou): de forma ascendente ou descendente);
- 2- Terminação do vibrato (como a curva do vibrato terminou): de forma ascendente ou descendente);
- 3- Forma de onda (senoidal, triangular ou trapezoidal)
- 4- Regularidade do traçado (análise de uma série temporal de valores de F0), dado conferido posteriormente no algoritmo de extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana.

Em sequência serão descritos os dados objetivos do estudo de cada cantora, obtidos através do algoritmo de extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana, com os seus respectivos gráficos indicando tanto os valores de amplitude e de taxa quanto aferindo a regularidade do vibrato. Para esta análise, cada áudio foi segmentado no trecho em que há um ataque e um prolongamento no acorde de Fá Maior na cadência I alegre, e no de Fá menor na cadência II triste, isolando-se a nota longa para análise. Finalmente será apresentado um resumo geral dos resultados encontrados envolvendo todas as variáveis isoladas na pesquisa proposta.

4.1 Análise espectrográfica visual da *cadência I e II*

Neste tópico serão descritos os resultados individuais da análise visual dos espectrogramas obtidos para a *cadência I e II*, ressaltando-se os parâmetros observados e qualificando-se as variáveis isoladas para análise do vibrato. Ao final de cada análise serão apresentados os resultados gerais de cada cadência nas **tabelas 2 e 3**, respectivamente às **páginas 74 e 86**.

A análise espectrográfica utilizada no experimento final foi realizada no programa GRAM 5.7. A resolução escolhida foi a escala logarítmica, FFT 4096 pontos e escala em (dB) de 60.

Considera-se frequência fundamental (F0), o primeiro traçado representado na **Figura 13** abaixo e, o 2º traçado, representado pelo segundo harmônico (H2) e assim por diante (H3, H4, H5 etc), conforme pode ser visto no espectrograma explicativo da cadência II triste de uma das cantoras do estudo. A **Seta 1** amarela, marcada na figura abaixo, sempre indicará o ataque da curva do vibrato e a **Seta 2**, também amarela, na mesma figura abaixo, ao final da emissão, indicará a terminação da curva do vibrato.

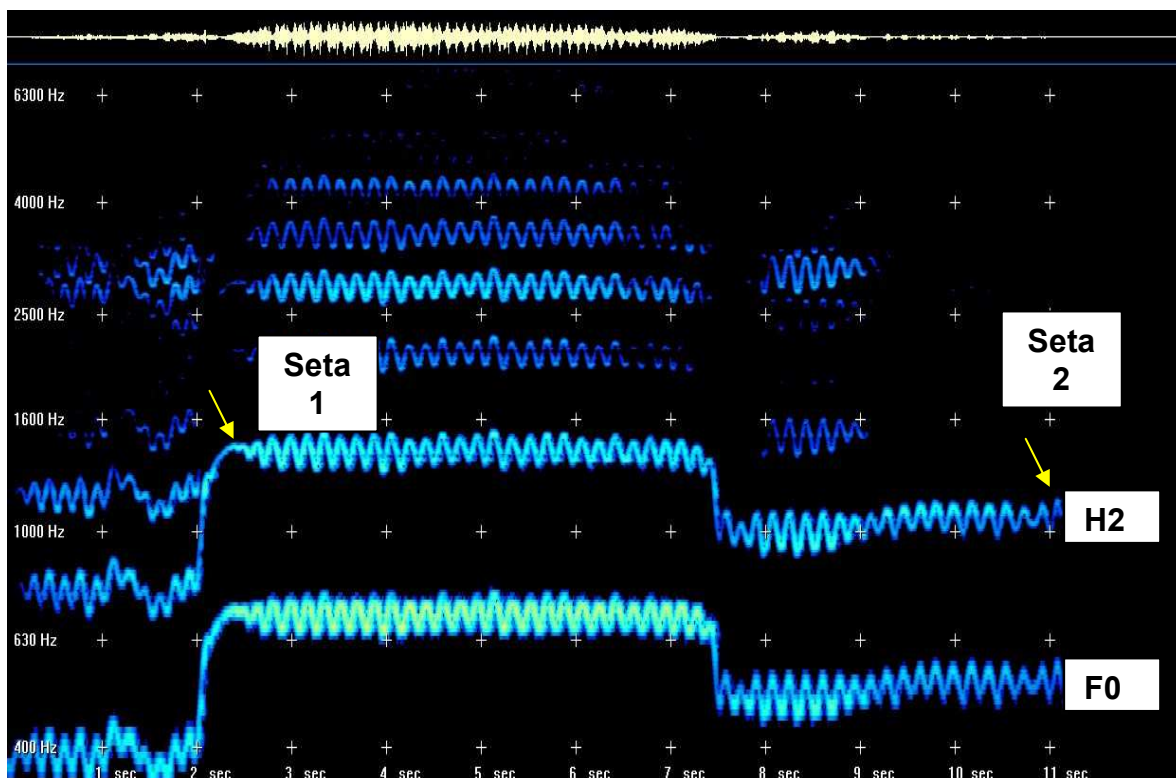
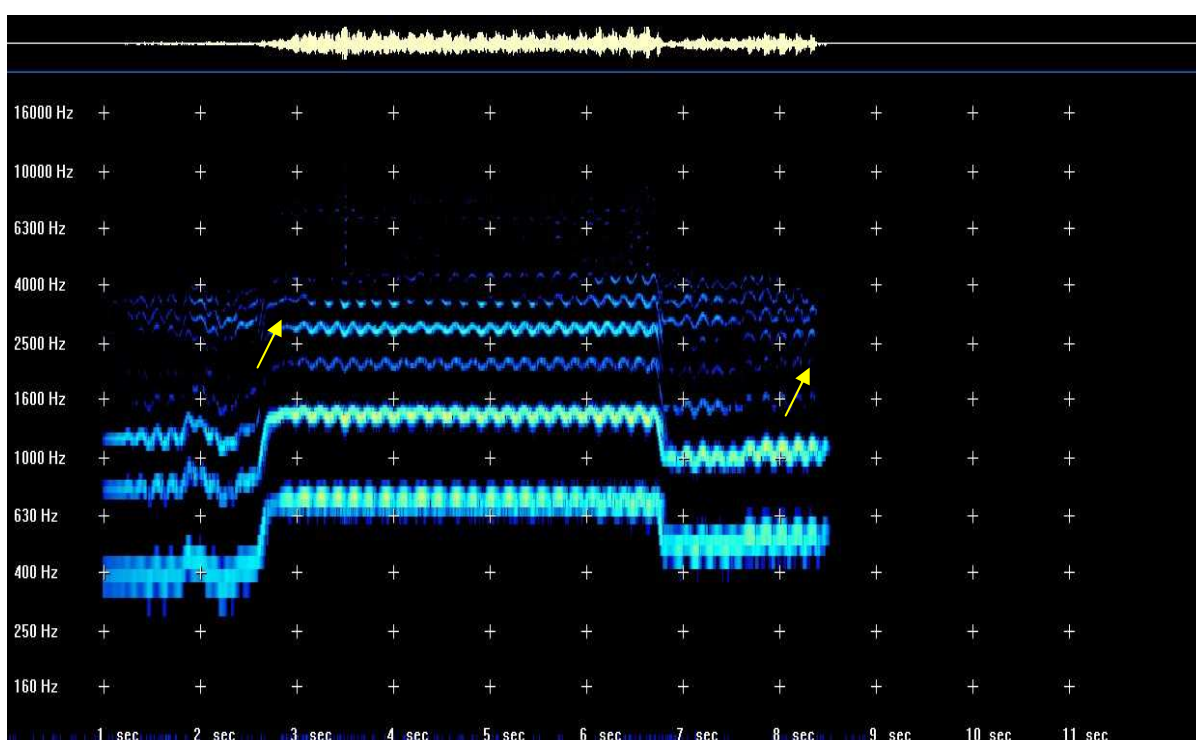


Figura 15- Espectrograma explicativo Cadência II triste

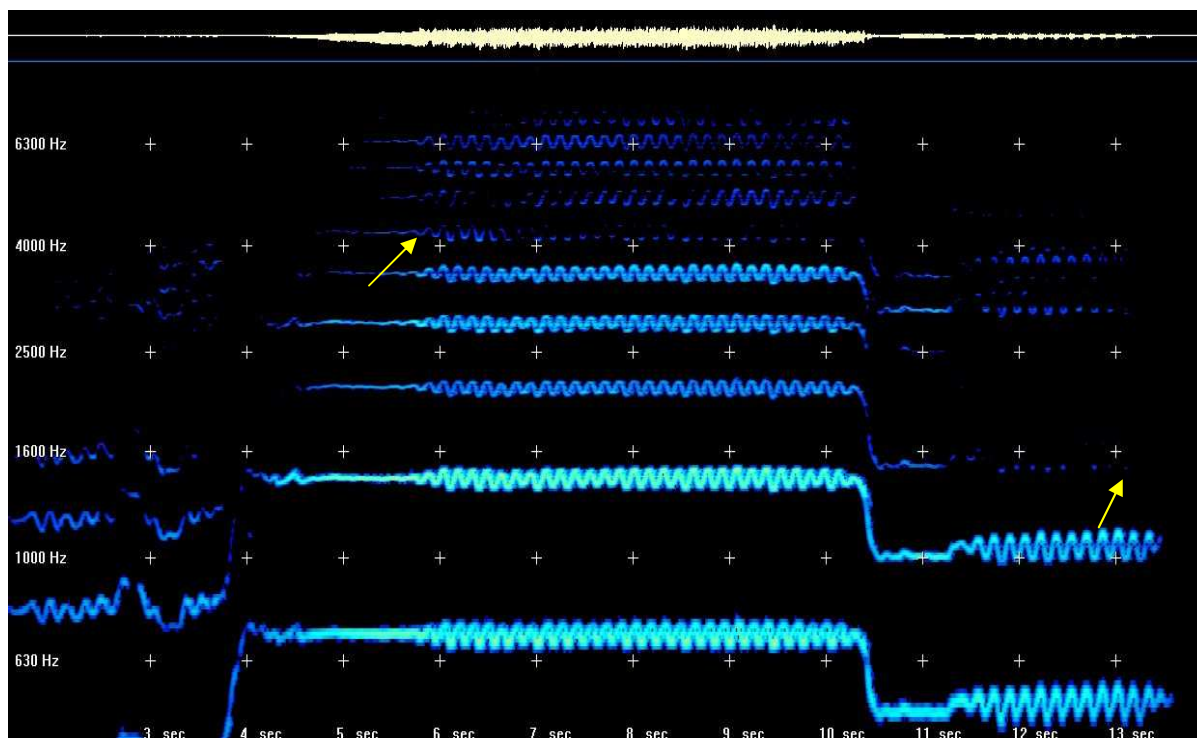
ESPECTROGRAMAS- CADÊNCIA I CARÁTER ALEGRE

Figura 16- Cantora 1



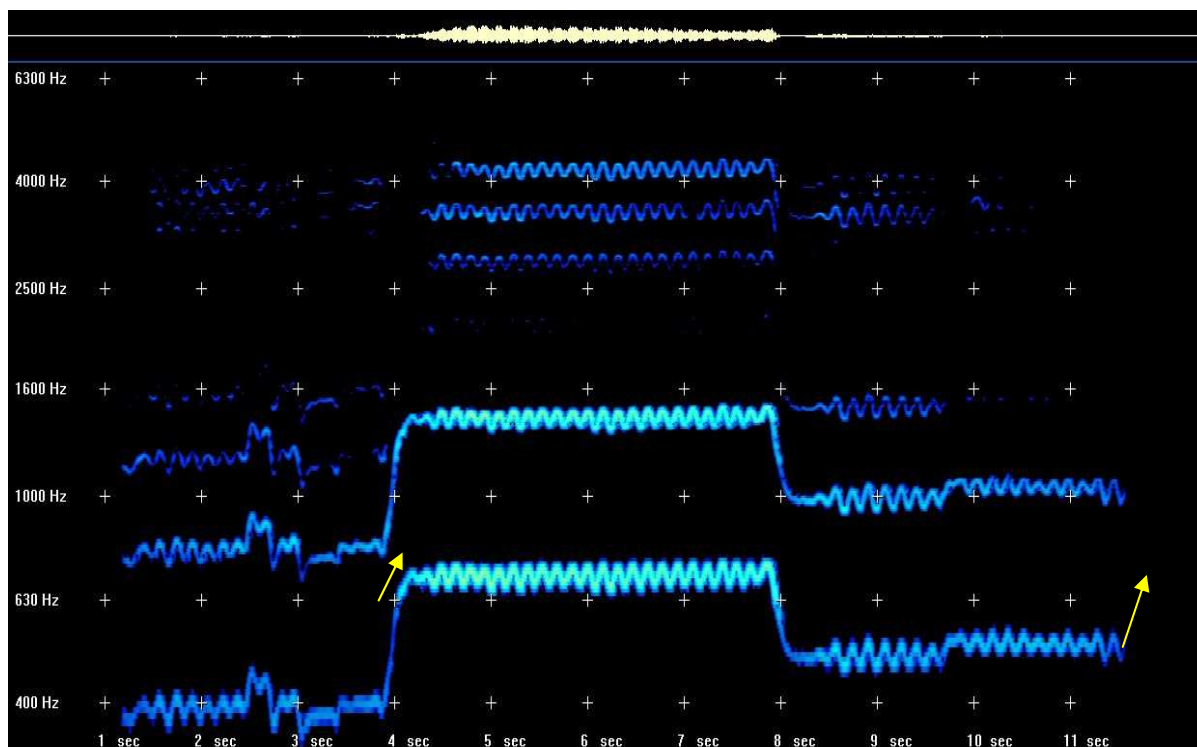
Pode-se observar na **Figura 16**, através das setas 1 e 2, no 2º harmônico, que a cantora 1 ataca e termina a nota com a curva do vibrato em traçado ascendente. A cantora 1 conseguiu fazer o ajuste laríngeo do vibrato de forma rápida desde o início da cadência, mantendo a regularidade do traçado.

Figura 17- Cantora 2



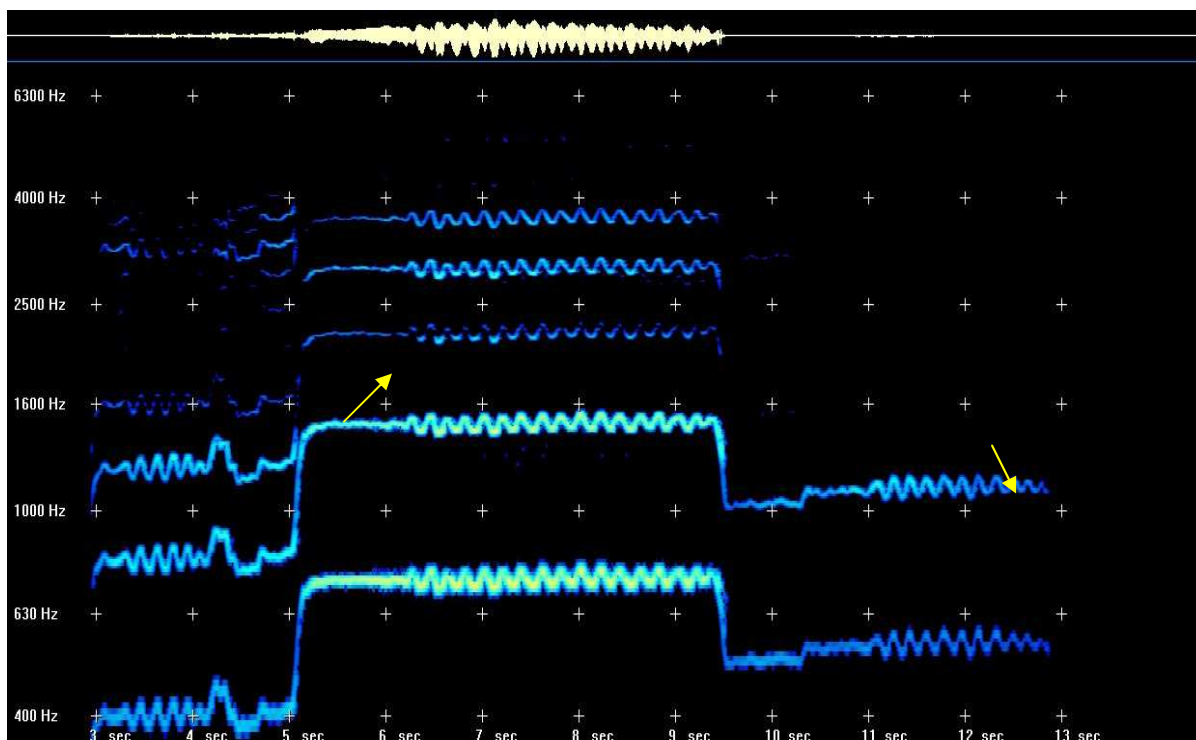
Pode-se observar na **Figura 17**, através da seta 1 no 5º harmônico, que a cantora 2 ataca a nota na interjeição com a curva do vibrato em traçado ascendente e na seta 2 no 2º harmônico, podemos ver que a terminação ocorreu também com o traçado ascendente. A cantora 2 levou mais tempo para iniciar o vibrato na interjeição, demorando para ajustar a laringe para a execução do vibrato, mas manteve certa regularidade no traçado ao longo da cadência.

Figura 18- Cantora 3



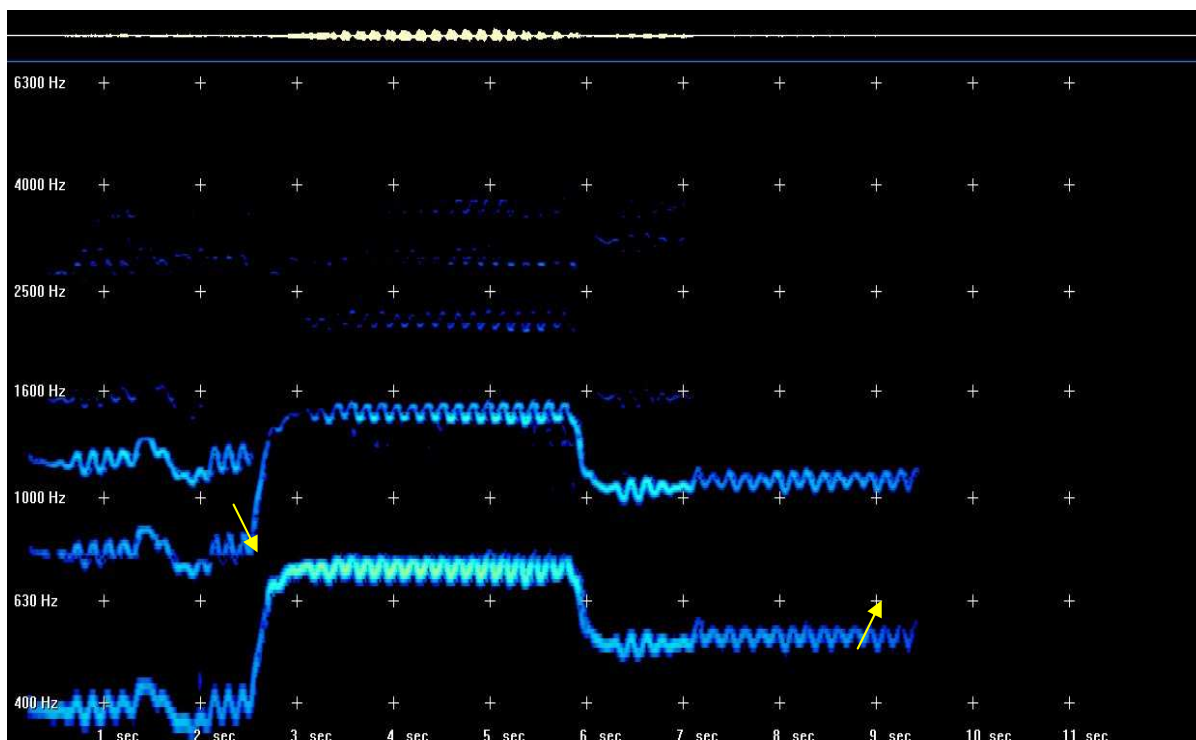
Devido à melhor visualização da formação do vibrato através da F0 (1º harmônico), observou-se na **Figura 18**, através da seta 1, que a cantora 3 também ataca a nota Fá na interjeição com a curva do vibrato em traçado ascendente e, pela seta 2, pôde-se observar ainda que a terminação também ocorreu de forma ascendente. A cantora 3 iniciou o vibrato de forma rápida, revelando ajuste laríngeo eficiente, tendo um rápido *on set* da nota e mantendo a regularidade no traçado ao longo da cadência.

Figura 19- Cantora 4



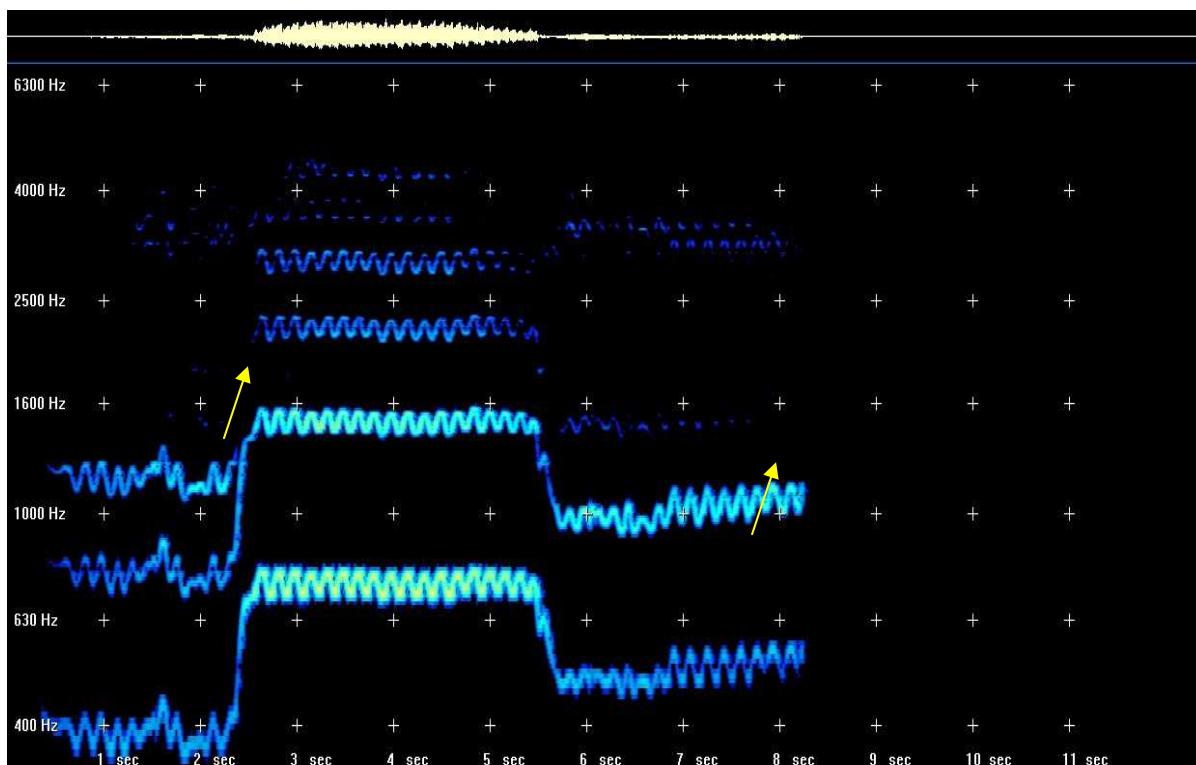
Na **Figura 19** encontrou-se uma variação no ataque da nota Fá, que indica a demora para ajustar o vibrato na interjeição. A cantora atacou a nota Fá de forma ascendente, como podemos ver na seta 1 no 2º harmônico, porém a terminação do vibrato ocorre de forma descendente, com traçado mostrando-se regular ao longo da cadência.

Figura 20- Cantora 5



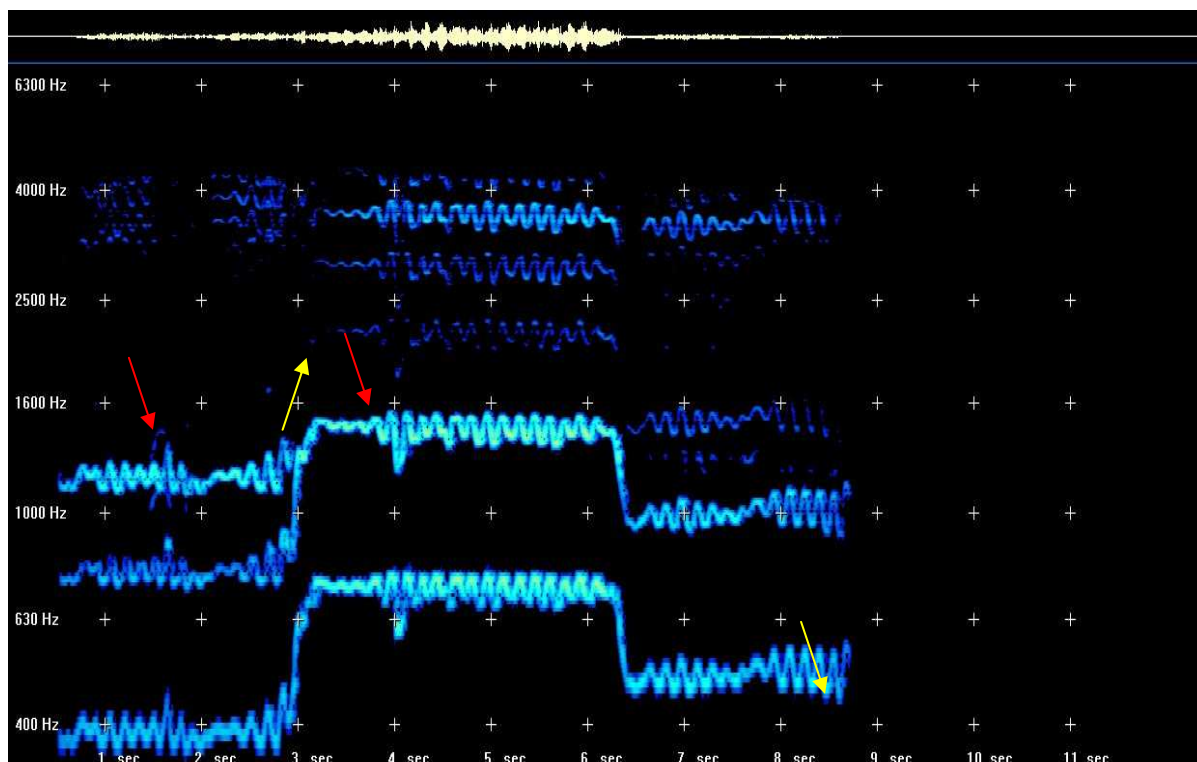
Como pode ser visto na **Figura 20**, cantora 5 ajustou o vibrato de forma rápida, desde o início da interjeição, atacando na nota central, formando um traçado descendente e terminando o vibrato com a curva de forma ascendente, como pode ser visto através do 1º harmônico ou F0. O traçado é regular.

Figura 21- Cantora 6



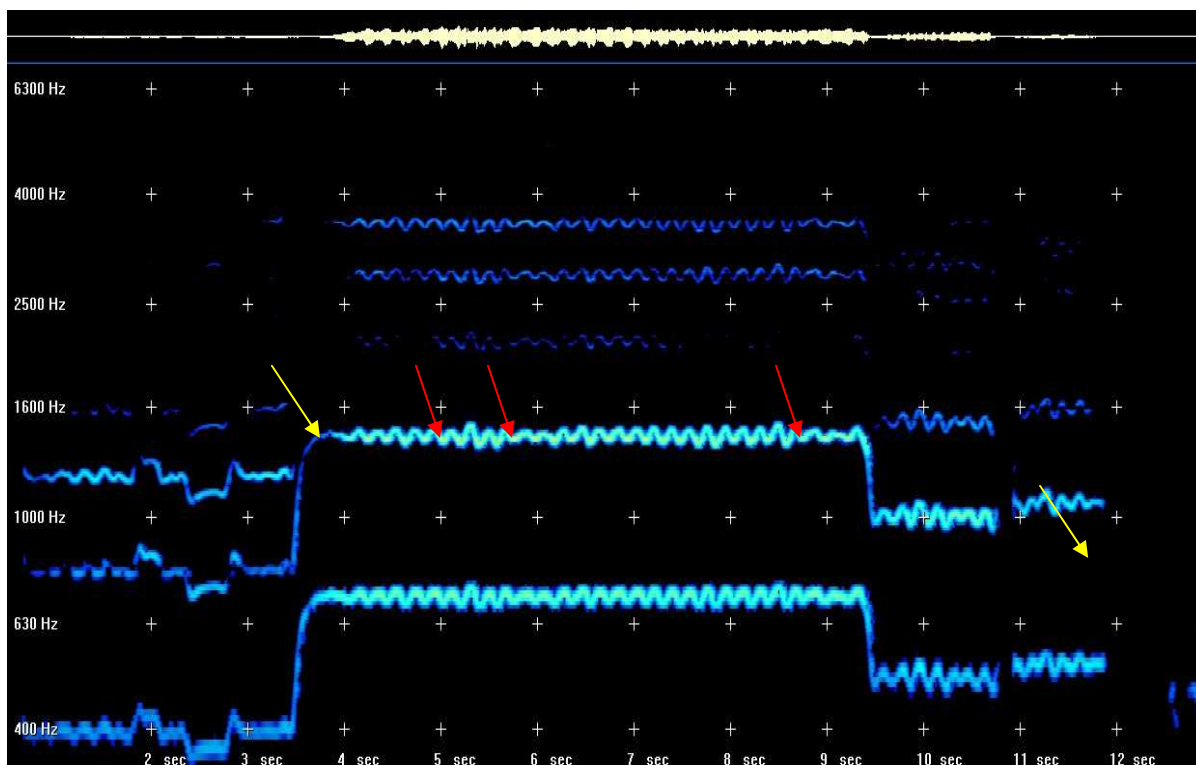
Visualizando-se o 2º harmônico na **Figura 21**, é claro que o ajuste do vibrato ocorreu rapidamente, com conformação da curva do vibrato para cima no ataque da interjeição e na terminação da cadência. A regularidade pode ser observada ao longo da execução da cadência.

Figura 22- Cantora 7



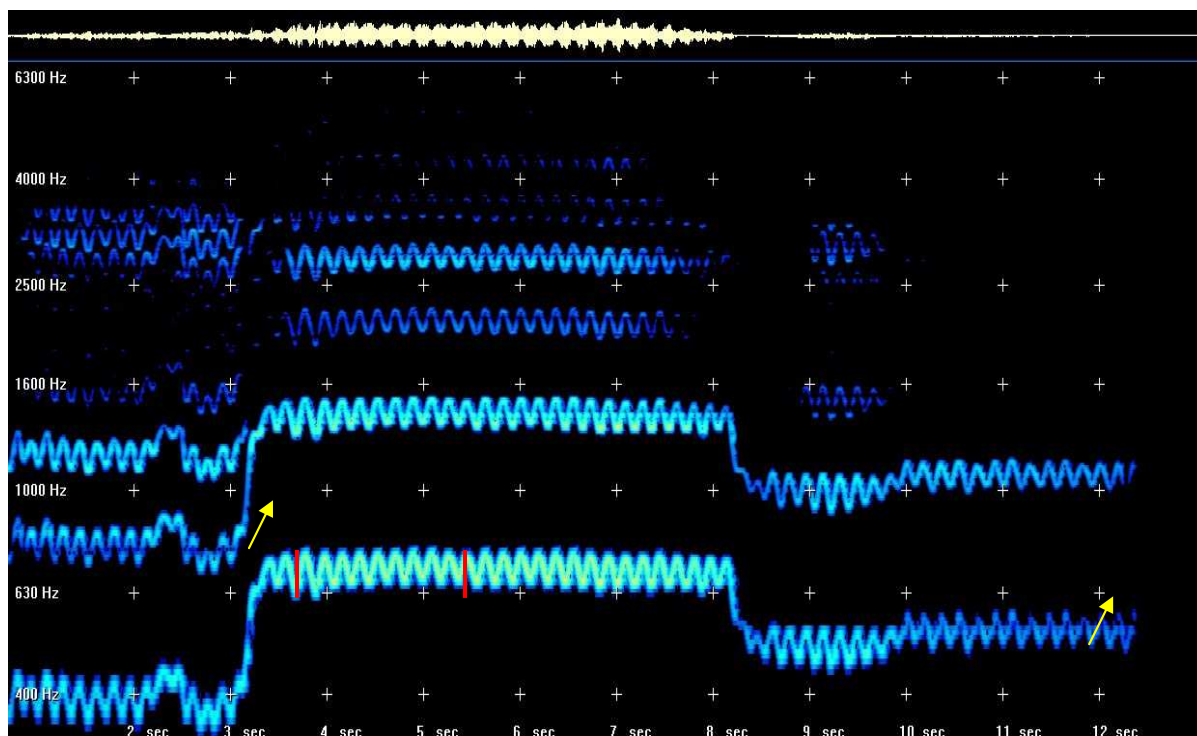
A primeira observação clara na performance da cantora 7, indicada através das setas vermelhas na **Figura 22**, é que o vibrato apresenta irregularidades ao longo de toda a cadência. A visualização do ataque foi feita através do 2º harmônico, mostrando-se ascendente e a terminação do vibrato, vista pela F0 (1º harmônico) revela um traçado descendente.

Figura 23- Cantora 8



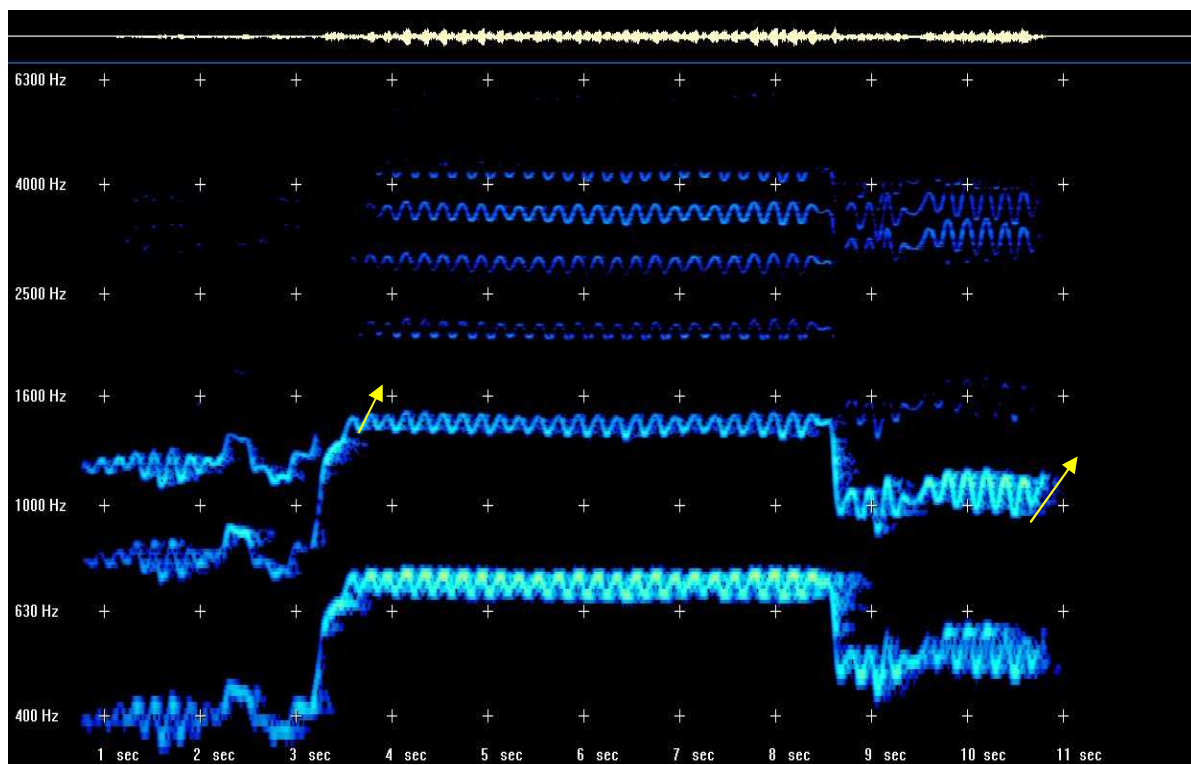
Através da **Figura 23**, nota-se que a cantora 8 atacou a nota em cima e a curva do vibrato foi descendente. A terminação como pode ser vista através da segunda seta, ocorreu também de forma descendente. Pode-se observar irregularidade no traçado, através das setas vermelhas que indicam a variação da profundidade do vibrato.

Figura 24- Cantora 9



Conforme indicado na **Figura 24**, a cantora 9 atacou a nota Fá iniciando instantaneamente o vibrato, dominando o ajuste vocal do mesmo, com o traçado ascendente, visto pela seta na F0 (1º harmônico). A terminação do vibrato também ocorreu de forma ascendente conforme visualização na segunda seta. É facilmente visto que o vibrato dessa cantora é bem regular. Pode-se observar também que a profundidade (linhas vermelhas) dessa cantora é maior em relação às demais cantoras avaliadas.

Figura 25- Cantora 10



Nota-se através de **Figura 25**, que a cantora 10 iniciou o vibrato instantaneamente na interjeição, ajustando rapidamente a laringe para vibrar com o ataque e terminação ascendentes. A regularidade é claramente vista ao longo de toda a cadência.

Tabela 2

ANÁLISE DA CANDÊNCIA – ALEGRE			
CANTORA	ATAQUE DA CURVA DO VIBRATO	TERMINAÇÃO DA CURVA DO VIBRATO	REGULARIDADE DO TRAÇADO/ FORMA DE ONDA
1	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal
2	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal
3	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal
4	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado regular / senoidal
5	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal
6	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal
7	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado irregular / predomínio de forma de onda senoidal
8	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado irregular / predomínio de forma de onda senoidal
9	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal
10	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal

Descrição geral cadência I alegre

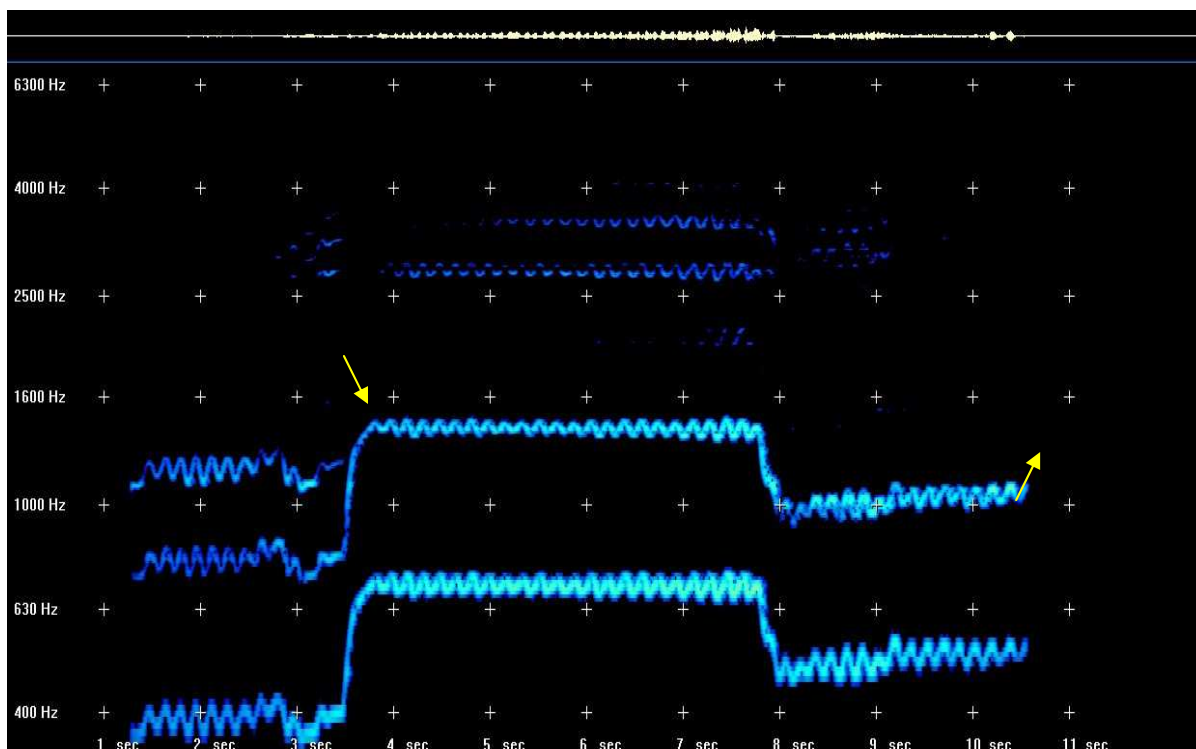
Na execução da *cadência I*, de caráter alegre, 60% (10) cantoras tiveram a curva do vibrato, com ataque e terminação de forma ascendente em sua performance. Se considerarmos o ataque de forma isolada, observou-se que 80% (10) das cantoras atacaram o vibrato de forma ascendente.

Quanto à regularidade do traçado, 80% (10) das cantoras tiveram o traçado do vibrato avaliado como regular. Todas as cantoras do estudo apresentaram forma de onda senoidal, parâmetro analisado no espectrograma apenas de forma visual.

Apesar de o timbre não ser estudado nessa pesquisa, é interessante apontar algumas características visualizadas nos espectrogramas das cantoras a fim de complementar a análise. Ele é avaliado pela qualidade e conformação dos harmônicos vistos no espectrograma, pôde-se visualizar um reforço do 2º harmônico em 100% (10) das cantoras, sendo que em 80% (10) foram encontrados harmônicos consistentes até 4 kHz, 10% (10) até 2 kHz, 10% (10) até ± 7 kHz, o que está associado à impostação, ao registro e à amplitude vocal empregados em cada performance. A relação obtida é que quanto melhor o controle desses parâmetros citados acima, mais harmônicos podem ser visualizados no espectrograma. A cantora 2, que apresentou maior número de harmônicos, foi a que imprimiu maior intensidade vocal em toda sua execução, com a maior amplitude visualizada no espectrograma.

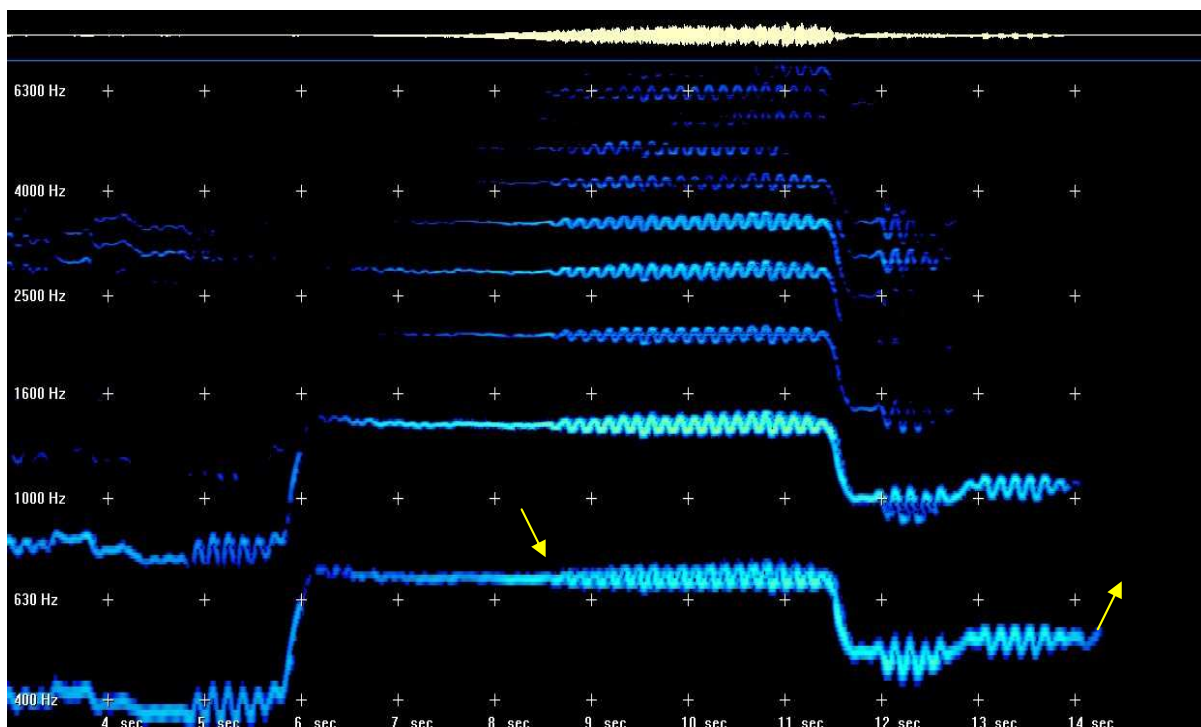
ESPECTROGRAMAS- CADÊNCIA II CARÁTER TRISTE

Figura 26- Cantora 1



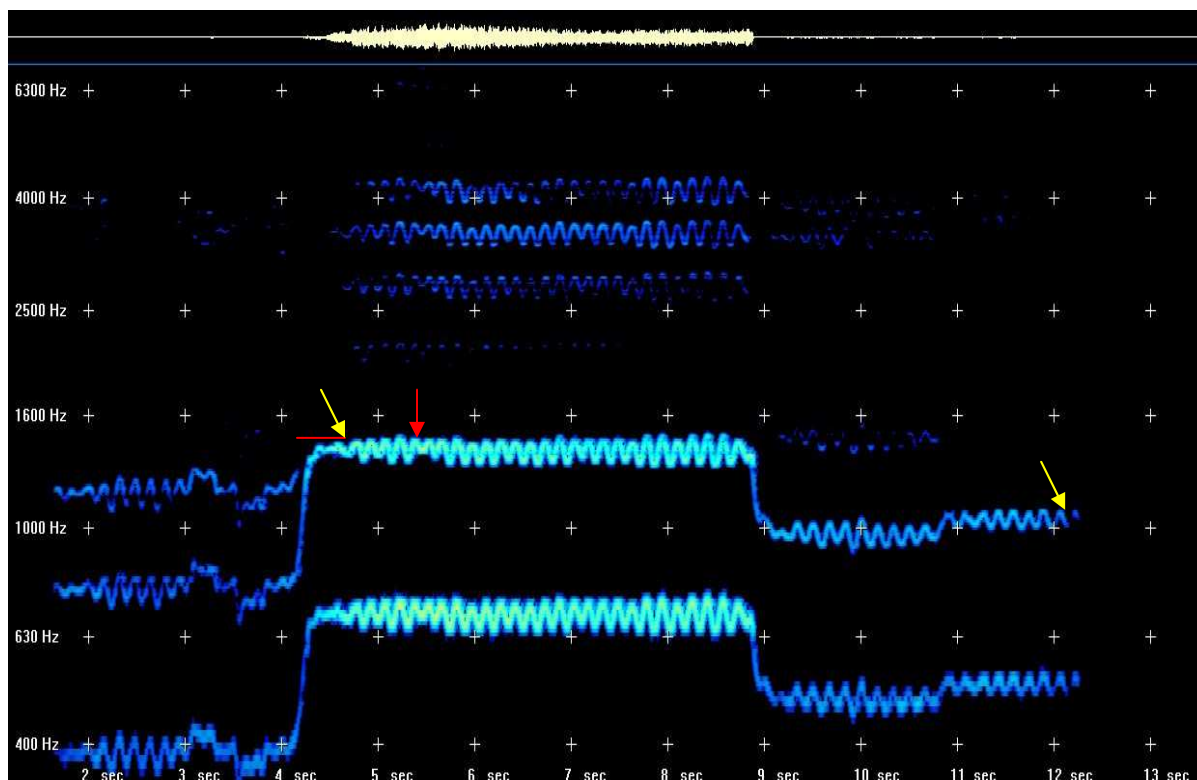
Verifica-se pelo 2º harmônico da voz que a cantora 1, após executar o glissando e sustentar a nota lisa que precede a interjeição, ataca a nota Fá iniciando imediatamente o vibrato em forma descendente, porém terminando de forma ascendente e mantendo a regularidade no traçado do vibrato.

Figura 27- Cantora 2



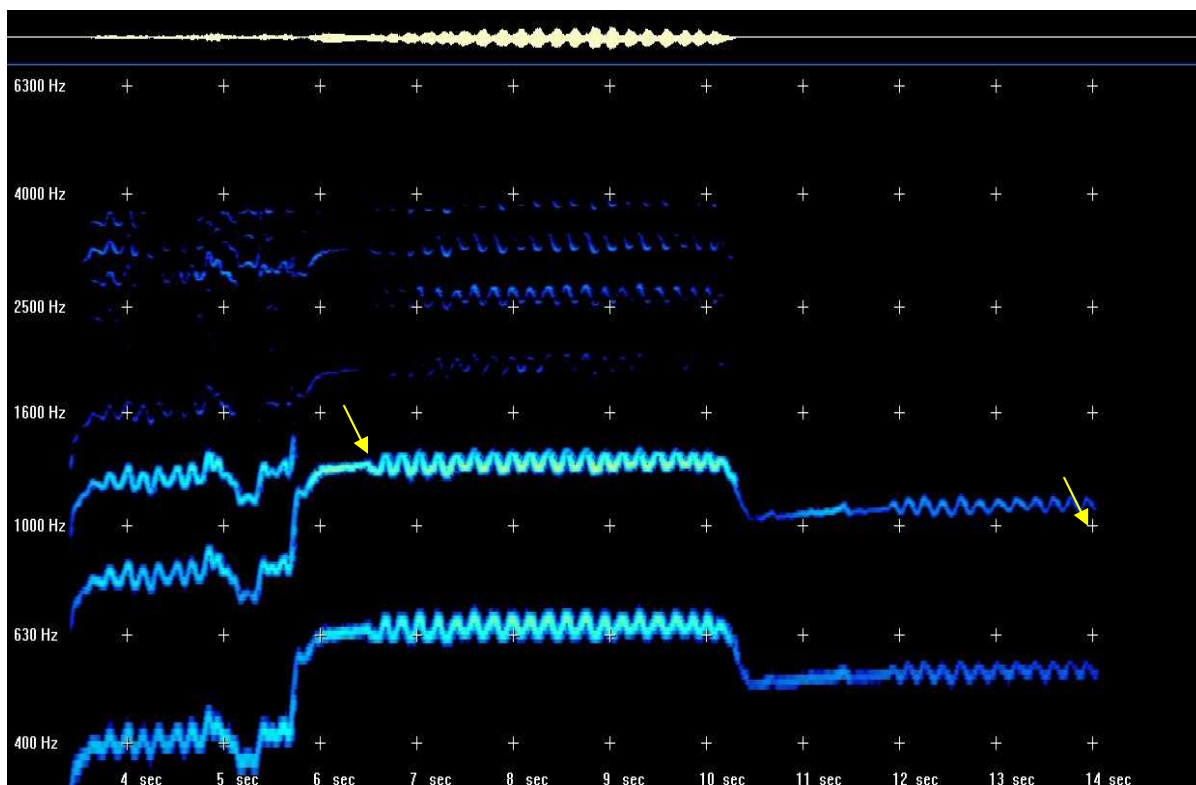
Aqui ocorre um evento interessante, em que a cantora 2, ao executar o glissando, sobe sustentando a nota lisa, ataca a nota Fá aplicando uma dinâmica diferente das outras cantoras na execução da interjeição, esboçando o vibrato, que só aparece após 2,5 segundos, iniciando de forma descendente, mantendo a regularidade e terminando de forma ascendente, podendo ser melhor visualizado pelo 1º harmônico. Essa cantora utilizou forte intensidade, o que gerou maior número de harmônicos na voz.

Figura 28- Cantora 3



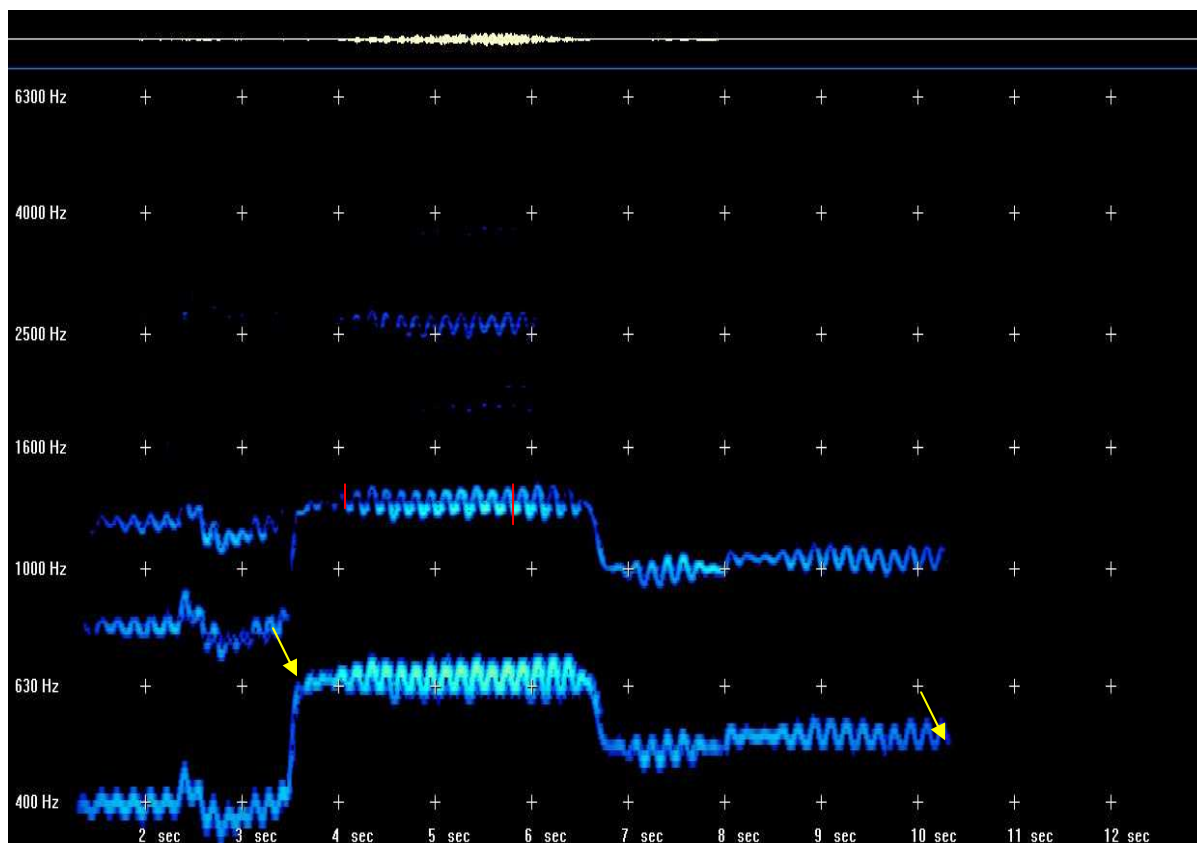
Pode-se observar no 2º harmônico que a cantora 3 atacou a nota após executar o glissando, mas não ajustou a laringe rapidamente para iniciar o vibrato no início do ataque como visto no traço vermelho, revelando um início um pouco irregular. Após esse pequeno trecho, ela iniciou o vibrato de forma descendente (seta 1), terminando da mesma forma (seta 2), mantendo a regularidade ao longo da cadência. Há um ponto específico de alteração da profundidade do vibrato indicada pela seta vermelha.

Figura 29- Cantora 4



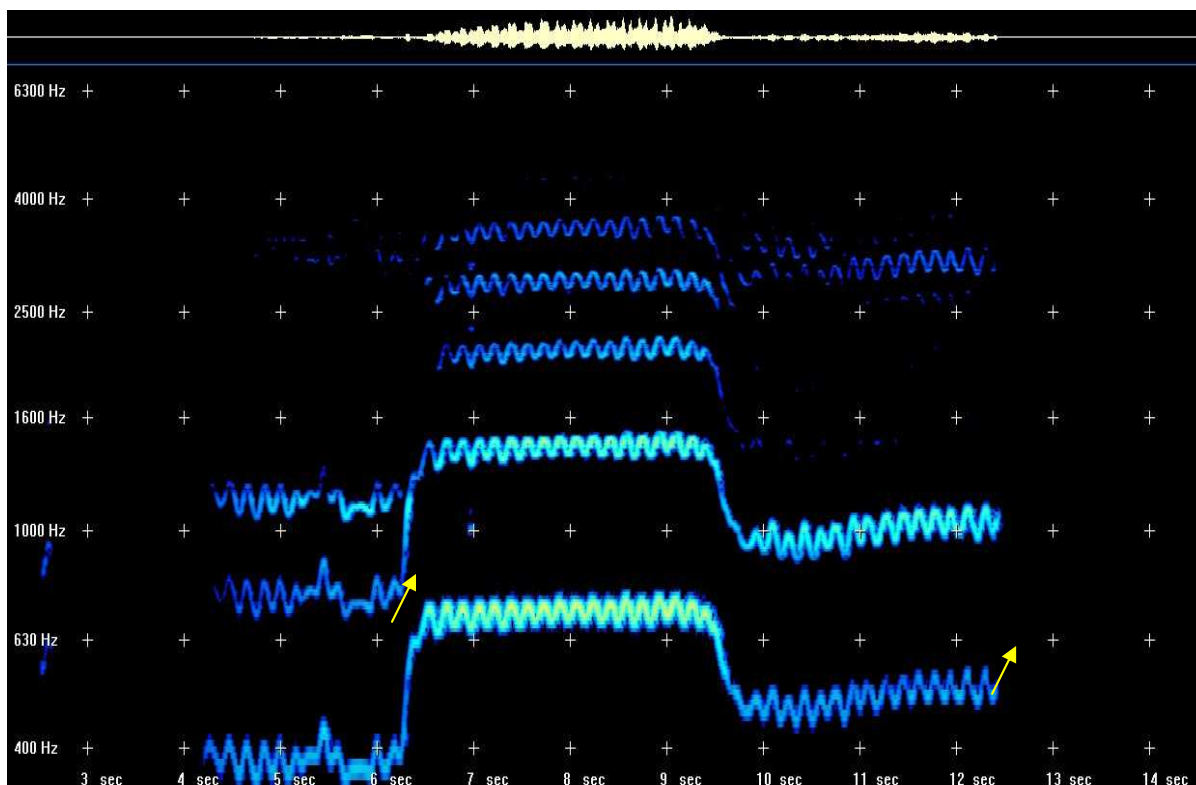
A cantora 4 atacou a nota Fá iniciando e terminando o vibrato de forma descendente. Percebe-se que o vibrato não começou no início da interjeição, mas manteve-se regular ao longo de toda a cadência.

Figura 30- Cantora 5



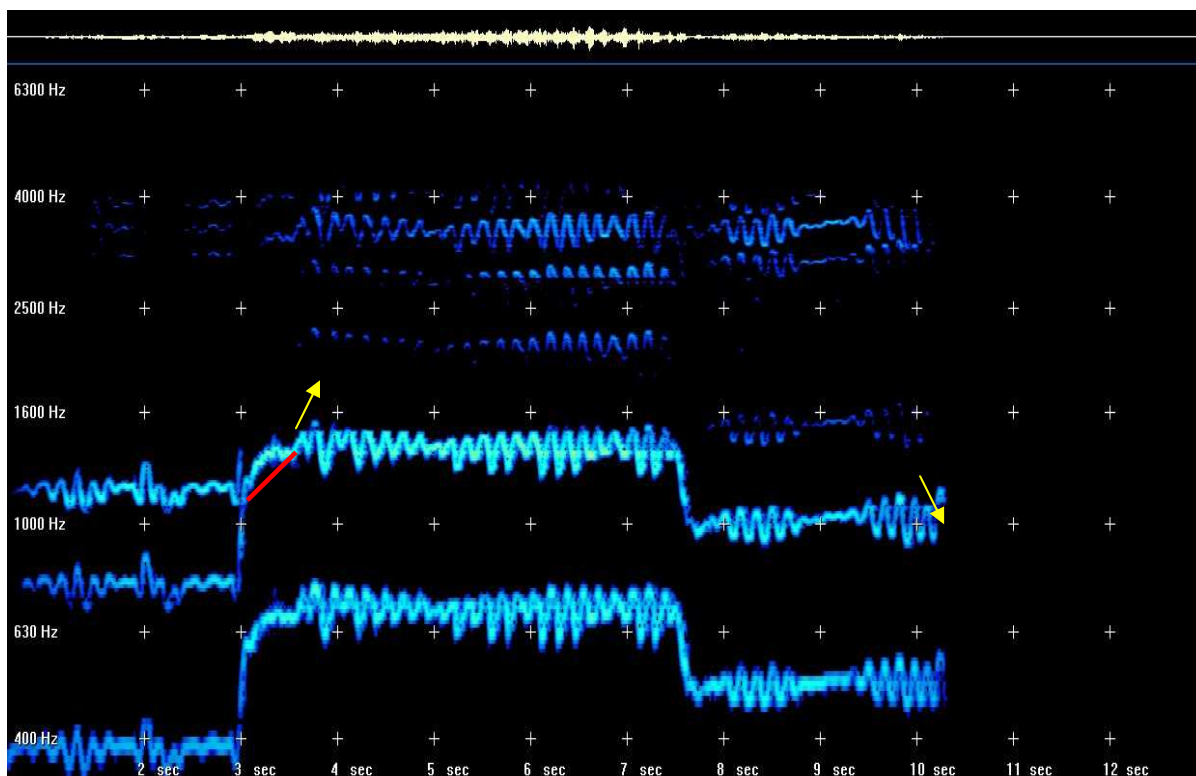
O ataque e a terminação da interjeição foram analisados na F0 (1° harmônico). Pode-se observar que o ataque e a terminação ocorreram de forma descendente. A cantora não manteve, entretanto, a regularidade da profundidade ao longo da cadência, conforme indicam os traços vermelhos.

Figura 31- Cantora 6



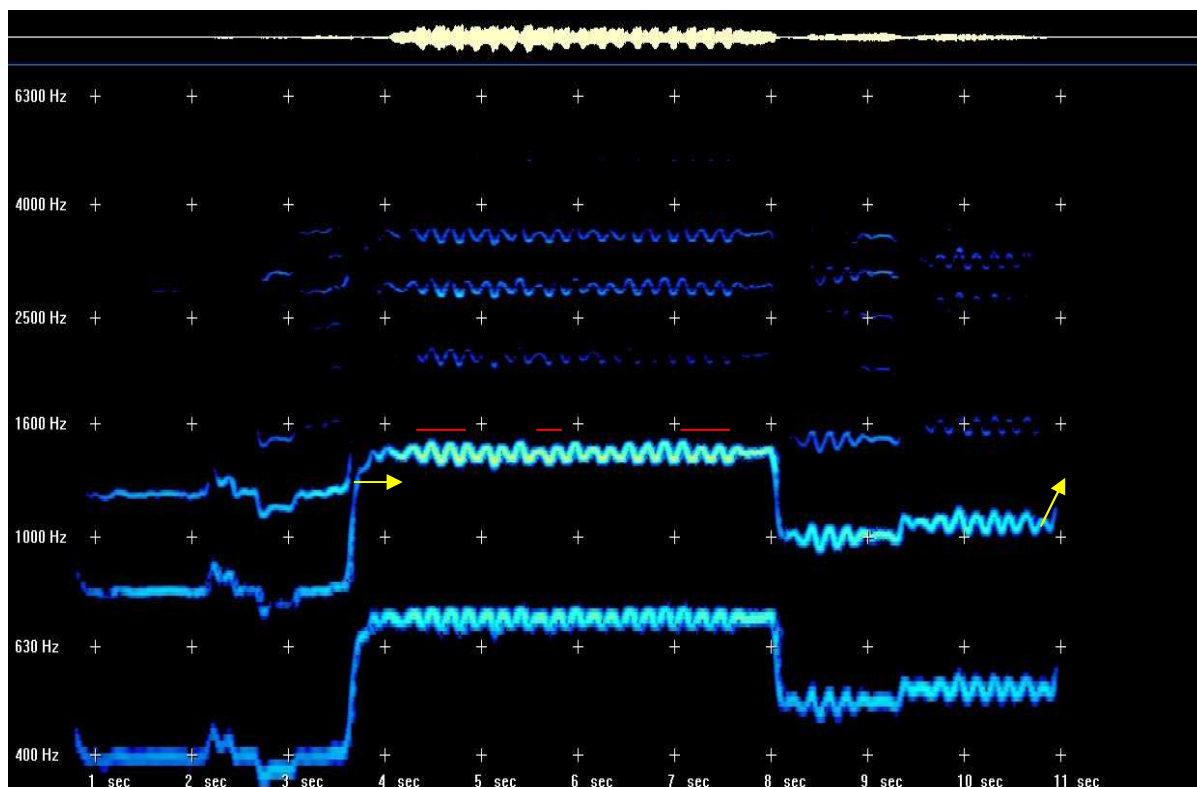
Como pode ser observado através das duas setas na F0 (1º harmônico), a cantora 6 inicia o vibrato rapidamente, assim que ataca na nota FÁ, iniciando e terminando a curva do vibrato de forma ascendente, mantendo o traçado regular em toda a cadência.

Figura 32- Cantora 7



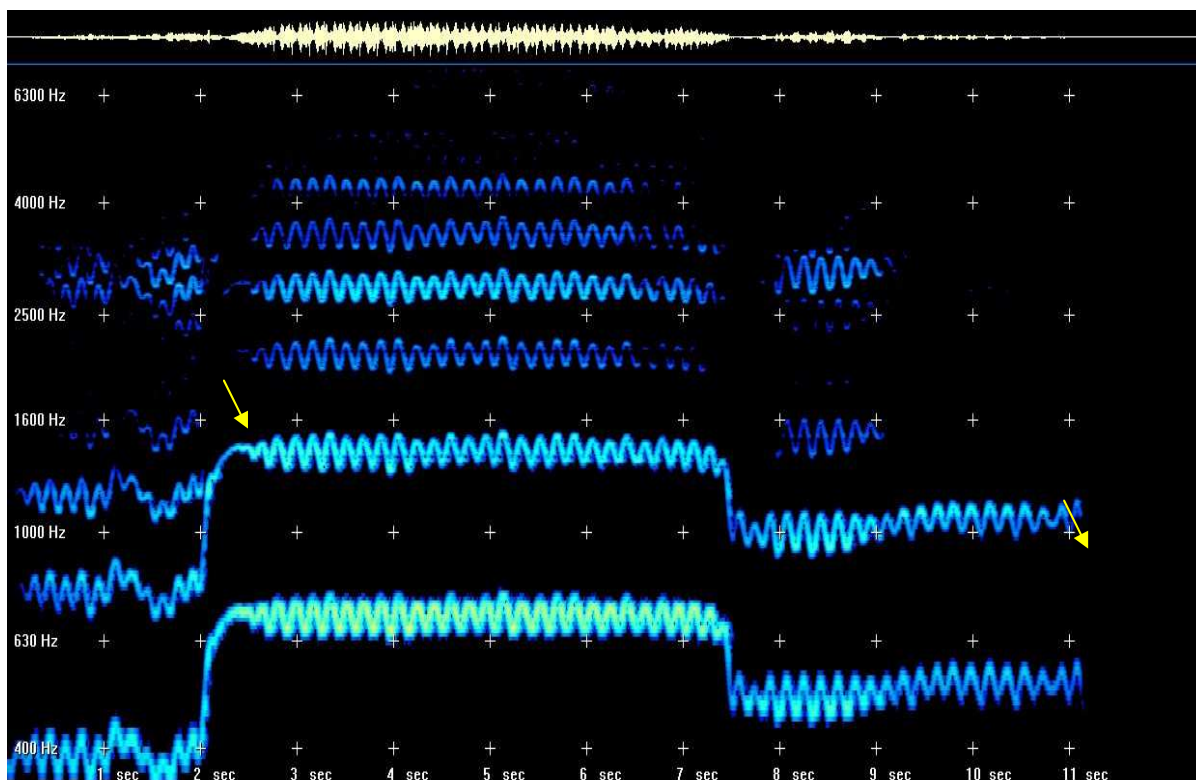
A cantora 7, após executar o glissando inicial da cadência, apresenta uma irregularidade visível no traçado vermelho, logo abaixo do 2º harmônico. Quando a cantora parece regularizar o vibrato, ele se inicia de forma ascendente e termina de forma descendente, podendo-se perceber que não há regularidade ao longo da performance vocal dessa cantora.

Figura 33- Cantora 8



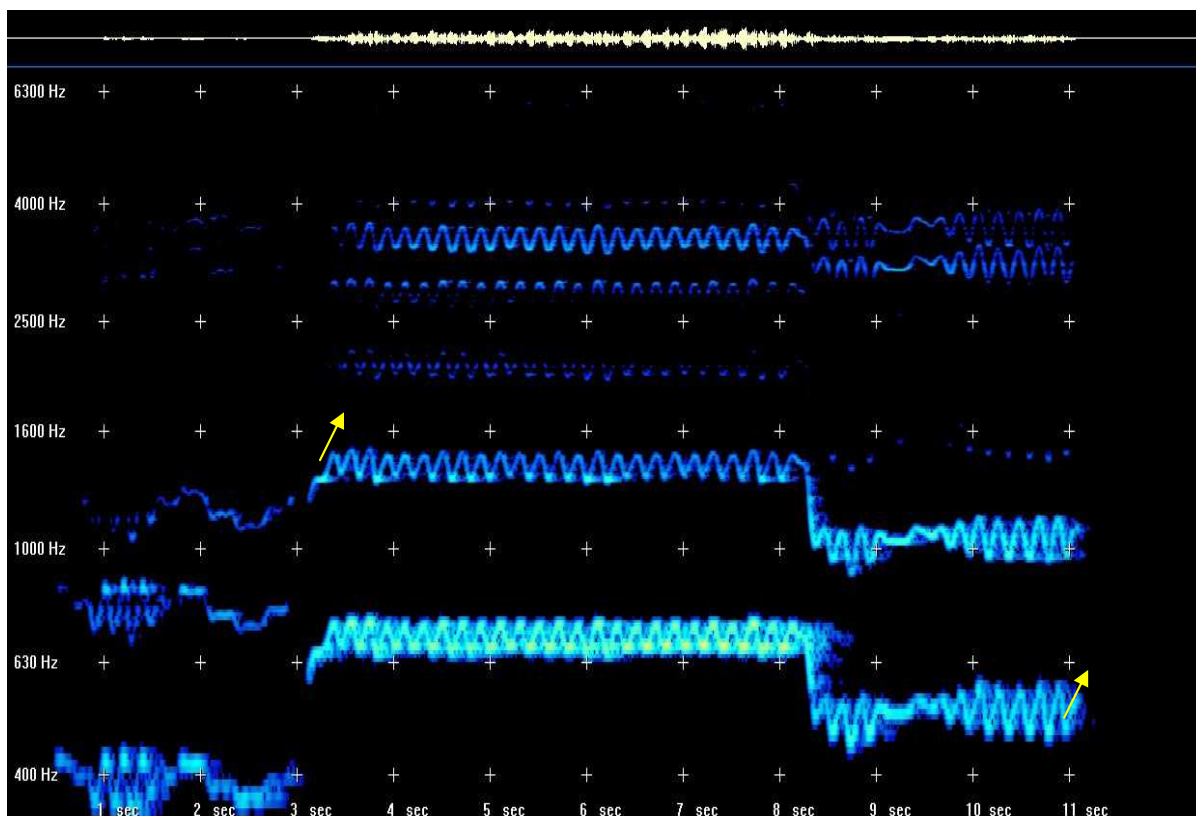
A cantora 8 desenha o seu vibrato de caráter triste com ataque de forma descendente, pois ela atinge o centro da frequência e desce sutilmente. A terminação ocorre de forma ascendente, não sendo mantida a regularidade do traçado ao longo da cadência, como indicado nos traços vermelhos no 2º harmônico. No 1º traço vermelho, percebe-se certa regularidade. No 2º e 3º harmônico, a regularidade se altera em relação ao início da interjeição, sendo, por isso, considerado irregular.

Figura 34- Cantora 9



É facilmente visto nessa cantora que, após executar o glissando que precede a interjeição, ela ataca a nota em cima e desce executando a interjeição, e a terminação segue o mesmo padrão, descendente. O vibrato apresenta o traçado regular.

Figura 35- Cantora 10



Nesse espectrograma faremos a análise do ataque do vibrato no início da interjeição no 2º harmônico e a terminação na F0 ou 1º harmônico. A cantora 10 sobe após o glissando e ataca a nota Fá com o vibrato, iniciando de forma ascendente e terminando com o mesmo padrão inicial, como pode ser visto na segunda seta na F0. A cantora consegue manter a regularidade do vibrato ao longo da cadência.

Tabela 3

ANÁLISE DA CADÊNCIA II- TRISTE			
CANTORA	ATAQUE DA CURVA DO VIBRATO	TERMINAÇÃO DA CURVA DO VIBRATO	REGULARIDADE DO TRAÇADO/ FORMA DE ONDA
1	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal
2	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal
3	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado regular/ senoidal
4	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado regular/ senoidal
5	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado irregular/ predomínio de forma de onda senoidal
6	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal
7	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado irregular/ predomínio de forma de onda senoidal
8	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado irregular/ predomínio de forma de onda senoidal
9	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado regular/ senoidal
10	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular/ senoidal

Descrição geral cadência II triste

Na execução da *cadência II* de caráter triste, em relação ao ataque e à terminação da curva do vibrato, a curva se inicia e termina de forma descendente em 40% (10) das participantes do estudo. O ataque isolado ocorre de forma descendente em 70% (10) das cantoras do estudo.

Quanto à regularidade do traçado, 70% (10) das cantoras tiveram o traçado do vibrato avaliado como regular.

A maioria das cantoras do estudo apresentaram forma de onda senoidal, porém essa afirmativa é baseada apenas nos dados visuais do espectrograma.

Em relação ao timbre, pôde-se visualizar um reforço do 2º harmônico em 100% (10) das cantoras, sendo que em 80% (10) das cantoras foram encontrados harmônicos consistentes até 4 kHz, 10% (10) cantora até 2 kHz, 10% (10) cantora até ± 7 KHz.

4.2 Análise espectrográfica comparativa da *cadência I e II*

Os dados comparativos podem ser visualizados através da **tabela 4** que segue abaixo. A variável regularidade do traçado foi analisada no espectrograma, mas será confirmada na próxima sessão através da análise realizada no algoritmo de extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana.

CANTORA	ATAQUE DA CURVA DO VIBRATO		TERMINAÇÃO DA CURVA		REGULARIDADE DO TRAÇADO/ FORMA DE ONDA	
	CADÊNCIA I	CADÊNCIA II	CADÊNCIA I	CADÊNCIA II	CADÊNCIA I	CADÊNCIA II
1	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal
2	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal
3	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal
4	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal
5	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado regular/ senoidal	Traçado irregular / predomínio senoidal
6	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal
7	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado irregular / predomínio senoidal	Traçado irregular / predomínio senoidal
8	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado irregular / predomínio senoidal	Traçado irregular / predomínio senoidal
9	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado ascendente	Traçado descendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal
10	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado ascendente	Traçado regular / senoidal	Traçado regular / senoidal

4.3 Dados numéricos: medidas realizadas através do algoritmo de extração do espectro do tremor e do vibrato na voz humana (UFMG)

Nesta seção estão apresentados os valores objetivos obtidos extraídos do algoritmo, cujas variáveis analisadas foram valores de taxa (número de ciclos vibratórios por segundo) e profundidade/amplitude (desvio da frequência em torno de seu valor médio). Os valores de profundidade, expressos em semitons, foram obtidos através da fórmula abaixo, onde F_s e F_i são respectivamente os valores superior e inferior da frequência de um harmônico qualquer.

$$\Delta F_0 = \pm 17,31 \times \ln\left(\frac{2F_s}{F_s + F_i}\right) [\text{semitons}],$$

Os gráficos com a relação taxa X profundidade serão mostrados a seguir, para cada cadência e cantora separadamente e os valores de taxa e profundidade/ amplitude serão descritos logo abaixo de cada gráfico. Pode-se observar que o gráfico que apresenta o pico de profundidade e a taxa bem rente à linha inferior apresenta maior regularidade.

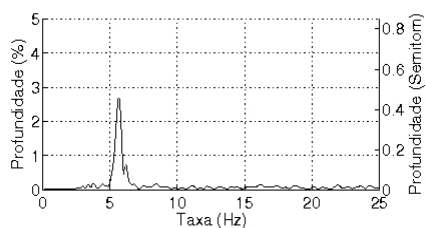
A seguir serão apresentados os gráficos que mostram a análise da extração de uma série temporal de valores de F_0 ao longo do tempo a fim de complementar os dados sobre a regularidade, também vistos através da análise espectral.

ANÁLISES: TAXA/ PROFUNDIDADE/ REGULARIDADE DO TRAÇADO DO VIBRATO

Cadência I

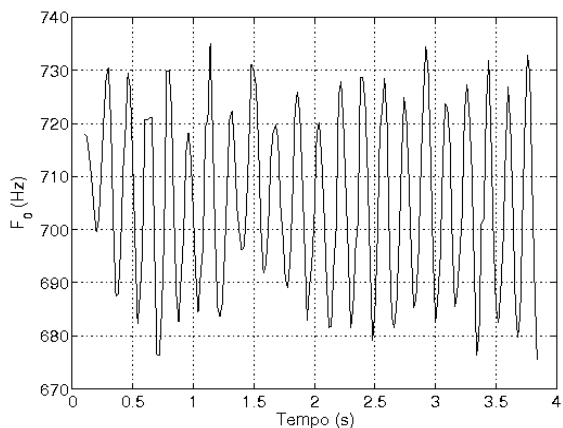
Cantora 1

Figura 36 –Taxa/ Profundidade



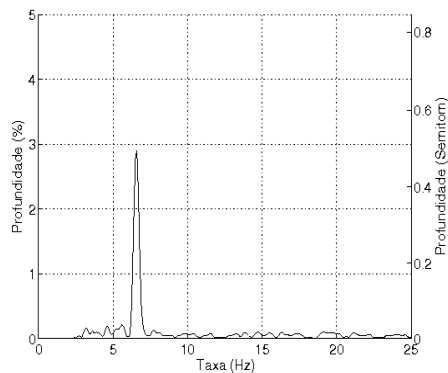
Taxa	5,6 Hz
Profundidade	0,45 semitons
Regularidade	vibrato regular

Figura 37- Regularidade



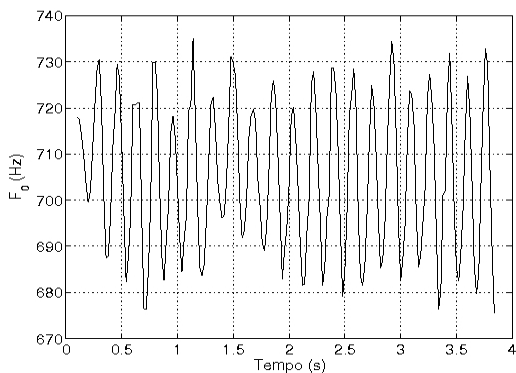
Cantora 2

Figura 38 –Taxa/ Profundidade



Taxa	6,6 Hz
Profundidade	0,49 semitons
Regularidade	vibrato regular

Figura 39- Regularidade



Cantora 3

Figura 40 –Taxa/ Profundidade

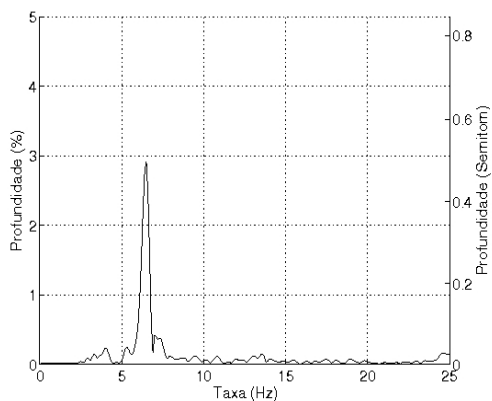
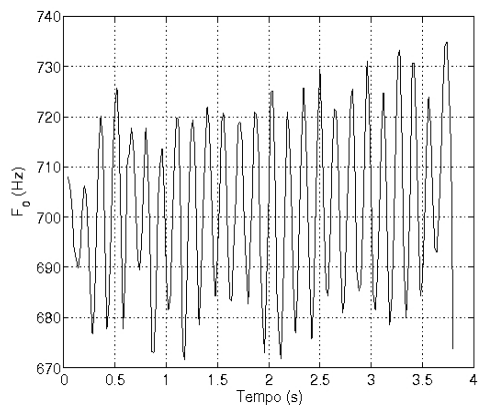


Figura 41- Regularidade



Taxa	6,5 Hz
Profundidade	0,49 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 4

Figura 42 –Taxa/ Profundidade

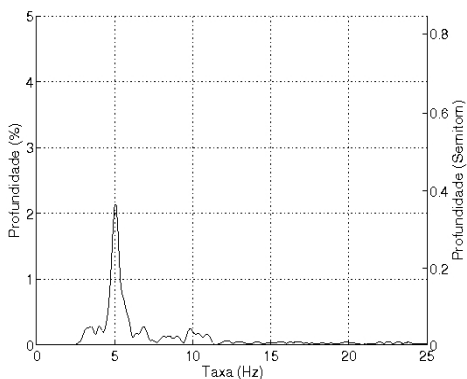
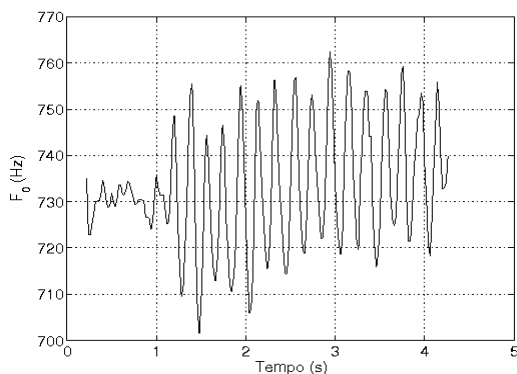


Figura 43- Regularidade



Taxa	5,1 Hz
Profundidade	0,36 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 5

Figura 44 –Taxa/ Profundidade

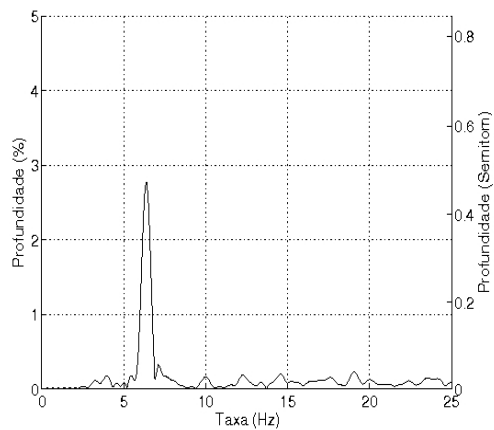
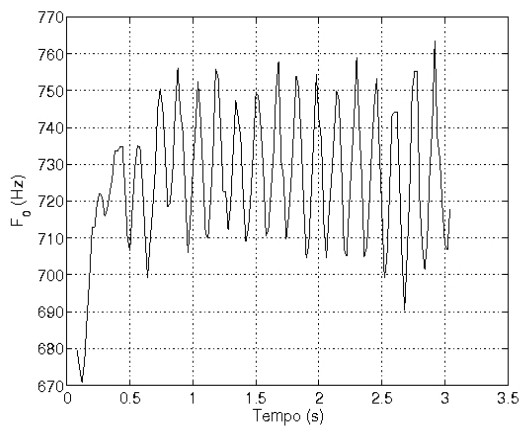


Figura 45- Regularidade



Taxa	6,4 Hz
Profundidade	0,47 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 6

Figura 46 –Taxa/ Profundidade

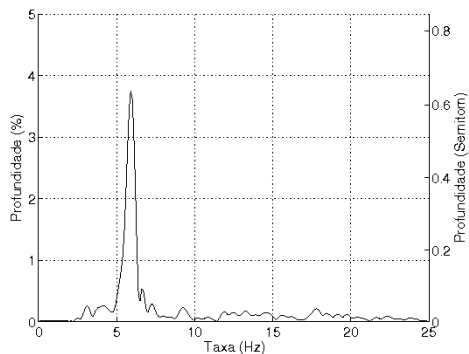
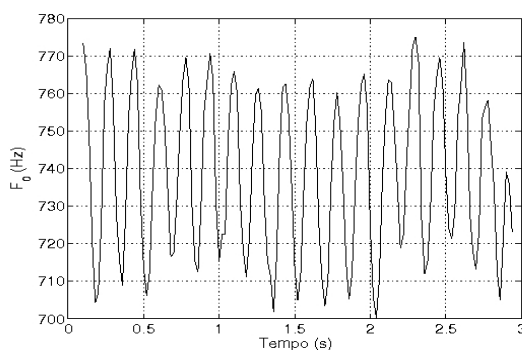


Figura 47- Regularidade



Taxa	5,9 Hz
Profundidade	0,63 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 7

Figura 48 –Taxa/ Profundidade

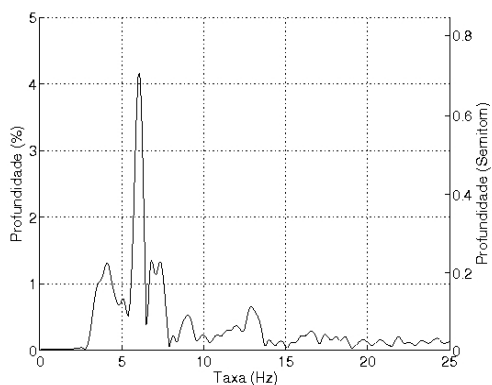
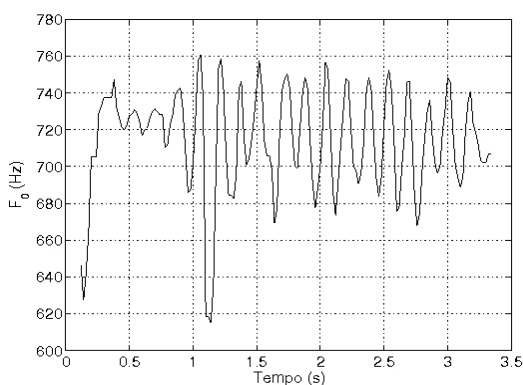


Figura 49- Regularidade



Taxa	6,1 Hz
Profundidade	0,7 semitons
Regularidade	vibrato irregular

Cantora 8

Figura 50 –Taxa/ Profundidade

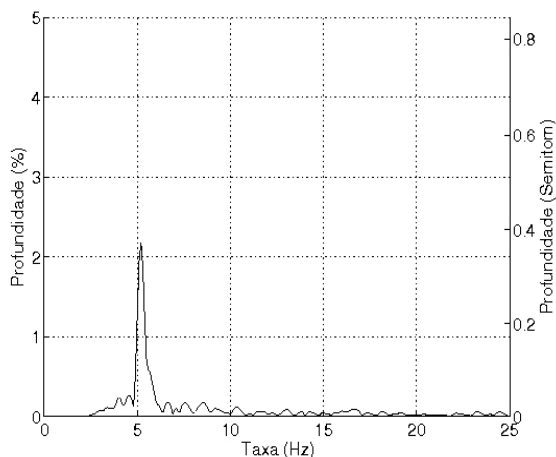
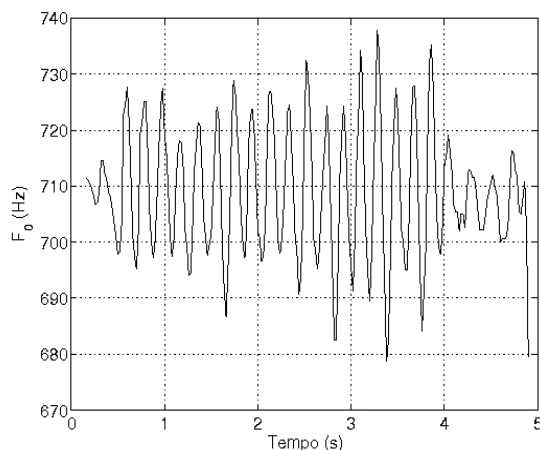


Figura 51- Regularidade



Taxa	5,2 Hz
Profundidade	0,37 semitons
Regularidade	vibrato irregular

Cantora 9

Figura 52 –Taxa/ Profundidade

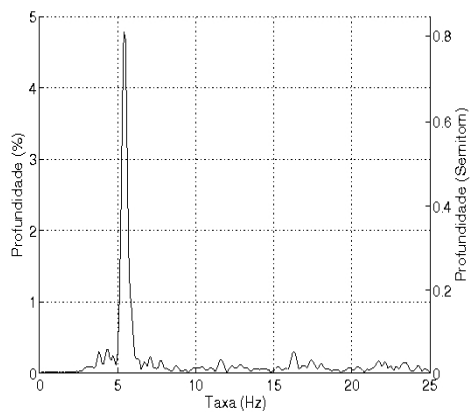
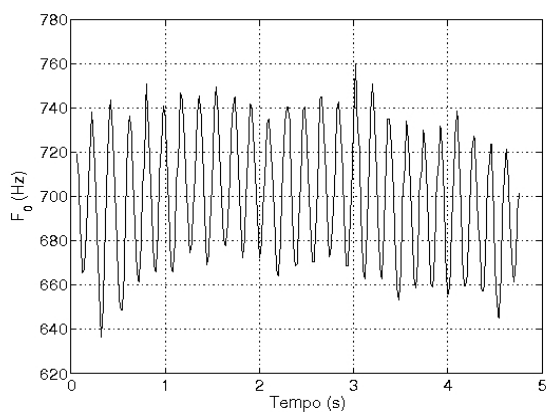


Figura 53- Regularidade



Taxa	5,4 Hz
Profundidade	0,81 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 10

Figura 54 –Taxa/ Profundidade

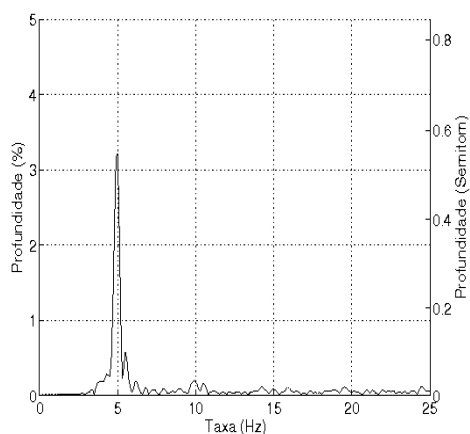
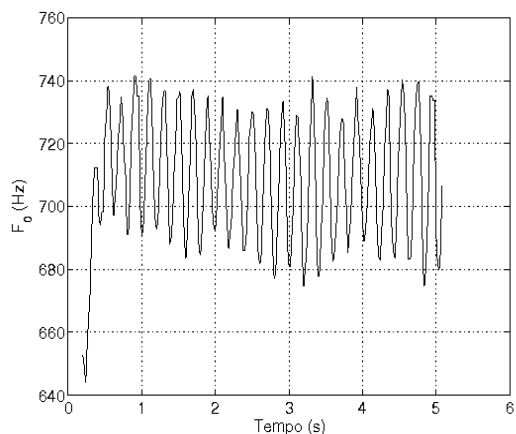


Figura 55- Regularidade



Taxa	5,0 Hz
Profundidade	0,54 semitons
Regularidade	vibrato regular

ANÁLISES: TAXA/ PROFUNDIDADE/ REGULARIDADE DO TRAÇADO DO VIBRATO

Cadência II

Cantora 1

Figura 56 –Taxa/ Profundidade

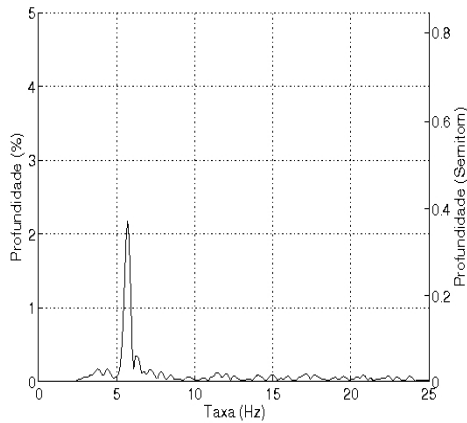
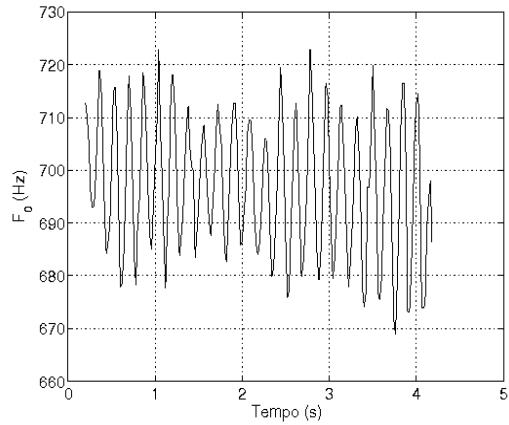


Figura 57- Regularidade



Taxa	5,7 Hz
Profundidade	0,37 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 2

Figura 58 –Taxa/ Profundidade

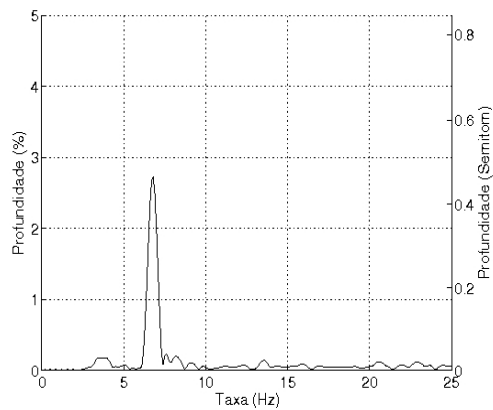
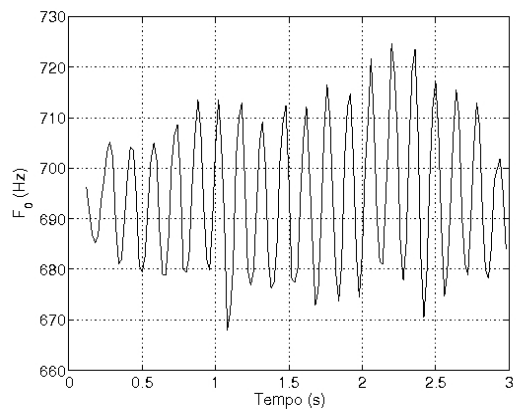


Figura 59- Regularidade



Taxa	6,8 Hz
Profundidade	0,46 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 3

Figura 60 –Taxa/ Profundidade

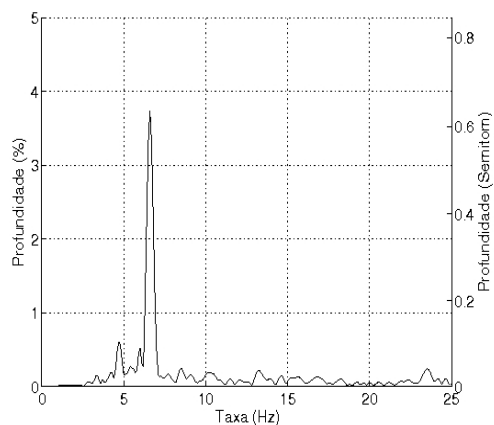
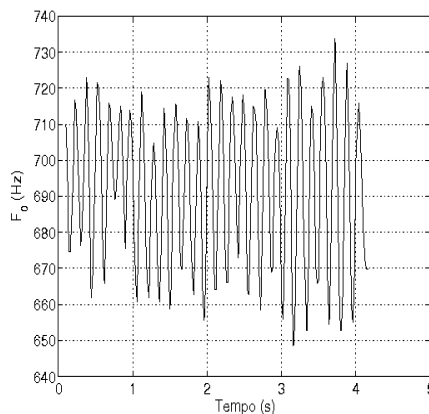


Figura 61- Regularidade



Taxa	6,6 Hz
Profundidade	0,63 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 4

Figura 62 –Taxa/ Profundidade

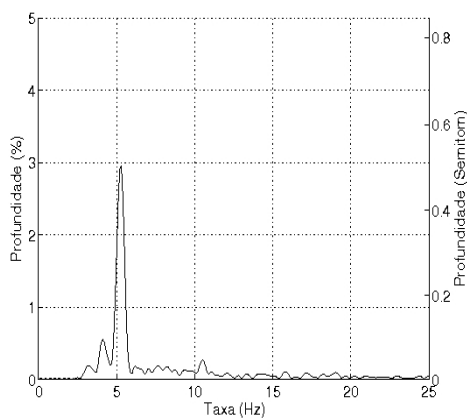
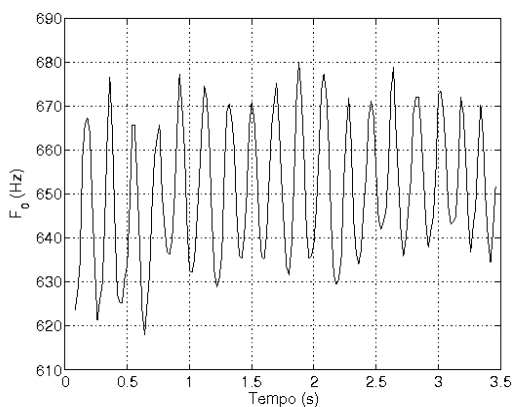


Figura 63- Regularidade



Taxa	5,3 Hz
Profundidade	0,5 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 5

Figura 64 –Taxa/ Profundidade

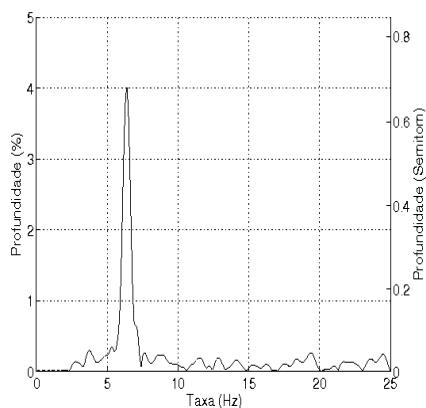
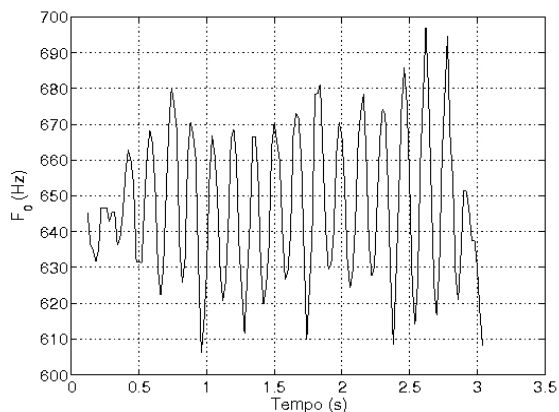


Figura 65- Regularidade



Taxa	6,4 Hz
Profundidade	0,68 semitons
Regularidade	vibrato irregular

Cantora 6

Figura 66 –Taxa/ Profundidade

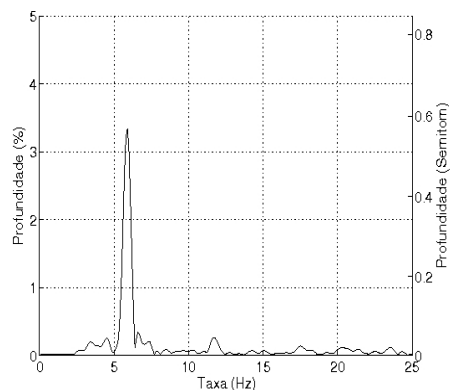
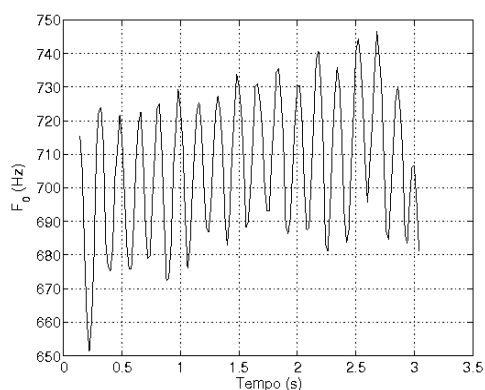


Figura 67- Regularidade



Taxa	5,9 Hz
Profundidade	0,56 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 7

Figura 68 –Taxa/ Profundidade

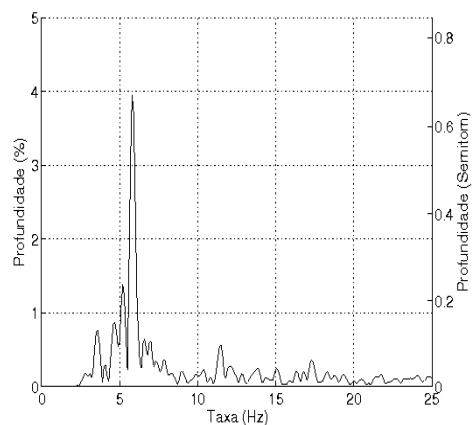
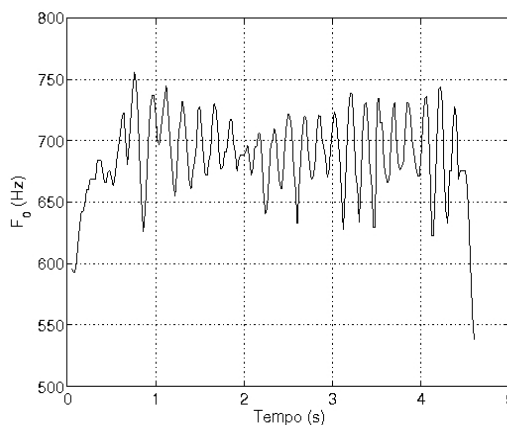


Figura 69- Regularidade



Taxa	5,8 Hz
Profundidade	0,67 semitons
Regularidade	vibrato irregular

Cantora 8

Figura 70 –Taxa/ Profundidade

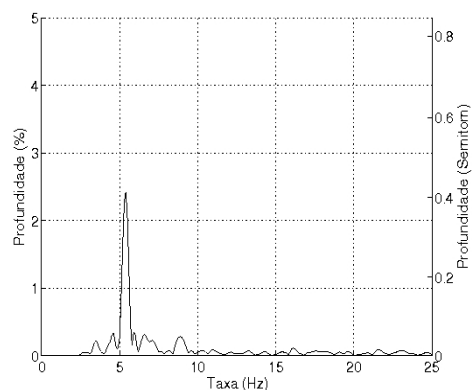
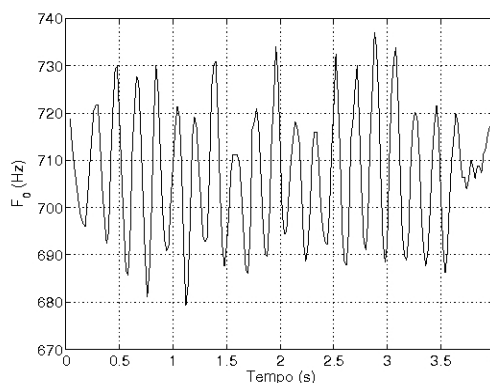


Figura 71- Regularidade



Taxa	5,4 Hz
Profundidade	0,41 semitons
Regularidade	vibrato irregular

Cantora 9

Figura 72 –Taxa/ Profundidade

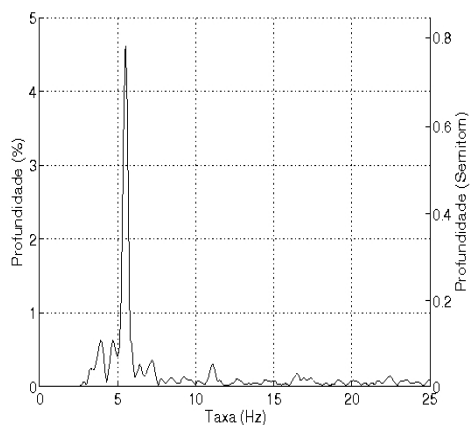
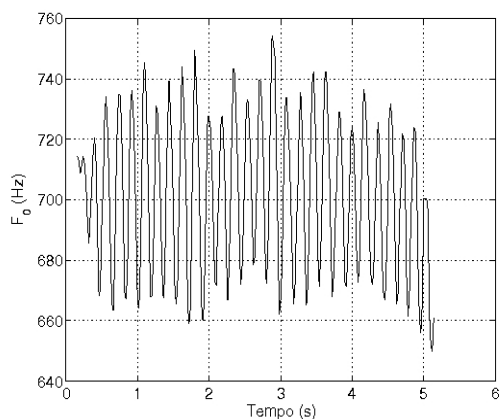


Figura 73- Regularidade



Taxa	5,5 Hz
Profundidade	0,78 semitons
Regularidade	vibrato regular

Cantora 10

Figura 74 –Taxa/ Profundidade

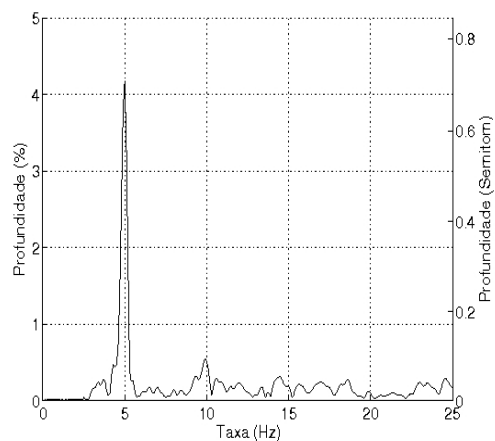
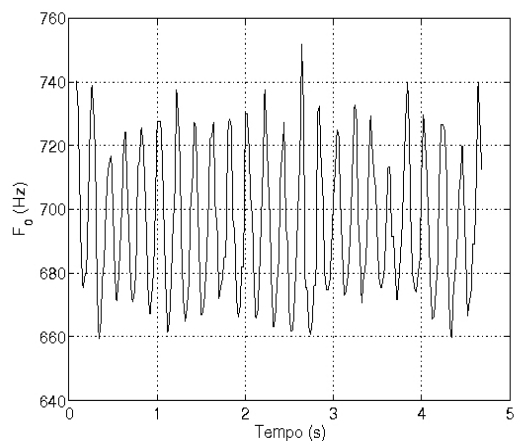


Figura 75- Regularidade



Taxa	5,0 Hz
Profundidade	0,7semitons
Regularidade	vibrato regular

Tabela 5- Medidas objetivas de taxa e profundidade

Amostra	Profundidade (semitom)	Taxa (Hz)
Cantora 1 cadência I	0,45	5,6
Cantora 1 cadência II	0,37	5,7
Cantora 2 cadência I	0,49	6,6
Cantora 2 cadência II	0,46	6,8
Cantora 3 cadência I	0,49	6,5
Cantora 3 cadência II	0,63	6,6
Cantora 4 cadência I	0,36	5,1
Cantora 4 cadência II	0,50	5,3
Cantora 5 cadência I	0,47	6,4
Cantora 5 cadência II	0,68	6,4
Cantora 6 cadência I	0,63	5,9
Cantora 6 cadência II	0,56	5,9
Cantora 7 cadência I	0,70	6,1
Cantora 7 cadência II	0,67	5,8
Cantora 8 cadência I	0,37	5,2
Cantora 8 cadência II	0,41	5,4
Cantora 9 cadência I	0,81	5,4
Cantora 9 cadência II	0,78	5,5
Cantora 10 cadência I	0,54	5,0
Cantora 10 cadência II	0,70	5,0

4.4 RESULTADOS- Resumo Geral

Os dados gerais encontrados nesta pesquisa são visualizados nas **tabelas 6 e 7**, que mostrarão as tendências gerais no caráter alegre e triste, abordando todas as variáveis isoladas em relação ao vibrato.

Tabela 6- Resumo Geral - *VIBRATO DE CARÁTER ALEGRE*

CANTORA	VALOR DE TAXA em Hz (n° de ciclos vibratórios por segundo)	PROFUNDIDADE (variação do vibrato em n° de semitons)	REGULARIDADE DO VIBRATO	FORMA DE ONDA	ATAQUE DO VIBRATO	TERMINAÇÃO DO VIBRATO
1	5,6	0,45	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente
2	6,6	0,49	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente
3	6,5	0,49	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente
4	5,1	0,36	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado descendente
5	6,4	0,47	Regular	Senoidal	Traçado descendente	Traçado ascendente
6	5,9	0,63	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente
7	6,1	0,70	Irregular	Predomínio senoidal	Traçado ascendente	Traçado descendente
8	5,2	0,37	Irregular	Predomínio senoidal	Traçado descendente	Traçado descendente
9	5,4	0,81	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente
10	5,0	0,54	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente

Tabela 7- Resumo Geral - *VIBRATO DE CARÁTER TRISTE*

CANTORA	VALOR DE TAXA em Hz (n° de ciclos vibratórios por segundo)	PROFUNDIDADE (variação do vibrato em n° de semitons)	REGULARIDADE DO VIBRATO	FORMA DE ONDA	ATAQUE DO VIBRATO	TERMINAÇÃO DO VIBRATO
1	5,7	0,37	Regular	Senoidal	Traçado descendente	Traçado ascendente
2	6,8	0,46	Regular	Senoidal	Traçado descendente	Traçado ascendente
3	6,6	0,63	Regular	Senoidal	Traçado descendente	Traçado descendente
4	5,3	0,50	Regular	Senoidal	Traçado descendente	Traçado descendente
5	6,4	0,68	Irregular	Predomínio senoidal	Traçado descendente	Traçado descendente
6	5,9	0,56	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente
7	5,8	0,67	Irregular	Predomínio senoidal	Traçado ascendente	Traçado descendente
8	5,4	0,41	Irregular	Predomínio senoidal	Traçado descendente	Traçado ascendente
9	5,5	0,78	Regular	Senoidal	Traçado descendente	Traçado descendente
10	5,0	0,70	Regular	Senoidal	Traçado ascendente	Traçado ascendente

CAPÍTULO V

DISCUSSÃO

Neste capítulo, os resultados encontrados são confrontados com dados existentes na bibliografia pesquisada, focando a integração dos mesmos a fim de contemplar as tendências gerais do vibrato de caráter alegre e triste.

O vibrato é um dos ornamentos mais comuns no canto clássico ocidental e da música produzida através dos instrumentos que podem utilizá-lo. O aparecimento do vibrato vocal depende de uma técnica apurada em que a força aerodinâmica e a força mioelástica da laringe se encontram em total harmonia e equilíbrio, estando as estruturas supraglóticas todas bem impostadas para tê-lo em sua perfeição, com uma quase periodicidade de frequência. A sua regularidade será um indicativo da habilidade que o cantor tem de controlar a voz, como aponta (GÚZMAN, 2010).

Espera-se que com os avanços das pesquisas científicas, as escolas de canto percebam que o vibrato é um recurso que pode ser ensinado e estudado com um enfoque na expressividade de cada obra a ser cantada, buscando isolar os seus principais parâmetros de formação: a taxa (número de ciclos por segundo); a profundidade (o desvio da frequência em torno de seu valor central, expressa em número de semitons) e a regularidade (a manutenção da curva de variação da frequência fundamental ao longo do tempo), além de se poder isolar e perceber parâmetros como timbre, ataque e terminação do vibrato e o *onset* da nota. O *onset* do vibrato é como se dá o início da nota, de maneira que quanto mais o cantor demora a iniciar o vibrato, tanto mais deficiente é a técnica, de acordo com (GÚZMAN, 2010 apud Ekholm, Papagiannis e Ghagnon; Mitchel, Kenny, 1998).

Em relação às ferramentas utilizadas para análise do vibrato, a análise espectral mostrou-se eficaz em vários aspectos como possibilidade de visualização da evolução temporal de uma performance musical, mostrando a distinção entre os dois caracteres estudados. Para o caráter alegre, a curva do vibrato apresenta ataque e terminação de forma ascendente na maioria das cantoras, sendo compatível com a hipótese inicial, de que o vibrato teria a curva de ataque e terminação de forma ascendente.

No caráter triste, o ataque e a terminação ocorreram de forma descendente em apenas 4 cantoras, o que era inesperado. Porém, quando isolamos o ataque nos dois caracteres, vimos que no caráter alegre 80% (10) das cantoras fizeram o ataque com a curva do vibrato de forma ascendente e no caráter triste 70% (10) fizeram o ataque do

vibrato de forma descendente. Ao confrontarmos esses dados com a literatura relacionada à voz falada, encontramos resultados conflitantes, já que a mesma descreve a alegria com um acréscimo de volume e a tristeza, uma diminuição da frequência, da redução de volume e da taxa de fala (SOBIN & ALPERT, 1999 apud Murray e Arnot, 1993; Pittam e Scherer, 1993; Tischer, 1994 e Scherer, 1981).

Os autores (PEREIRA & WATSON, 1998), afirmam que o estado de “felicidade” também parece estar caracterizado por um aumento da F0, extensão de F0, variabilidade de F0 e principalmente pelo aumento da intensidade, com algumas evidências para um aumento de energia nas frequências agudas. Os achados para o caráter emotivo “tristeza” apontam para um decréscimo de F0 e na extensão de F0 e há evidências de que a energia nas frequências agudas e a taxa de articulação de fala diminui, e que o contorno de F0 seja descendente e a variabilidade de F0 é pequena.

A relação de aumento e decréscimo de F0 está relacionada, neste trabalho, à forma em que o ataque e a terminação ocorreram. A outra relação da literatura com esta pesquisa, consiste no fato de que a taxa de articulação de fala foi associada à taxa do vibrato.

Baseado nos estudos de voz falada esperava-se que no caráter alegre a taxa fosse maior em relação ao caráter triste, em que relatam aumento na “taxa de fala” para o caráter alegre. Em 60% (10) das cantoras, a taxa do vibrato no caráter triste foi ligeiramente maior que no caráter alegre. Em 30% (10) das cantoras, a taxa do vibrato foi igual nos dois caracteres estudados. Em 10% (10) das cantoras, a taxa do vibrato no caráter triste foi menor que no caráter alegre.

Os valores encontrados de taxa do vibrato, independentemente do caráter, estão compatíveis com a literatura que aborda o valor aceitável entre 5,0 a 7,5 vibrações por segundo, conforme (ISHERWOOD, 2009) e (SUNDBERG, 1987), uma vez que, nessa pesquisa, a taxa para o caráter triste foi de 5,84 Hz e para o caráter alegre de 5,78 Hz.

Não foram encontrados dados na literatura sobre voz cantada que indiquem uma relação entre o caráter de uma obra e a taxa do vibrato. O que pode justificar esse dado é

que na cadência triste algumas cantoras alegaram ter sentido uma mistura de sentimentos como tristeza e desespero, pela situação criada em torno da jovem apaixonada cujo desespero talvez pudesse “fabricar” um vibrato com velocidade maior ou igual em relação à alegria. Um estudo mais aprofundado sobre caracteres expressivos no canto e valores de taxa do vibrato poderiam sanar as dúvidas deixadas neste recorte do estudo.

Em conversa informal com algumas professoras de canto, foi relatado que não há solicitação por parte delas aos seus alunos para que modifiquem a velocidade do vibrato e sim de permitir que o vibrato aconteça “naturalmente”, após um estado de relaxamento da laringe.

A profundidade, dada pela variação de número de semitons, tem um valor indicado na literatura de ± 1 a ± 2 semitons para (SUNDBERG, 1987) e nesta pesquisa foram encontrados valores compatíveis com a literatura pesquisada, cuja média foi a variação de ± 1 semitom a ± 1 tom.

Um dado relevante em relação à profundidade e à taxa é que a cantora 9, considerada a mais experiente, por ter 32 anos de canto lírico, obteve valor de profundidade e taxa praticamente iguais nos dois caracteres. O fator tempo de experiência em canto lírico seria uma variável que modificaria esse parâmetro? Há uma busca de homogeneidade do vibrato nas escolas de canto? O fato de usar um *software* de análise acústica poderia ajudar os cantores a trabalharem a expressividade para que sua performance fosse melhor construída?

Apesar da variável timbre não ter sido selecionada para estudo, foi um dos fatores que se destacou nesta pesquisa, pois houve uma diferença entre os dois caracteres muito destacada através da percepção auditiva, porém não houve uma diferença clara na espectrografia acústica, já que era esperado que no caráter alegre houvesse um incremento de energia nos harmônicos agudos e para o caráter triste um incremento de energia no caráter triste. A literatura aponta que timbres vocais mudam de acordo com o estado emocional do falante ou cantor, indicando um relacionamento com o mundo, uma atitude única individual de interação com o ambiente, (MOSSBERG, 2005 apud Laukka, 2004).

Em relação à variável regularidade, a pesquisa não surpreendeu, pois já era esperado que o traçado do vibrato fosse regular, devido ao fato de as cantoras estudadas serem treinadas e de possuírem experiência em canto lírico.

A forma de onda mostrou-se senoidal através da análise espectral, mas cabe duas observações: uma é que quanto mais se aumenta a resolução do espectrograma, mais se interfere na configuração dos harmônicos, o que pode alterar a visualização do formato do vibrato e a outra, é que essa foi apenas uma análise visual, utilizando a ferramenta de estudo escolhida para esta pesquisa. Não é claro se há uma ligação direta entre o vibrato regular e o traçado senoidal ou triangular, indicando um melhor padrão estético como aponta (HORII, 1989).

Também é possível observar através da análise espectral da cantora 9 (**Figuras 24 e 34**), que o tempo de técnica pode influenciar na melhor configuração dos harmônicos no espaço espectral, podendo mostrar a homogeneidade de uma emissão vocal quando executada com a técnica apurada.

Outro fator observado neste estudo foi que a dinâmica escolhida pelo cantor, pode ser visualizada no espectrograma e que normalmente uma execução com maior intensidade, apresenta maior número de harmônicos em relação a performances com menor intensidade vocal, como pode ser visto no espectrograma da cantora 2 (**Figuras 17 e 27**).

A análise espectrográfica se mostra como um método efetivo para visualizar os ciclos vibratórios (regularidade), podendo permitir a correção do traçado do vibrato no estudo do canto e neste estudo pôde ser visualizado traçados regulares e irregulares e suas correções ao longo da emissão. A literatura afirma que esse aspecto tem recebido atenção nos últimos anos (VIEIRA apud Diaz e Rothman, 2002).

CAPÍTULO VI

CONCLUSÃO

Baseados nos processos metodológicos desta investigação podemos inferir que os vibratos de caráter alegre e triste apresentam valores de taxa e profundidade aceitáveis conforme a literatura, cujo valor da taxa no caráter alegre não foi maior em relação ao caráter triste. A regularidade foi prevalente na maioria das cantoras estudadas, o que também esteve dentro do esperado, por considerar que cantores líricos já têm o vibrato melhor desenvolvido.

Quanto à forma de onda, a análise visual, através do espectrograma, demonstrou a predominância do aspecto senoidal em ambos os caracteres estudados, dado que parece não estar ligado ao fato de o vibrato ser regular, pois três das cantoras estudadas apresentaram irregularidades na execução do vibrato e apresentaram prevalência de forma de onda senoidal.

Pode-se indicar uma tendência em relação ao ataque do vibrato, cuja curva no caráter alegre é ascendente e no caráter triste, descendente.

Com base na performance da cantora que possui maior tempo de profissão (cantora 9), podemos reforçar a hipótese de que realmente haveria uma tendência geral na diferenciação do vibrato de caracteres alegre e triste, pois a mesma apresentou ataque e terminação para o caráter alegre de forma ascendente e, de forma descendente, no caráter triste, sem apresentar grandes modificações de taxa e profundidade em ambos os caracteres estudados.

Esta pesquisa contempla o estudo do vibrato e revela ferramentas objetivas que contribuem com a formação de uma estética musical rebuscada, motivo que inspira grandes músicos ao construírem uma performance baseada no caráter da obra, levando-os a modificar a sua execução, com riqueza e diferentes nuances timbrísticas à música vocal ou instrumental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDO, S. Execução/ Intérprete musical: uma abordagem filosófica. Belo Horizonte: **Per Musi**. v.1, p.16-24, 2000.

CARLO, N. S. **L'intelligibilité de La voix chantée**. Médecine des arts. nº 10. Décembre, 1994.

DIAZ, J. A. & ROTHMAN, H. B. Acoustical Comparison between samples of good and poor vibrato in singers. **Journal of Voice**. v. 17 n. 2, p. 179-184, 2003.

DINVILLE, C. **A técnica da voz cantada**. 2 ed. Original/ e prefácio da edição brasileira Marjorie B. Couvoisier Hasson- Rio de Janeiro: Enelivros, 1993.

DROMEY, C.; REESE, L. & HOPKIN, J. Arden. Laryngeal-level amplitude modulation in vibrato. **Journal of Voice**. v. 23 n. 2, p.156-163, 2009.

DROMEY, D.; CARTER, N. & HOPKIN, A. Vibrato Rate adjustment. **Journal of Voice**. v. 17 n. 2, pp. 168-178, 2003.

GARCIA, M. F. & ALMEIDA, S. S. de. A análise espectrográfica como ferramenta didática. XIV Encontro Anual da ABEM. **Anais do XIV Encontro Anual da ABEM**, v. 11, Belo Horizonte. 2005.

GARCIA, M. F. & ALMEIDA, S. S. de. O uso da análise espectral no ensino do canto. XVI Encontro Anual da ABEM, 2007. **Anais do XVI Encontro Anual da ABEM**, v. 12, Campo Grande, 2007.

GARCIA, M. F. & SOUZA, E. S. O visual e auditivo – uma análise espectrográfica e reflexões no espelho de Constellation-Miroir de Pierre Boulez. XVI Congresso da ANPPOM. **Anais do XVI Congresso da ANPPOM**, Brasília, 2006.

GARCIA, M F. Density 21.5 by Edgard Varèse. **MikroPolyphonie**, v. 7, Austrália, 2001.

GARCIA, M. F. O uso da Análise Espectral no Ensino do Instrumento. **An.2. Seminário Música, Ciência e Tecnologia**, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

GIRBAU, M; GONZÁLEZ, S; LACABE, MI et al. Vibrato de La voz cantada. Caracterización acústica y bases fisiológicas. **Ver Med Univ Navarra**. v. 50. nº3. p. 65-72, 2006.

GÚSMAN, M. A. Entrenamiento Del vibrato em cantantes. **Rev. CEFAC** vol.13 no.3. May/June 2011 Epub, São Paulo, July 23, 2010.

HORII, Y. Frequency modulation characteristics of sustained /a/ sung in vocal vibrato. **Journal of Speech Hearing Research**, v. 32, p.829-836, Dez.1989.

HOWES, P.; CALLAGHAN, J.; DAVIS, P., et al. The relationship between measured vibrato characteristics and perception in western operatic singing. **Journal of Voice**. v. 18 n. 2, p. 216-230, 2004.

ISHERWOOD, N. Vocal Vibrato: New directions. **Journal of Singing**. v. 65 n. 3, p. 271-283, Jan./ Fev. 2009.

JAKOBSON, R. *Linguística e Comunicação*. São Paulo, Cultrix, 2005. Disponível em: > www.jakobson.pro.br/linguistica/funcoes_da_linguagem_jakobson.htm. Acesso em: 20 de Maio de 2010.

KIRKPATRICK, A. Teaching methods for correcting problematic vibratos: Using sustained dynamic exercises to discover and foster healthy vibrato. **Journal of Singing**. v. 64 n. 5, p. 551-556, Mai./ Jun. 2008.

MOSSBERG, Fr. **The continuum of words, voice and music. In search for a vocabulary for the timbre of song and voice**. CIM05, Montréal, 10-12/03/2005.

MOZZICONACCI, S. Emotional and attitude conveyed in speech by means of prosody. **2th Workshop on Attitude, Personality and Emotions in User-Adapted Interaction, Sonthofen**, Germany, July, 2001.

NIETZSCHE, F. **A Origem da Tragédia Proveniente do Espírito da Música**. e-Book Brasil, Editora Cupolo, 1948.

OLSON, Vibrato vs. Nonvibrato: The solo singer in the Collegiate Choral Ensemble. **Journal of Singing**. v. 64 n. 5, p. 561-564, Mai./ Jun. 2008.

PEREIRA, C., & WATSON, C. Some acoustic characteristics of emotion. **5th International Conference on Spoken Language Processing**. Sydney, Austrália November 30- December 4, 1998.

PITTAM, J. & SCHERER, K. R. **Vocal expression and communication of emotion**. In M. Lewis & J. M. Haviland (Eds.) *Handbook of emotions* p.185-197. New York: Guilford Press, 2003.

PRAME, E. Measurements of the vibrato rate of ten singers. **Journal STL- QPSR**. v. 33, n. 4, p.73-86, 1992.

RANDEL, D. M.. **The new Harvard dictionary of music**. Belknap Press of Harvard University Press, p. 67, 311, 343. 1986.

SALGADO, A. Voice, Emotion and facial gesture in Singing. In **Proceedings ofth International Conference of Music Perception and Cognition**, Keele, 2000.

SANGIORGE, T, MANFREDI, C & BRUSCAGLIONI, P. Objective analysis of the singing voice as a training aid. **Logopedics Phoniatics Vocology**. v. 30, p.136-146, 2005.

SEASHORE C. **The vibrato**. University of Iowa studies in the psychology of music. V. 1. Iowa City: University Press; 1932.

SHOEN, M. Pitch and vibrato in artistic singing: An Experimental Study. **The Musical Quarterly**. v. 12 n. 2, p.275-290, Abr. 1926.

SIEGWART, H. & SCHERER, K. R. Acoustic Concomitants of Emotional Expression in Operatic Singing: The case of Lucia in *Ardi gli incense*. **Journal of Voice**. v. 9 n. 3, p.249-260, 1995.

SILVA, José Eduardo de C. **Tremor e Vibrato Humanos: Medição de Taxa, Profundidade e Regularidade no Movimento de Membros, na Voz e no Contrabaixo Acústico**. Dissertação de mestrado, 2010, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. Disponível online em: <<http://www.cefala.org/~jose-eduardo/msc-joseEduardo.pdf>>

SILVA, J. E.; VIEIRA, M. N. e YEHIA, H. C. Vibrato and tremor extent spectrum: Algorithm and applications. **Journal of the Acoustical Society of America**, v. 130, 2011.

SINGHER, M. **An Interpretive Guide to Operatic Arias: A Handbook for Singers**. e-Book The Pennsylvania State University Press, 1983.

SOBIN, C. & ALPERT, M. Emotion in Speech: The acoustic attributes of fear, anger, sadness, and joy. **Journal of Psycholinguistic research**, v. 28, n. 4, 1999.

SUBLETT, V. Vibrato or Nonvibrato in Solo and Choral Singing: Is there room for both? **Journal of Singing**. v. 65 n. 5, p. 539-544, Mai./ Jun. 2009.

SUNDBERG, J. **The science of the singing voice**. DeKalb, Illinois: Northern Illinois University Press, 1987.

VIEIRA, Maurílio Nunes. Uma introdução à acústica da voz cantada. **I Seminário Música, Ciência e Tecnologia: Acústica Musical**- São Paulo- IME/ USP, 2005.