

Gislaine Ferro Cordeiro

**Descrição da regularidade e amplitude do sinal
eletroglotográfico durante a emissão dos exercícios de
vibração sonorizada de língua e lábios comparados à vogal
sustentada /ε/**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Programa de Otorrinolaringologia

Orientador: Prof. Dr. Domingos Hiroshi Tsuji

Coorientador: Dr. Arlindo Neto Montagnoli

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 1 de novembro de 2011. A versão original
está disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2013

Gislaine Ferro Cordeiro

**Descrição da regularidade e amplitude do sinal
eletroglotográfico durante a emissão dos exercícios de
vibração sonorizada de língua e lábios comparados à vogal
sustentada /ε/**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Doutor em Ciências

Programa de Otorrinolaringologia

Orientador: Prof. Dr. Domingos Hiroshi Tsuji

Coorientador: Dr. Arlindo Neto Montagnoli

(Versão corrigida. Resolução CoPGr 6018/11, de 1 de novembro de 2011. A versão original
está disponível na Biblioteca da FMUSP)

São Paulo

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Cordeiro, Gislaine Ferro

Descrição da periodicidade do sinal eletroglotográfico durante a emissão dos
exercícios de vibração sonorizada de língua e lábios comparados à vogal sustentada /E/
/ Gislaine Ferro Cordeiro. -- São Paulo, 2013.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Programa
de Otorrinolaringologia.

Orientador: Domingos Hiroshi Tsuji.

Coorientador: Arlindo Neto Montagnoli.

Descritores: 1.Treinamento da voz 2.Voz/fisiologia 3.Pregas vocais 4.Mucosa
laríngea/fisiologia 5.Língua/fisiologia 6.Lábio/fisiologia 7.Fonética

USP/FM/DBD-123/13

Àquele que me guia. O único digno de receber honra e glória

Agradecimentos

Ao querido **Prof. Dr. Domingos Hiroshi Tsuji**, muito mais que um orientador é mestre, mentor e amigo.

Ao coorientador **Eng. Dr. Arlindo Neto Montagnoli** por estar presente nos momentos de dúvidas.

Ao **Prof. Dr. Luiz Ubirajara Sennes** que graças ao seu trabalho, o programa de pós-graduação tem sido cada vez mais reconhecido.

À **Profa. Dra. Kátia Nemr**, querida amiga que admiro pelo seu trabalho e que tenho como exemplo de crescimento.

À médica otorrinolaringologista **Dra. Adriana Hachiya**, por me ouvir e aconselhar-me com toda sinceridade. Pessoa dinâmica e fantástica que faz acontecer.

À fonoaudióloga **Dra. Maria Eugenia Dajer**, em quem fico emocionada só de pensar. Pessoa afetiva, coerente e madura. Fico feliz em poder contar sempre com você e de ter ganhado uma amiga de verdade.

Às amigas queridas **Dra. Márcia Menezes, Fga. Ms Maysa Ubrig e Fga. Ms Gabriela Cunha**, excelentes profissionais que fizeram a análise das amostras.

Ao **Dr. Rui Imamura** por estar presente em todas as bancas desde o mestrado e pelas sugestões a respeito do trabalho.

Aos médicos **Dr. Rubens de Brito Filho e Dr. Rubens de Brito Neto** pela oportunidade de crescimento profissional.

À **Dra. Saramira Bohadana** pelos momentos de descontração

Aos queridos **Dra. Tatiane Monteiro, Dra. Graziela Martins, Dra. Márcia Simões, Fga. Ms Regina Pimenta e Fgo. Guilherme Pecoraro** pelo apoio sempre que necessário.

Às funcionárias da pós-graduação **Lucivania Lima da Silva** e **Maria Marilede Alves** pela eficiência.

Às funcionárias do consultório **Cristina Oyafuso**, **Jéssica M. Marques**, **Maria Helena Matta Pereira**, **Ivonete Aparecida Costa** e **Maria Helena Quattrini** pelo carinho, disponibilidade e presteza.

Ao meu marido **Flávio Sasano Cordeiro** pelo amor e apoio incondicionais.

Aos meus filhos **Pedro Ferro Cordeiro** e **Helena Ferro Cordeiro** por compreenderem.

Aos meus pais **Marilice Cardoso Ferro** e **Claudinet Ferro Peres** por me educarem e me ensinarem a persistir.

Aos meus sogros **Dilson José de Assis Cordeiro** e **Masayo Cordeiro** por sempre estar presentes, tanto nos momentos bons como nos de apuro.

Às minhas irmãs **Audrea Regina Ferro Lara** e **Adriana Ferro de Souza** por sempre torcerem.

Aos meus cunhados **Marco Antonio de Souza Lara**, **Marcelo Antonio de Souza**, **Cássio Sasano Cordeiro** e **Fabiana Monteiro Cordeiro** que em meio a uma piada e outra, compartilham a mesma alegria.

Aos meus sobrinhos **Gabriel Ferro de Souza**, **Davi Ferro Lara**, **Rebeca Ferro de Souza**, **Samuel Ferro de Souza**, **Daniel Ferro Lara**, **Marco André Ferro Lara**, **Henrique Monteiro Cordeiro** e **Julia Monteiro Cordeiro** pelos momentos de alegria.

À **Hildete Souza Santos** por segurar a correria.

À **CAPES** pela bolsa de estudo.

Normatização Adotada

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

- Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (New England Journal of Medicine).

- Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3a ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

- Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals Indexed in Index Medicus.

Sumário

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Lista de tabelas

Lista de figuras

Resumo

Summary

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	7
3. REVISÃO DE LITERATURA:	9
3.1 Considerações relevantes sobre a fonação:	10
3.1.1. Teorias da produção vocal.....	10
3.1.2. Avaliação da vibração glótica por meio da eletroglotografia.....	16
3.2 Interação entre a produção de voz e o trato vocal.....	18
3.3 Treinamento vocal:.....	20
3.3.1 Exercícios de vibração:.....	22
4. CASUÍSTICA E MÉTODO.....	26
4.1 Aspectos éticos:	27
4.2 Casuística:	27
4.3 Método	29
4.3.1 Preparação para coleta de dados	29
4.3.2 Coleta e análise dos dados.....	31
4.4 Análise estatística:	38
5. RESULTADOS:.....	42
5.1 Análise perceptivo-visual	43
5.1.1 Periodicidade	43

5.1.2 Amplitude	44
5.1.3 Espectrografia	45
5.2. Medidas automáticas.....	47
5.2.1 Fracas intensidades.....	47
5.2.2 Fortes intensidades.....	50
6. DISCUSSÃO:.....	52
7. CONCLUSÃO:.....	62
8. ANEXOS.....	65
9. REFERÊNCIAS:	140

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

<i>Et al.</i>	E outros
SPSS	Statistical Package for Social Sciences
VFCA	Vocal Fold Contact Area

cm	Centímetro
dB	Decibel
GB	Gigabyte
Hz	Hertz
=	Igual a
>	Maior que
<	Menor que

Lista de Tabelas:

Tabela 1: Características dos indivíduos incluídos na casuística.....	28
Tabela 2: Intensidades máximas e mínimas emitidas pelo sujeito 1 nas emissões sustentadas. Os valores escolhidos para coleta de dados foram 52 dB para intensidade mínima e 68 dB para intensidade máxima. O indivíduo utilizou essas intensidades em toda a coleta de dados.....	30
Tabela 3: Teste de confiabilidade entre avaliadores (Teste de Cronbach) para fortes intensidades.....	40
Tabela 4: Teste de confiabilidade entre avaliadores (Teste de Cronbach) para fracas intensidades.....	41
Tabela 5: análise perceptivo-visual da periodicidade da onda Lx em fortes intensidades	43
Tabela 6: análise perceptivo-visual da periodicidade da onda Lx em fracas intensidades	44
Tabela 7: análise perceptivo-visual da amplitude da onda Lx em fortes intensidades.....	44
Tabela 8: análise perceptivo-visual da amplitude da onda Lx em fracas intensidades	45
Tabela 9: análise perceptivo-visual do espectrograma de banda estreita da onda Lx em fortes intensidades	46
Tabela 10: análise perceptivo-visual do espectrograma de banda estreita da onda Lx em fracas intensidades	46
Tabela 11: Jitter e Shimmer nas fracas intensidades.....	47
Tabela 12: Comparação das medidas automáticas de valores significantes, entre os pares de vibração de lábios e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vibração de lábios, na emissão de fraca intensidade (Postos Sinalizados de Wilcoxon).....	49
Tabela 13: Medidas automáticas eletroglotográficas: número de amostras, média, desvio padrão, diferenças mínima e máxima, mediana e significância entre as emissões em forte intensidade da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua (Freadman)..	50
Tabela 14: Comparação das medidas automáticas de valores significantes, entre os pares de vibração de lábios e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vibração de lábios, na emissão de forte intensidade (Postos Sinalizados de Wilcoxon).....	51

Lista de Figuras:

Figura 1: Vibração das pregas vocais durante a fonação, segundo a teoria mioelástica	11
Figura 2: Onda eletroglotográfica ou Lx e todas as fases da vibração glótica. A-B: fase fechando, B-C: fase fechada, C-D: fase abrindo, D-A fase aberta	17
Figura 3: Ondas eletroglotográficas da emissão da vogal /ε/ em forte intensidade de sujeito de gênero masculino, num zoom de 1:2 e 1:8.....	34
Figura 4: Ondas eletroglotográficas da emissão de vibração sonorizada de língua em forte intensidade de sujeito de gênero feminino, em zoom de 1:4 e 1:16.	34
Figura 5: Exemplo de onda periódica	35
Figura 6: Exemplo de onda quase-periódica.....	35
Figura 7: Exemplo de onda aperiódica.....	36
Figura 8: Exemplo de ausência de oscilação periódica de amplitude.....	36
Figura 9: Presença de oscilação periódica de amplitude	36
Figura 10: exemplo de espectrograma que contenha harmônicos da frequência fundamental	37
Figura 11: exemplo de espectrograma com harmônicos de frequência abaixo da fundamental	37
Figura 12: Gráfico de caixa do <i>shimmer</i> , durante a execução da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua em fraca intensidade. Cada caixa representa mediana, intervalos interquartis e valores extremos dentro de uma categoria. Valor de <i>p</i> obtido do (Friedman).....	48
Figura 13: Gráfico de caixa do <i>jitter</i> , durante a execução da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua em fraca intensidade. Cada caixa representa mediana, intervalos interquartis e valores extremos dentro de uma categoria. <i>Outliers</i> são representados por asteriscos. Valor de <i>p</i> obtido por meio do <i>Friedman</i>	48
Figura 14: Gráfico de caixa do <i>shimmer</i> , durante a execução da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua em forte intensidade. Cada caixa representa mediana, intervalos interquartis e valores extremos dentro de uma categoria. <i>Outliers</i> estão representados como asteriscos. Valor de <i>p</i> obtido do <i>Friedman</i>	51

Resumo

Cordeiro GF. *Descrição da periodicidade do sinal eletroglotográfico durante a emissão dos exercícios de vibração sonorizada de língua e lábios comparados à vogal sustentada /ε/* [tese]. São Paulo: “Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo”; 2013

INTRODUÇÃO: Os exercícios de vibração sonorizada de lábios e língua têm-se se mostrado eficientes quando utilizados tanto no tratamento de pacientes disfônicos como no aquecimento ou preparação vocal. Há grande variação do coeficiente de contato de um mesmo sinal eletroglotográfico e dificuldade na sincronização da luz estroboscópica durante a emissão dos exercícios de vibração sonorizada de língua e lábios, sendo levantada a possibilidade de aperiodicidade de vibração das pregas vocais durante a execução desses exercícios. **OBJETIVO:** descrever a vibração das pregas vocais durante a emissão de vibrações sonorizadas de língua e lábios comparando-as com a emissão da vogal /ε/ sustentada quanto à regularidade e amplitude dos ciclos vibratórios na eletroglotografia, em cantores eruditos profissionais. **METODOLOGIA:** Participaram desse estudo 10 cantores eruditos profissionais, que emitiram a vogal /ε/ sustentada e os exercícios de vibração sonorizados de língua e de lábios na mesma frequência e intensidade durante a execução da eletroglotografia. Foi realizada a inspeção visual da onda eletroglotográfica, quanto à periodicidade e amplitude, além do espectrograma do sinal quanto aos harmônicos presentes em cada amostra. As amostras foram randomizadas e analisadas por 3 avaliadoras. Além disso, foram extraídas as medidas de jitter e shimmer do sinal eletroglotográfico para confirmação dos resultados, além da frequência da variação de vibração dos exercícios de vibração sonorizada. **RESULTADOS:** Os avaliadores tiveram coeficiente alfa de Cronbach em mais de 0,9 na maior parte das amostras, indicando alto grau de concordância. Na inspeção visual do sinal eletroglotográfico foi considerada na vogal /ε/ sustentada: onda periódica com amplitude regular e harmônicos múltiplos da frequência fundamental. Durante o exercício de vibração sonorizada de língua e lábios foram consideradas onda quase-periódica com amplitude oscilante (frequência aproximada de 23Hz e 24Hz) e harmônicos múltiplos de 23 Hz e 24Hz., aproximadamente. **CONCLUSÃO:** os exercícios de vibração sonorizada de língua e de lábios assemelham-se entre si e se diferenciam da emissão da vogal /ε/ sustentada tanto nas fortes, quanto nas fracas intensidades. A vibração das pregas vocais são mais periódicas durante a emissão da vogal sustentada do que na produção dos exercícios. Nas vibrações sonorizadas de lábios e de língua a forma e a amplitude da onda Lx se diferenciam entre si, mas com padrão de repetição ao longo do tempo, próximo aos 24 Hz. Esse comportamento gera parciais de harmônicos que sugerem movimentação de onda mucosa concomitante à vibração do ponto articulatório (língua ou lábios).

Descritores: Treinamento da voz; Voz/fisiologia; Pregas vocais; Mucosa laríngea/fisiologia; Língua/fisiologia; Lábio/fisiologia; Fonética; Eletroglotografia; Vibração de lábios e línguas

Summary

Cordeiro GF. *Comparison of tongue and lip trills with phonation of the sustained vowel /ε/ regarding the periodicity of the electroglottographic waveform and the amplitude of the electroglottographic signal* [tesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo"; 2013

INTRODUCTION: Lip and tongue trills have been effectively used as vocal warm-ups in the treatment of dysphonia and in the training of professional voice users. In a previous study, we found that the closed quotient varied widely during tongue and lip trills. We encountered difficulty in synchronizing the stroboscopic illumination with the vocal fold vibration during the trill exercises. We hypothesize that there is aperiodicity of vocal fold vibration during tongue and lip trills. **AIM:** to compare the vocal fold vibration seen during lip and tongue trills with that seen during phonation of the sustained vowel /ε/, in terms of the periodicity of the EGG waveform and the amplitude of the EGG signal, in professional voice users. **METHODS:** We used electroglottography (EGG) to compare the vocal fold vibration seen during tongue and lip trills with that seen during phonation of the sustained vowel /ε/, in terms of the EGG waveform periodicity and signal amplitude, in 10 classically trained, professional singers. The participants produced the sustained vowel /ε/ and performed tongue and lip trills at the same frequency and intensity. The periodicity of the waveform and the amplitude of the signal were visually analyzed by three blinded, experienced readers. To confirm the visual analysis results, we measured the jitter and shimmer of the signal and the frequency of variation in vocal fold vibration during the trill exercises. **RESULTS:** Cronbach's alpha coefficient values were high (>0,9), indicating high inter-rater reliability. In sustained vowel /ε/ was considered periodic wave and regular amplitude. In tongue and lip trills the waveform EGG was considered quasi-periodic and the amplitude of the EGG signal was classified as oscillating. The mean amplitude was as follows: 24.4 Hz during lip trills performed at high intensity; 24.7 Hz during tongue trills performed at high intensity; 23.3 Hz during lip trills performed at low intensity; and 24.3 Hz during tongue trills performed at low intensity. The jitter and shimmer were higher in lip and tongue trills. The harmonics seen on the narrow-band spectrograms were classified as being multiples of the fundamental frequency for the sustained vowel phonation task and as being below the fundamental frequency for lip and tongue trills, the mean frequency of the harmonics being as follows: 23.7 Hz during lip trills performed at high intensity; 24 Hz during tongue trills performed at high intensity; 23.7 Hz during lip trills performed at low intensity; and 23.2 Hz during tongue trills performed at low intensity. **CONCLUSION:** In terms of the EGG waveform, tongue trills and lip trills are similar regardless of the intensity at which they are performed (i.e., high or low), differing, however, from the sustained vowel /ε/. The vibration of the vocal folds is modified according to the supraglottic movement in trills exercises.

Descriptors: Voice/physiology; Voice training, Vocal cords; Laryngeal mucosa; Tongue/physiology; Lip/physiology; Phonetics; Electroglottograph; Lip trill; Tongue trill

1. INTRODUÇÃO

A fonoaudiologia foi regulamentada no Brasil em 1981. Ainda com ações intuitivas, os profissionais na década de 90 buscaram tornar suas práticas baseadas na ciência. Atualmente, a exemplo da medicina, têm-se aplicado a “Fonoaudiologia baseada em evidências”(1, 2). Na área de voz, já existem trabalhos de revisão sistemática que comprovam a eficácia da terapia fonoaudiológica nas disfonias funcionais (3).

Os exercícios de vibração sonorizada, utilizados como parte dos recursos terapêuticos, estão dentro das técnicas de trato vocal semi-ocluidos (4) e, por serem tradicionalmente utilizados na clínica fonoaudiológica para o tratamento de disfonias (5-10), durante o aquecimento vocal e também como recurso dos diversos preparadores vocais (11, 12), são amplamente estudados na literatura e demonstram bons resultados terapêuticos.

Esses exercícios devem ser realizados com o ponto articulatório, língua ou lábios, e a mandíbula relaxados e com o fluxo de ar coordenado para que a vibração possa acontecer (13).

A vibração sonorizada de língua tem sua manutenção graças à interação entre a firmeza do corpo da língua, o controle da ponta, o fechamento glótico e o domínio da saída de ar pelos pulmões. O exercício deve ser realizado com as laterais do corpo da língua firmes nos alvéolos dentais e a ponta da língua posicionada na região da papila palatina, livre para que possa vibrar (14). Como resultado, há vibração de todo o trato vocal (15).

Para que a vibração de lábios ocorra, estes devem estar firmes o suficiente para que haja a oclusão da passagem de ar e ao mesmo tempo relaxados para que a pressão de ar vença sua resistência e assim haja a vibração (16) e, como na vibração sonorizada de língua, há interação entre o trato vocal, a vibração glótica e a saída de ar pelos pulmões (4).

Dessa forma, a língua ou os lábios atuam como uma válvula e cria diferenças oscilatórias de pressão externa e na cavidade atrás da constrição, o que produz diferenças na pressão, velocidade e volume de ar na cavidade oral, causando modificação nas paredes da faringe. Portanto, para que a vibração de pregas vocais ocorra concomitante ao ponto de oscilação da cavidade oral, durante a execução do exercício, a pressão de ar subglótica deve ser maior do que na fonação normal (14).

Para McGowan as variações ocorridas na faringe durante a execução das vibrações sonorizadas de lábios, podem aumentar a força de vibração da mucosa durante o movimento muco-ondulatório das pregas vocais (14), fazendo com que amplitude de vibração da onda mucosa seja maior durante a execução do exercício, quando comparada à produção da vogal sustentada (17).

Como a vibração sonorizada envolve o equilíbrio entre o órgão de vibração (ex. língua, lábios), o trato vocal, a laringe e a saída de ar do pulmão, a técnica acaba por se tornar uma das principais ferramentas no aquecimento e no preparo vocal dos profissionais da voz (11, 18-20), pois a alta demanda vocal exige deles grande preparo de todas as estruturas

envolvidas na fonação, desde a respiração até a boa articulação e projeção de voz (20).

Pesquisas que realizam análise perceptivo-auditiva, acústica e/ou laringoestroboscópica, pré e pós realização do exercício, em diversas situações e diferentes objetivos, indicam melhora da qualidade vocal no pós exercício (21-25).

Alguns autores acreditam que a interação entre as forças mioelásticas e aerodinâmicas, da laringe e do trato vocal, promovem qualidade vocal normotensa e podem, portanto, ser utilizados tanto em doenças hipo quanto hipercinéticas (5, 6).

O tempo de execução de exercício que resulta em melhor qualidade vocal imediata é de 5 minutos para homens e 3 minutos para mulheres em indivíduos sem doença vocal (26) e de 5 minutos para mulheres com nódulos vocais (27).

Há diminuição do tempo de contato das pregas vocais durante (16, 28) e depois (16) da vibração sonorizada, principalmente em indivíduos não treinados (16).

Em estudo do coeficiente de contato, realizado por meio de software de computador, percebeu-se grande variação da média de um mesmo sinal eletroglotográfico (17, 29) e dificuldade na sincronização da luz estroboscópica (17) durante a emissão dos exercícios de vibração sonorizada de língua e lábios. Nesse trabalho foi levantada a possibilidade

de certa aperiodicidade de vibração das pregas vocais durante a execução desses exercícios.

A melhor compreensão do comportamento vibratório das pregas vocais durante a execução de exercícios vocais pode dar ao clínico melhor subsídio e precisão na indicação e prescrição desses. No entanto, ainda não foram encontrados na literatura trabalhos que descrevam em pormenores a vibração das pregas vocais durante a execução dos exercícios de vibração sonorizada.

Atualmente, a melhor possibilidade de estudo de fisiologia da vibração glótica seria durante a aplicação concomitante das técnicas de vídeo de alta velocidade e eletroglotografia.

No entanto, ainda não é possível a realização da técnica de vídeo de alta velocidade com nasofibroscopia, pois a luz com nasofibrosópio ainda é escura para visualização adequada das pregas vocais, quando utilizada com a câmera de alta velocidade. Assim, a utilização da eletroglotografia torna-se a mais adequada para análise da vibração glótica durante a execução de exercícios que exijam movimentação articulatória.

A eletroglotografia é um exame não-invasivo, que capta todas as fases da vibração glótica por meio da diferença da resistência elétrica. Tem-se como princípio que a condutância elétrica se difere de acordo com o tecido humano e que espaços entre os tecidos levariam à maior resistência. Assim, no caso da vibração glótica, quanto mais fechadas as pregas vocais, maior a corrente elétrica que passa entre elas e espaços que ocorrem na

fase de abertura levam à maior impedância (30, 31). Como resultado do exame, obtém-se um gráfico senóide, chamado de onda eletroglotográfica ou Lx, em que se podem analisar todas as fases do ciclo glótico (31).

Realizamos o presente estudo com o objetivo de descrever a vibração das pregas vocais durante a emissão de vibrações sonorizadas de língua e lábios, comparando-as com a emissão da vogal /ε/ sustentada quanto à regularidade e amplitude dos ciclos vibratórios na eletroglotografia, em cantores eruditos profissionais.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é descrever a vibração das pregas vocais durante a emissão de vibrações sonorizadas de língua e lábios, comparando-as com a emissão da vogal /ε/ sustentada quanto à regularidade e amplitude dos ciclos vibratórios na eletroglotografia, em cantores eruditos profissionais.

3. REVISÃO DE LITERATURA:

3.1 Considerações relevantes sobre a fonação:

3.1.1 Teorias da produção vocal

O som produzido na laringe pelas pregas vocais é um processo complexo, não linear, causado por múltiplos fatores, incluindo fluxo de ar, propriedades geométricas e biomecânicas das pregas vocais (32).

Hirano (33) descreveu a estrutura das pregas vocais como epitélio, tecido conjuntivo (constituído de camada superficial, intermediária e profunda) e músculo vocal. A partir daí, introduziu a teoria corpo e cobertura, na qual a cobertura, composta pelo epitélio mais a camada superficial (mucosa), desliza sobre o corpo rígido, constituído pelas camadas intermediária, profunda (cone elástico) e músculo vocal.

Desta forma, depois das pregas vocais estarem aduzidas por conta de ação muscular, a pressão subglótica aumenta pela expiração, vence a força mioelástica e inicia a vibração das pregas vocais com a cobertura, deslizando sobre o corpo. Primeiramente, abrem-se os lábios inferiores e a onda se propaga verticalmente, sendo os lábios superiores abertos na máxima amplitude de vibração. Em movimento subsequente, fecha-se os lábios inferiores e depois os superiores (figura 1), reiniciando o ciclo (34).

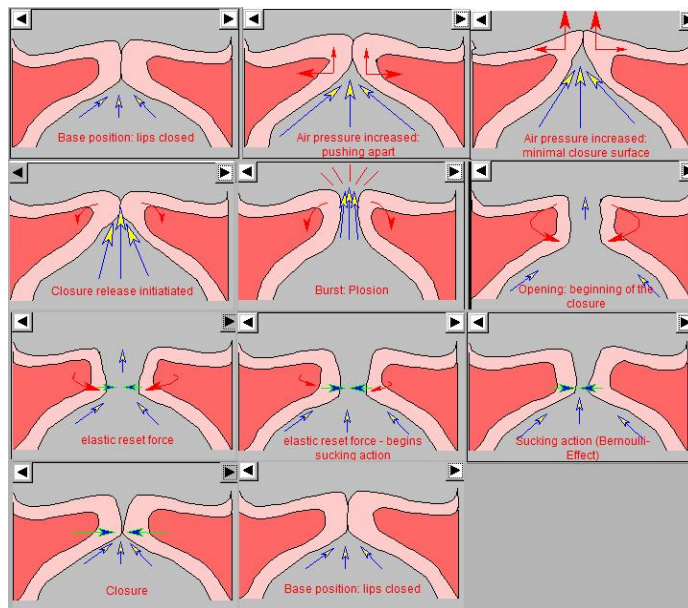


Figura 1: Vibração das pregas vocais durante a fonação, segundo a teoria mioelástica

Essa e outras teorias que tentam explicar o processo de vibração das pregas vocais são embasadas na teoria mioelástica aerodinâmica, estudada por Van den Berg em 1958 (35). Para que haja a fonação, os músculos intrínsecos da laringe colocam-se em adução e o fluxo de ar vence a força mioelástica das pregas vocais e inicia-se o processo de vibração (36).

Para Titze (37), a coluna de ar é inerte e requer que a pressão da entrada (borda inferior das pregas vocais) de ar seja maior do que a saída (borda superior). Nesse mecanismo, o ar entra na glote mais rápido que a sua saída e conduz à pressão intraglótica positiva, que empurra as pregas vocais para fora. De acordo com a lei de continuidade, quando a área de um tubo diminui, a velocidade das partículas aumenta e, assim, diminui a pressão, causando o efeito de Bernoulli, que suga a mucosa para dentro. As

pregas vocais fazem um movimento convergente, durante a abertura e divergente no fechamento, causando onda mucosa vertical.

Então, para que o ar vença a força mioelástica, é necessário que haja um mínimo de pressão pulmonar, conhecido como limiar de pressão fonatória, para que assim se inicie a fonação. O limiar de pressão fonatória depende da viscosidade das pregas vocais, do tempo de variação do fluxo glótico e da acústica do trato vocal (37-40)

O aumento na rigidez do corpo ou cobertura, geralmente aumenta o limiar de pressão fonatória e a frequência no início da fonação. O aumento da rigidez no corpo também reduz a amplitude de vibração e o movimento é gradualmente restrito para a superfície medial (36).

Além disso, qualquer modificação (protuberâncias) na borda livre das pregas vocais altera a resistência do fluxo glótico, área e largura glótica máxima e a média da velocidade do volume glótico (41). Mudanças abruptas de frequência causam irregularidade na vibração, pela falta de interação das propriedades biomecânicas da laringe com o fluxo de ar (42).

Por ser uma estrutura de funcionamento complexo, as ciências em engenharia e física têm se interessado em entender melhor o mecanismo da fonação e estudam conceitos da área relacionados à produção vocal por meio de modelos matemáticos (43-45).

Sciamarella e Queré (46), estudaram o fluxo de ar glótico de acordo com a mecânica dos fluidos. Segundo eles, a distribuição de pressão intraglótica é muito sensível à movimentação da parede glótica, além de

determinar a direção da ação da força na estrutura mecânica. A pressão sonora está relacionada à velocidade e ao volume do ar. O aumento do fluxo empurra o ponto da constrição para cima e promove a excursão da parede, fenômeno conhecido como fluxo de separação, que é altamente instável. A maior corrente em direção ao trato vocal é no meio da glote, que tem excursão ampla.

O estudo do fluxo aéreo de acordo com a mecânica dos fluidos, levou a um novo conceito no que diz respeito à sua direção, que até então era unidirecional (45-47). Esses trabalhos têm verificado a presença de vórtices (47, 48) e o efeito de Coanda (49-51) na aerodinâmica vocal.

Descrever a fonação pela equação de Bernoulli implica em assumir que o fluxo glótico se comporta de forma unidirecional, estável, não-viscosa, ao longo de uma aerodinâmica identificável, sendo grande simplificação do comportamento real (52).

Em geral, um fluido escoar laminarmente quando sua velocidade não é muito grande e quando o tubo é liso, sem protuberâncias (53). Entretanto, numa superfície redonda e convexa, ele tende a aderir e seguir a direção dessa superfície, fenômeno conhecido como efeito de Coanda (54-57).

A tendência de um fluido escoar aderido à superfície deve-se à sua viscosidade. Embora reduzida quando comparada a outros fluidos, a viscosidade do ar é suficiente para adesão ao dorso da superfície de um corpo sólido. As moléculas de ar são desaceleradas quando afetadas pelos

efeitos da viscosidade. As camadas de ar imediatamente mais afastadas a essa superfície escoam em velocidade maior do que as mais próximas. Esta camada de escoamento víscido, perturbado, junto à superfície dorsal, chama-se "camada-limite" (boundary layer) (58).

O fluido lança uma força na superfície e, de acordo com a terceira lei de Newton, toda força aplicada, gera outra de mesmo módulo, mesma direção e sentido oposto (53, 55).

Alguns estudos têm apoiado a existência do efeito de coanda na vibração das pregas vocais (45, 50, 52, 59), que pode levar à assimetria de vibração mesmo em pregas vocais idênticas, pela diferença da pressão de ar subglótica entre uma prega vocal e a outra (50). O aumento do fluxo pode acentuar o efeito de coanda (50).

Se a velocidade de fluxo atingir valores acima de certo limite (que depende da natureza e temperatura do fluido), este pode escoar de maneira irregular (escoamento turbulento) (53) e, dependendo do grau de turbulência (definido pelo número de Reynolds), pode chegar a formar "redemoinhos" (vórtices)(55). De acordo com o número de Reynolds, a existência dos vórtices é associada, além do fluxo de ar à viscosidade da parede de escoamento (55). Os movimentos circulares das partículas de ar são causados pela diferença de pressões em áreas vizinhas, de modo que o fluido tende a equilibrar o sistema, gerando vorticidade (55).

Autores encontraram pressões negativas significantes na metade superior da glote, no último momento da fase de fechamento (60), o que

sustenta a hipótese que esses vórtices produzem uma força adicional no fechamento. De acordo com a literatura, a presença desse fenômeno leva a um aumento na loudness e a uma amplificação dos harmônicos mais altos (47).

Por meio de simulações numéricas-diretas em modelos tridimensionais, foi demonstrado o padrão de vibração clássico “convergente-divergente” na forma glótica durante a adução e abdução, nas quais foram percebidos deflexões assimétricas no fluxo de ar, compatíveis com a presença de vórtices (61). Esses autores questionaram a presença do efeito de coanda durante a vibração das pregas vocais e sugeriram que a presença das pregas vestibulares pode levar a uma menor distribuição na pressão transglótica, pois essas podem induzir à modificação da velocidade do fluxo de ar e interferir na formação dos vórtices (61, 62).

Além da região supraglótica, foi encontrada também a presença dos vórtices na região transglótica durante a vibração na fase divergente (63, 64), que produzem fluxo instável na saída da glote. Esses turbilhões são caracterizados por pressão estática negativa significativa, em relação à pressão ambiente, e aumentam em tamanho e força à medida que são direcionados à região supraglótica. As pressões negativas estáticas associadas às estruturas intraglóticas devem acelerar a fase de fechamento glótico (64).

Assim, existem vários parâmetros independentes que determinam o funcionamento glótico durante a fonação (65). Os sistemas alterados pela

modificação de pequenos fatores, podem ser explicados pela a teoria do caos. De acordo com essa teoria, o futuro é completamente determinado pelo passado e depende das condições iniciais, entretanto, pequenas incertezas são amplificadas e podem crescer exponencialmente durante o tempo. O caos determinístico envolve a interação de sistemas independentes (66).

Estudos que relacionam a teoria do caos com o funcionamento glótico confirmam que as mudanças de tecido e fluxo têm uma interação não-linear (42). Quando a pressão subglótica excede o valor da pressão ótima fonatória, o ciclo vibratório perde a regularidade e se torna aperiódico. Os valores desse limiar ótimo variam de acordo com a rigidez e tensão (65).

3.1.1. Avaliação da vibração glótica por meio da eletroglotografia

A eletroglotografia é um método de análise não-invasivo, seguro, que avalia as características vibratórias das pregas vocais (67). O exame parte do princípio que o tecido laríngeo é um bom condutor elétrico e que o ar apresenta pobre condutância. Assim, durante a vibração, quando as pregas vocais estão em contato, há constância do sinal elétrico e a fase de abertura levaria a um impedimento na passagem desse sinal (30).

Para a realização da eletroglotografia é necessário que se tenha um oscilador de alta frequência, um circuito de eletrodos posicionados no pescoço, na região das alas da cartilagem tireoidea, um detector de AM e um controlador automático de ganho. Esse sistema gera um sinal que

contém toda passagem dos elétrons no pescoço, inclusive da pele, cartilagens, gordura, entre outras estruturas. Esse sinal é chamado de onda Gx. Para isolar o funcionamento das pregas vocais, é necessário passar a onda Gx por um processo de filtragem passa-alta, obtendo-se um novo sinal, chamado de onda Lx (30).

A onda Lx é descrita em quatro fases, sendo: fase aberta, fase fechando, fase fechada, fase abrindo (figura 2) (68). Todos os parâmetros de medidas da eletroglotografia, como quociente de fechamento, quociente de abertura, entre outros, são extraídos a partir do conhecimento dessas fases (69).

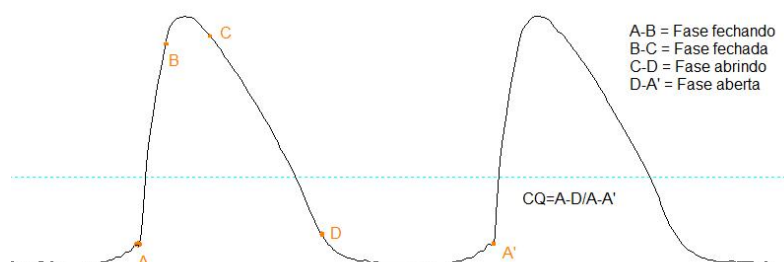


Figura 2: Onda eletroglotográfica ou Lx e todas as fases da vibração glótica. A-B: fase fechando, B-C: fase fechada, C-D: fase abrindo, D-A fase aberta

A eletroglotografia gera um sinal livre das influências supraglóticas. Alguns aspectos vibratórios, como o início da fase de abertura, que é o momento em que os lábios inferiores começam a se abrir, não podem ser analisados por outro meio (30).

3.2. *Interação entre a produção de voz e o trato vocal*

Diferentemente da teoria fonte-filtro preconizada por Fant (70), pesquisas têm demonstrado que a produção de voz não é independente do sistema ressonador, havendo forte interação entre fonte e filtro (37, 71).

Os articuladores são um grupo de estruturas que trabalham em conjunto para manter a resistência do trato vocal durante a fonação. O sistema de fala tem grande capacidade de fazer ajustes articulatorios e respiratórios para a manutenção da aerodinâmica durante a produção das consoantes, principalmente das plosivas (72, 73).

Na fala, há grande variável de gestos articulatorios, que oferecem cargas acústicas diferentes, sendo a laringe hábil para controlar a frequência, intensidade e produção glótica (37).

O sistema de fonte e filtro pode operar com acoplamento linear ou não-linear. No acoplamento linear a impedância de produção (pressão transglótica dividida pelo fluxo glótico) é maior do que a impedância de entrada do trato vocal. Para que isso aconteça, as pregas vocais são firmemente aduzidas e o vestibulo laríngeo deve ser amplo, assim o fluxo glótico pode ser determinado estritamente pela sua aerodinâmica, sem interferências das pressões acima e abaixo da glote. No acoplamento não-linear, a impedância da glote é comparável a do trato vocal e o fluxo glótico se torna altamente dependente da pressão do trato vocal, o que leva a condições específicas de adução e constrição do vestibulo (74).

O limiar de pressão de oscilação é afetado pela inércia e resistência supraglótica, ou seja, quanto maior a inércia, mais baixo é o limiar de pressão e quanto mais alta a resistência, maior ele deve ser (37).

A interação fonte-filtro é dividida em dois níveis. O primeiro nível é a interação do fluxo de ar com a pressão acústica do trato vocal. O parâmetro de interação é a média da área glótica dividida pela área efetiva dos tubos sub e supraglóticos. Dessa forma, se a impedância do vestíbulo laríngeo é aumentada, há um aumento na razão de declínio máximo do fluxo, diminuindo o limiar de pressão fonatória, com consequente aumento da intensidade. Os harmônicos podem ser aumentados ou diminuídos dependendo dessas mudanças (74).

O segundo nível é realizado pelo aumento da frequência fundamental, ao redor dos formantes. Nesse caso, pode-se produzir instabilidades vocais, causadas pelas mudanças bruscas de reactância do trato vocal (74).

A elevação da frequência pode levar a maior inércia, onde o acoplamento do trato vocal é muito grande. Nessas situações, observa-se instabilidade na oscilação das pregas vocais, devido ao feedback do trato vocal (75).

Quando a onda acústica viaja pelo trato vocal, os níveis de pressão se modificam na glote e altera a movimentação das pregas vocais. Esse forte acoplamento entre fonte e filtro tem picos ao redor do quarto e quinto formantes (76).

Instabilidades ocorrem na constrição do tubo, quando a impedância reduzida leva a mudança da passagem glótica para um forte acoplamento. A amplitude de vibração aumentada devido ao grande aumento da pressão subglótica implica em vibração não-linear e leva a um forte feedback do trato vocal (77).

Dessa forma, a oscilação das pregas vocais é consequência da interação entre o fluxo glótico, acústica supra e subglótica, além da troca de energia entre os tecidos arredores das pregas vocais (32). O limiar de pressão fonatória, fluxo de separação e a frequência fundamental são sensíveis, à configuração do trato vocal (36).

3.3. Treinamento vocal:

O objetivo do treinamento vocal é trazer a voz com melhor qualidade possível para o indivíduo, sendo essa de maior projeção e economia vocal (13, 24, 25, 78). Este é utilizado amplamente, desde em casos de doenças mais específicas como nódulos, alterações mínimas estruturais, presbifonia, paralisias vocais, entre outras, até em áreas mais abrangentes como na voz profissional (cantores, atores, dubladores, professores e outros) (7-9, 12, 78-80).

Como efeito do treinamento vocal, percebe-se melhora da capacidade pulmonar, aumento da coordenação pneumofônica, melhora na extensão vocal e na razão fluxo/frequência, além de maior simetria de vibração, observada também na análise acústica (20, 79-81).

Podem ser utilizados nesses treinamentos, exercícios globais como relaxamento, exercícios respiratórios, além dos exercícios vocais específicos para o caso (82).

Um dos objetivos do uso dos sons facilitadores é intensificar a interação entre a laringe e o trato vocal. Essa interação pode aumentar a intensidade, eficiência e economia vocal (4).

Existem mudanças na impedância do trato vocal, quando ocluídos parcialmente, ou no caso de extensão do tubo, com o uso de canudos, por exemplo. Quanto maior a extensão do tubo ou a oclusão, maior a impedância. Exercícios que conduzem à oclusão completa do trato vocal, como o “b” prolongado leva a uma grande impedância e a voz é produzida num curto espaço de tempo. Exercícios de fricativos sonoros, como o bilabial [b:], embora também causem um aumento na pressão intraoral e consequentemente na impedância, têm carga um pouco menor, pois a oclusão é parcial (83).

Há interação aerodinâmica-acústica na produção desses exercícios, em que a pressão acústica do trato vocal, afeta a forma do pulso glottal (modifica a amplitude e a quantidade de harmônicos por causa da interação de ressonância). Além disso, a pressão aumentada na supraglote influencia mecanicamente na vibração cordal. Se a pressão subglótica for igual ou próxima à supraglótica ($F_0 = F_1$), a vibração do meio da prega vocal é suprimida e a forma da onda acaba por ser de dupla curva, o que possibilita fonação mais eficiente. Por causa desse fenômeno, o aumento da

frequência fundamental, no limite da reactância pode dificultar ou até suprimir a vibração (83).

São considerados exercícios de trato vocal semiocluídos, vibrações de lábios e língua, humming, consoantes nasais, exercícios com tubos e canudos, além dos fricativos sonoros, pois todos eles oferecem pressão intraoral, fazendo a interação da fonte e filtro (4).

A mudança no limiar de pressão fonatória leva a ação mais uniforme do músculo tireoaritenóideo e aumenta a ativação dos cricoaritenóideos laterais (4, 83). O vestíbulo laríngeo é um importante ressonador, que é de difícil controle, por isso indica-se que os exercícios sejam feitos da maior para a menor resistência e da parte anterior do trato vocal para a posterior (4).

Os estudos indicam que as consoantes sonoras promovem maior abertura do trato vocal, quando comparadas com as surdas, bem como as plosivas, quando comparadas com as fricativas (84).

3.3.1 Exercícios de vibração:

Os exercícios de vibração sonorizada são considerados como parte dos sons facilitadores (5, 10, 20) e podem ser utilizados nos tratamentos de doença hiper ou hipocinética (5, 6, 10, 82), bem como no aquecimento vocal (7, 8, 12, 78, 82). Assim, são amplamente divulgados entre os preparadores vocais, incluindo os fonoaudiólogos, professores de canto, de teatro e outros (11, 19).

As vibrações de língua e lábios têm o mesmo princípio da teoria de massa das pregas vocais: há oclusão da parte anterior do trato vocal pela ponta da língua ou pelos lábios. A pressão intra-oral torna-se maior do que a pressão atmosférica e vence a força de fechamento anterior. A oclusão é aberta e em seguida “sugada” pela velocidade do fluxo aéreo. A frequência de vibração do exercício é em torno de 25 a 35 Hz (14).

Para Gaskill e Erickson (16), o que diferencia a vibração de lábios de outros exercícios que focam a parte anterior do trato vocal, é que esse é o único que promove oclusão e não oclusão de lábios (sem diminuição de tônus muscular), criando baixa frequência de vibração dos lábios, em adição à frequência das pregas vocais. Portanto, o fluxo aéreo e a pressão subglótica devem ser adequadas para que ocorra as duas vibrações, o que daria uma sobrecarga única para as pregas vocais.

Em vozes normais, a vibração sonorizada de língua propicia melhor amplitude de vibração das pregas vocais, redução das fendas glóticas (23) e causa melhora na avaliação perceptivo-auditiva e acústica, resultando em menor *shimmer*, maior relação harmônico-ruído, aumento na amplitude dos harmônicos e diminuição dos ruídos (15, 22). Durante o exercício, o arcabouço laríngeo vibra como um todo e há constrição ântero-posterior da faringe (85), a vibração da mucosa das pregas vocais é mais ampla quando comparada à vogal sustentada (17), e há diminuição (14, 28) e variação do coeficiente de contato (29).

Em exame de Vídeo de alta velocidade foi verificado que a vibração sonorizada das pregas ariepiglóticas é completamente independente da vibração das pregas vocais. No entanto, interage com a vibração das pregas vocais e induz alternância do modelo de vibração das pregas vocais (28).

Os fonoaudiólogos utilizam a técnica de vibração de língua, principalmente quando há diagnóstico de nódulos vocais (85). Além disso, pode ser utilizado para quadros de edema crônico e quadros hiperfuncionais (8) e alguns autores também indicam diante dos casos hipofuncionais (5, 7).

De acordo com Maniecka-Aleksandrovix (21), após levantamento de dados com 500 pacientes afônicos por disfonia psicogênica, o gargarejo é um dos exercícios utilizados para o retorno da voz desses pacientes no primeiro dia de terapia.

Segundo Rodrigues (23) há melhora na qualidade vocal em larigectomizados fronto-laterais com reconstrução de Bayle após os exercício de vibração sonorizada de língua. Para a autora, a melhora é causada pelo aumento da tensão fonatória, que gera maior estabilidade e melhor projeção vocal.

Casper (24) inclui esse exercício como recurso terapêutico diante das paralisias de pregas vocais e depois dos casos pós-cirúrgicos (25).

O exercício é contra-indicado diante de quadros inflamatórios agudos e de estabelecimento recente, pois poderia representar agravamento da fase inflamatória. No pós-cirúrgico imediato, pode dificultar a cicatrização

(8, 86) e nos casos de papilomatose pode estimular a disseminação da doença (9).

Após a execução da técnica, a frequência fundamental é aumentada, a espectrografia de banda larga e estreita é melhorada, o fechamento glótico, e, a amplitude e simetria de vibração, são maiores, de modo que provoca modificações sobre a fonte glótica e o filtro ressonantal (15).

É possível que a vibração sonorizada cause mudança da impedância do trato vocal, como no exercício do “b prolongado”, mas com a permissão do escape de ar (83).

Estudos feitos com eletroglotografia, mostram quociente de fechamento reduzido em aproximadamente 50% durante a execução do exercício de vibração de lábios, quando comparado à emissão da vogal “a” antes e depois do exercício. Essa mudança é mais evidente em indivíduos não treinados. Os autores acreditam que a interação mecânica da fonte e filtro, associada com menor adução do processo vocal sejam responsáveis por esses resultados (16).

A melhor qualidade vocal após a realização dos exercícios de vibração sonorizada de lábios é de três minutos para mulheres e cinco minutos para os homens sem alterações morfológicas ou queixas laríngeas (26) e 5 minutos para mulheres com nódulos vocais (27).

4. CASUÍSTICA E MÉTODO

4.1. Aspectos éticos:

Esta pesquisa foi aprovada sob protocolo de número 907/06, pela Comissão Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em 06 de junho de 2012 (Anexo 1).

Todos os sujeitos envolvidos na pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

4.2 Casuística:

Para o presente estudo foram avaliados 14 sujeitos, sendo 7 homens e 7 mulheres, que seguiram os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

Critérios de inclusão: cantores líricos profissionais saudáveis, com domínio laríngeo e das técnicas de vibração sonorizada de lábios e de língua e sem lesões de pregas vocais.

Critérios de exclusão: tempo inferior de três anos no canto profissional, queixas de voz cantada ou falada, coaptação glótica incompleta, intolerância ao exame de laringe, sinal eletroglotográfico com classificação de 3 e 4, de acordo com os critérios de Vieira (87).

Assim, foram excluídos do estudo 4 sujeitos, sendo um de gênero masculino e um feminino com intolerância do exame laríngeo, um de gênero masculino com tempo inferior de 3 anos (1 ano e 6 meses) como cantor

profissional e um de gênero feminino com queixa de voz falada. Foram então analisados 10 cantores, de acordo com as características mostradas na Tabela 1:

Tabela 1: Características dos indivíduos incluídos na casuística

Sujeito	Sexo	Idade	Tempo de Canto Profissional	Classificação Vocal
1	F	24	4	Soprano
2	F	45	20	Soprano
3	F	30	3	Mezzo-soprano
4	F	30	4	Mezzo-soprano
5	F	48	15	Contralto
6	M	29	5	Tenor
7	M	27	6	Tenor
8	M	33	12	Barítono
9	M	34	15	Barítono
10	M	38	18	Baixo

A pesquisa foi realizada em cantores eruditos por esses apresentarem maior domínio do trato vocal, de forma que a execução dos exercícios pudesse ser realizada com menor interferência de outras estruturas além daquelas solicitadas na execução ideal.

4.3 Método

4.3.1 Preparação para coleta de dados

Antes do início da coleta de dados foi extraída a extensão vocal de cada sujeito. Entende-se como extensão vocal a distância entre o menor e o maior tom possível de ser produzido pelo indivíduo, excluindo-se o vocal fry, e, incluindo o falsete (7).

Desse procedimento, foi selecionado o 5º tom acima do mais grave possível de ser produzido pelo sujeito (88). Então, solicitou-se aos indivíduos que emitissem, nesse tom e com laringe baixa, a vogal /ε/ sustentada, a vibração sonorizada de lábios e língua, além dos fricativos sonoros /v/, /z/ e /3/, na máxima e mínima intensidade possíveis de serem produzidos. No intuito de uniformizar as intensidades durante a execução dos exercícios foi escolhida a menor intensidade das máximas e a maior das mínimas, conforme exemplo na Tabela 2.

Foi utilizada a emissão da vogal /ε/, por essa ser considerada uma vogal aberta, ou seja, com pouca constrictão do trato vocal (89, 90). Os fricativos sonoros foram utilizados para extração das intensidades, pois a emissão da maior das mínimas intensidades é emitida, normalmente, por um desses exercícios e assim, os indivíduos poderiam realizar os exames de forma confortável e não entrariam em fadiga ou aperiodicidade vocal pelo uso do limiar máximo de fonação durante a execução dos exercícios de vibração sonorizada.

Tabela 2: Intensidades máximas e mínimas emitidas pelo sujeito 1 nas emissões sustentadas. Os valores escolhidos para coleta de dados foram 52 dB para intensidade mínima e 68 dB para intensidade máxima. O indivíduo utilizou essas intensidades em toda a coleta de dados.

	Vogal /ɛ/	Vibração de lábios	Vibração de língua	/v/	/z/	/ʒ/
Int. Min (dB)	51	52	52	<50	<50	51
Int. Máx (dB)	85	70	71	68	70	71

Para extração da extensão vocal, pesquisa e manutenção do tom ideal, foi utilizado teclado de marca Casio, modelo VL-Tone-VL1. A intensidade foi medida por meio de um decibelímetro de marca RadioSHack modelo 33-2055, a 30 cm da comissura labial do cantor.

Após esse procedimento, os cantores foram treinados individualmente a realizar cada emissão no tom solicitado, intensidade selecionada (variação máxima de 2dB), com mínimo esforço, manutenção da posição da laringe e duração maior ou igual a 10 segundos.

O treino foi realizado com ajuda de um fonoaudiólogo especialista em voz, num primeiro encontro antes da coleta de dados. No dia da coleta de dados as tarefas fonatórias foram repetidas antes do exame, que foi marcado previamente com o cantor e os examinadores.

No dia marcado, os cantores não poderiam estar gripados, com redução no sono, fadiga ou alteração vocal. Para tal, antes de marcar a primeira avaliação, aos sujeitos foram informados os objetivos e as condições da pesquisa.

Todos os cantores foram submetidos à videoestroboscopia para exclusão de doenças laríngeas. O exame foi realizado por um otorrinolaringologista experiente do ambulatório do Grupo de Voz da Divisão de Clínica Otorrinolaringológica do HC-FMUSP.

4.3.2 Coleta e análise dos dados

Os indivíduos foram submetidos à eletroglotografia no Laboratório de Voz e Fala do Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica (CEFAC).

Durante a execução das avaliações, solicitou-se aos sujeitos que emitissem a vogal /ε/ prolongada e as vibrações sonorizadas de língua e lábios pelo maior tempo possível, na frequência (5º tom acima do mais grave) e intensidades solicitadas (menor das máximas e maior das mínimas), nos mesmos padrões do treino feito previamente.

A frequência foi controlada pelo próprio cantor, por meio do mesmo teclado utilizado no treino e a intensidade por meio do decibelímetro à 30 cm da comissura labial, controlada por uma fonoaudióloga dentro da sala de exame.

A comparação foi intrasujeitos. Da mesma forma, que as emissões de intensidade fraca, as de intensidade forte foram comparadas somente entre elas.

Para a coleta do sinal eletroglotográfico, os indivíduos foram acomodados em uma cabine acústica dentro de uma sala silenciosa. O eletroglotógrafo utilizado foi o EG2 da *Glottal Enterprises*.

O equipamento foi conectado à interface Behringer BCA2000, ligada a um microcomputador com processador AMD Centron 1.66Gb.

Solicitou-se aos indivíduos que retirassem do pescoço e cabeça qualquer objeto metálico e que sentassem de forma ereta, numa cadeira com posicionador de cabeça. Para segurança dos sujeitos, foi posicionado sob a cadeira um tapete de borracha.

A região do pescoço foi higienizada com papel seco do tipo “toalha”. Aplicou-se uma camada fina de gel condutivo hipoalergênico nos eletrodos (*Spectra 360 Parker Laboratories*), que foram acoplados na região das alas da cartilagem tireóidea e presos com uma fita de velcro envolvendo todo o pescoço. Para certificar que os eletrodos estivessem em posicionamento adequado, foram solicitadas as tarefas fonatórias (emissão da vogal prolongada e da vibração sonorizada de língua) e verificada a presença de luz verde na posição central da opção *Electrode Placement/Laryngeal Movement*. A presença do sinal foi verificada por meio do indicador *Signal*.

Para a gravação do sinal, foi selecionada a opção de sinal VFCA (*Vocal Fold Contact Area*) e a opção de ganho alto ou baixo do aparelho foi determinada por meio do monitoramento do sinal pelo indicador *Signal*.

O sinal foi registrado e editado no computador por meio do Software Soundforge 7.0 em frequência de amostragem de 22.050Hz e resolução de 16bits, com extensão wav.

As amostras eletroglotográficas foram submetidas ao processo de filtragem passa-alta com o uso do programa *delay0.bat* (87).

Para a análise, primeiramente, as ondas foram classificadas por duas fonoaudiólogas experientes em análise eletroglotográfica e um engenheiro elétrico, de acordo com a proposta de Vieira (87) como:

1. Livre de ruídos evidentes
2. Intensidade aumentada, mas com ruídos visíveis
3. Excitação irregular
4. Impossível de análise numérica

Numa segunda etapa, as amostras foram analisadas por três fonoaudiólogas experientes em análise acústica para fazer a inspeção da periodicidade do sinal eletroglotográfico, no que se refere à forma da onda e à amplitude.

Para isso extraiu-se imagens do *SoundForge* por meio do “*PrintScreen*” do computador. Foram selecionados de cada tarefa, os trechos de maior estabilização da onda em um zoom de 1:2 e 1:8 para os sujeitos de gênero masculino e 1:4 e 1:16 para os de gênero feminino, conforme Figura 3 e 4

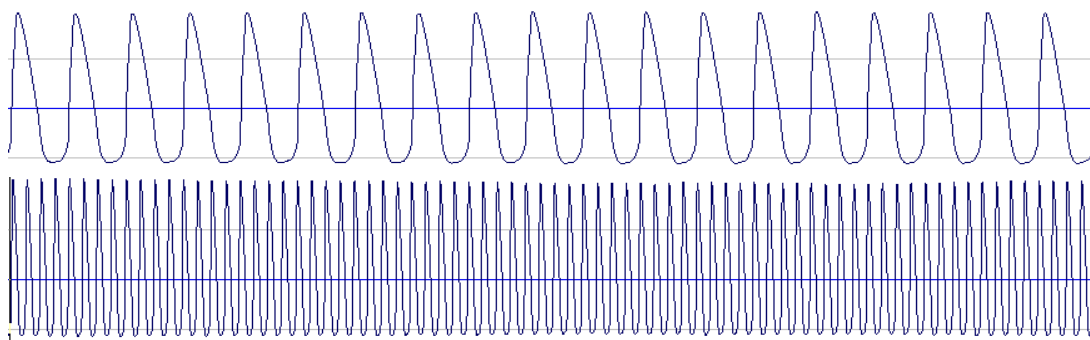


Figura 3: Ondas eletroglotográficas da emissão da vogal /ε/ em forte intensidade de sujeito de gênero masculino, num zoom de 1:2 e 1:8

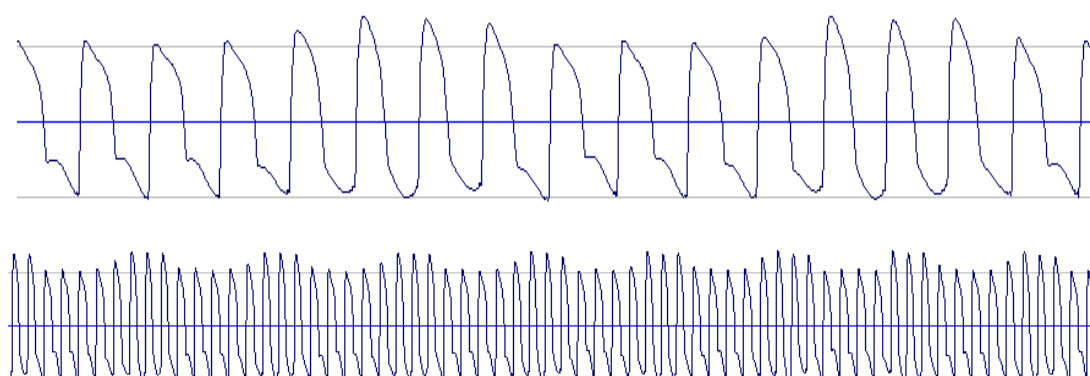


Figura 4: Ondas eletroglotográficas da emissão de vibração sonorizada de língua em forte intensidade de sujeito de gênero feminino, em zoom de 1:4 e 1:16.

As imagens foram editadas no software “*Paint*” e coladas no “*Word*”. Os zooms mais próximos (1:2 ou 1:4) foram colados imediatamente abaixo dos mais distantes (1:8 ou 1:16), conforme Figuras 3 e 4, seguidos de protocolo de análise (Anexo 2). A ordem dos sujeitos e das tarefas fonatórias foi distribuída por meio de sorteio, para que os juízes não tivessem conhecimento da tarefa fonatória analisada. As ondas Lx representativas de emissões fortes, foram analisadas separadamente das fracas. Foram repetidas 10% do total das imagens analisadas para verificação da confiabilidade das respostas dos juízes. Assim, apresentou-se aos juízes apostila, contendo 33 grupos de análises em cada intensidade de

emissão, totalizando 132 imagens a serem observadas por cada juiz (Anexo 2).

Antes da análise visual, os juízes foram treinados de acordo com o conceito exposto abaixo. Para o treinamento, foram utilizadas ondas eletroglotográficas de 3 sujeitos excluídos da pesquisa.

A inspeção da onda Lx deveria ser feita de acordo com os seguintes critérios:

- Periodicidade:
 - Periódica: todas as ondas apresentam os mesmos padrões em sua forma, conforme exemplo na Figura 5.

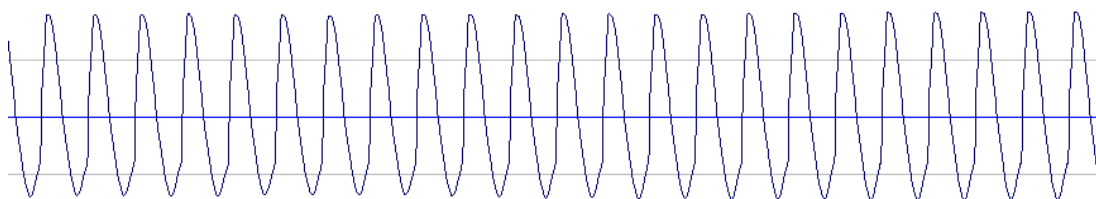


Figura 5: Exemplo de onda periódica

- Quase-periódica: as ondas se diferem entre si, mas no decorrer do tempo seguem o mesmo padrão, conforme exemplo na Figura 6.



Figura 6: Exemplo de onda quase-periódica

- Aperiódica: as ondas não seguem um padrão.

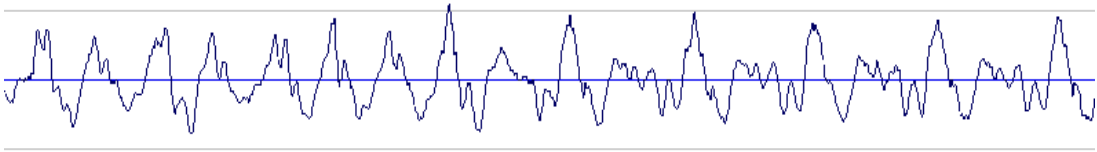


Figura 7: Exemplo de onda aperiódica

- Oscilação periódica de amplitude
 - Não: não há oscilação de amplitude ou esta não se repete durante o tempo, conforme exemplo na Figura 8.

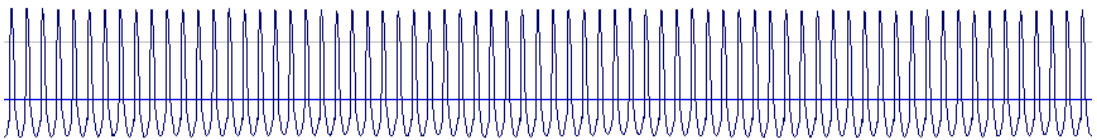


Figura 8: Exemplo de ausência de oscilação periódica de amplitude

- Sim: a amplitude é oscilante em maior e menor e tem um comportamento repetitivo durante o tempo (figura 9).

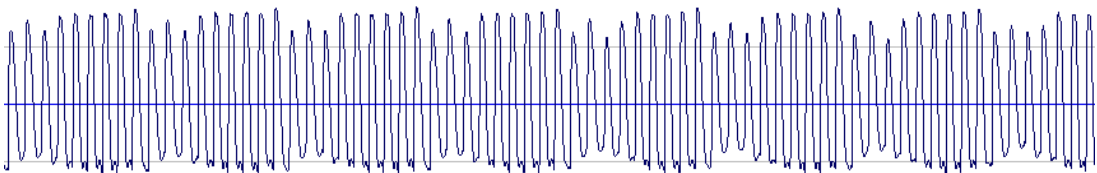


Figura 9: Presença de oscilação periódica de amplitude

Além disso, foram apresentados também a esses 3 profissionais, espectrogramas de banda estreita para a observação dos harmônicos gerados pela onda Lx (Anexo 3). Os espectrogramas do sinal eletroglotográfico foram extraídos do software Voice Analyses 2.0, criado pelo Engenheiro Dr. Arlindo Neto Montagnoli.

Os juízes deveriam definir se os harmônicos vistos nos espectrogramas eram os múltiplos da frequência fundamental, ou se estavam dispostos abaixo dessa, conforme exemplos nas Figuras 10 e 11.

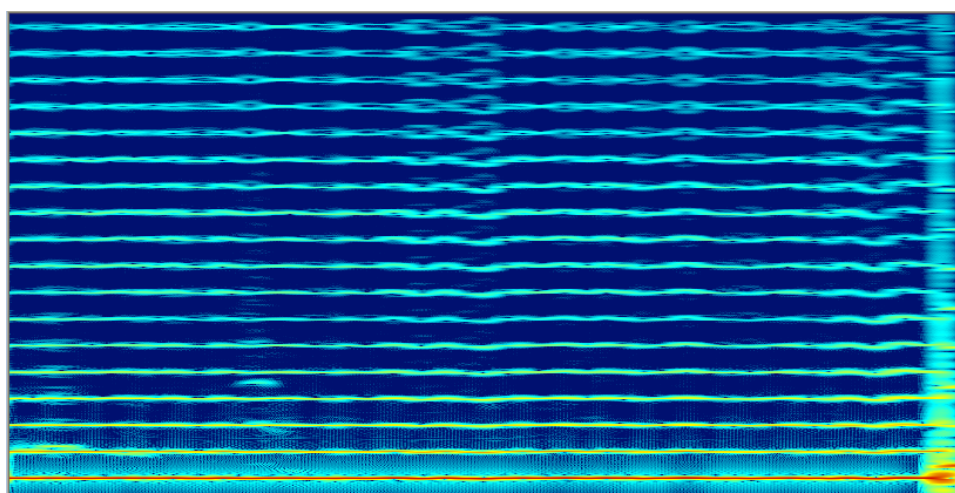


Figura 10: exemplo de espectrograma que contenha harmônicos da frequência fundamental

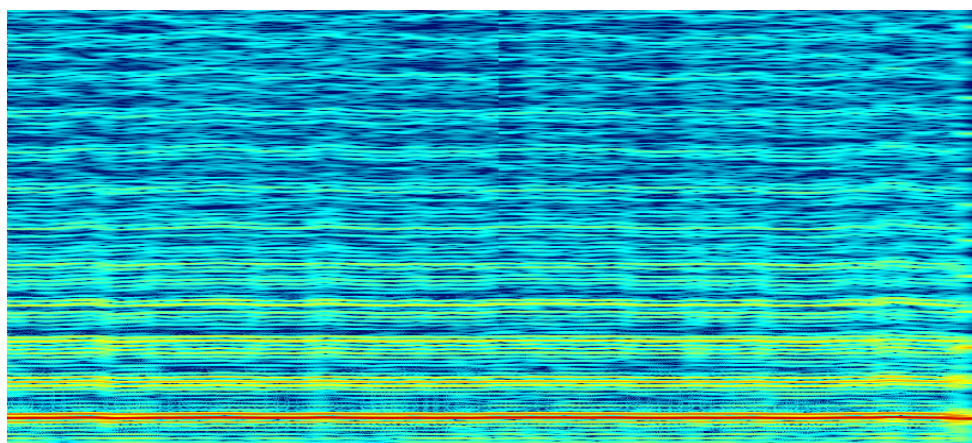


Figura 11: exemplo de espectrograma com harmônicos de frequência abaixo da fundamental

Foram extraídas as frequências de oscilação periódica de amplitude e da diferença dos harmônicos abaixo da frequência fundamental, quando esses foram determinados pelos juízes.

Além das análises anteriores, foram extraídas as medidas automáticas dos sinais eletroglotográficos que tiveram nota 1 e 2 na primeira etapa.

Para a extração das medidas automáticas, foi utilizado o instrumento desenvolvido por Vieira (87), disponibilizado para essa pesquisa. As medidas extraídas foram: *Jitter* (perturbação da frequência) e *Shimmer Peak* (perturbação da amplitude), valores que traduzem a inspeção da onda realizada pelas três juízas fonoaudiólogas.

4.3 Análise estatística:

Para análise dos resultados, foi adotado o nível de significância de 5% (0,050), na aplicação dos testes estatísticos.

Foi utilizado o programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences), na versão 17.0, para obtenção dos resultados. O teste utilizado para a análise das medidas automáticas foi o *Friedman*, para verificar diferenças entre /ɛ/, vibração sonorizada de lábios e língua. Nos casos em que a diferença foi significativa estatisticamente, foi aplicado o *Teste dos*

Postos Sinalizados de Wilcoxon, com o intuito de identificar os tipos que diferem entre si.

Na avaliação dos avaliadores foi aplicado o Teste da Estatística Alfa de Cronbach (ou Teste de Cronbach), para a verificação do nível de confiabilidade em termos da chamada “consistência interna” dos valores observados.

Como os valores do Teste de Cronbach foram de confiabilidade elevada (entre 0,7 e 1,0), conforme os valores das tabelas 3 e 4, foi sorteado um dos avaliadores para que este viesse ser o fornecedor de dados. O avaliador sorteado foi o de número 1. O teste de Friedman foi utilizado para análise dos dados.

Tabela 3: Teste de confiabilidade entre avaliadores (Teste de Cronbach) para fortes intensidades

Aspecto	Coefficiente Alfa de Cronbach	p
Vogal /e/ sustentada Periodicidade	> 0,999	< 0,001
Vibração sonorizada de lábios Periodicidade	> 0,999	< 0,001
Vibração sonorizada de língua Periodicidade	> 0,999	< 0,001
Vogal /e/ sustentada Amplitude	0,750	0,006
Vibração sonorizada de lábios Amplitude	0,905	< 0,001
Vibração sonorizada de língua Amplitude	> 0,999	< 0,001
Vogal /e/ sustentada Espectrograma	> 0,999	< 0,001
Vibração sonorizada de lábios Espectrograma	> 0,999	< 0,001
Vibração sonorizada de língua Espectrograma	> 0,999	< 0,001

Tabela 4: Teste de confiabilidade entre avaliadores (Teste de Cronbach) para fracas intensidades

Aspecto	Coefficiente Alfa de Cronbach	p
Vogal /e/ sustentada Periodicidade	0,950	< 0,001
Vibração sonorizada de lábios Periodicidade	> 0,999	< 0,001
Vibração sonorizada de língua periodicidade	0,409	0,163
Vogal /e/ sustentada Amplitude	0,812	0,001
Vibração sonorizada de lábios Amplitude	0,841	< 0,001
Vibração sonorizada de língua Amplitude	0,832	0,001
Vogal /e/ sustentada Espectrograma	0,750	0,006
Vibração sonorizada de lábios Espectrograma	0,950	< 0,001
Vibração sonorizada de língua Espectrograma	> 0,999	< 0,001

5. RESULTADOS:

5.1. Análise perceptivo-visual

As vibrações sonorizadas de língua e lábios tiveram comportamentos semelhantes entre si, que as diferem da vogal /ε/ sustentada, no que se refere à representação visual da onda Lx e análise do espectrograma, tanto nas fortes como nas fracas intensidades, conforme descrição a seguir:

5.1.1 Periodicidade

Forma de onda periódica para emissão da vogal /ε/ prolongada.
(exemplo figura 5)

Forma de onda quase-periódica para emissão das vibrações sonorizadas de lábios e de língua (exemplo figura 6)

Tabela 5: análise perceptivo-visual da periodicidade da onda Lx em fortes intensidades

Variável	Periodicidade	Freq	Percentual	p
/ε/ sustentada	Periódica	10	100	
	Quase-periódica	0	0	
Vibração sonorizada de lábios	Periódica	0	0	< 0,001
	Quase- periódica	10	100	
Vibração sonorizada de língua	Periódica	0	0	
	Quase- periódica	10	100	

Tabela 6: análise perceptivo-visual da periodicidade da onda Lx em fracas intensidades

Variável	Periodicidade	Freq	Percentual	p
/ɛ/ sustentada	Periódica	7	70	0,001
	Quase-periódica	3	30	
Vibração sonorizada de lábios	Periódica	0	0	
	Quase-periódica	10	100	
Vibração sonorizada de língua	Periódica	0	0	
	Quase-periódica	10	100	

5.1.2 Amplitude

Ausência de oscilação periódica de amplitude para /ɛ/ sustentada (figura 8)

Presença de oscilação periódica de amplitude para vibrações sonorizadas de lábios e de língua (figura 9). Média de 24,4Hz e 24,7Hz nas fortes intensidades e 23,3Hz e 24,3Hz nas fracas intensidades.

Tabela 7: análise perceptivo-visual da amplitude da onda Lx em fortes intensidades

Variável	Oscilação de amplitude	Freq	Percentual	p
/ɛ/ sustentada	Sim	0	0	< 0,001
	Não	10	100	
Vibração sonorizada de lábios	Sim	10	100	
	Não	0	0	
Vibração sonorizada de língua	Sim	10	100	
	Não	0	0	

Tabela 8: análise perceptivo-visual da amplitude da onda Lx em fracas intensidades

Variável	Oscilação de amplitude	Freq	Percentual	p
/ɛ/ sustentada	Não	7	70	0,001
	Sim	3	30	
Vibração sonorizada de lábios	Não	0	0	
	Sim	10	100	
Vibração sonorizada de língua	Não	0	0	
	Sim	10	100	

5.1.3 Espectrografia

Presença de harmônicos múltiplos da F0, na emissão da vogal /ɛ/ sustentada (figura 10)

Presença de harmônicos de baixa frequência na emissão das vibrações sonorizadas de lábios e língua (figura 11) com médias entre os harmônicos de 23,7Hz e 24 Hz para fortes intensidades e 23,7 Hz e 23,2 Hz nas fracas intensidades.

Tabela 9: análise perceptivo-visual do espectrograma de banda estreita da onda Lx em fortes intensidades

Variável	Diferença dos Harmônicos	Freq	Percentual	p
/ɛ/ sustentada	F0	10	100	< 0,001
	Baixa Frequência	0	0	
Vibração sonorizada de lábios	F0	0	0	
	Baixa Frequência	10	100	
Vibração sonorizada de língua	F0	0	0	
	Baixa Frequência	10	100	

Tabela 10: análise perceptivo-visual do espectrograma de banda estreita da onda Lx em fracas intensidades

Variável	Diferença dos Harmônicos	Freq	Percentual	p
/ɛ/ sustentada	F0	10	100	< 0,001
	Baixa Frequência	0	0	
Vibração sonorizada de lábios	F0	0	0	
	Baixa Frequência	10	100	
Vibração sonorizada de língua	F0	0	0	
	Baixa Frequência	10	100	

5.2 Medidas automáticas

Todas as ondas eletroglotográficas estavam entre as notas 1 e 2, de acordo com os critérios de Vieira (87), e estavam portanto, aptas para a extração de medidas automáticas.

Abaixo, nas Tabelas 11 e 12 estão listados os resultados da extração de jitter e shimmer da onda eletroglotográfica.

5.2.1 Fracas intensidades

Tabela 11: Jitter e Shimmer nas fracas intensidades

Medida	Tarefa	N	Média	Desvio-padrão	Mín	Máx	Mediana	(p)
Shimmer – Média	/ε/ sustentada	10	3,72	3,57	0,61	10,65	2,02	
	vibração sonorizada de lábios	10	18,23	8,79	3,55	32,08	18,35	0,007
	vibração sonorizada de língua	10	19,31	12,46	1,98	36,00	20,49	
Jitter – Média	/ε/ sustentada	10	0,23	0,05	0,17	0,34	0,23	
	vibração sonorizada de lábios	10	2,94	1,20	1,66	5,47	2,82	< 0,001
	vibração sonorizada de língua	10	3,46	0,75	2,65	5,27	3,40	

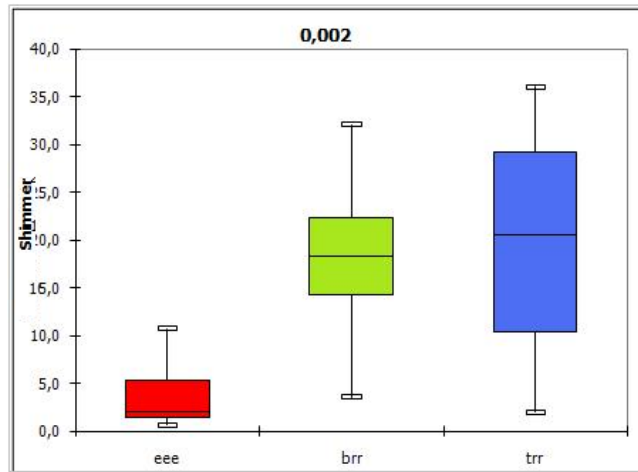


Figura 12: Gráfico de caixa *shimmer*, durante a execução da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua em fraca intensidade. Cada caixa representa mediana, intervalos interquartis e valores extremos dentro de uma categoria. Valor de *p* obtido do (Friedman)

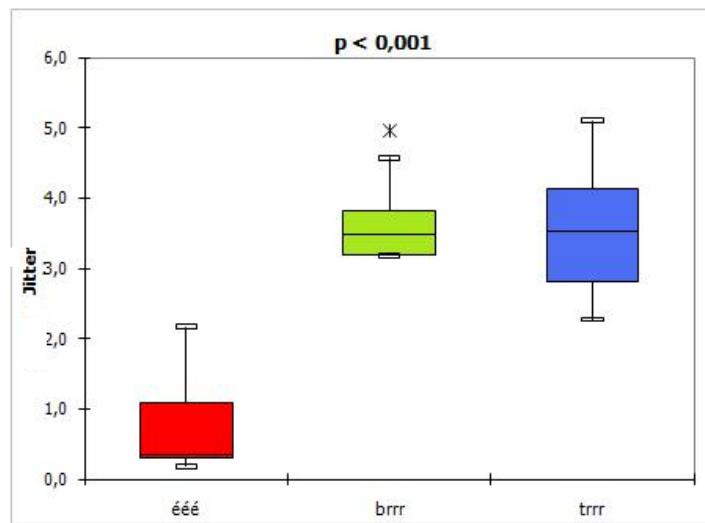


Figura 13: Gráfico de caixa do *jitter*, durante a execução da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua em fraca intensidade. Cada caixa representa mediana, intervalos interquartis e valores extremos dentro de uma categoria. *Outliers* são representados por asteriscos. Valor de *p* obtido por meio do *Friedman*

Tabela 12: Comparação das medidas automáticas de valores significantes, entre os pares de vibração de lábios e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vibração de lábios, na emissão de fraca intensidade (Postos Sinalizados de Wilcoxon)

Medida	Pares	p
<i>Shimmer</i>	vibração sonorizada de lábios-vogal sustentada	0,009
	vibração sonorizada de língua-vogal sustentada	0,009
	vibração sonorizada de língua-vibração sonorizada de lábios	0,575
<i>Jitter</i>	vibração sonorizada de lábios-vogal sustentada	0,007
	vibração sonorizada de língua-vogal sustentada	0,005
	vibração sonorizada de língua-vibração sonorizada de lábios	0,575

5.2.2 Fortes intensidades

Tabela 13: Medidas automáticas eletroglotográficas: número de amostras, média, desvio padrão, diferenças mínima e máxima, mediana e significância entre as emissões em forte intensidade da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua (Freadman).

Medida	Tarefa	N	Média	Desvio-padrão	Mín	Máx	Mediana	p
<i>Shimmer</i>	/ε/ sustentada	10	0,65	0,46	2,59	0,74	0,65	
	vibração sonorizada de lábios	10	12,07	2,76	32,16	6,94	12,07	0,001
	vibração sonorizada de língua	10	6,55	2,77	22,58	8,49	6,55	
<i>Jitter</i>	/ε/ sustentada	10	0,23	0,05	0,17	0,34	0,23	
	vibração sonorizada de lábios	10	2,94	1,20	1,66	5,47	2,82	< 0,001
	vibração sonorizada de língua	10	3,46	0,75	2,65	5,27	3,40	

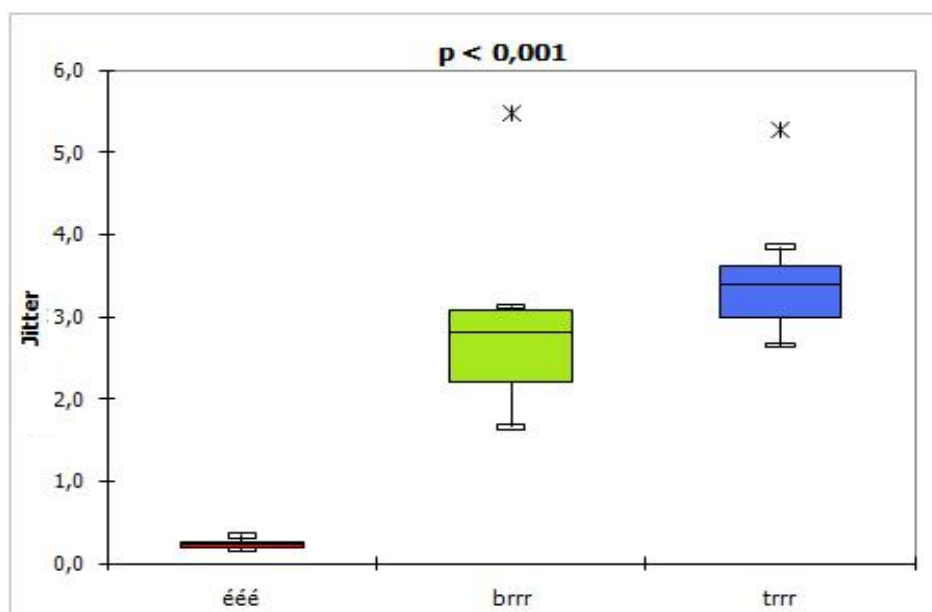


Figura 14: Gráfico de caixa do *shimmer*, durante a execução da vogal /ε/ sustentada, vibração de lábios e vibração de língua em forte intensidade. Cada caixa representa mediana, intervalos interquartis e valores extremos dentro de uma categoria. *Outliers* estão representados como asteriscos. Valor de p obtido do *Friedman*

Tabela 14: Comparação das medidas automáticas de valores significantes, entre os pares de vibração de lábios e vogal /ε/ sustentada, vibração de língua e vogal /ε/sustentada, vibração de língua e vibração de lábios, na emissão de forte intensidade (Postos Sinalizados de Wilcoxon)

Medida	Pares	P
<i>Shimmer</i>	vibração sonorizada de lábios-vogal sustentada	0,005
	vibração sonorizada de língua-vogal sustentada	0,005
	vibração sonorizada de língua-vibração sonorizada de lábios	0,241
<i>Jitter</i>	vibração sonorizada de lábios-vogal sustentada	0,005
	vibração sonorizada de língua-vogal sustentada	0,005
	vibração sonorizada de língua-vibração sonorizada de lábios	0,241

6 DISCUSSÃO:

Quanto à análise eletroglotográfica em cantores profissionais, as vibrações sonorizadas de língua e lábios mostraram comportamentos semelhantes entre si e que as diferenciam da emissão da vogal /ε/ sustentada, tanto nas fortes como nas fracas intensidades.

Embora tenha sido um estudo exploratório com apenas 10 sujeitos, as evidências foram muito fortes e por isso acreditamos que os resultados seriam semelhantes mesmo diante de uma amostra maior.

A diferença dos exercícios entre a emissão da vogal sustentada foi tão clara na análise perceptivo-visual que os avaliadores tiveram nível de concordância perto de 0,9 no teste de Cronbach, na maior parte as análises.

Quanto à periodicidade, os juízes descreveram o sinal eletroglotográfico como periódico, ou seja, que mantém o mesmo padrão no decorrer do tempo para a emissão da vogal /ε/ (figura 5) e quase-periódico durante a produção dos exercícios de vibração sonorizada, de forma que as ondas se diferem entre si, mas no decorrer do tempo seguem o mesmo padrão (figura 6). A leitura da onda Lx está de acordo com os resultados de medida automática de jitter, que se mostra maior na execução dos exercícios do que na emissão da vogal sustentada.

Cordeiro e col. encontraram variação do coeficiente de contato durante a execução dos exercícios (17, 29). Além disso, os autores relataram dificuldade na sincronização da luz estroboscópica durante as vibrações sonorizadas. Nossos resultados colaboram com a primeira

hipótese desses autores que discutiram a possibilidade da não sincronia da luz estroboscópica devido à aperiodicidade do sinal (17).

A execução das vibrações sonorizadas de lábios e língua exige o aumento do fluxo de ar pulmonar para que se mantenha tanto a vibração das pregas vocais, quanto dos lábios ou da língua (14, 37, 39, 73, 91). O aumento do fluxo de ar pode levar a aperiodicidade de vibração das pregas vocais (65, 92).

Descrever a fonação pela equação de Bernoulli implica em assumir que o fluxo glótico se comporta de forma unidirecional, estável e previsível (52), o que não explicaria completamente nossos resultados. Por isso, procuraremos argumentar a produção dos exercícios de vibração sonorizada de língua e lábios por meio das teorias de vibração glótica de acordo com a mecânica dos fluídos, estudadas mais atualmente na literatura.

Alguns autores referem que o som produzido pela laringe não é linear (41, 42, 60, 65, 93), de modo que quando a pressão subglótica excede o valor da pressão ótima fonatória, o ciclo perde a regularidade (65).

A falta de linearidade dos ciclos fonatórios é explicada na literatura pelo efeito de coanda (45, 50, 52, 59) e/ou pela presença de vórtices nas regiões glótica (47, 66, 94, 95) e supraglótica (47, 60-62, 96). Esses efeitos são acentuados com o aumento do fluxo de ar (50, 53, 61, 62).

O efeito de Coanda é a tendência do fluído - no caso da vibração glótica, o ar - a aderir à superfície sólida, principalmente se esta for convexa,

e mudar o seu percurso de acordo com sua forma (49-51, 58, 59). Durante o efeito de coanda, as camadas de ar mais afastadas da superfície viajam mais rapidamente do que as mais próximas (58). O fluido lança uma força na superfície e, de acordo com a terceira lei de Newton, toda força aplicada, gera outra de mesmo módulo, mesma direção e sentido oposto (53, 55). Assim, acreditamos que a força do ar exercida pelo efeito de coanda no momento em que as pregas vocais estão fechadas, levaria à separação das pregas vocais (46) e a pressão negativa causada pela velocidade maior das moléculas adjacentes às moléculas aderidas à superfície, co-atuando, supostamente, à terceira lei de Newton, seriam responsáveis pela fase de fechamento.

Vorticidade é a tendência do sistema a equilibrar as diferenças de pressões de áreas vizinhas, o que leva o fluido a fazer movimentos circulares. Normalmente os vórtices acontecem quando a velocidade do fluxo atinge valores acima de certo limite, que depende da natureza e temperatura do fluido(53). Esses turbilhões de ar são caracterizados por pressões estáticas negativas (65) e, nas pregas vocais, sua presença produz uma força adicional no fechamento (60, 65), além de um fluxo instável na saída da glote (94, 95). Os vórtices são encontrados principalmente na fase divergente do ciclo glótico (62, 94-96).

Em nosso estudo, durante a vibração sonorizada de lábios e língua, notamos variação da onda Lx que se repete ao longo do tempo, sustentando a ideia de que há oscilação do fluxo de ar na glote, o que

poderia levar à variação da intensidade dos efeitos descritos acima, resultado em forma de onda quase-periódica.

Além disso, diferentemente da representação gráfica da emissão da vogal, as ondas Lx dos exercícios de vibração sonorizada obtiveram oscilação periódica de amplitude, ou seja, durante a execução dos exercícios, a amplitude da onda variava entre grande e pequena, de forma periódica conforme a Figura 9. Os resultados de *shimmer* apóiam a observação dos juízes já que mostram diferença entre os grupos de emissão da vogal sustentada, vibração de lábios e vibração de língua com significativo valor p de 0,007 e 0,001 para emissão de fracas e fortes intensidades. Ao aplicar teste de *postos sinalizados de Wilcoxon*, achou-se diferenças da vibração sonorizada de língua com a vogal /ε/ e de vibração sonorizada de lábios com a vogal /ε/, sem, no entanto, haver diferenças entre os exercícios de vibração.

Vale ressaltar que a amplitude de onda da eletroglotografia, e consequentemente o *shimmer*, têm significados diferentes da análise acústica (97). Na análise acústica, essa medida tem relação com a intensidade de voz. Na eletroglotografia, está relacionada à condutância elétrica da laringe, e quanto maior o sinal eletroglotográfico, maior o contato entre as pregas vocais (87). Essa variável é muito sensível à periodicidade do sinal mesmo diante de leves alterações (98).

Como há oscilação periódica na amplitude de vibração, pode-se então presumir que durante a vibração sonorizada de língua e lábios, a área de contato das pregas vocais se torna oscilante.

Em fortes intensidades, a periodicidade da oscilação de amplitude nas vibrações sonorizadas de lábios foi de 24,4 Hz e 24,7 Hz para a vibração sonorizada de língua. Nas fracas intensidades, a média foi de 23,3 Hz e 24,3 Hz, para vibração sonorizada de lábios e língua, respectivamente.

Além disso, durante análise dos espectrogramas de banda estreita, foram encontrados harmônicos de baixa frequência (Figura 11), em que a diferença entre um harmônico e outro foi de 23,7 Hz e 24 Hz para vibrações sonorizadas de lábios e língua nas fracas intensidades e 23,7 Hz e 23,2 Hz nas fortes intensidades, próximos aos de oscilação de amplitude.

Os espectrogramas são gráficos tridimensionais gerados a partir da Transformada de Fourier, a qual decompõe um sinal em componentes senoidais. Normalmente o eixo da abscissa representa o tempo, o eixo das ordenadas a frequência e a terceira dimensão indica a amplitude, sendo que, quando o gráfico é apresentado em duas dimensões a amplitude é representada por uma escala de cor.

A Transformada Rápida de Fourier é uma ferramenta matemática eficiente para o estudo de diversos fenômenos da natureza (99) e, na área da voz é utilizada na realização da análise acústica e processamento de sinais no domínio da frequência (6, 99).

Sendo o sinal eletroglotográfico uma onda harmônica, acreditamos que a utilização da Transformada de Fourier possa ser aplicada também para análise da onda Lx. Embora não seja comum na literatura a análise do sinal eletroglotográfico por meio de espectrograma, em nosso trabalho, os resultados da espectrografia são condizentes com os outros parâmetros avaliados.

Assim, como já visto na descrição acima, os valores da diferença entre os harmônicos encontrados nos espectrogramas de banda estreita estão próximos ao da frequência de oscilação de amplitude. Esses, por sua vez, apresentam pouca diferença em relação aos valores encontrados na literatura da frequência de vibração articulatória da língua durante a execução do exercício de vibração sonorizada de língua, que está entre 25 e 35 Hz (14).

Para a execução da vibração de língua e de lábios, há oclusão da parte anterior do trato vocal (língua ou lábios). A pressão oral aumenta e vence a força de oclusão, que é aberta e em seguida “sugada” pela velocidade do fluxo aéreo (14).

Fundamentado na descrição acima, a pressão supraglótica deve oscilar de acordo com a vibração labial ou da língua. Supomos então que a presença de vórtices nessa região deve ser maior quando a pressão intraoral estiver alta e menor, quando estiver baixa. Se a presença de vórtices aumenta o contato das pregas vocais durante o fechamento (47), sua oscilação levaria também a um contato oscilante de pregas vocais, o

que explicaria a variação de amplitude na onda eletroglotográfica e o *shimmer* aumentado.

De acordo com a teoria de interação entre fonte e filtro (74, 100), a pressão acústica do trato vocal, modifica o limiar de pressão fonatória, interferindo na vibração das pregas vocais.

Nessa linha de raciocínio, alguns autores relatam que o objetivo do treinamento vocal é promover a interação entre a fonte e o filtro e assim aumentar a intensidade, eficiência e economia vocal (4). Para esses autores, as vibrações sonorizadas de lábios e língua, fazem parte do conjunto dos exercícios de trato vocal semiocluídos.

Esses exercícios causam uma interação fonte-filtro de ordem mecânica (74, 100), pois promovem a mudança da impedância do trato vocal e assim interferem na vibração cordal (83).

Acreditamos que harmônicos múltiplos de frequência ao redor de 24 Hz com maior amplitude na frequência fundamental, como observado nos resultados desse trabalho, são conseguidos somente diante dos exercícios fonatórios associados à vibração articulatória, que devem causar oscilação de pressão supraglótica. Acreditamos na suposição de Pinho (7, 78), ao considerar esses exercícios como massageadores das pregas vocais, pois a modificação causada na vibração das pregas vocais durante sua execução é grande e de valores semelhantes à oscilação do órgão articulatório.

Já que a distribuição de pressão intraglótica determina a ação da força na parede das pregas vocais (46), presumimos que a oscilação dessa pressão possa ser comparada à massagem na estrutura.

No corpo, a massagem melhora a flexibilidade dos tecidos adjacentes (101) e deve elevar o fluxo sanguíneo na região (12, 78), o que aumentaria o fornecimento de oxigênio, de nutrientes e de hormônios (102), além da remoção de calor e co-produtos metabólicos dos tecidos ativos estimulando o processo de cicatrização, diminuição de edemas e hematomas crônicos (101). Pesquisas podem explorar melhor esses conceitos para que se possa conhecer os reais efeitos nas pregas vocais.

Dessa forma, os exercícios de vibração teriam boa indicação para doenças vocais com necessidade de flexibilização da mucosa, diante de edemas e no pós-cirúrgico tardio, com o intuito de auxiliar na cicatrização.

Baseado nos nossos resultados e nas considerações feitas neste estudo, levantamos a hipótese teórica de que as vibrações sonorizadas acontecem da seguinte forma:

1º. Há obstrução oscilante articulatória (lábios, língua ou outro ponto articulatório).

2º. Aumenta-se o fluxo aéreo pulmonar para manutenção da oscilação articulatória e fonatória.

3°. A pressão intraoral oscila de acordo com a vibração articulatória e o limiar de pressão fonatória é modificado de acordo com essa oscilação.

4°. A vibração das pregas vocais é modificada, então, de acordo com a essa variação de pressão supraglótica, causando nas pregas vocais o mesmo efeito da vibração articulatória, o que podemos levantar a hipótese dos efeitos de “massagem”.

O efeito de coanda e os vórtices podem explicar essa interação. A elevação do fluxo de ar evidencia o efeito de coanda e aumenta a quantidade de vórtices na região intra e supraglótica. Esses fenômenos devem fazer com que a fase de fechamento se mantenha mais firme e com conseqüente elevação no número de harmônicos mais agudos. No entanto, a vibração articulatória, deve fazer com que os vórtices tenham comportamentos também oscilatórios, em todo o trato vocal, de modo que a fase de fechamento cordal varia de acordo com a variação de pressão exercida nessa região. Percebemos nesse trabalho, forte interação entre fonte e filtro, como já levantado por outros autores (4, 16, 17, 27, 29, 74, 83, 100, 103-106).

Os resultados dessa pesquisa comportam a idéia de que a vibração das pregas vocais ocorre de forma complexa e não linear e que pode modificar seu comportamento conforme a ação de determinadas variáveis, de acordo com a definição da teoria do caos (66).

Assim, desde que o fluxo de ar seja constante, o trato vocal livre e a estrutura das pregas vocais estejam em condições adequadas, a vibração da pregas vocais será periódica. Caso haja mudança em uma dessas, ou em outra variável de interferência, a periodicidade será modificada e, dependendo do grau, a vibração torna-se completamente aperiódica. No caso dos exercícios de vibração sonorizada, as modificações ocorrem principalmente pelo aumento do fluxo aéreo e pela obstrução do filtro.

Com base nessas observações acreditamos que o estudo da fisiologia de voz ainda é um campo bastante vasto para pesquisa, inclusive no que se refere ao conhecimento da vibração glótica. Além disso, o crescimento da área de fisiologia do exercício, proporciona ao fonoaudiólogo raciocínio clínico em relação às suas indicações, fornece aos estudiosos da voz dados importantes de fisiologia e favorece o crescimento da área como um todo.

7 CONCLUSÃO:

Quanto à análise da onda Lx, os exercícios de vibração sonorizada de língua e de lábios assemelham-se entre si e se diferenciam da emissão da vogal /ε/ sustentada tanto nas fortes, quanto nas fracas intensidades da seguinte forma:

- A vibração das pregas vocais é mais periódica durante a emissão da vogal sustentada do que na produção dos exercícios, em que se torna quase-periódica.
- Nas vibrações sonorizadas de lábios e de língua a forma e a amplitude da onda Lx se diferenciam entre si, mas com padrão de repetição ao longo do tempo, próximo aos 24 Hz.
- Esse comportamento gera parciais de harmônicos que sugerem movimentação oscilatória de onda mucosa causada pela vibração do ponto articulatório (língua ou lábios).

Anexo 1: Aprovação do Comitê de Ética



Hospital das Clínicas da FMUSP
Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa
CAPPesq

Nº Protocolo: 0907/06

Título: Análise do comportamento glótico: fechamento e amplitude da mucosa cordal durante a vibração sonorizada de lábios

Pesquisador Responsável: Domingos Hiroshi Tsuji

Pesquisador Executante: Gisaine Ferro Cordeiro

Departamento: Oftalmologia e Otorrinolaringologia

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, **APROVOU / TOMOU CIÊNCIA** na sessão datada de 06/06/2012, do(s) documento(s) abaixo mencionado(s):

• Carta datada de 22/11/11:

- Renovação da aprovação do protocolo de pesquisa, que será tese de doutorado da aluna Gisaine Ferro Cordeiro, sob orientação do Prof. Dr. Domingos Hiroshi Tsuji.
- Mudança de Título para: "Análise qualitativa do sinal eletroglotográfico durante a emissão dos exercícios de vibração sonorizada, comparado a vogal sustentada"

A CAPPesq em obediência à Resolução CNS 196/96, solicita ao pesquisador (a) a elaboração de relatório parcial e final.

No caso de relatório parcial é necessário informar o tempo previsto para a conclusão do protocolo e breve resumo dos resultados obtidos.

CAPPesq, 06 de Junho de 2012

PROF. DR. LUIZ EUGÊNIO GARCEZ LEME
Coordenador
Comissão de Ética para Análise de
Projetos de Pesquisa - CAPPesq

**Anexo 2: Apostila enviada para os avaliadores para análise da
onda Lx**

Análise da Onda Eletroglotográfica

Juiz:

Gislaine Cordeiro

Conceitos:

Periodicidade:

- Periódica: todas as ondas apresentam o mesmo padrão
- Quase-periódica: as ondas se diferem entre si, mas no decorrer do tempo seguem o mesmo padrão.
- Aperiódica: as ondas não seguem um padrão.

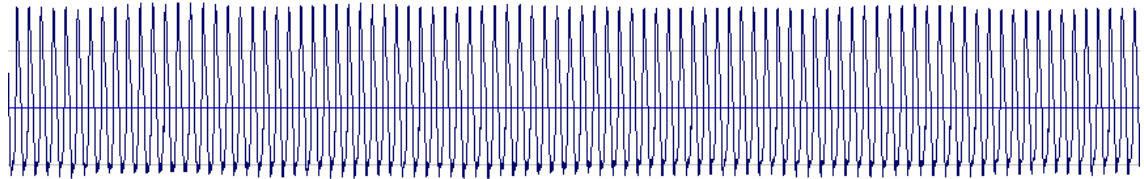
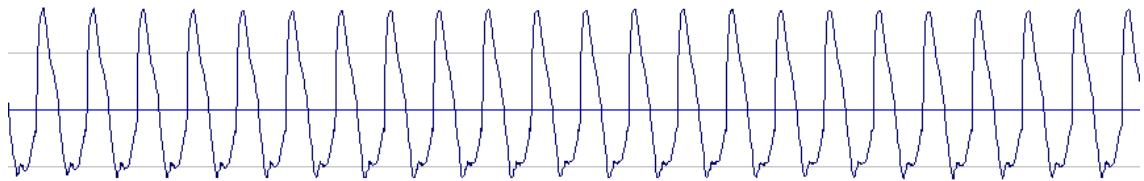
Ruído:

- Não: ruído ausente ou visível, mas que não interfere no sinal para extração de medidas automáticas
- Sim: ruído presente e que pode interferir nos valores durante extração das medidas automáticas.

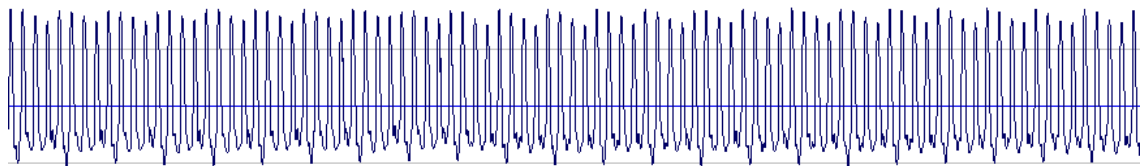
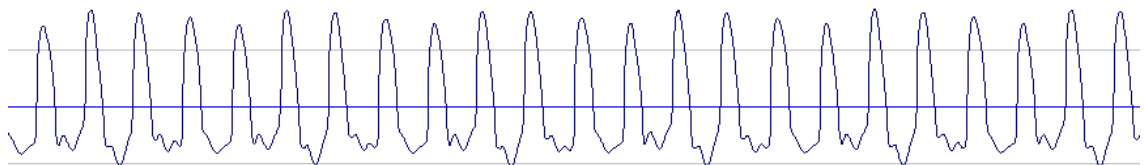
Oscilação periódica de amplitude

- Não: não há oscilação de amplitude ou esta não se repete durante o tempo
- Sim: a amplitude é oscilante em maior e menor e tem um comportamento repetitivo durante o tempo.

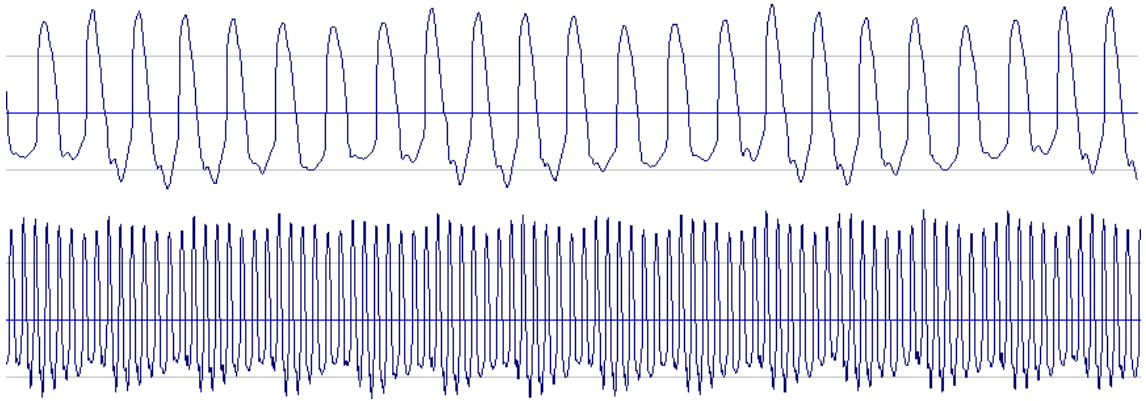
Treino:



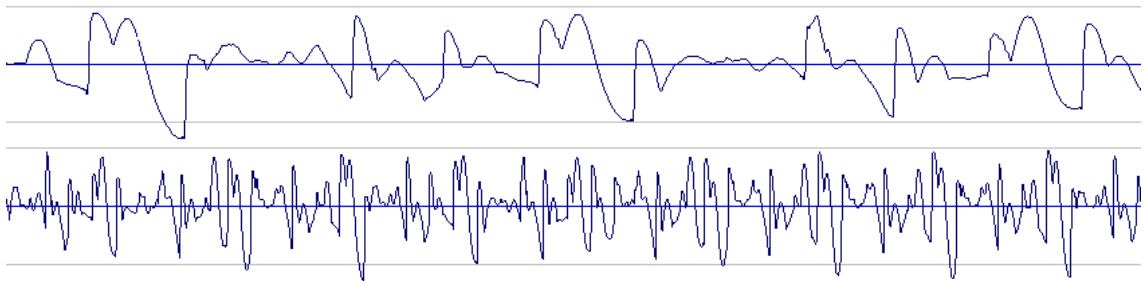
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |



- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |



- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

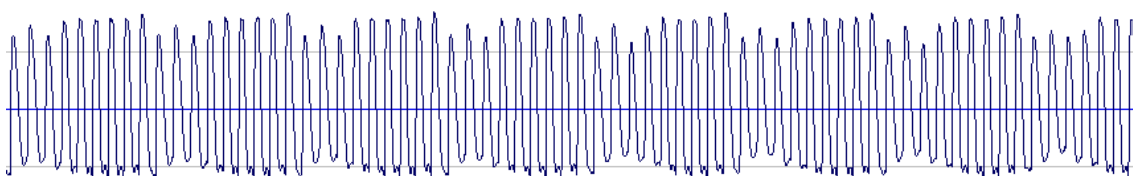
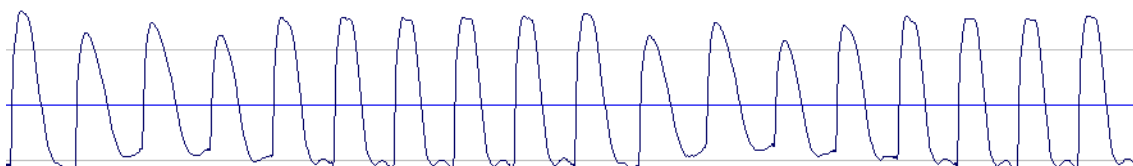


- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

Apostila de análise:

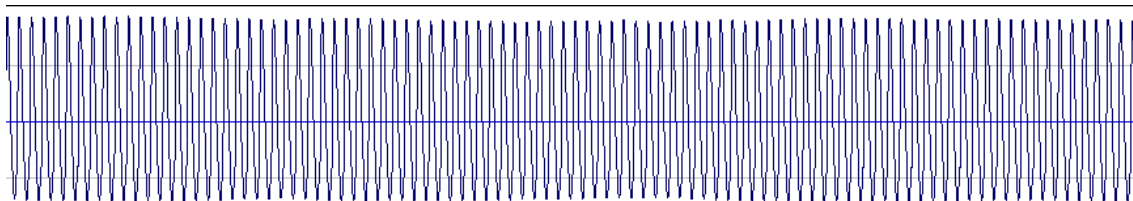
Fortes:

1.



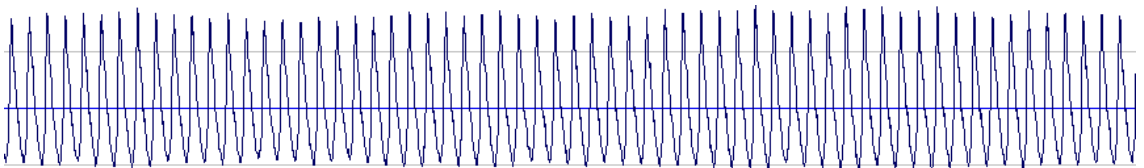
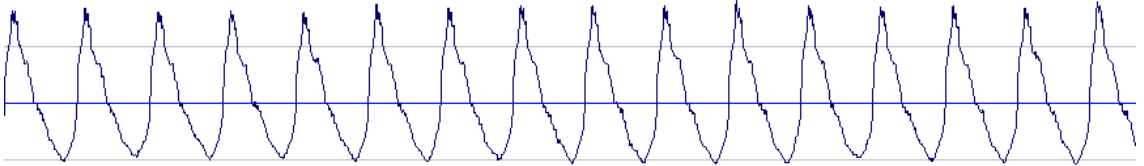
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

2.



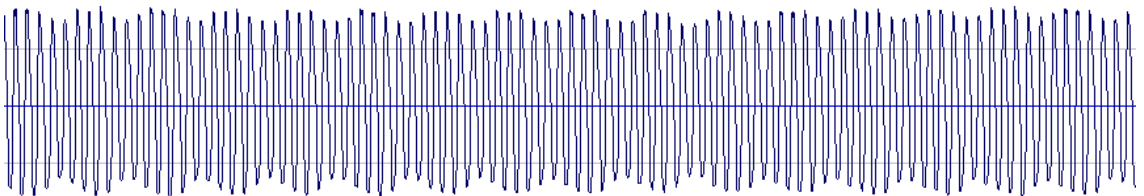
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

3.



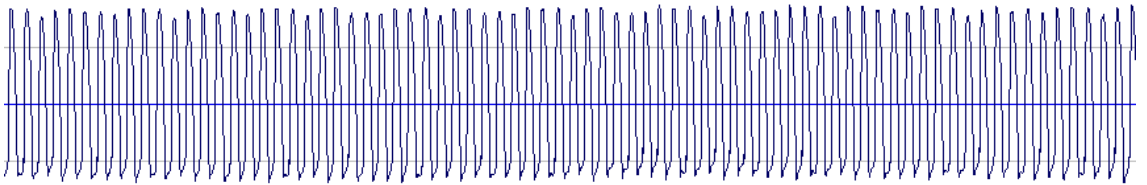
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

4.



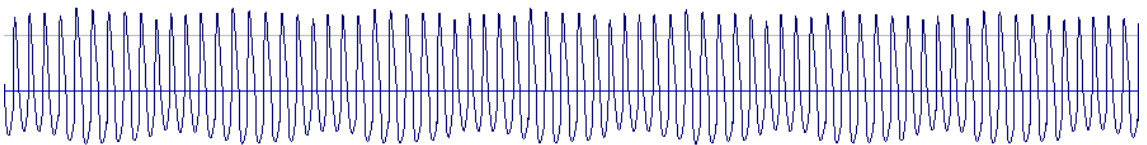
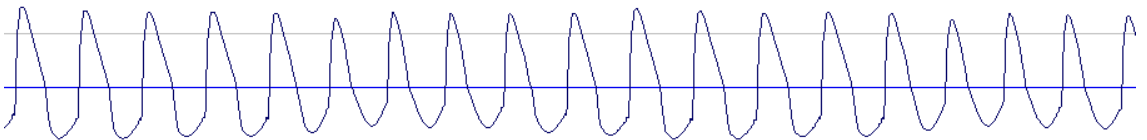
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

5.



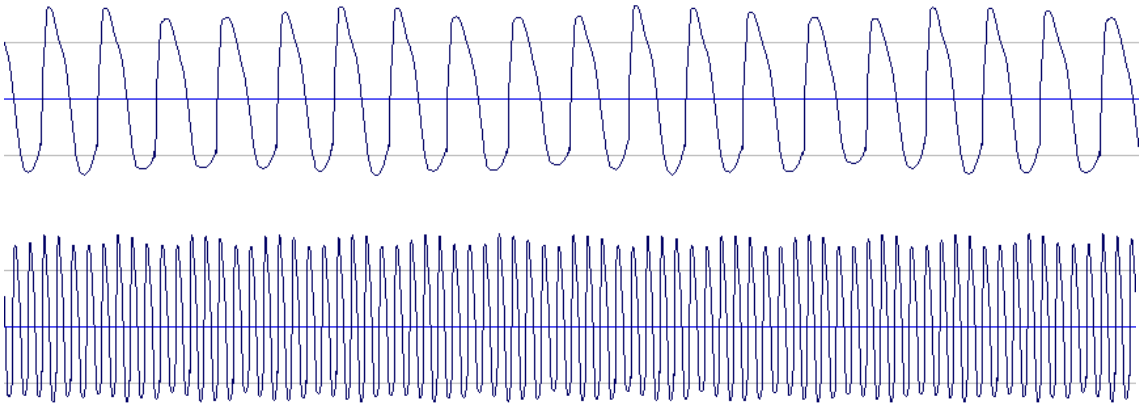
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

6.



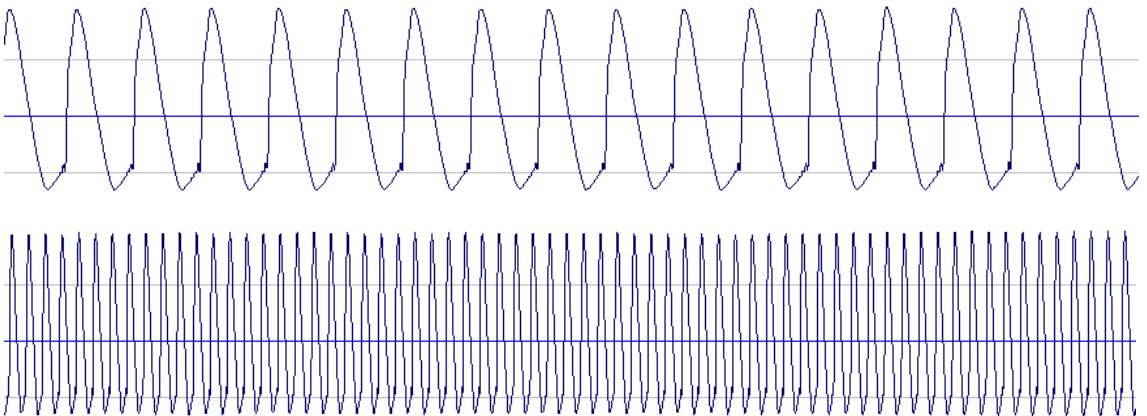
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

7.



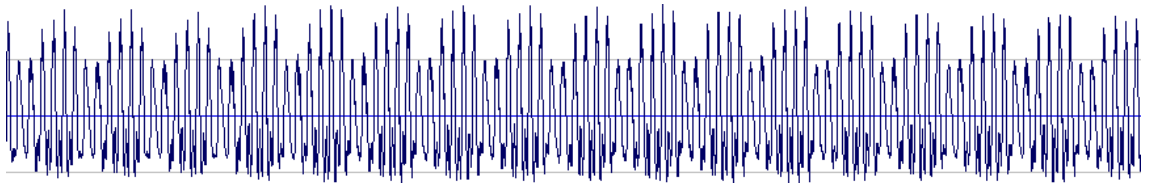
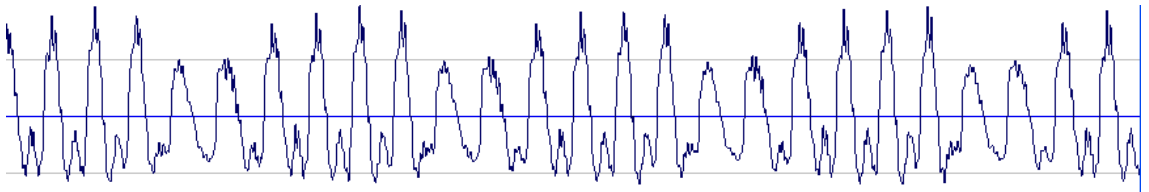
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

8.



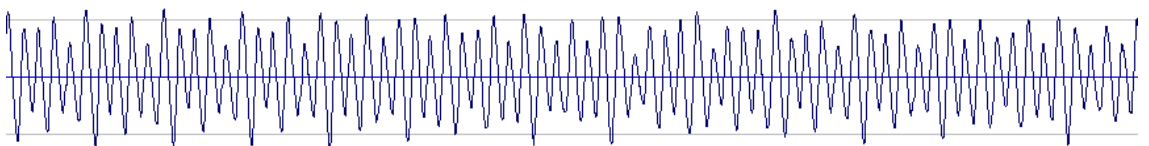
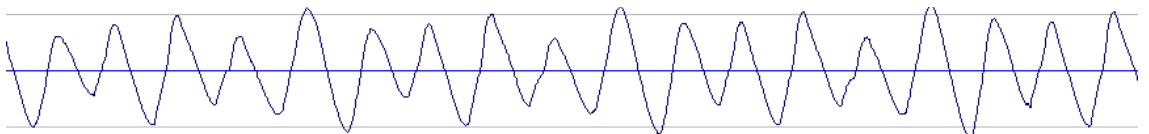
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

9.



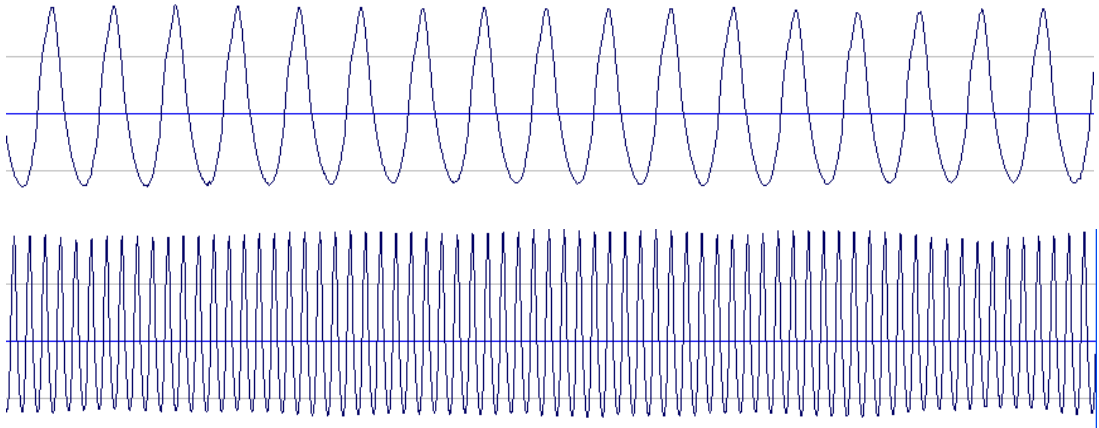
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

10.



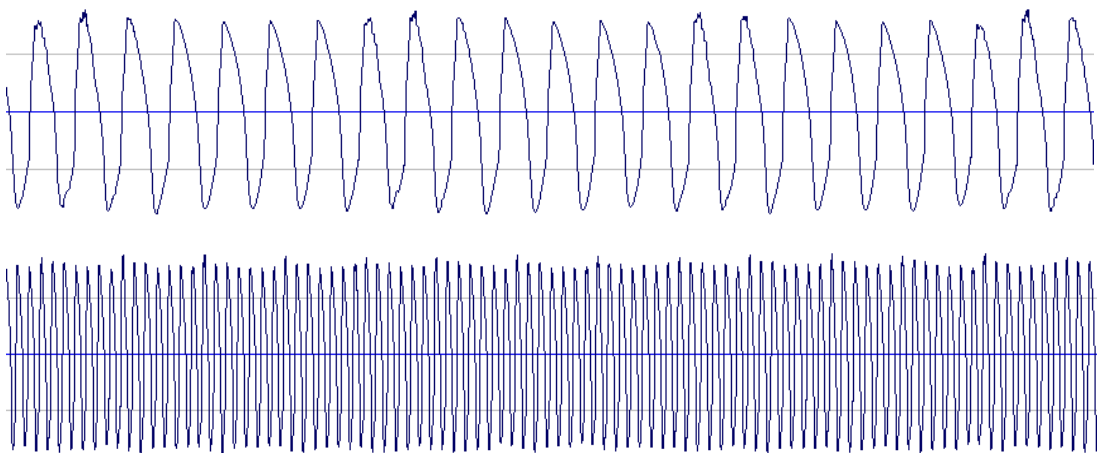
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

11.



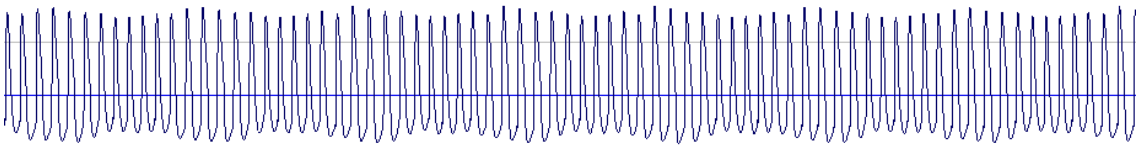
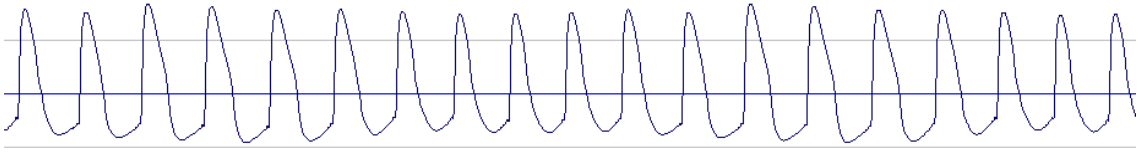
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

12.



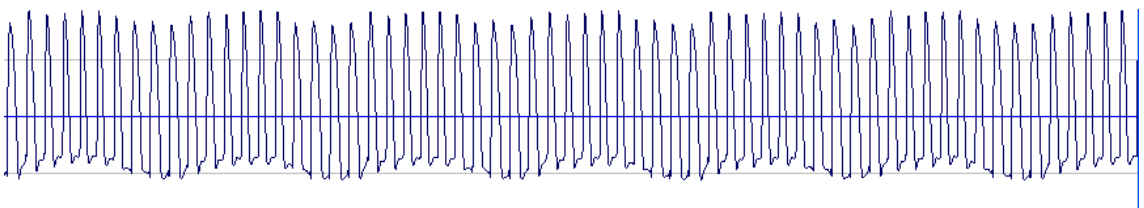
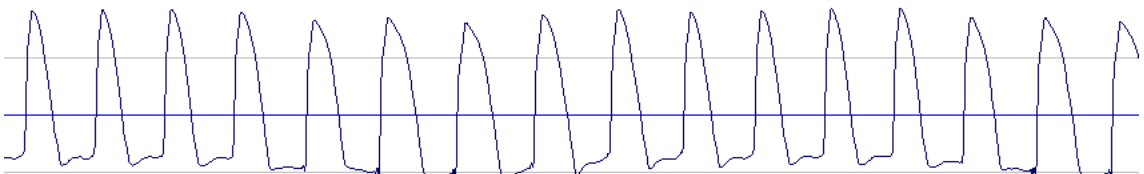
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

13.



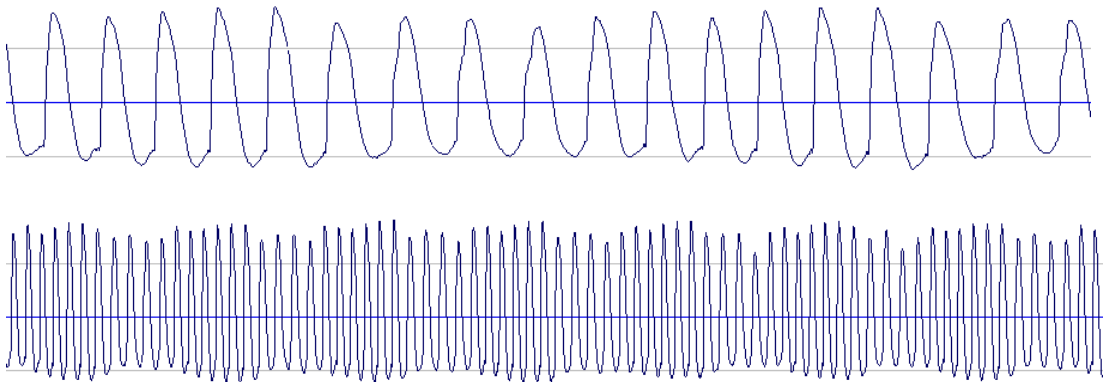
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

14.



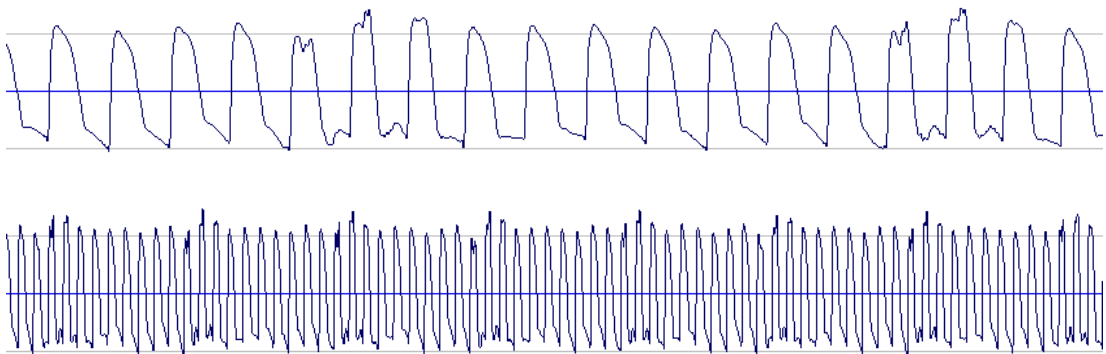
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

15.



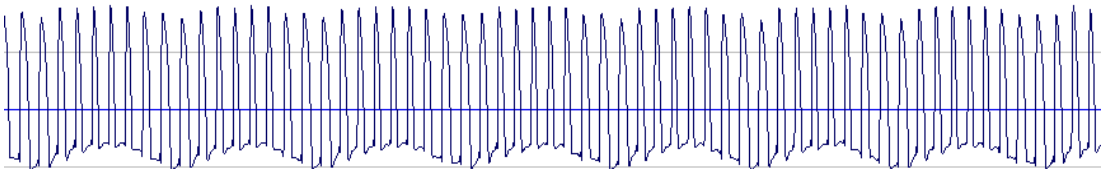
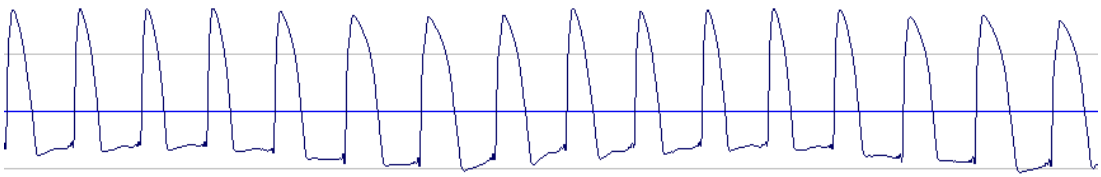
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

16.



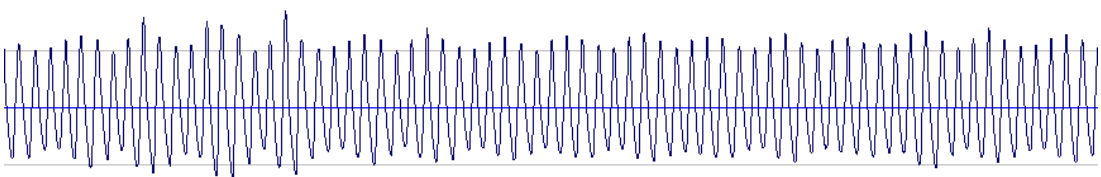
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

17.



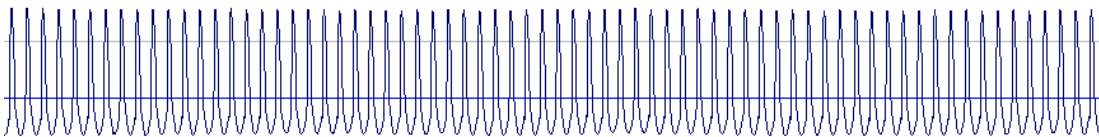
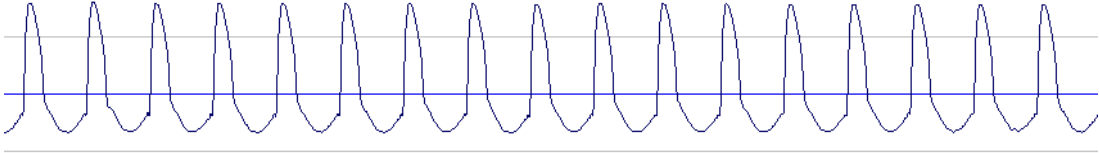
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

18.



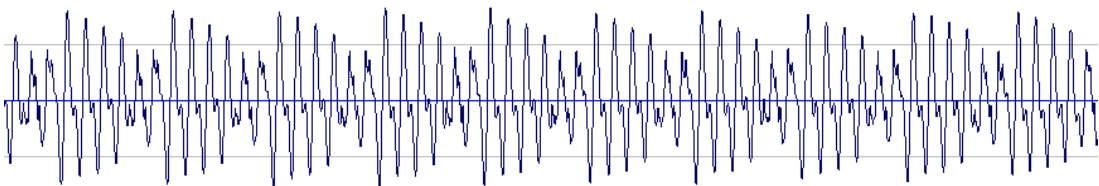
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

19.



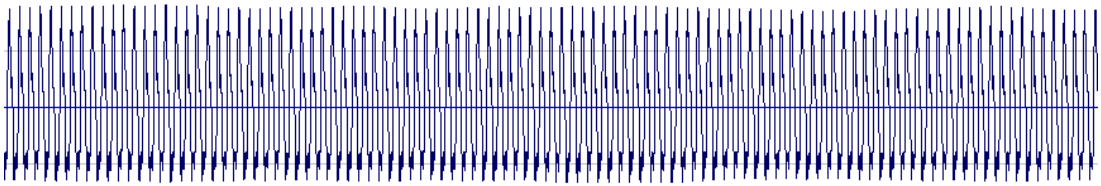
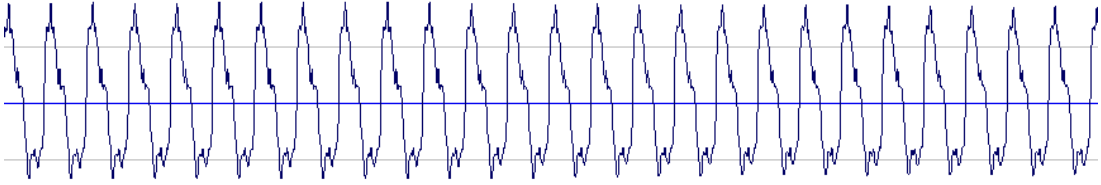
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

20.



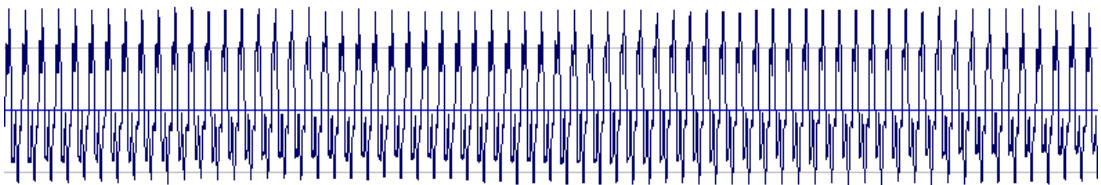
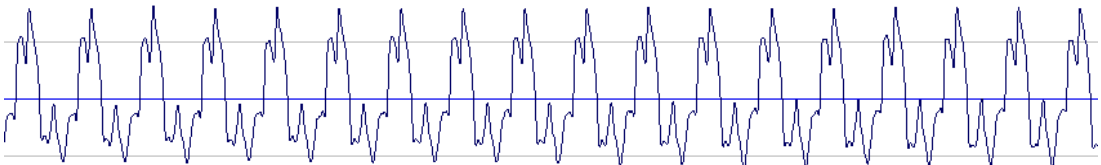
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

21.



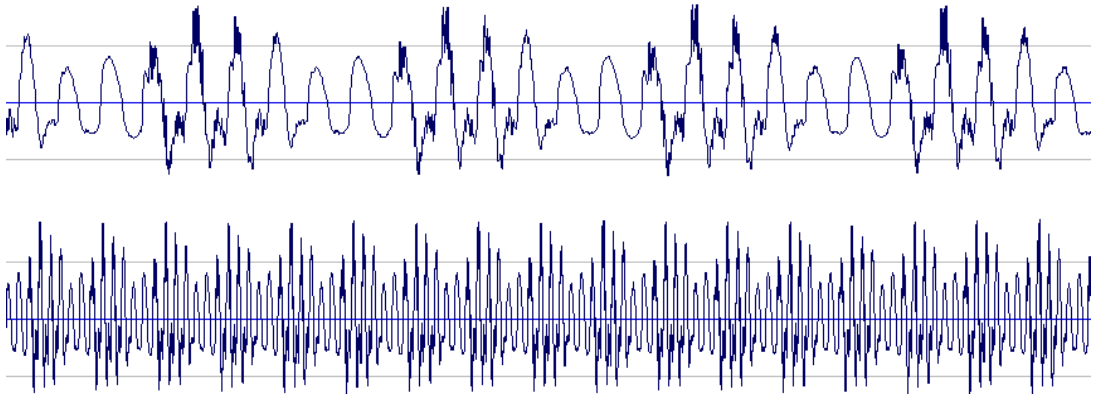
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

22.



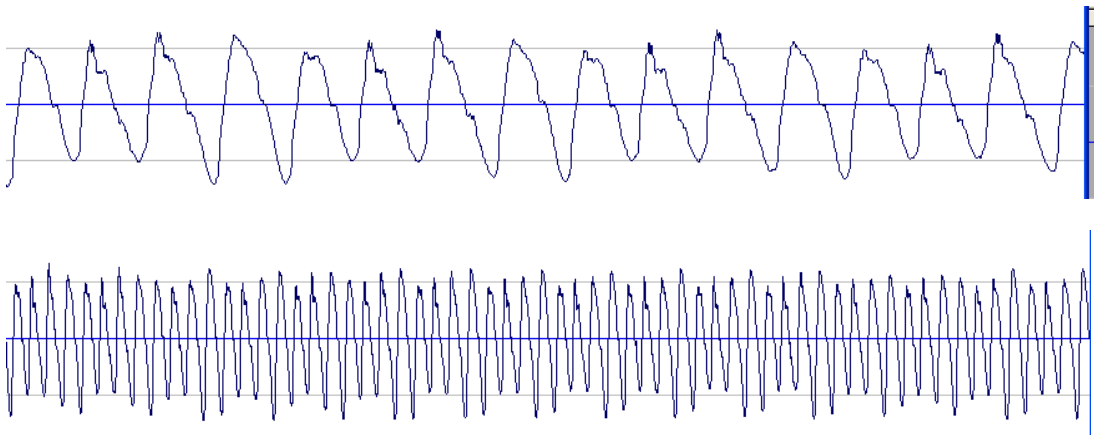
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

23.



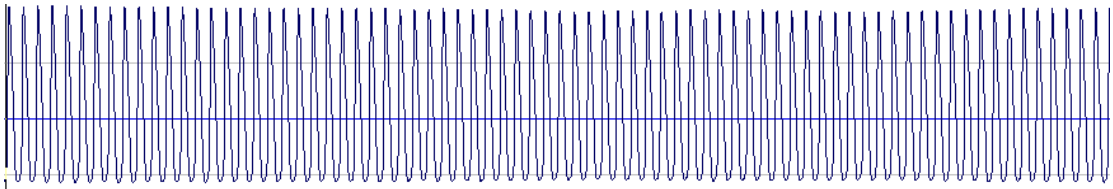
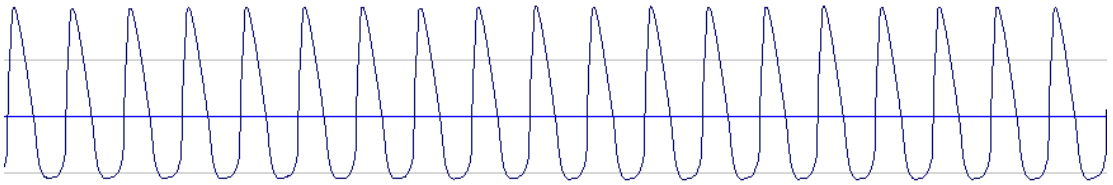
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

24.



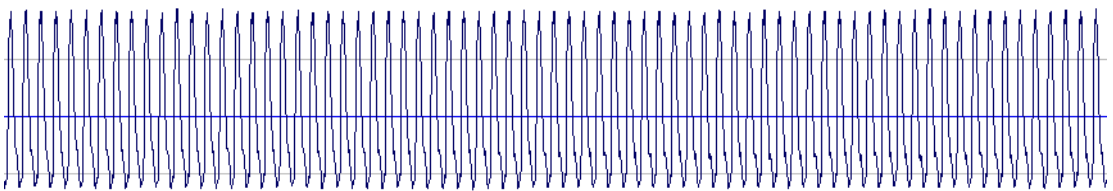
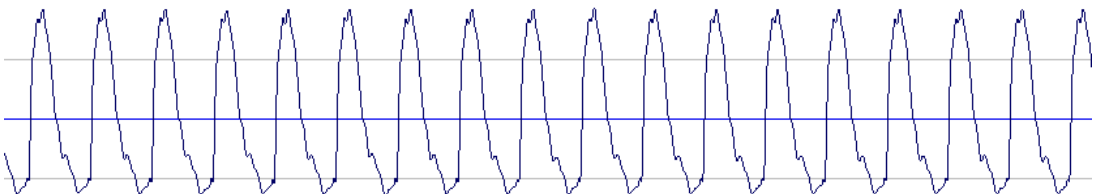
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

25.



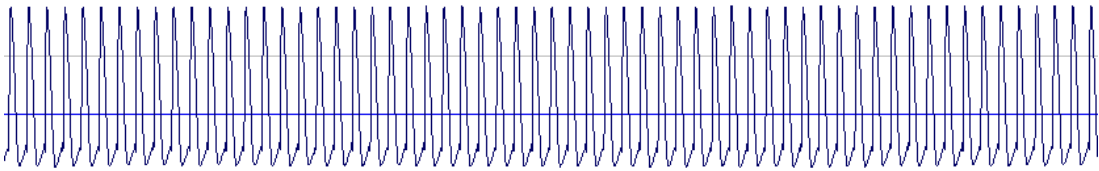
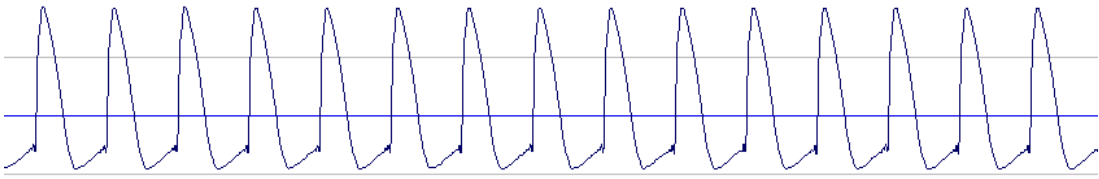
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

26.



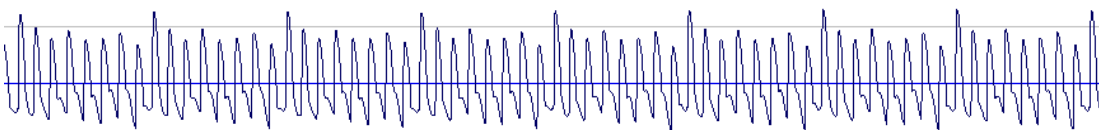
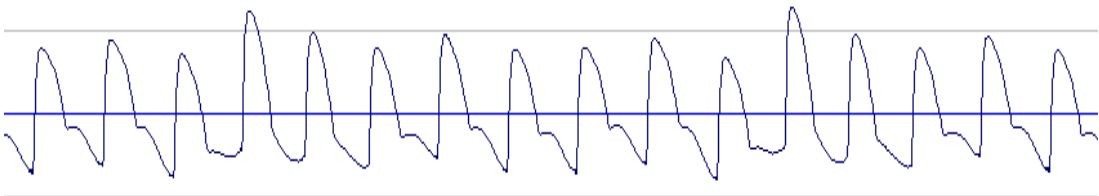
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

27.



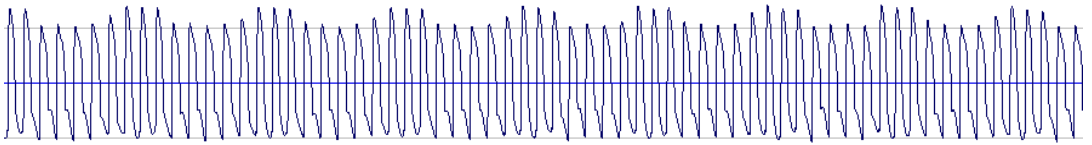
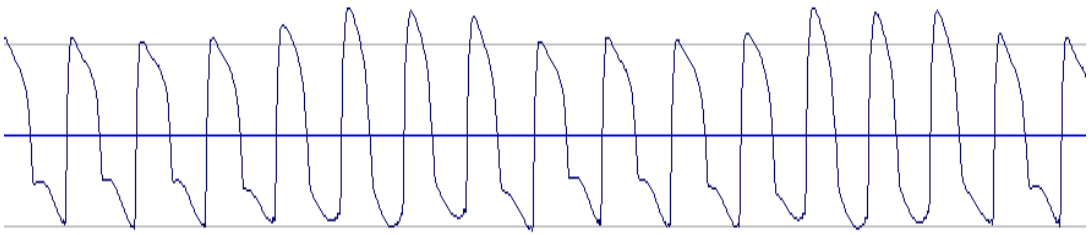
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

28.



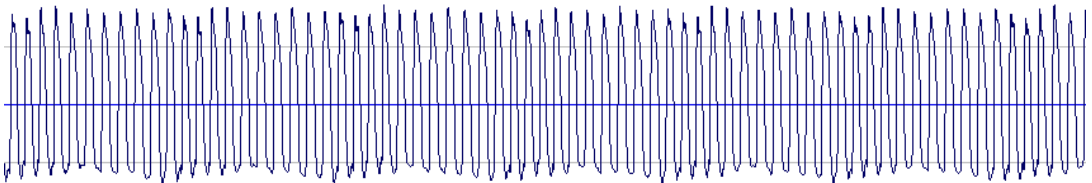
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

29.



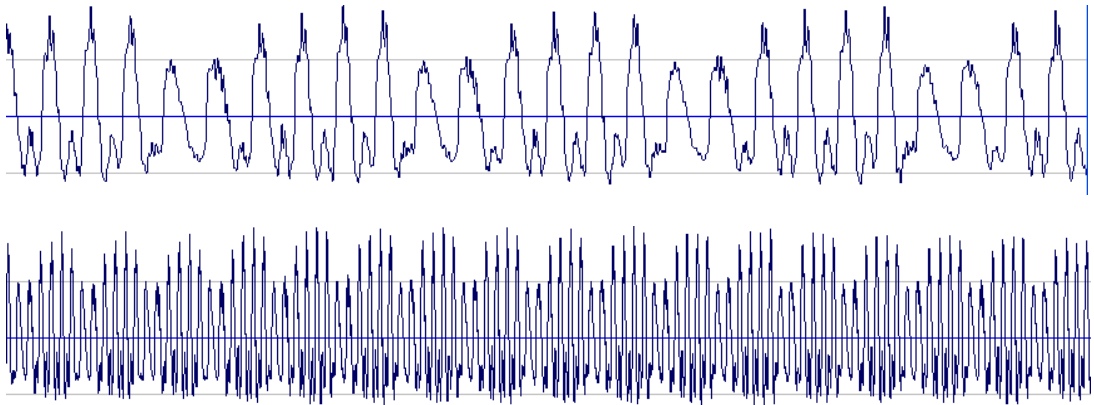
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

30.



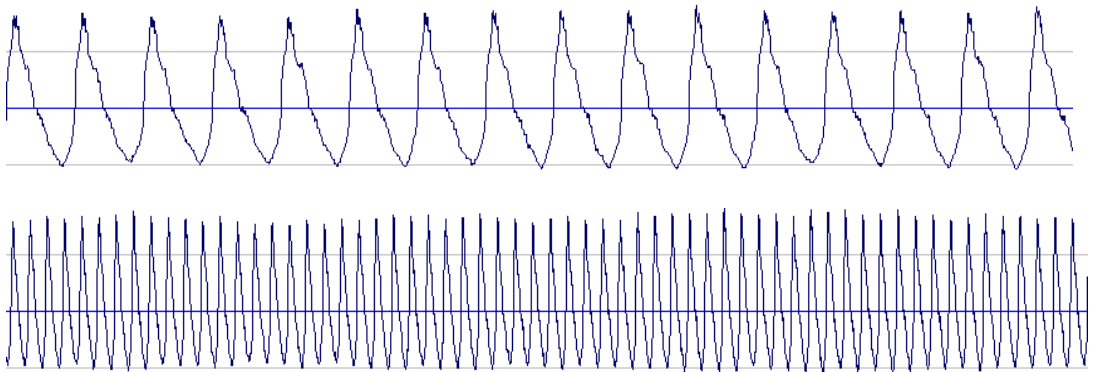
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

31.



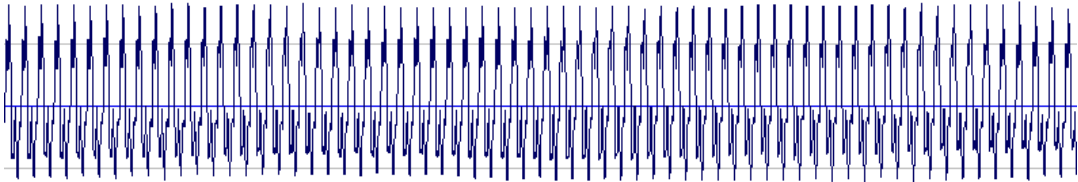
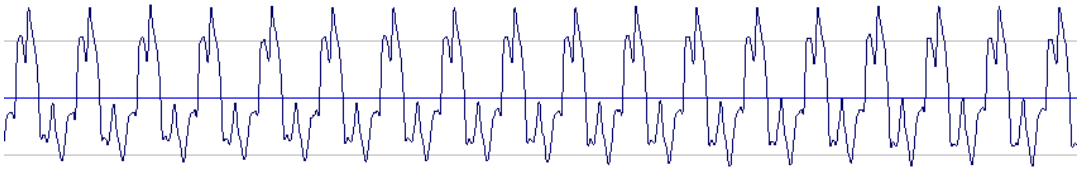
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

32.



- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

33.



Periódico

Ruído

Oscilação periódica de amplitude

Quase-periódico

não

não

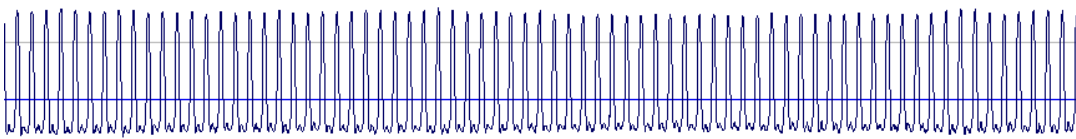
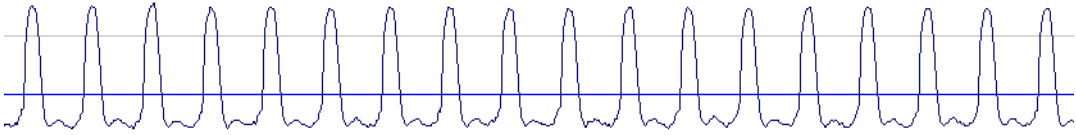
Aperiódico

sim

sim + + +

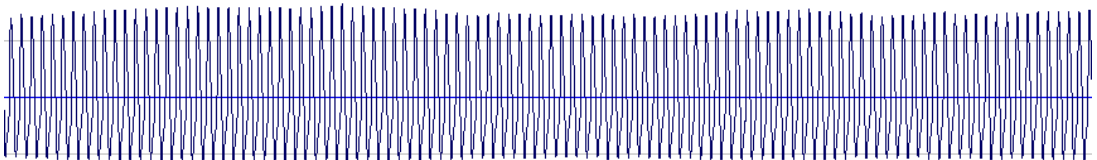
Fracos:

1.



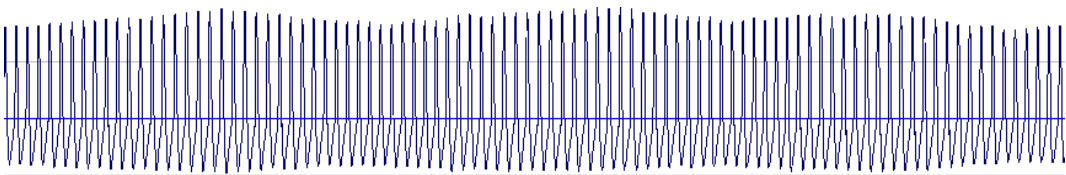
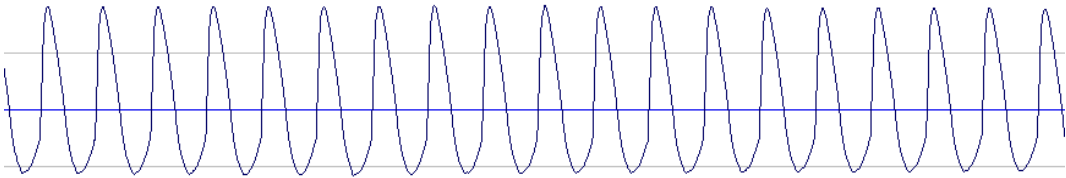
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

2.



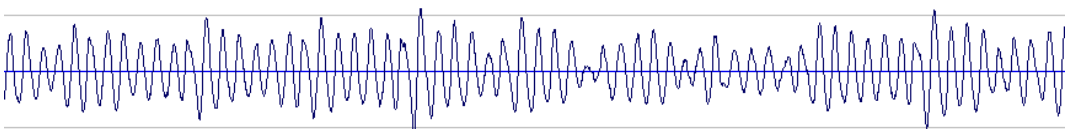
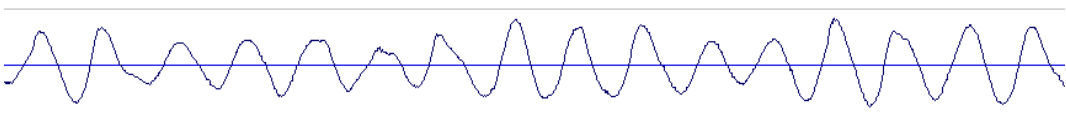
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

3.



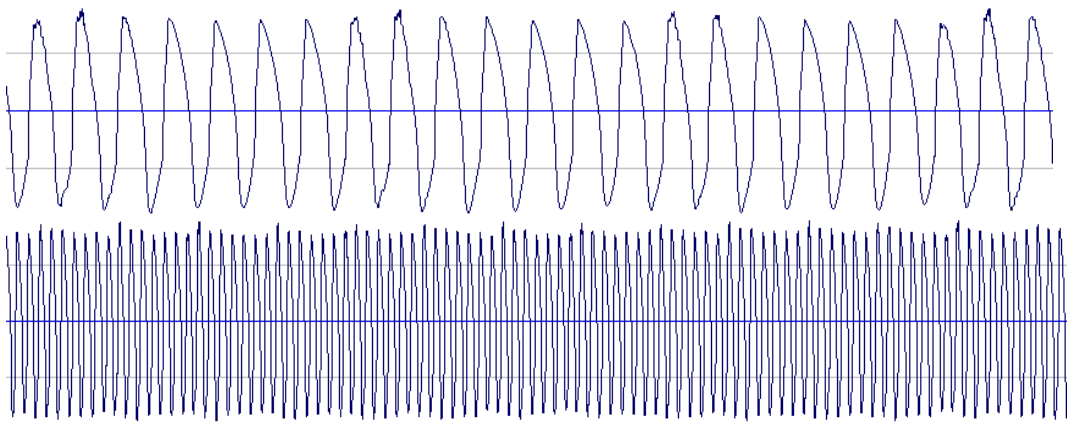
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

4.



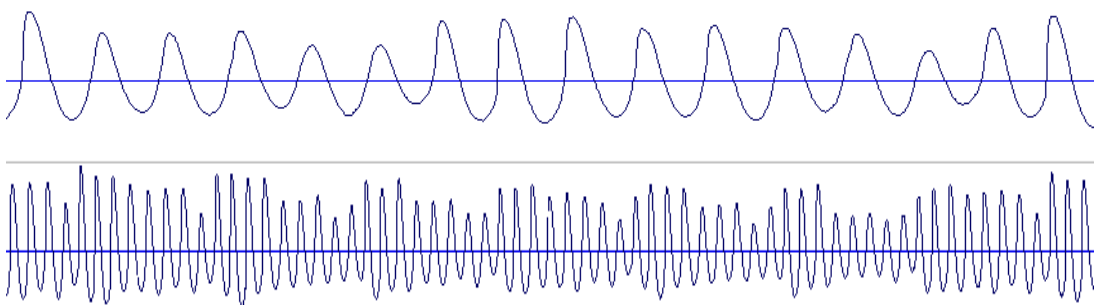
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

5.



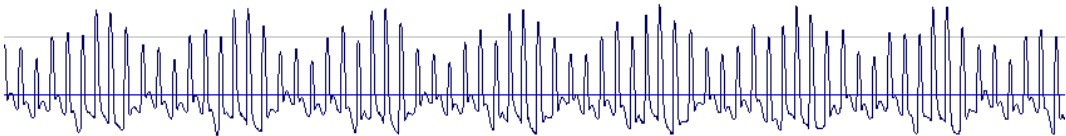
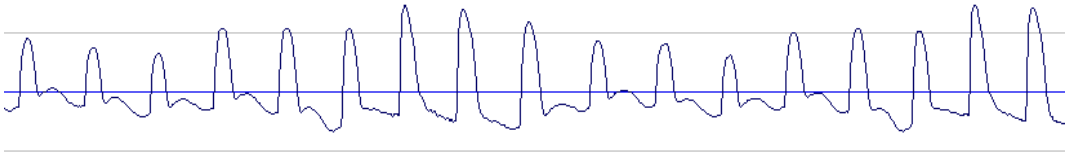
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

6.



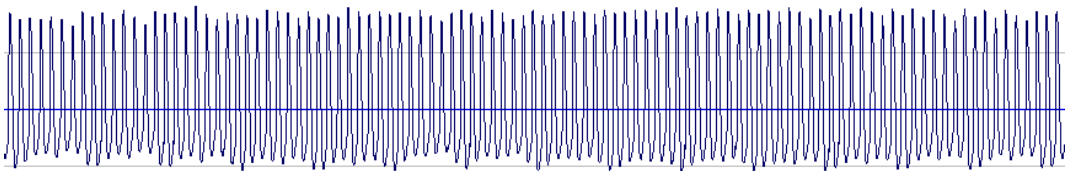
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

7.



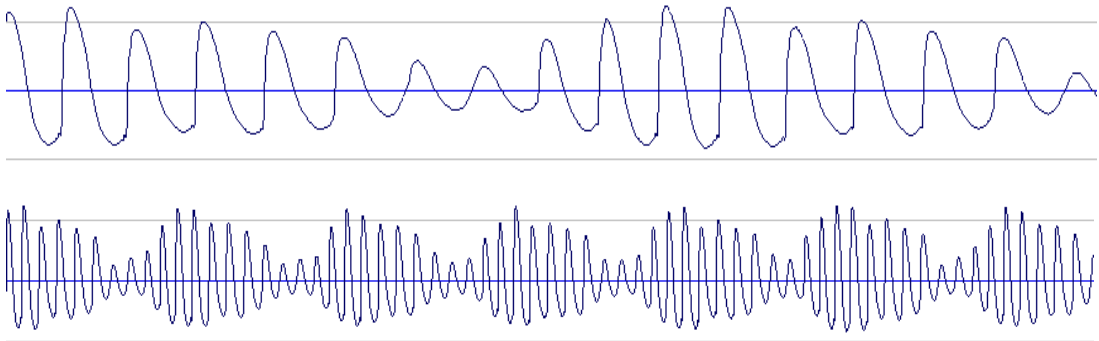
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

8.



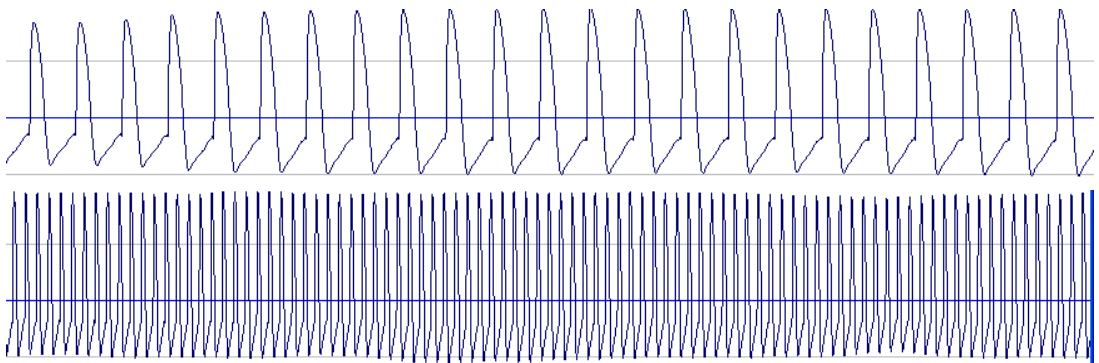
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

9.



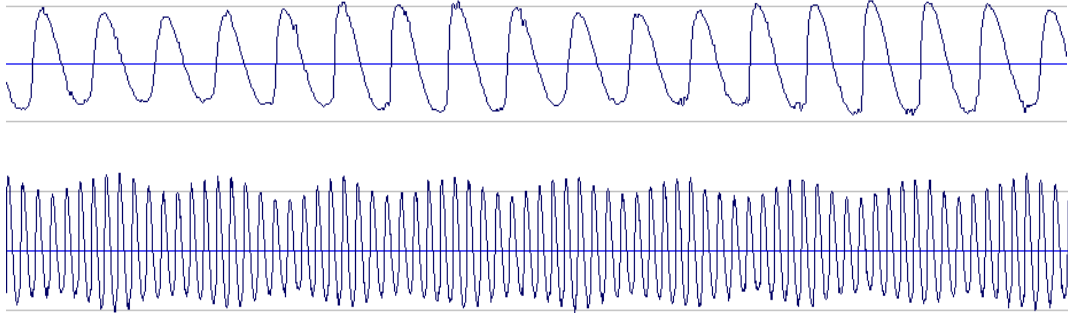
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

10.



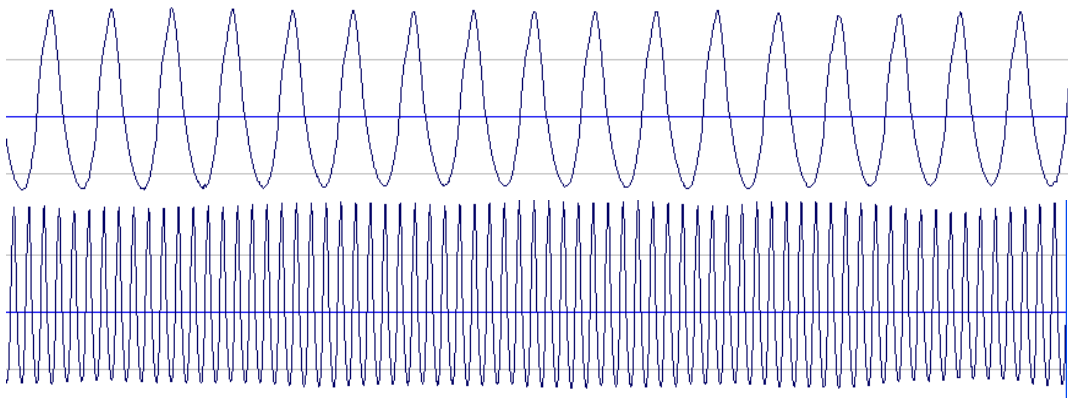
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

11.



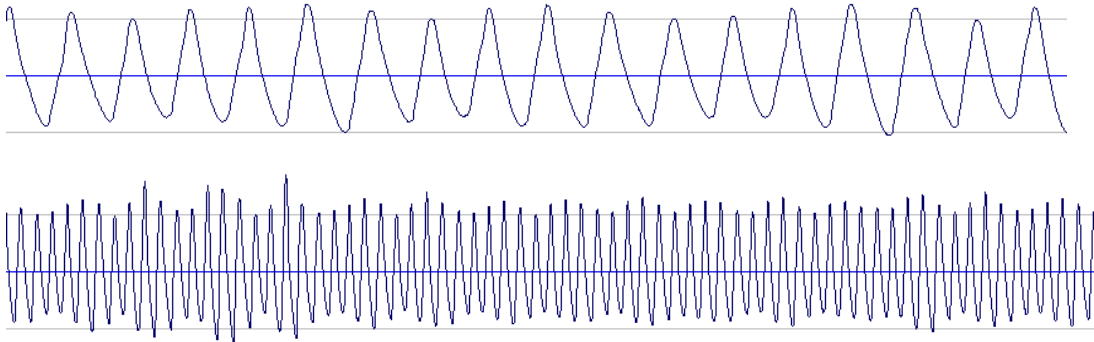
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

12.



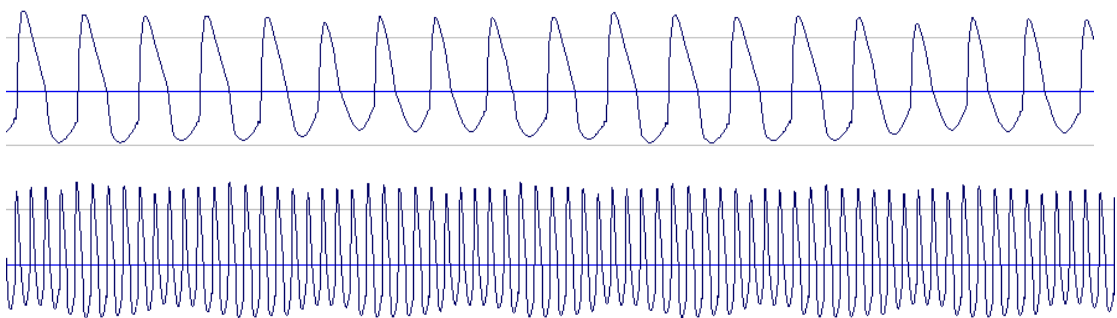
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

13.



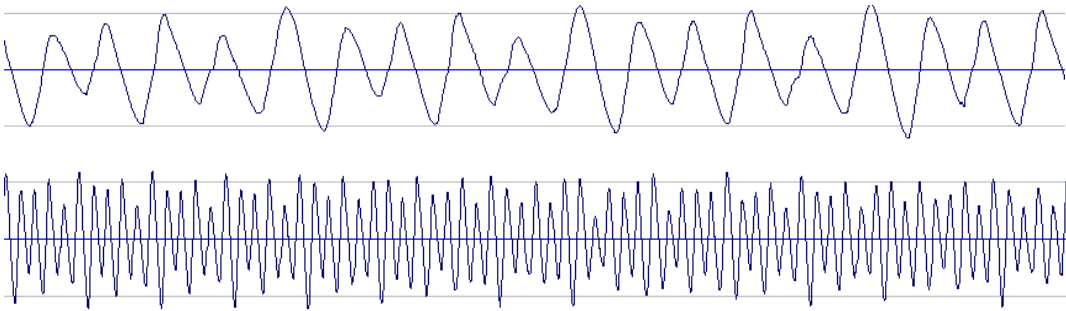
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

14.



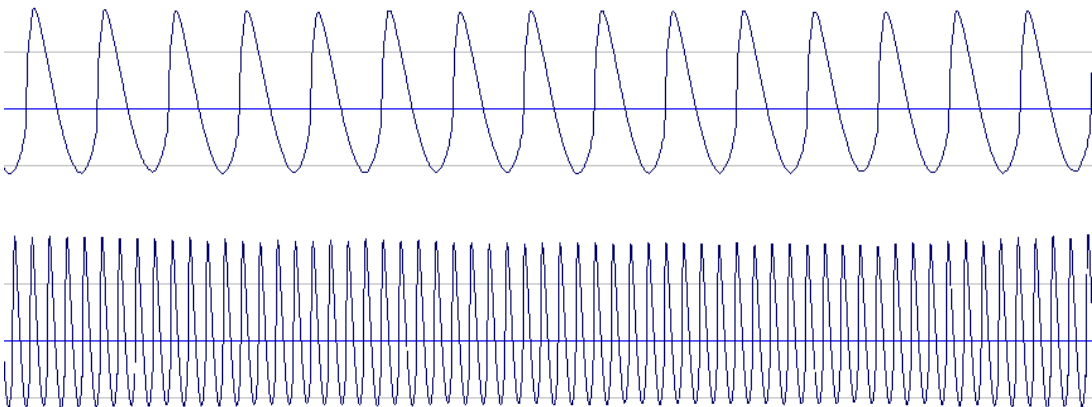
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

15.



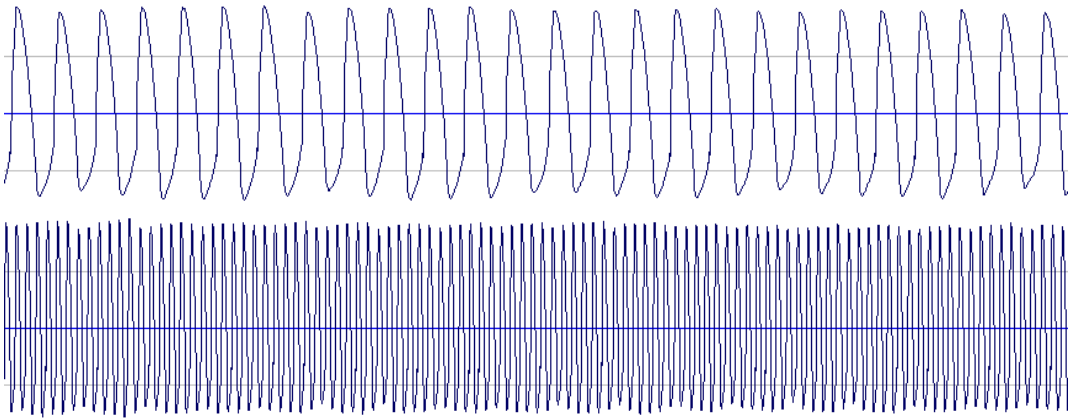
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

16.



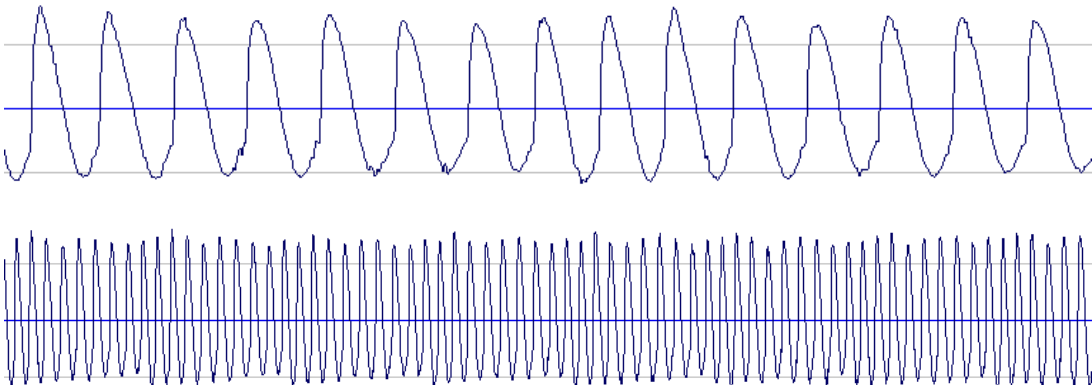
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

17.



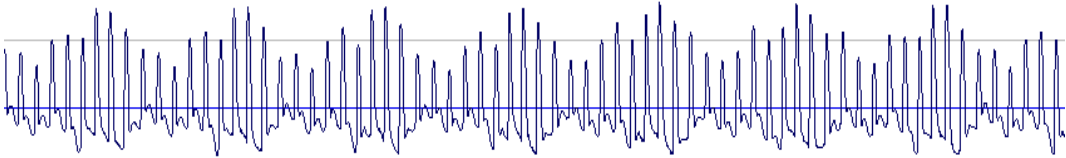
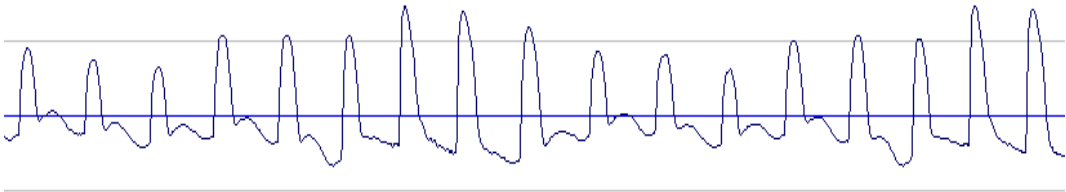
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

18.



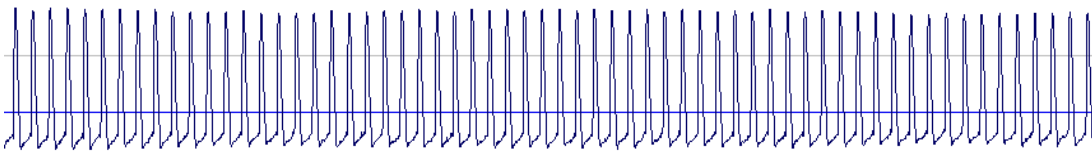
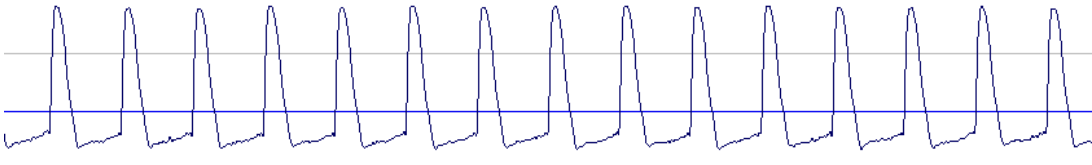
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

19.



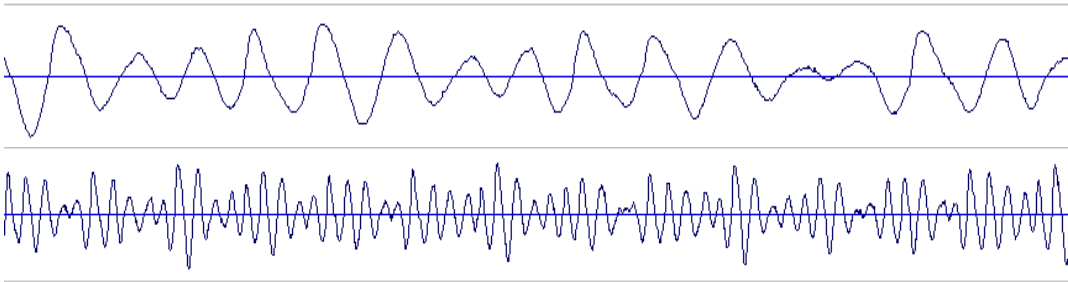
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

20.



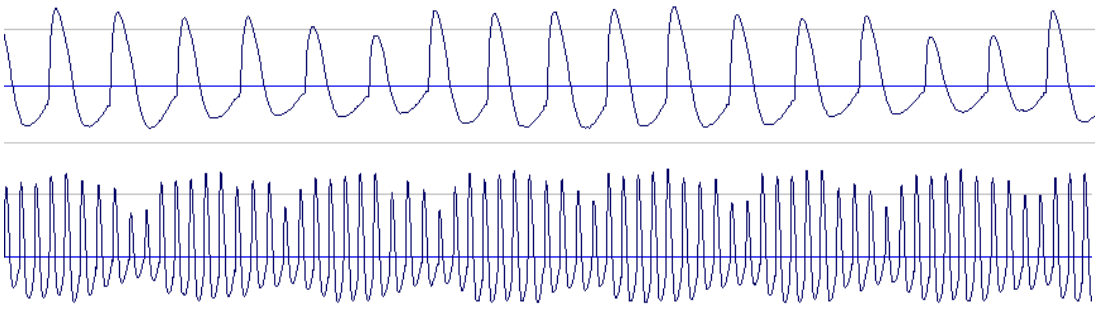
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

21.



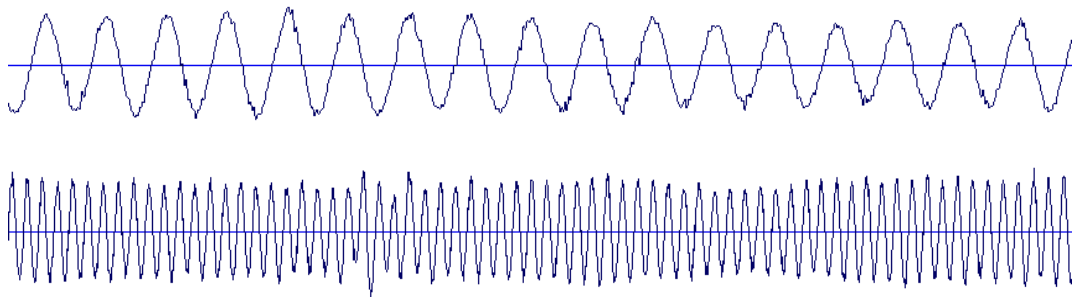
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

22.



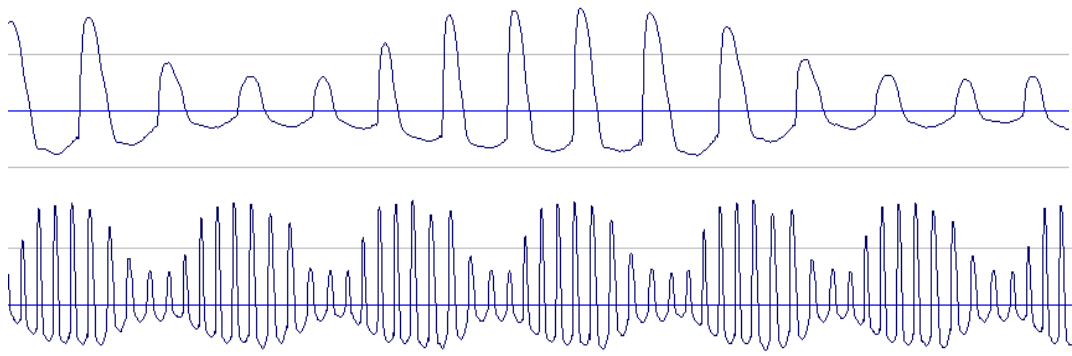
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

23.



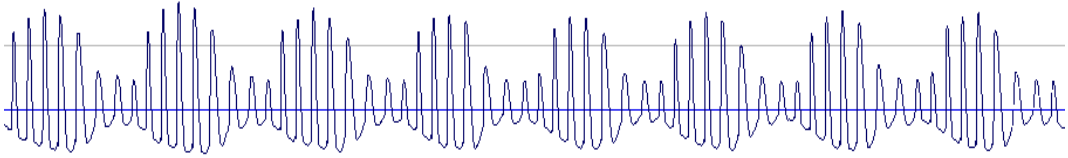
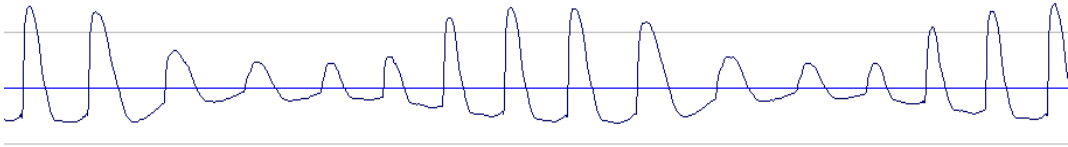
- | | | |
|--|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> () não | <input type="checkbox"/> () não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> () sim | <input type="checkbox"/> () sim + + + |

24.



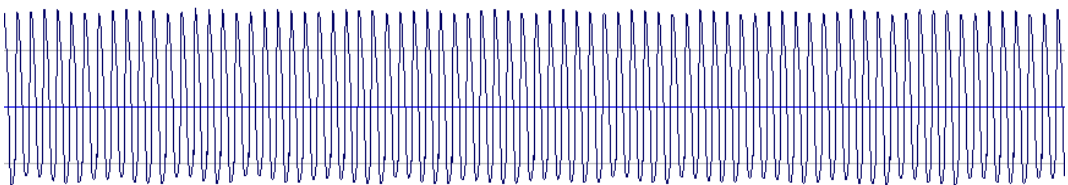
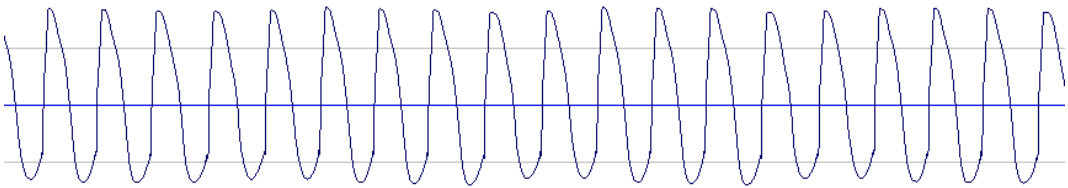
- | | | |
|--|----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> () não | <input type="checkbox"/> () não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> () sim | <input type="checkbox"/> () sim + + + |

25.



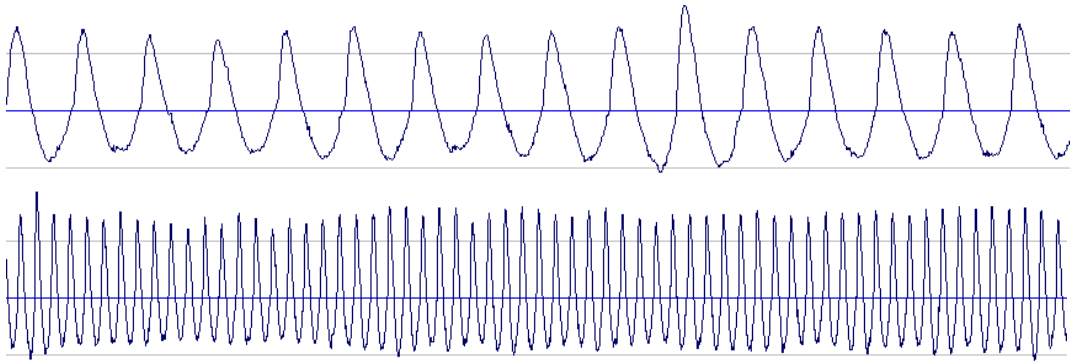
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

26.



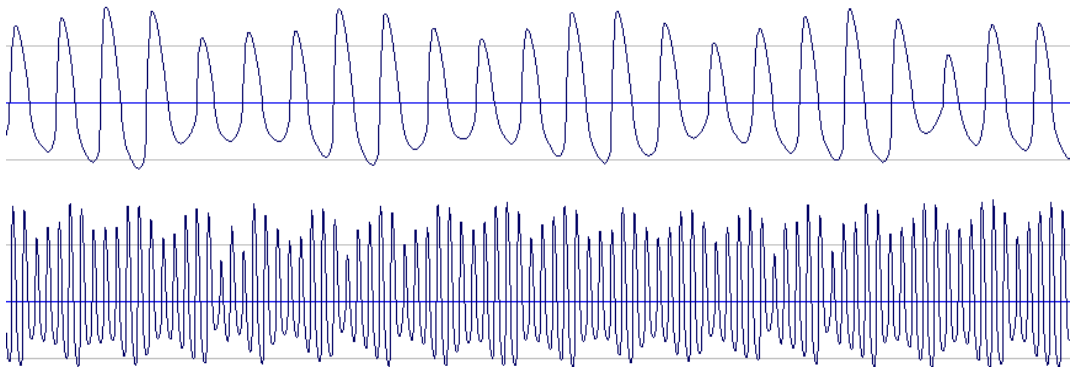
- | | | |
|--|--------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Periódico | <input type="checkbox"/> Ruído | <input type="checkbox"/> Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

27.



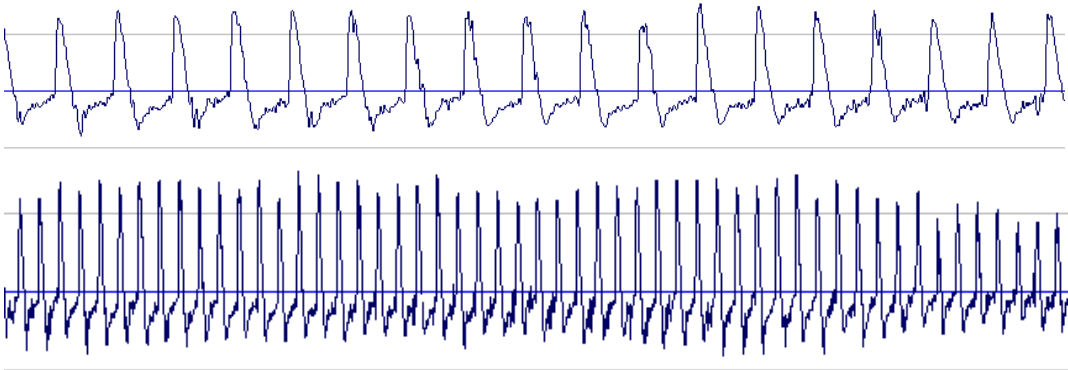
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

28.



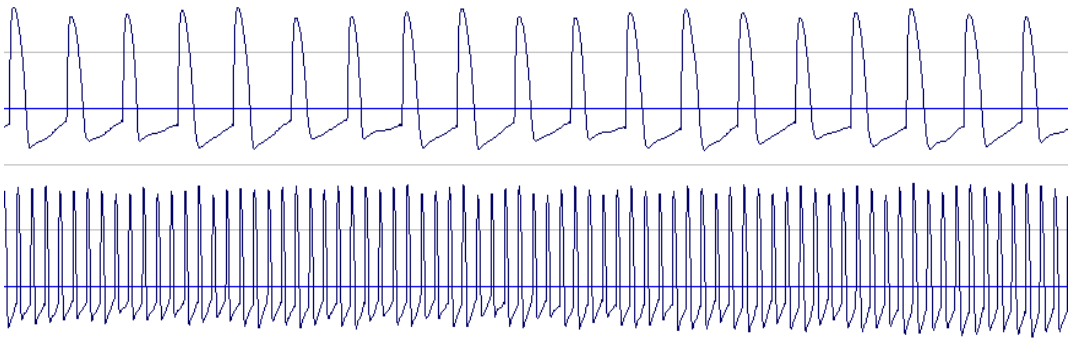
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

29.



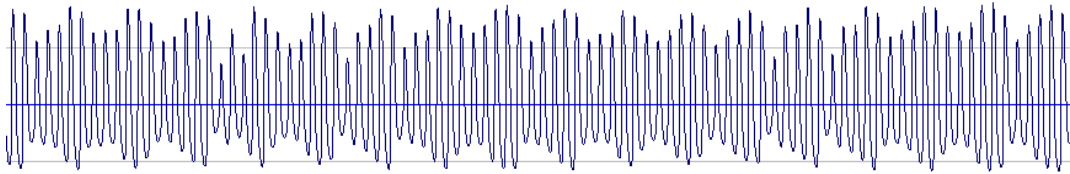
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

30.



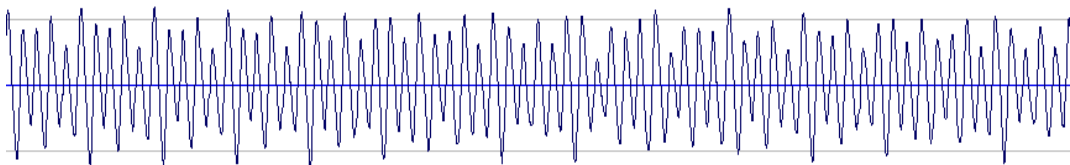
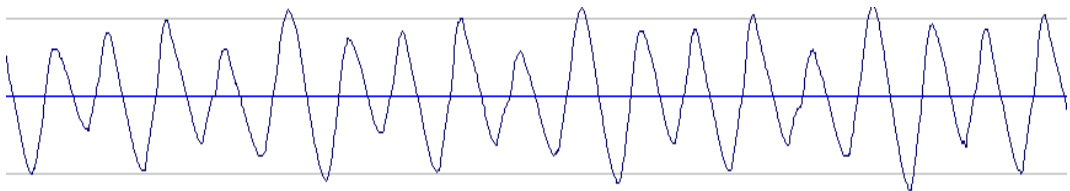
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

31.



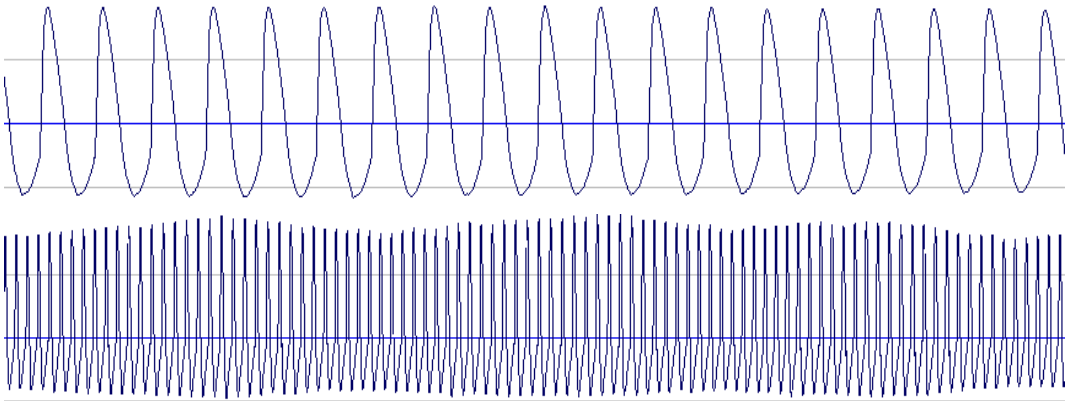
- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

32.



- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

33.



- | | | |
|--|------------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Periódico | Ruído | Oscilação periódica de amplitude |
| <input type="checkbox"/> Quase-periódico | <input type="checkbox"/> não | <input type="checkbox"/> não |
| <input type="checkbox"/> Aperiódico | <input type="checkbox"/> sim | <input type="checkbox"/> sim + + + |

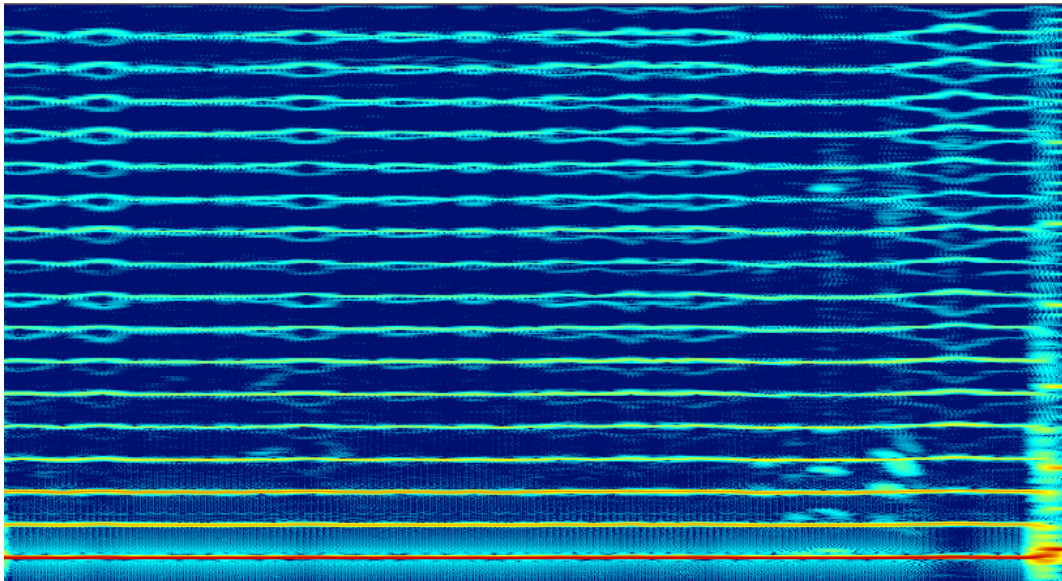
Anexo 3: Apostila na forma como foi enviada para os avaliadores para análise espectrográfica do sinal eletroglotográfico

Análise do espectrograma do EGG

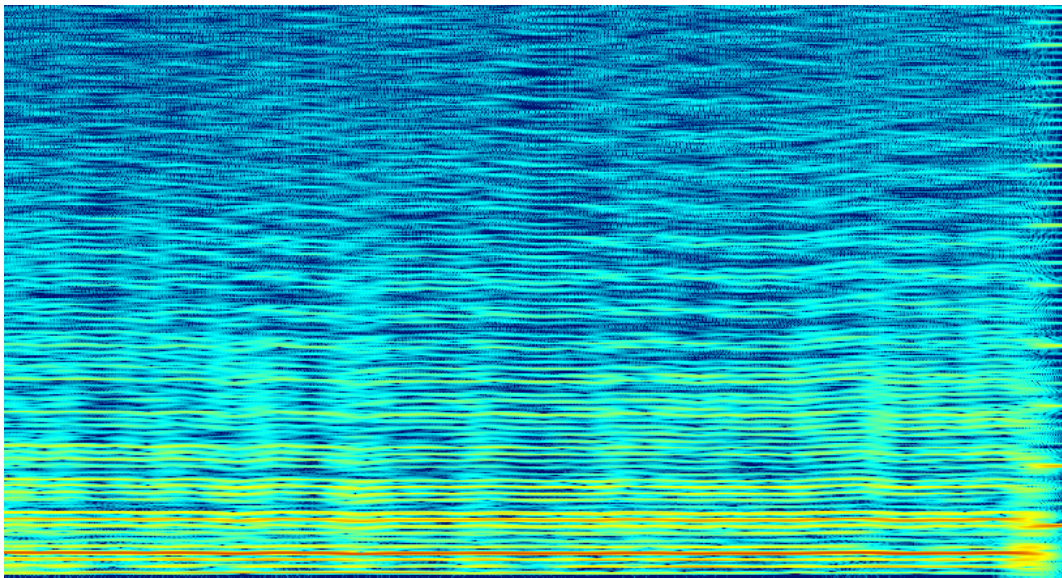
Juiz:

Gislaine Cordeiro

Treino:

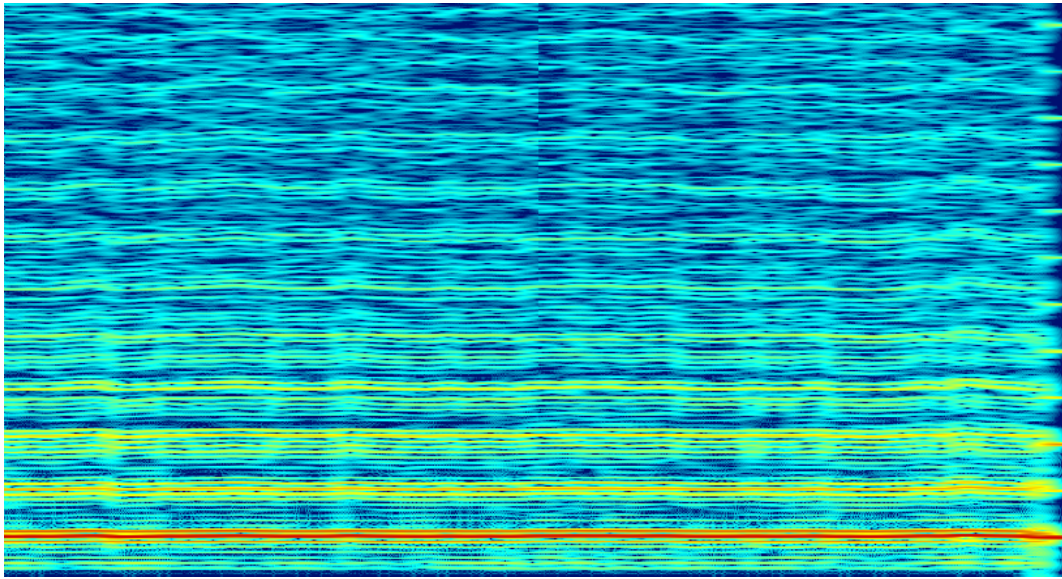


- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído



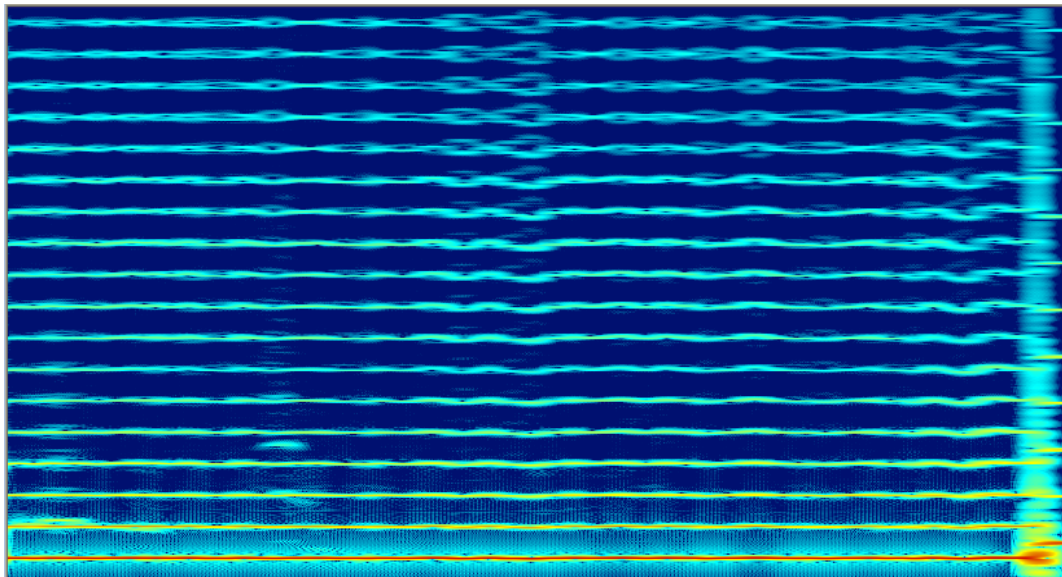
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

1.



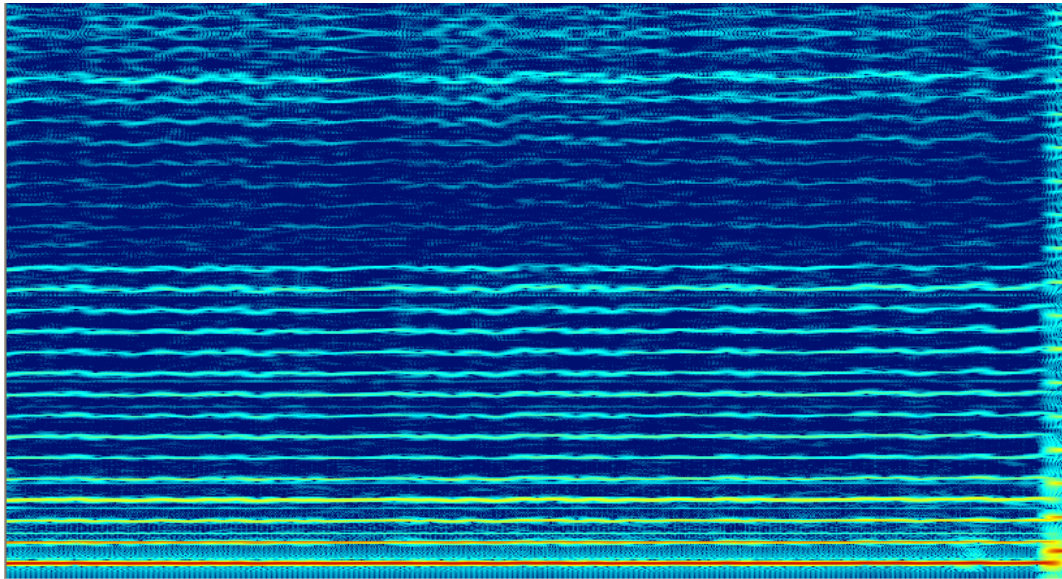
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

2.



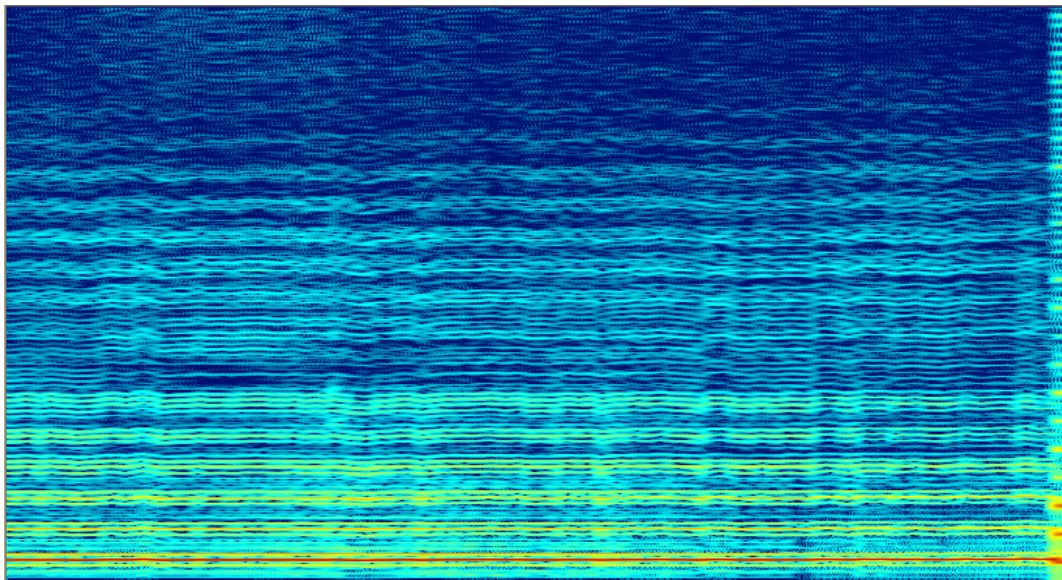
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

3.



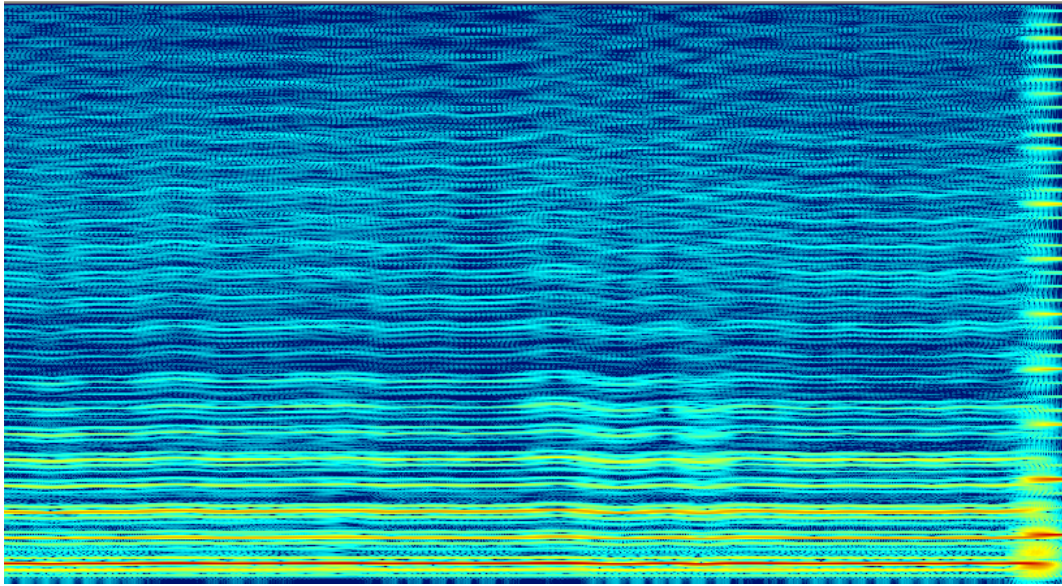
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

4.



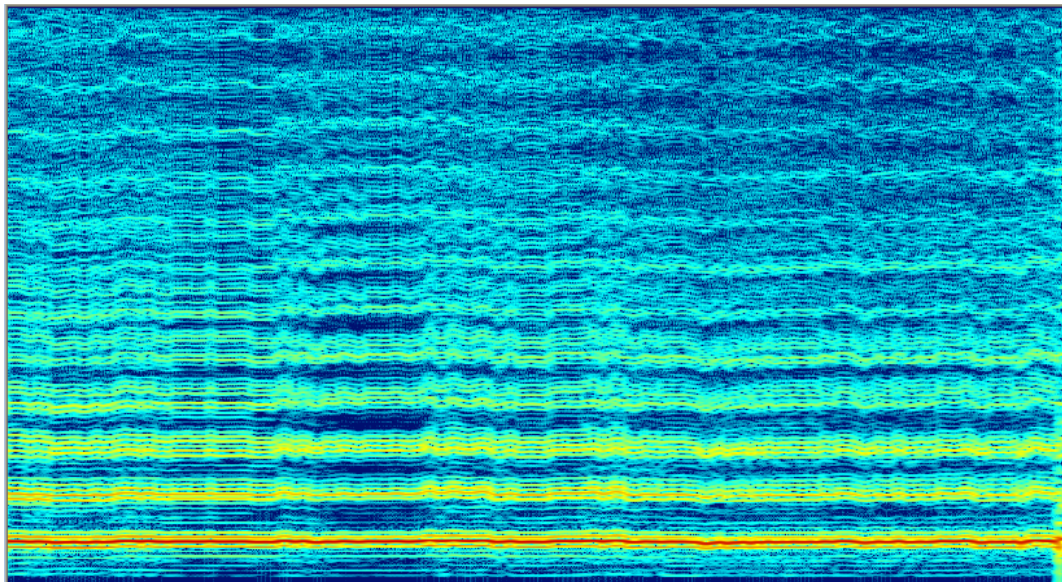
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

5.



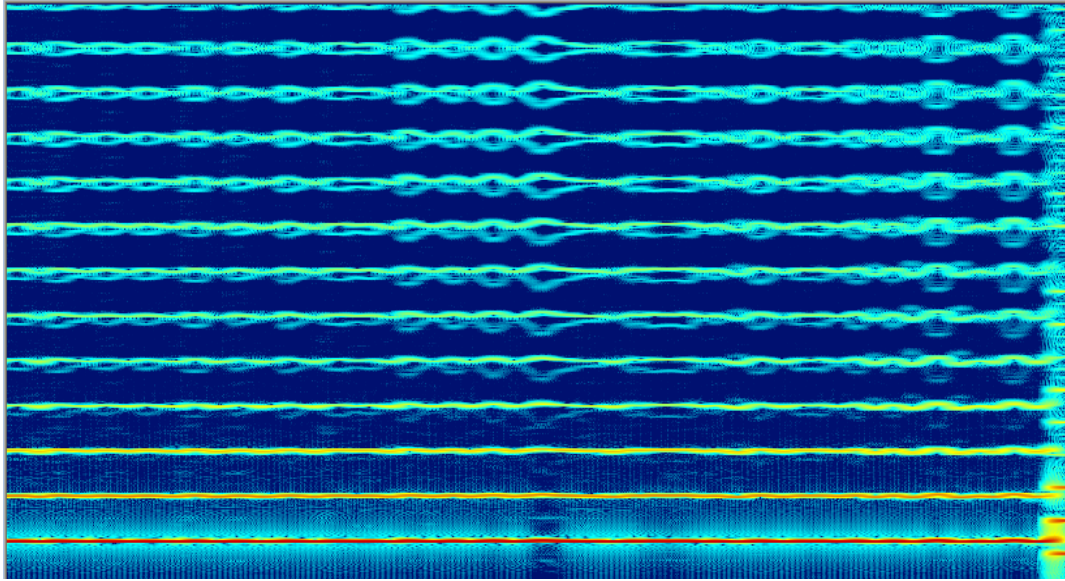
- () Harmônicos múltiplos somente da F_0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F_0
- () Ruído

6.



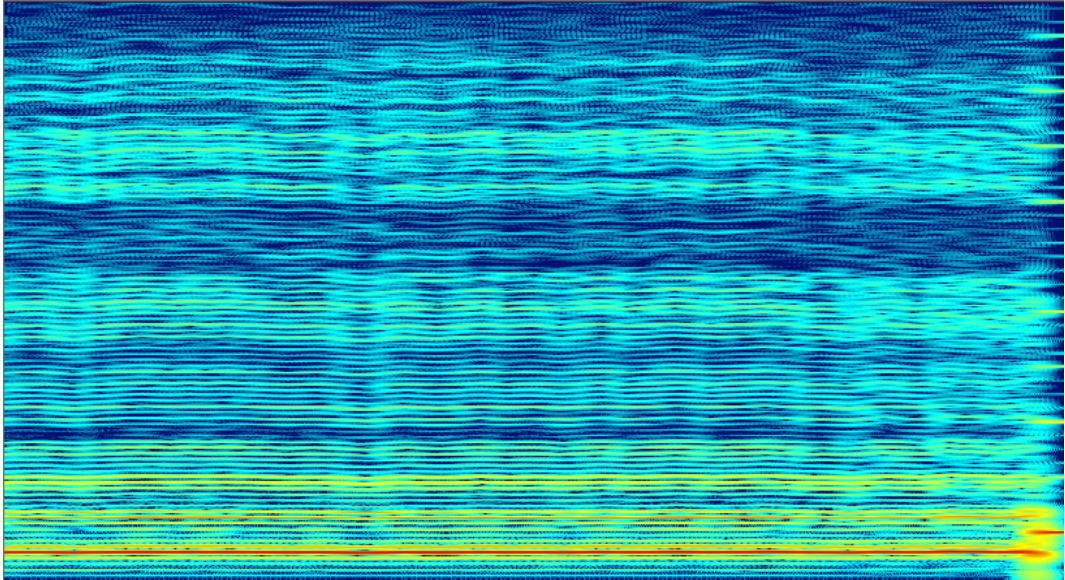
- () Harmônicos múltiplos somente da F_0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F_0
- () Ruído

7.



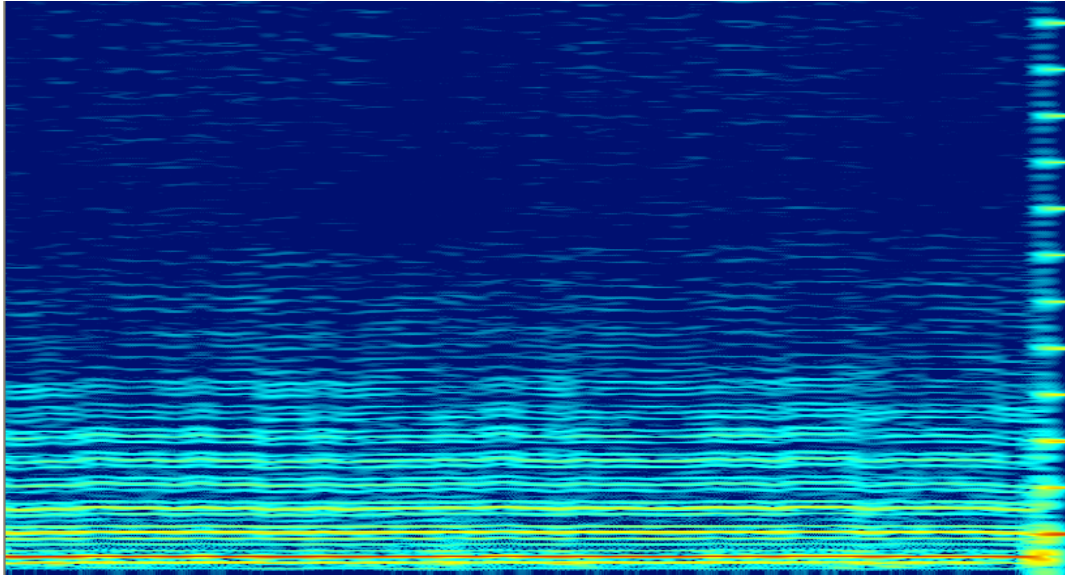
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

8.



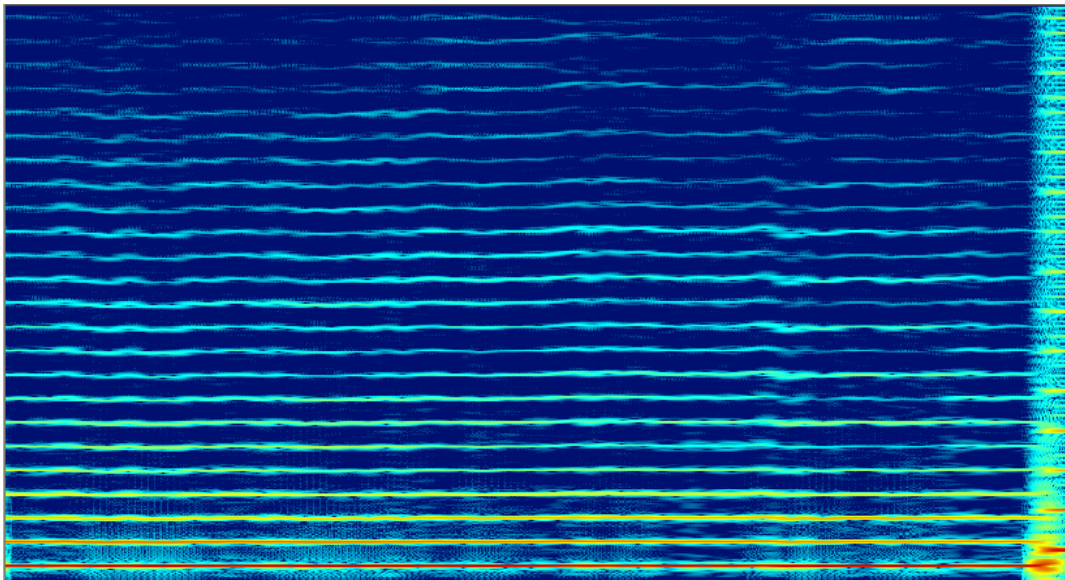
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

9.



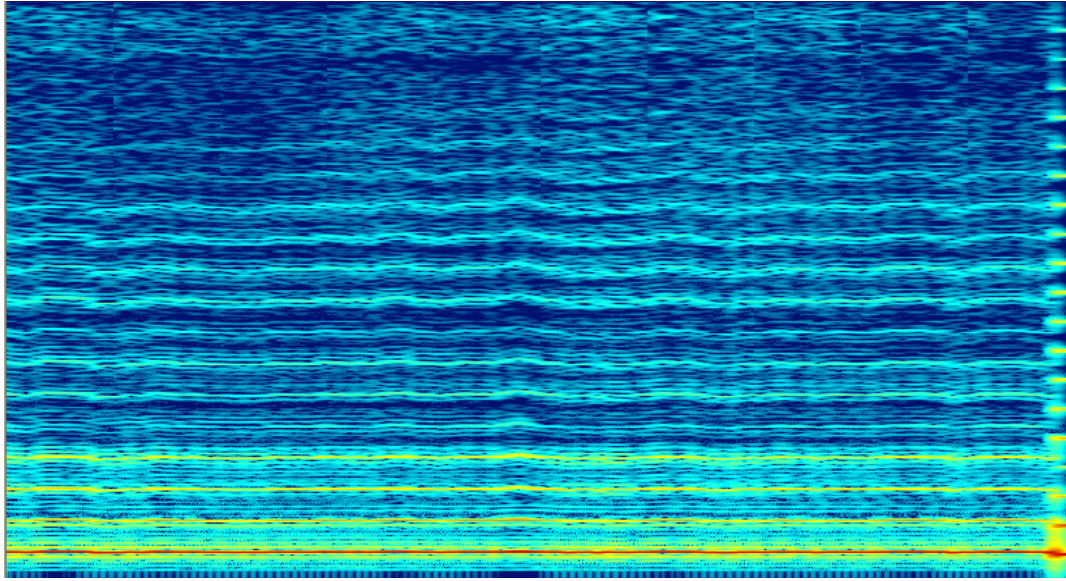
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

10.



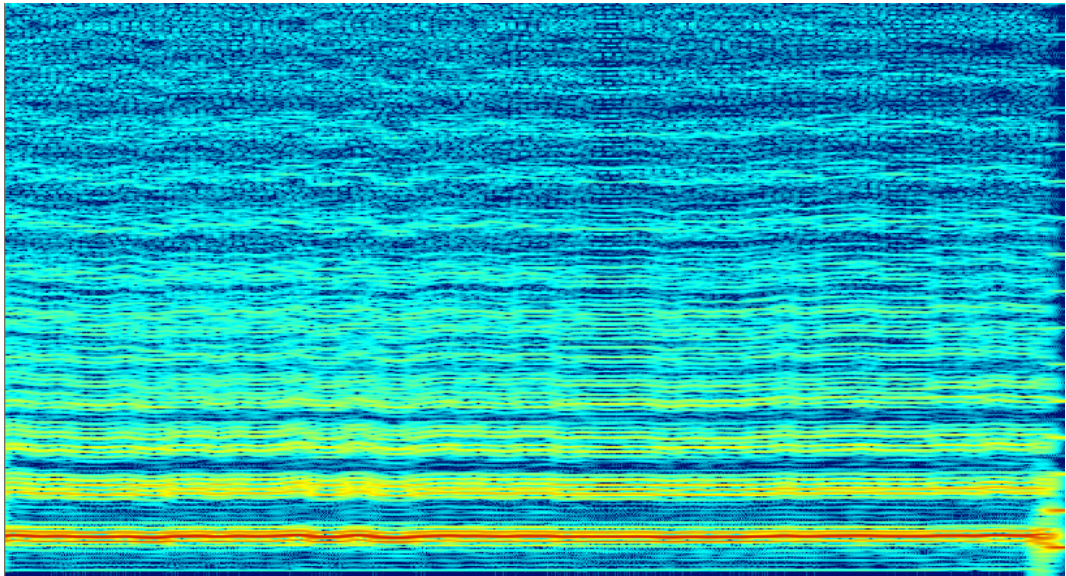
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

11.



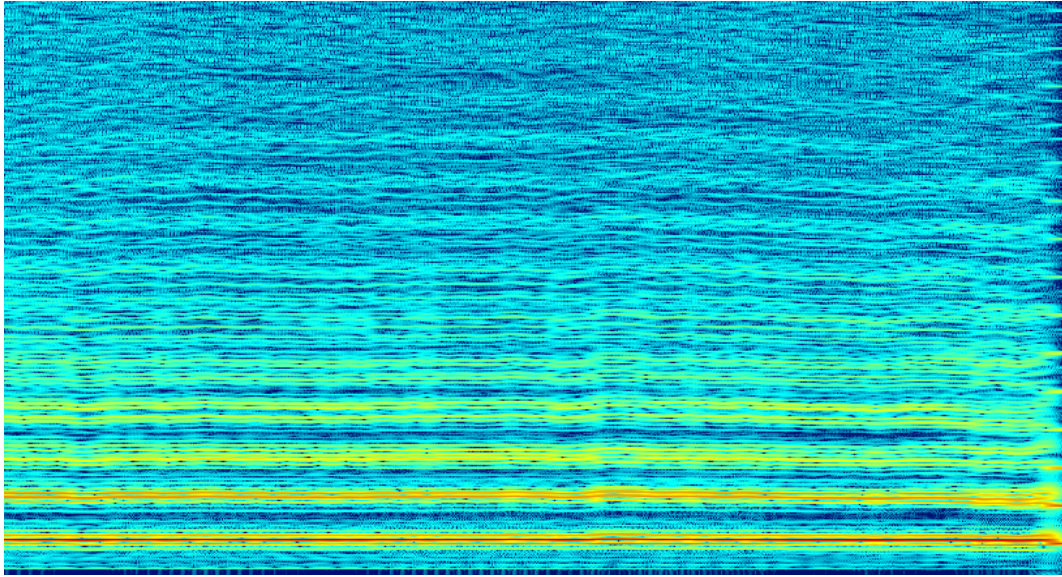
- Harmônicos múltiplos somente da F0
- Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- Ruído

12.



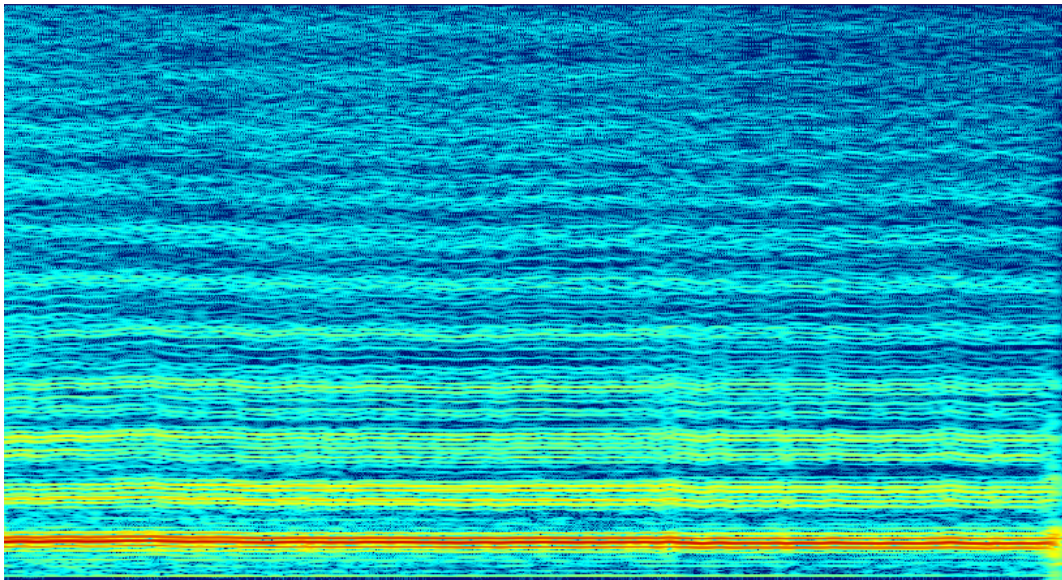
- Harmônicos múltiplos somente da F0
- Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- Ruído

13.



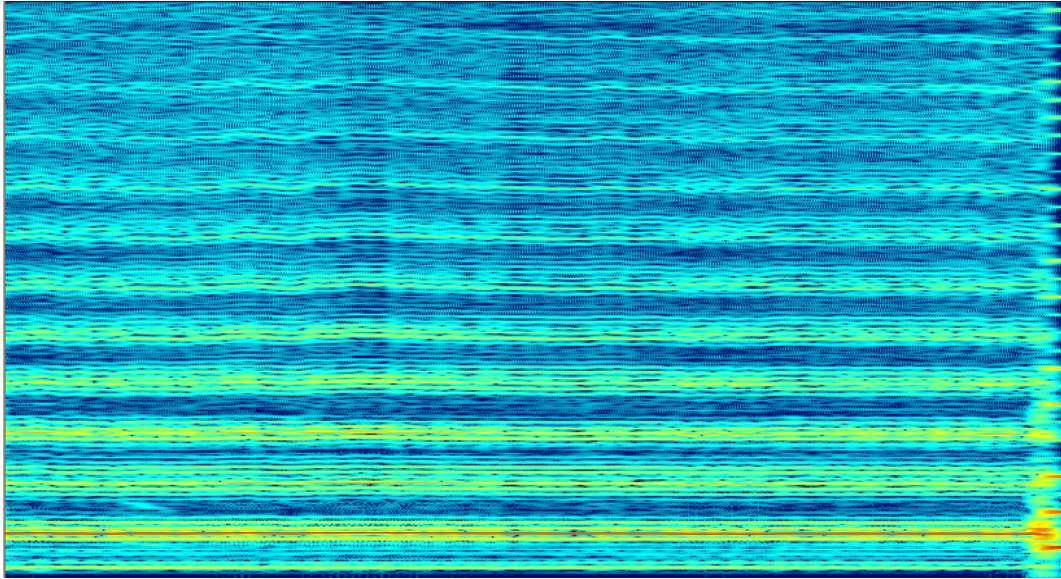
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

14.



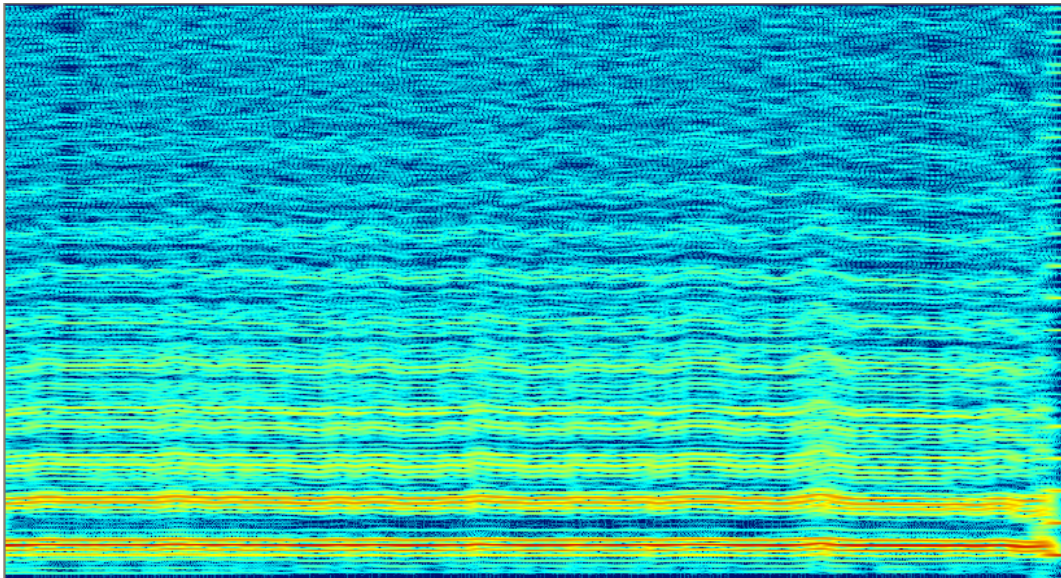
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

15.



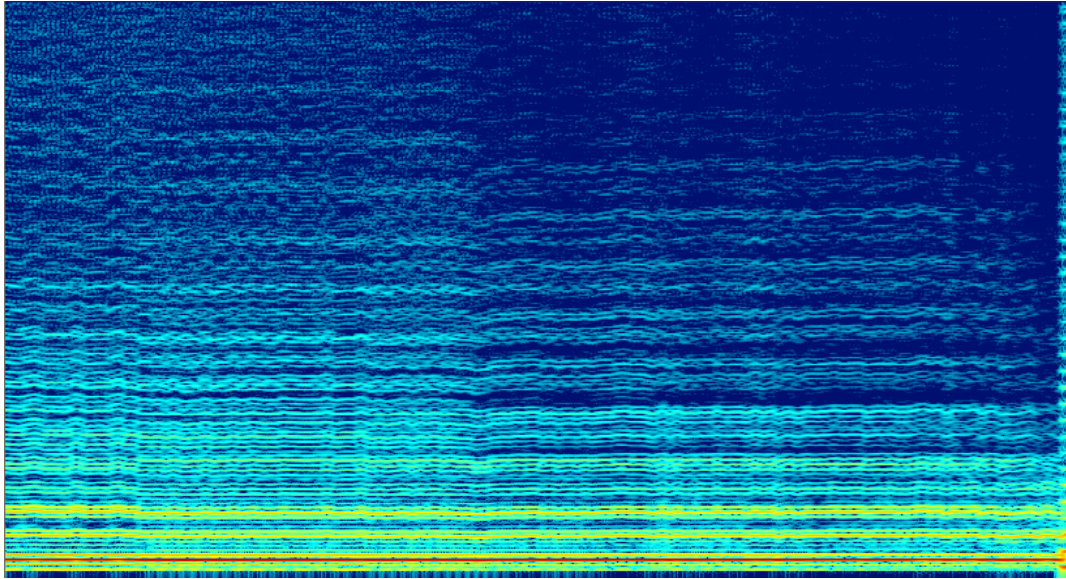
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

16.



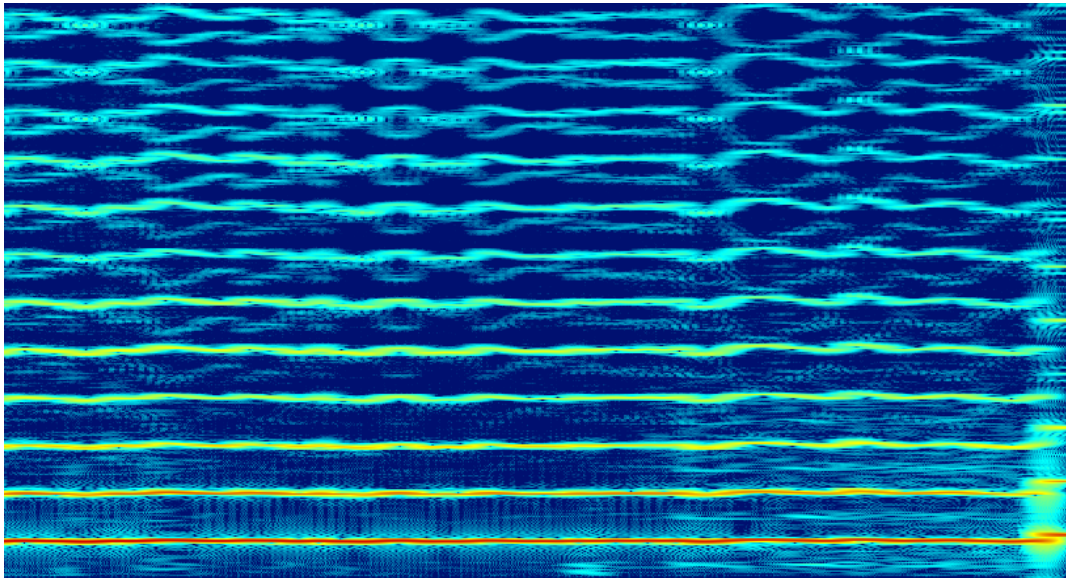
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

17.



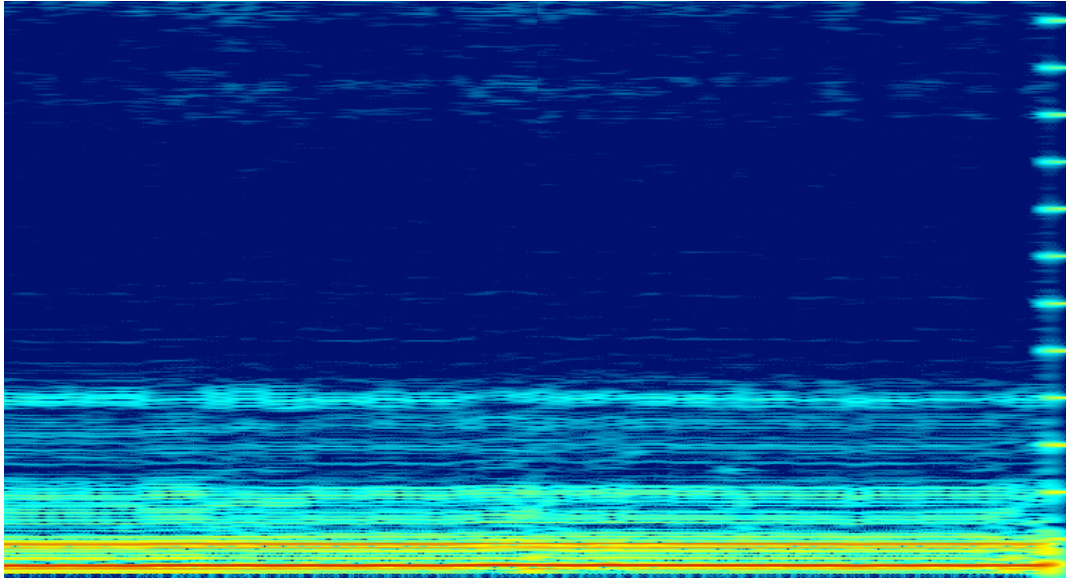
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

18.



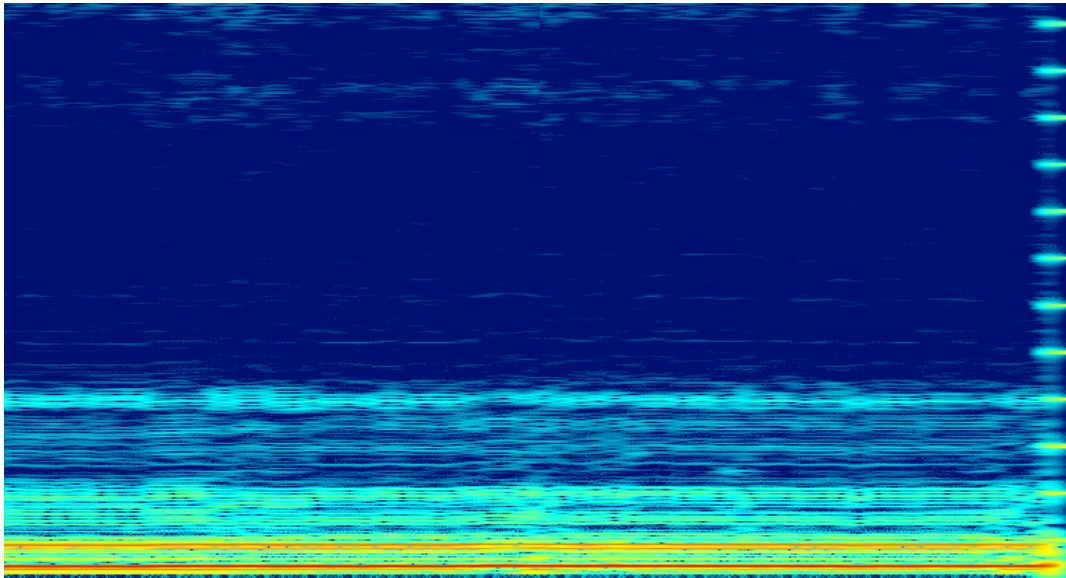
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

19.



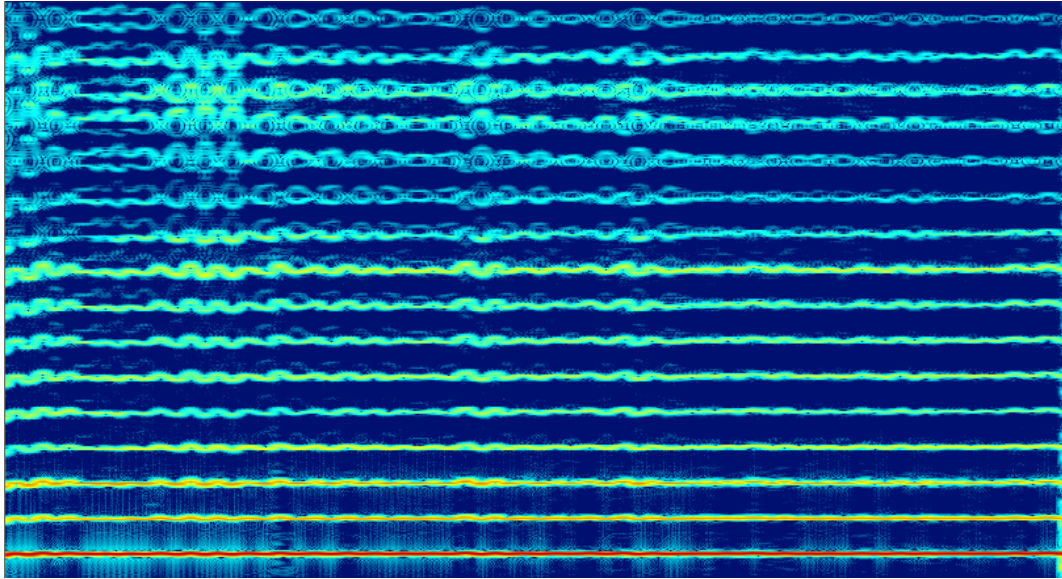
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

20.



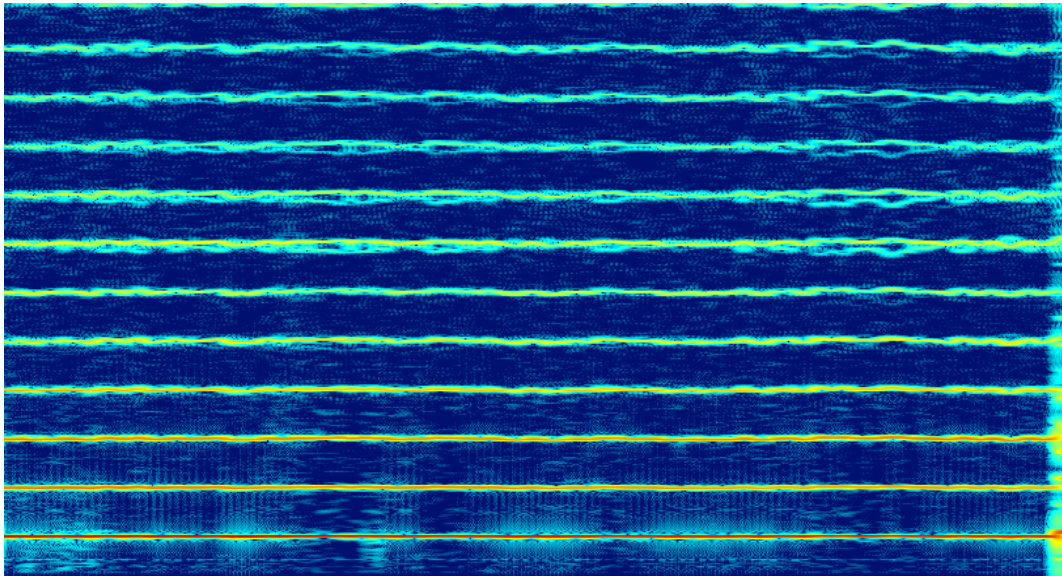
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

21.



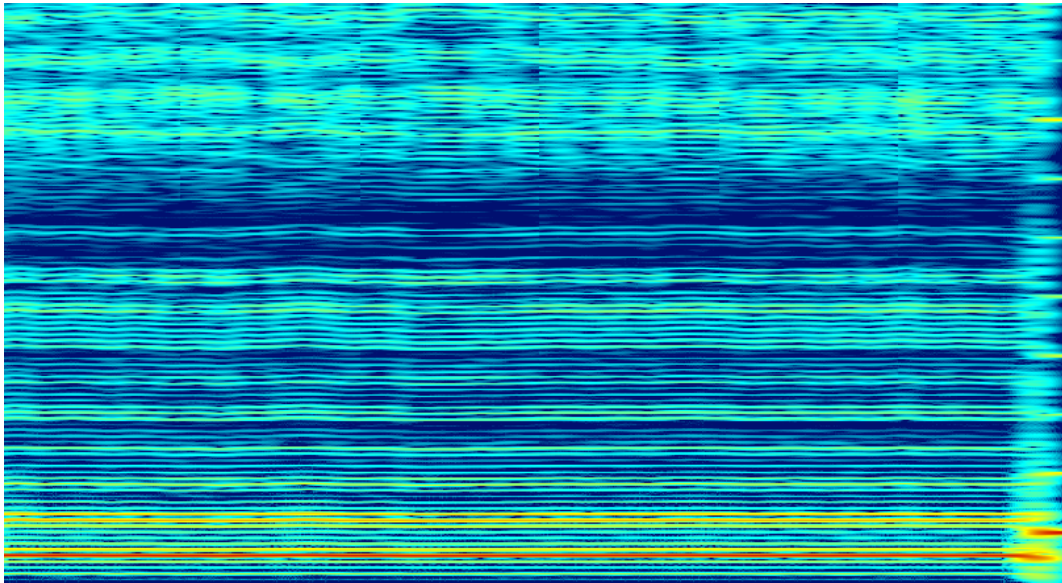
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

22.



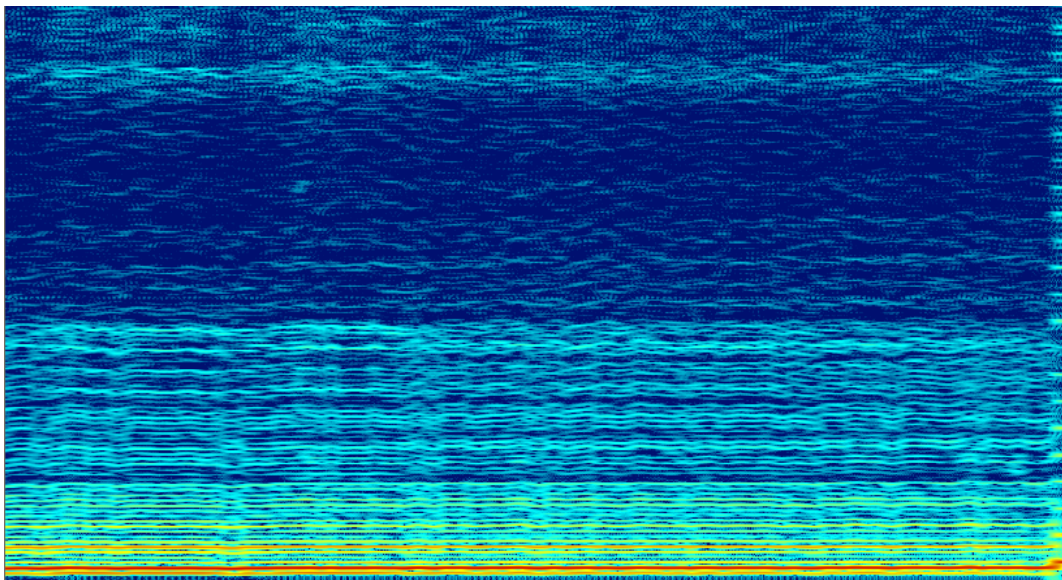
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

23.



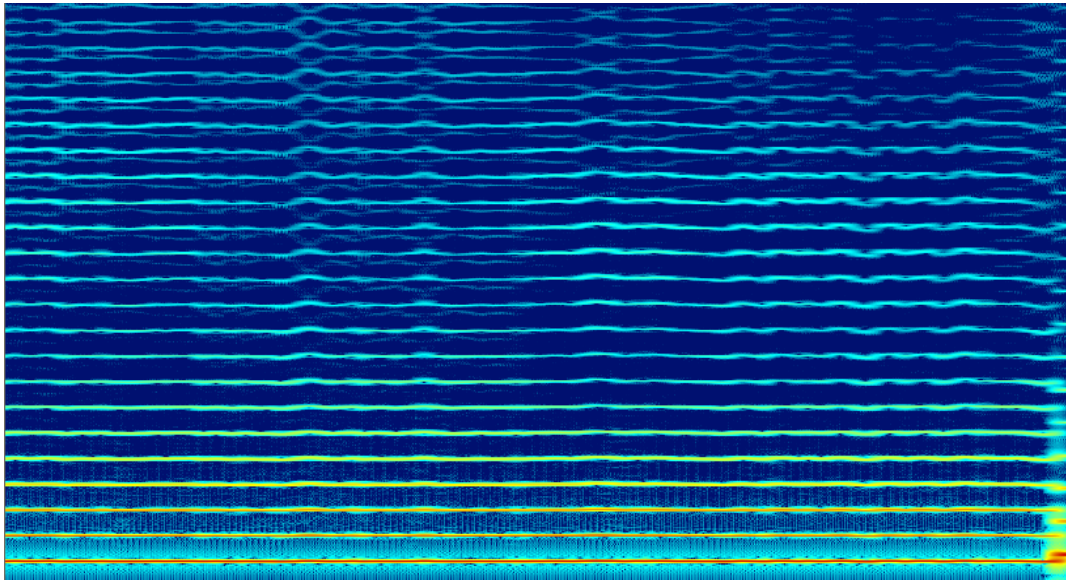
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

24.



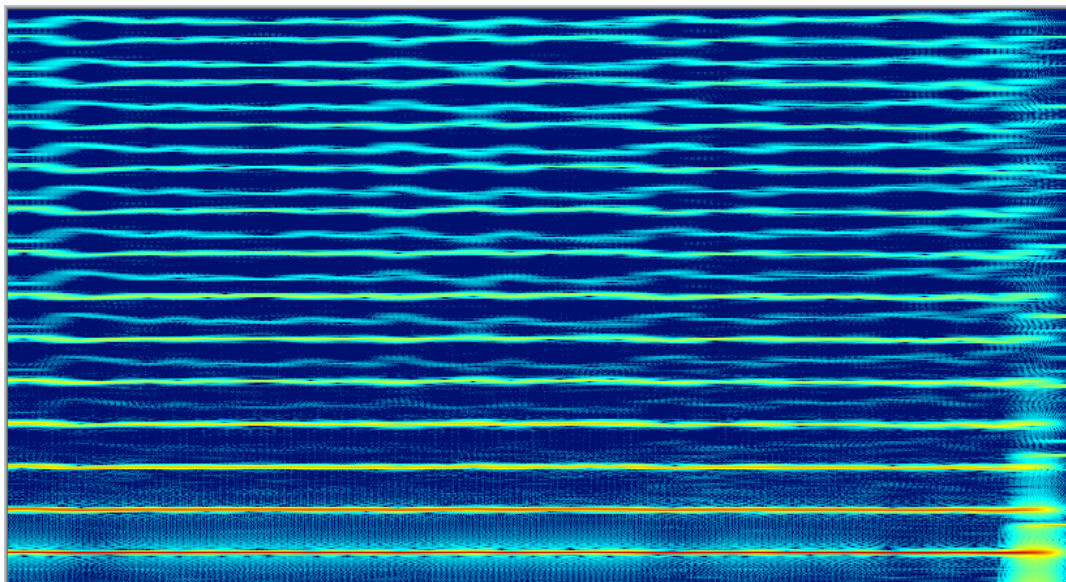
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

25.



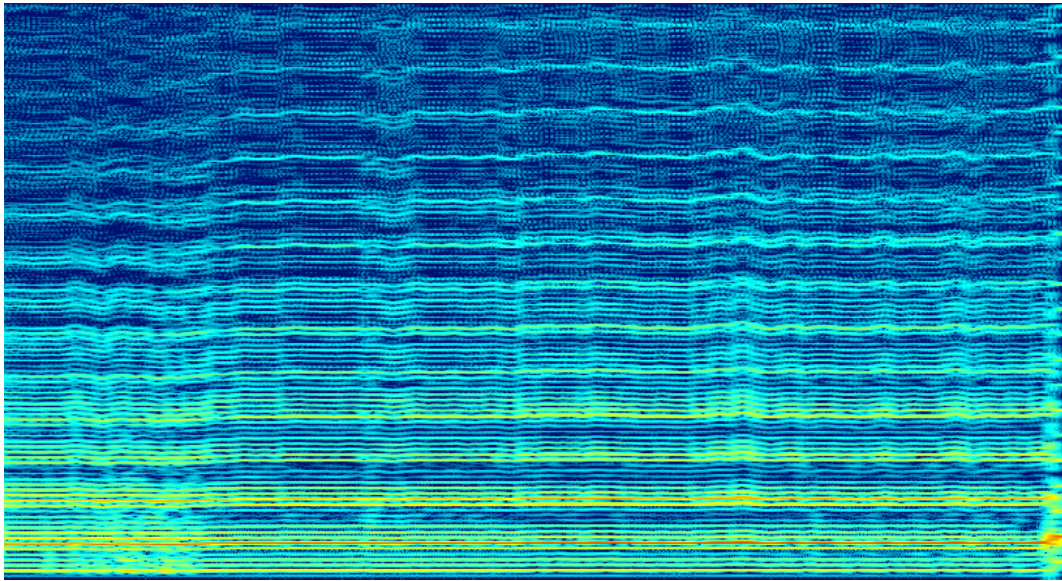
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

26.



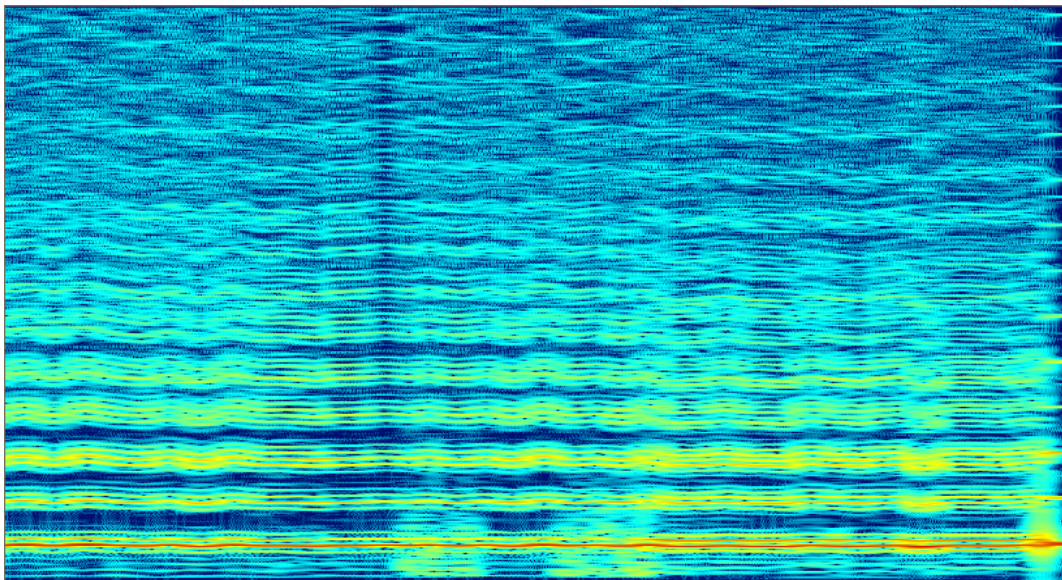
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

27.



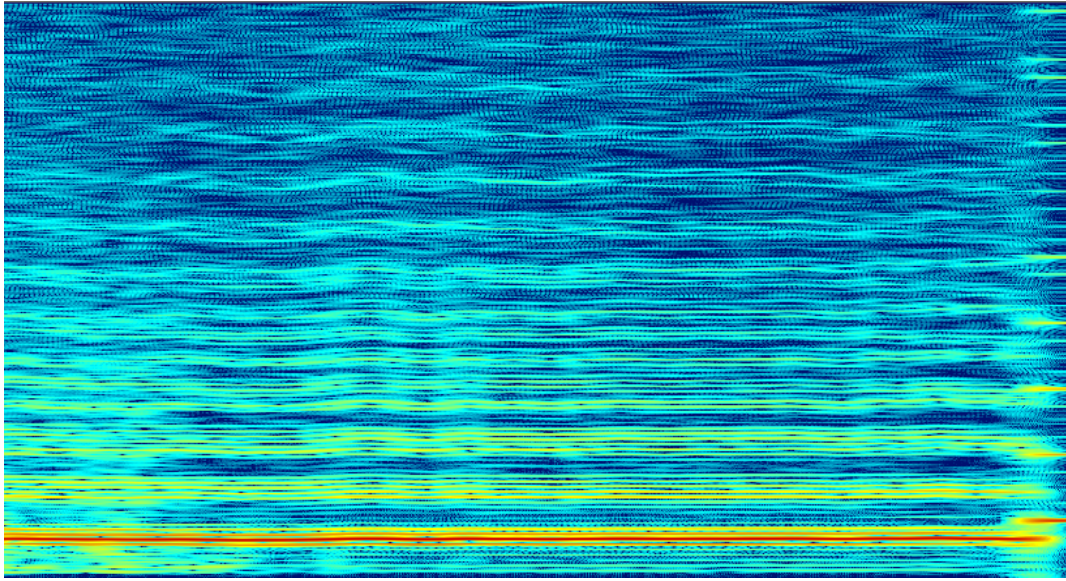
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

28.



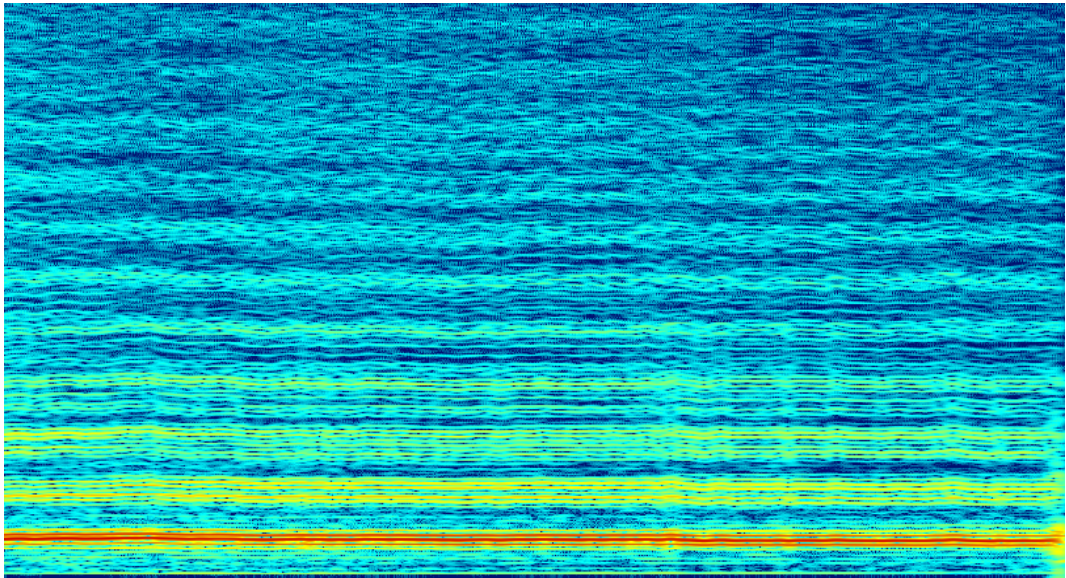
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

29.



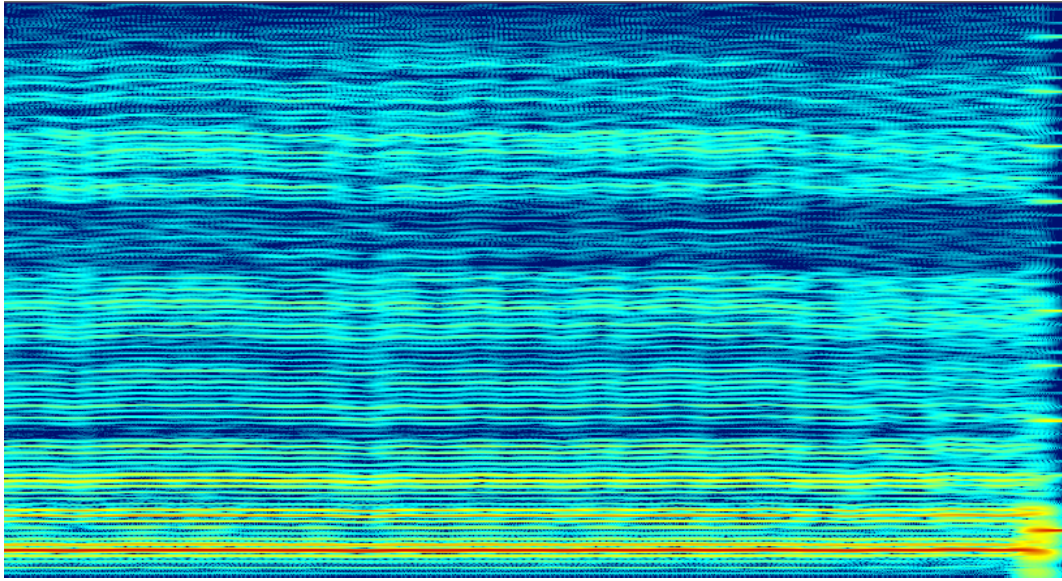
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

30.



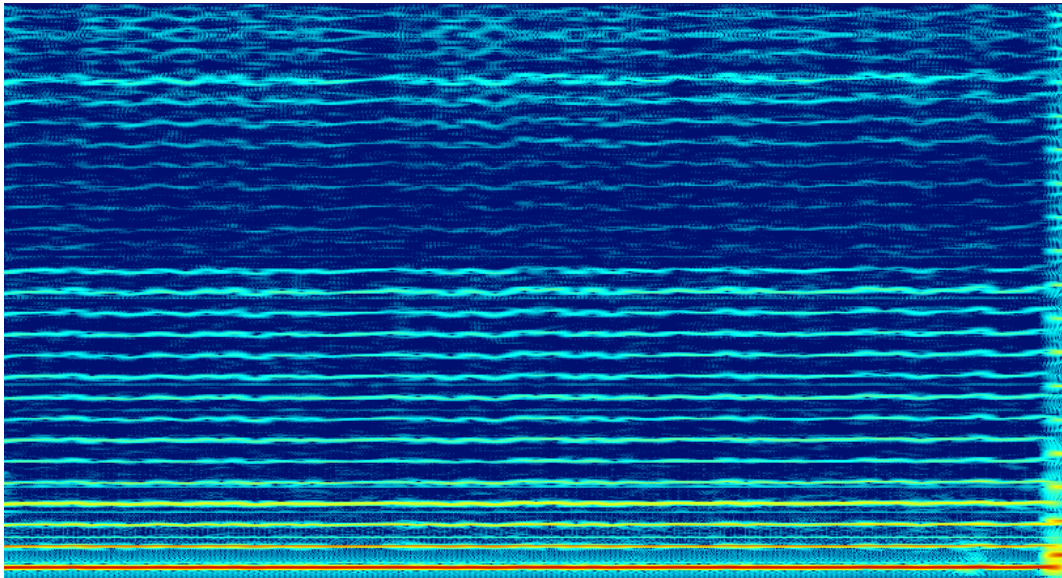
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

31.



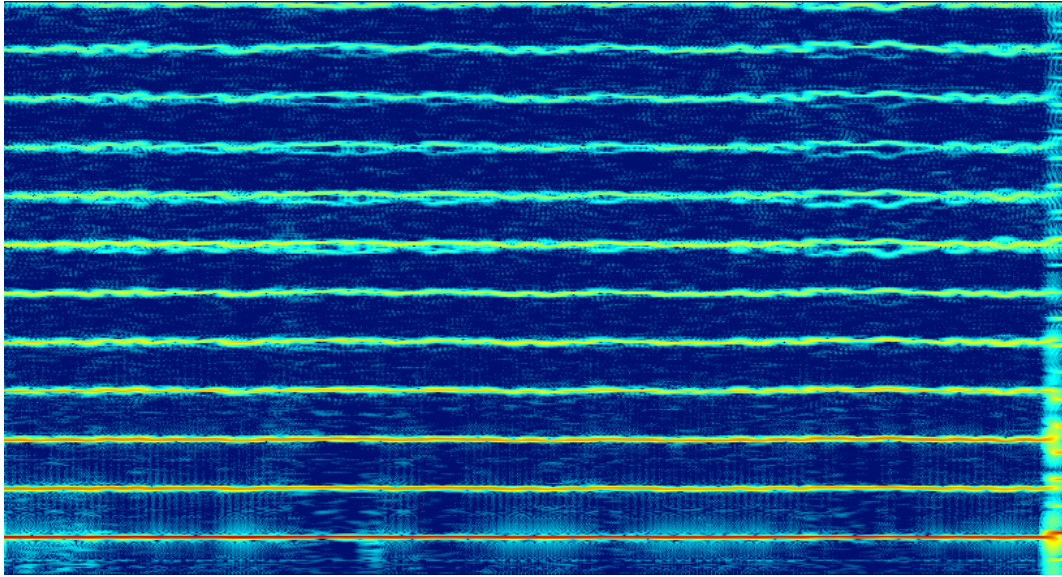
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

32.



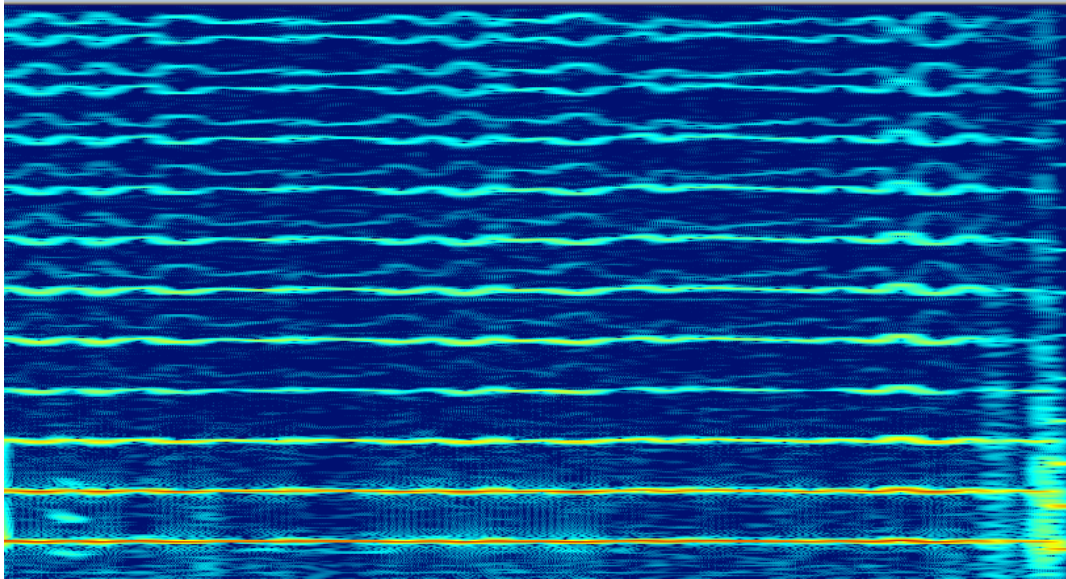
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

33.



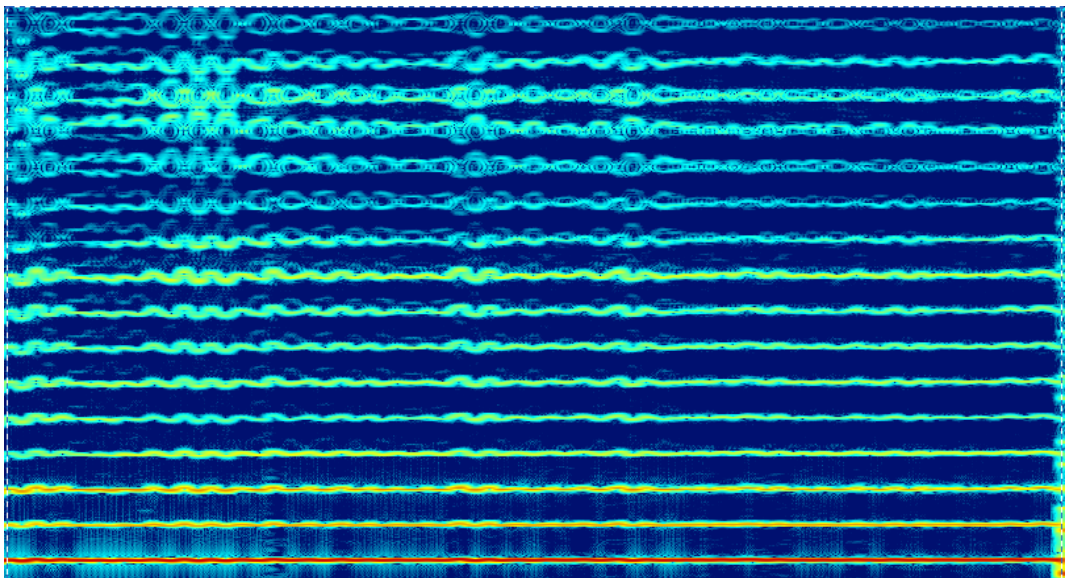
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

1.



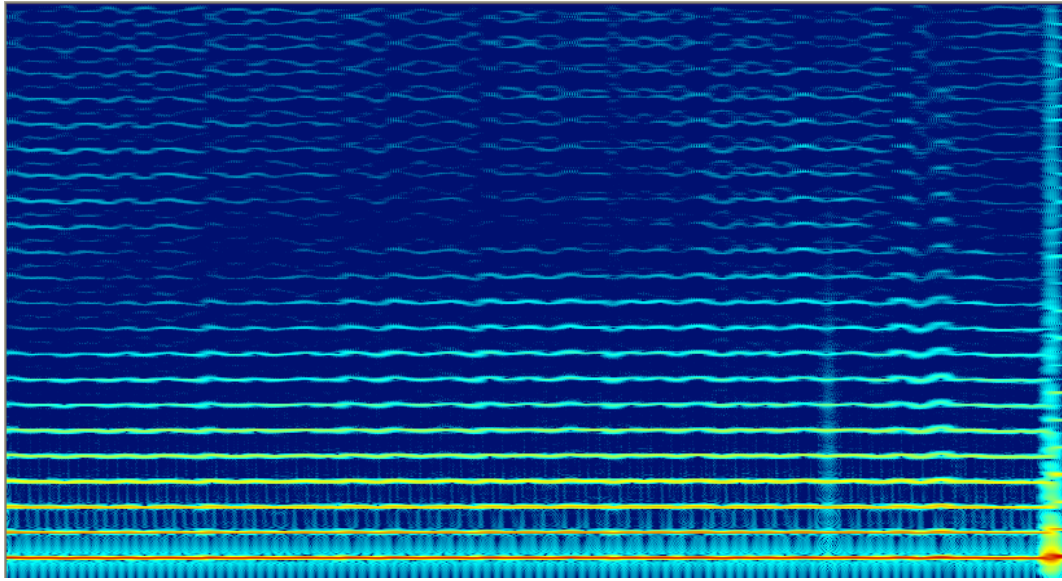
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

2.



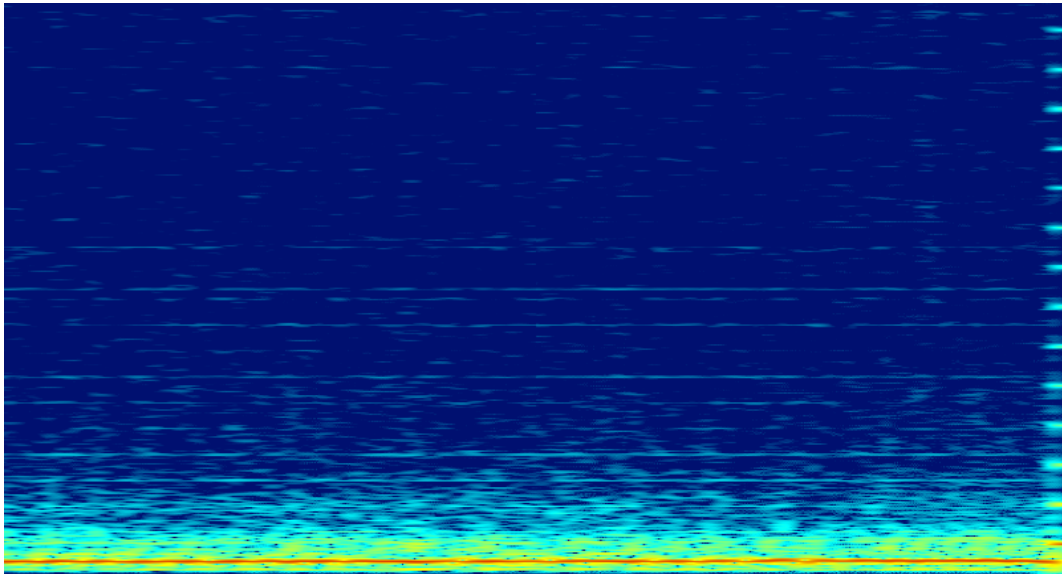
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

3.



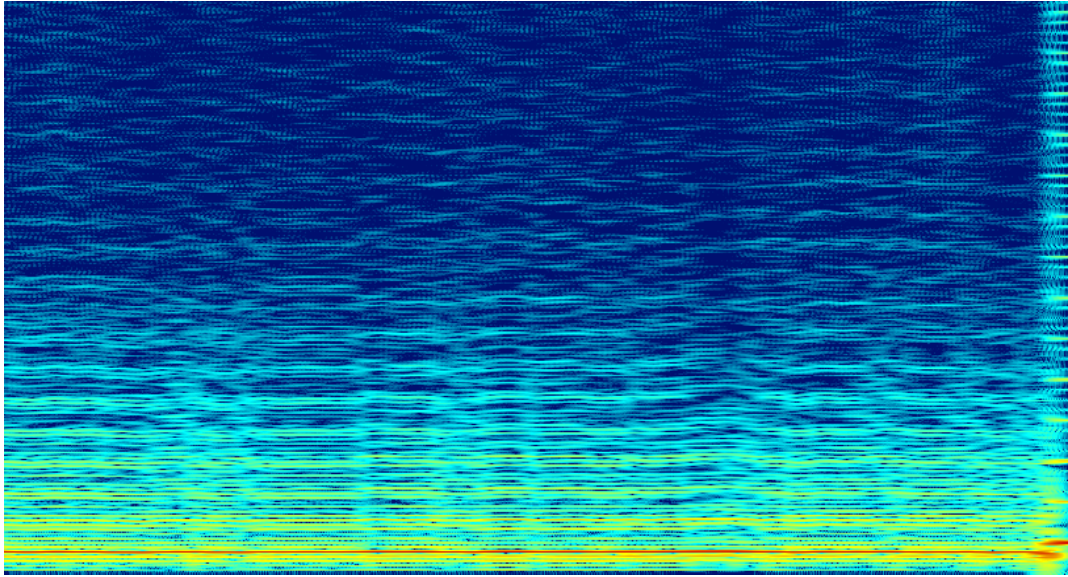
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

4.



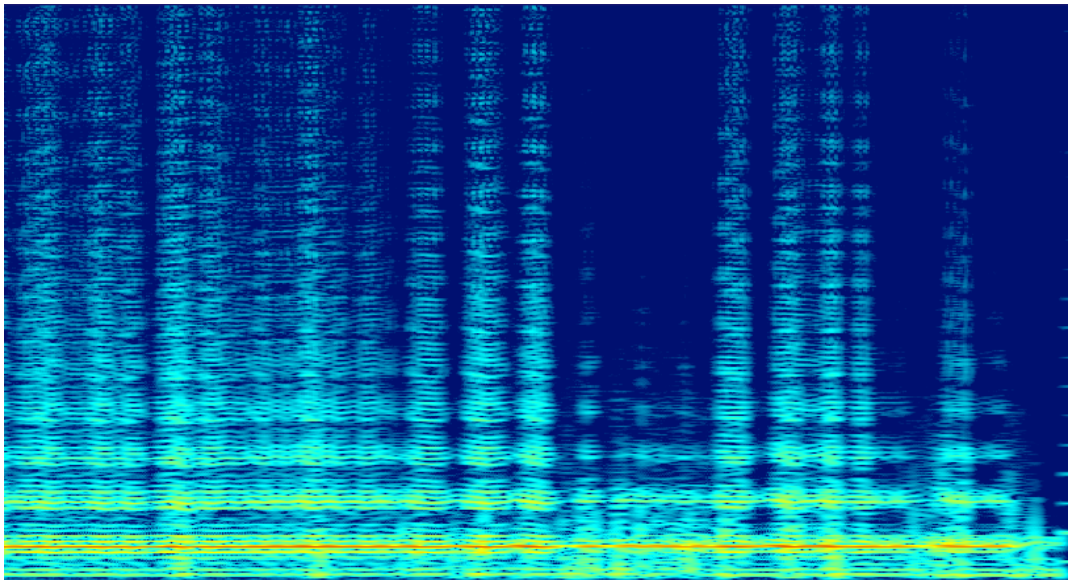
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

5.



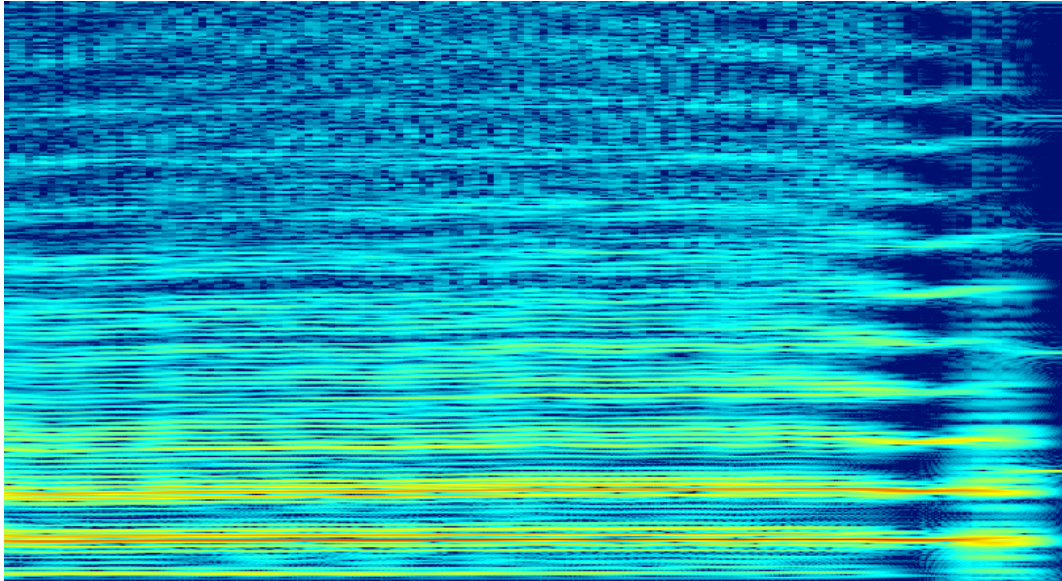
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

6.



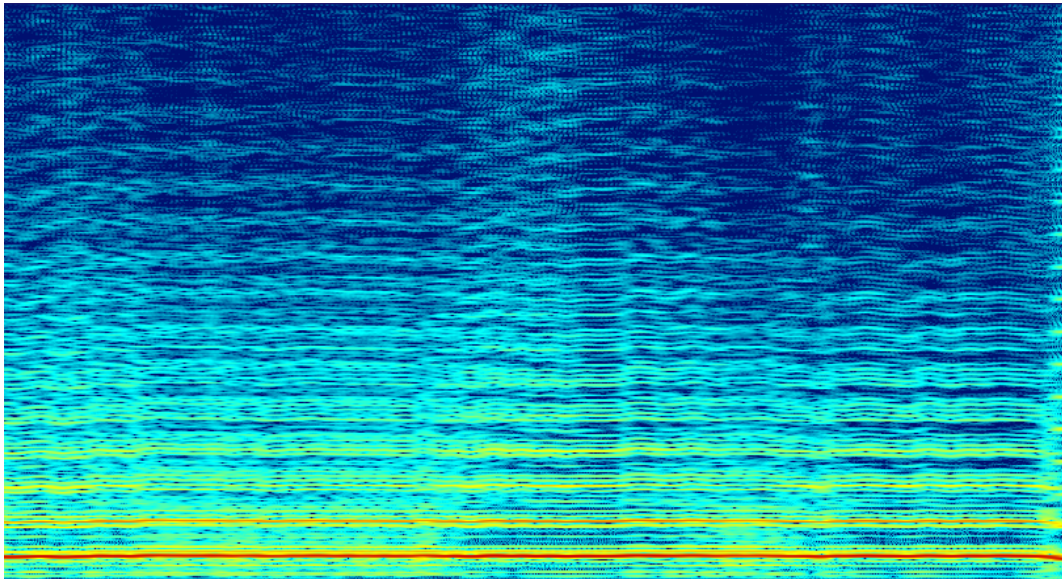
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

7.



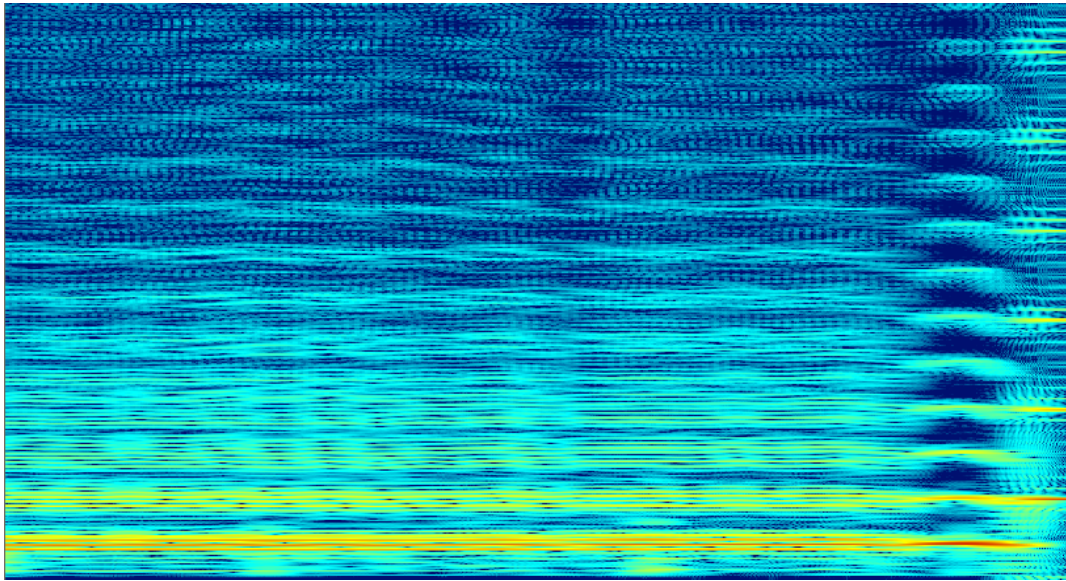
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

8.



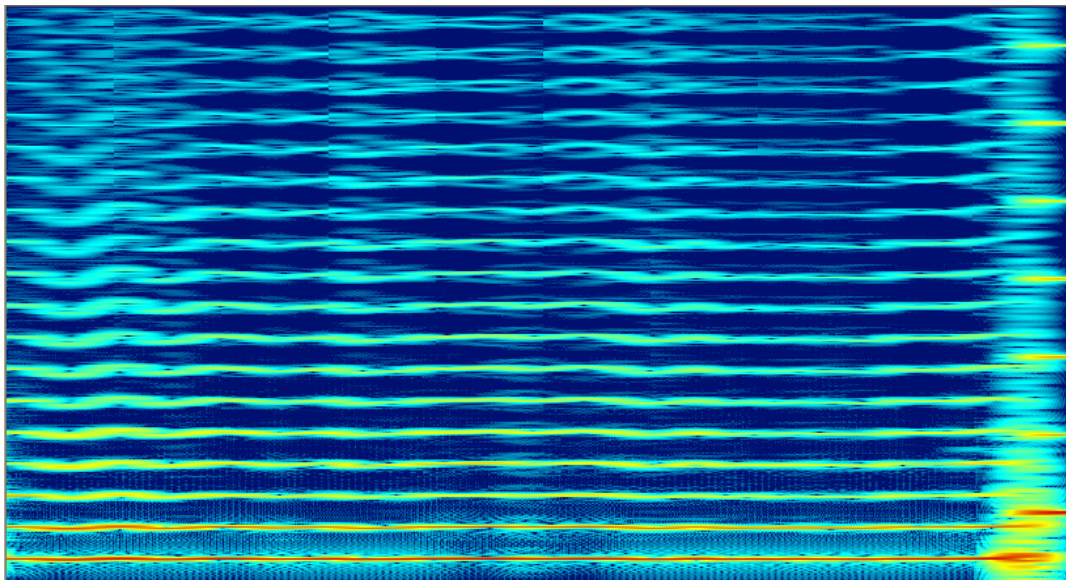
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

9.



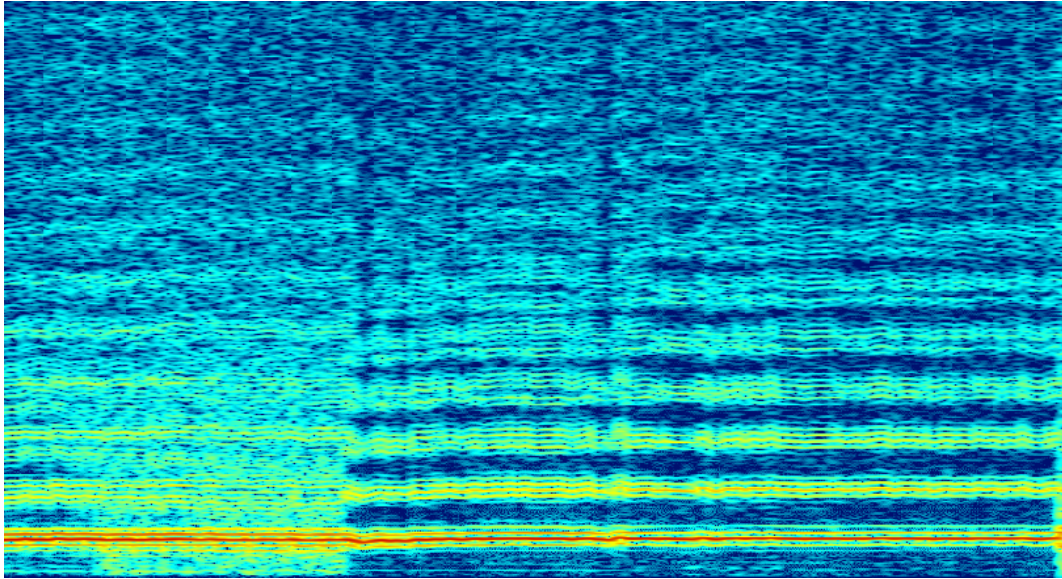
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

10.



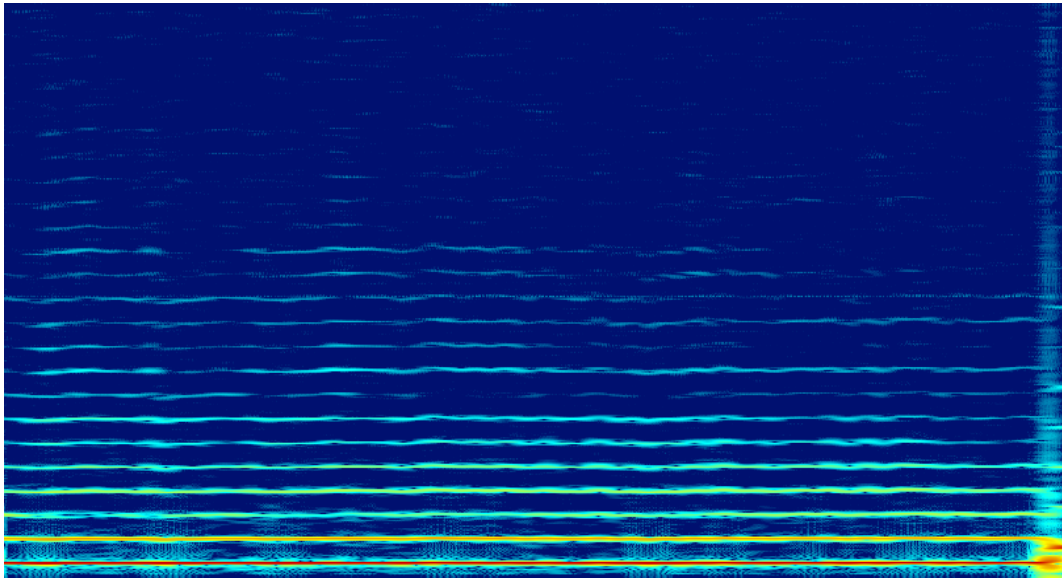
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

11.



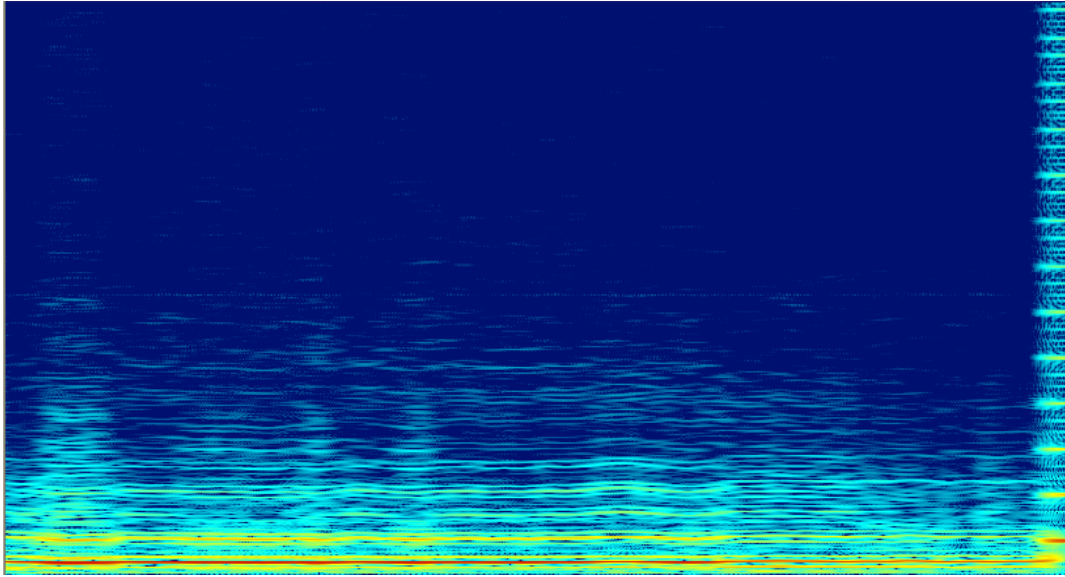
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

12.



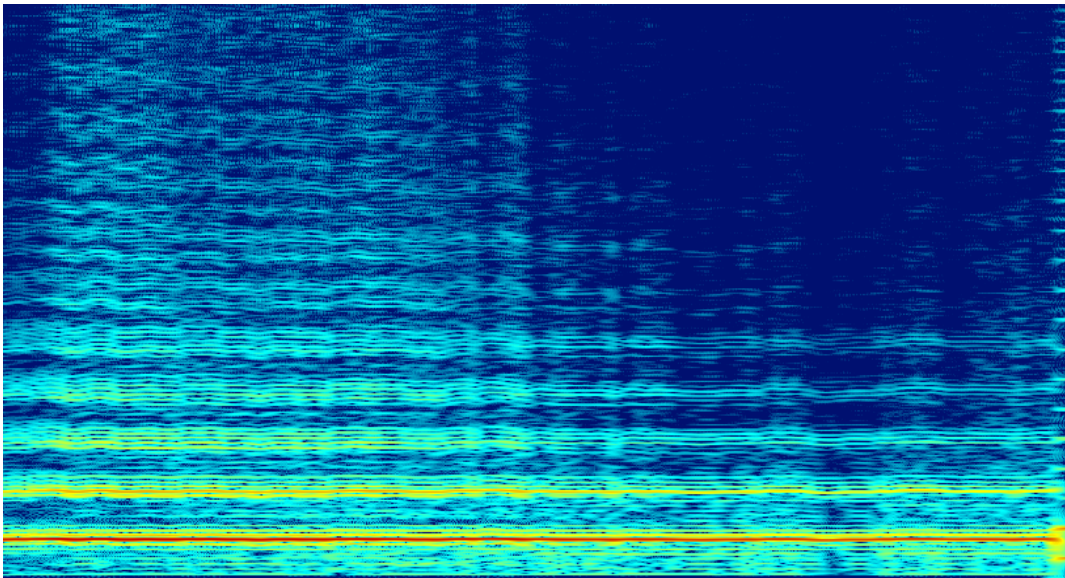
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

13.



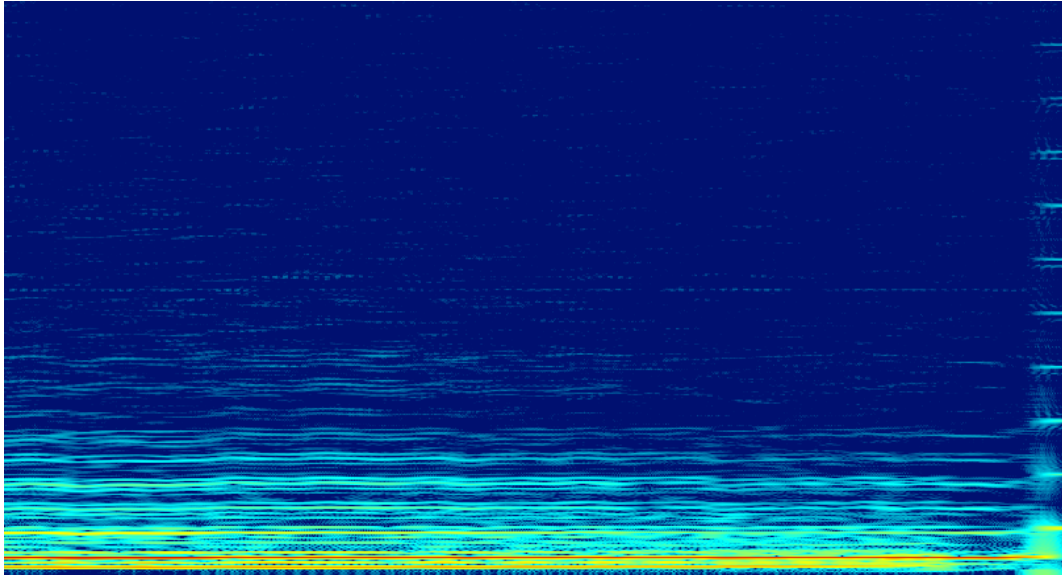
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

14.



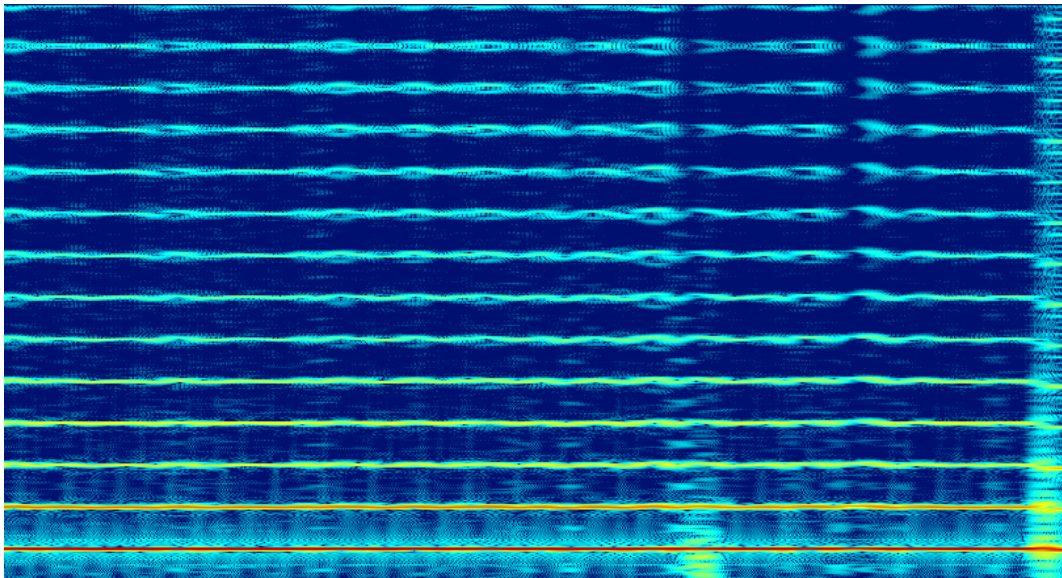
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

15.



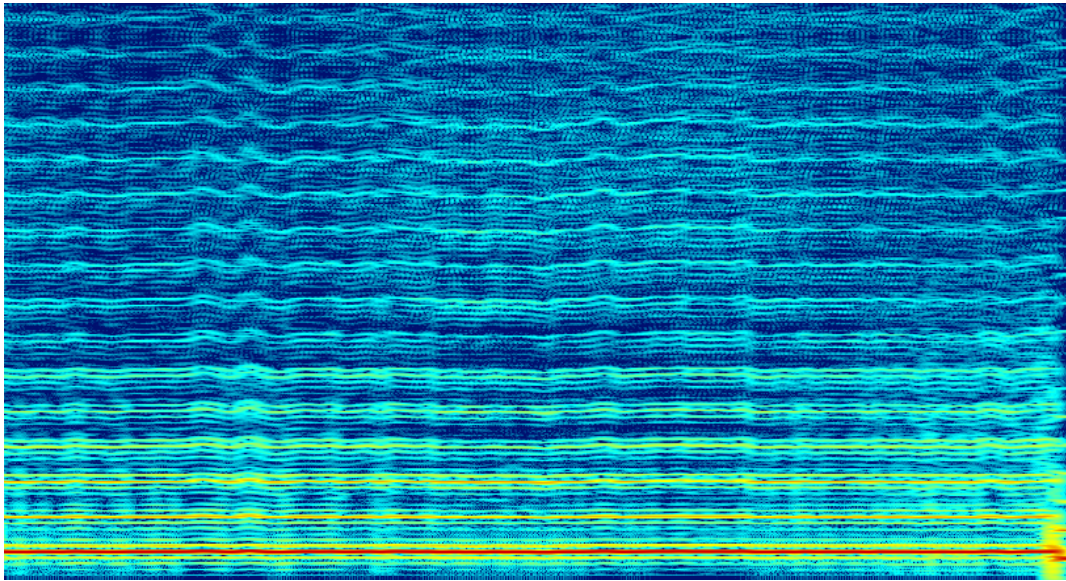
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

16.



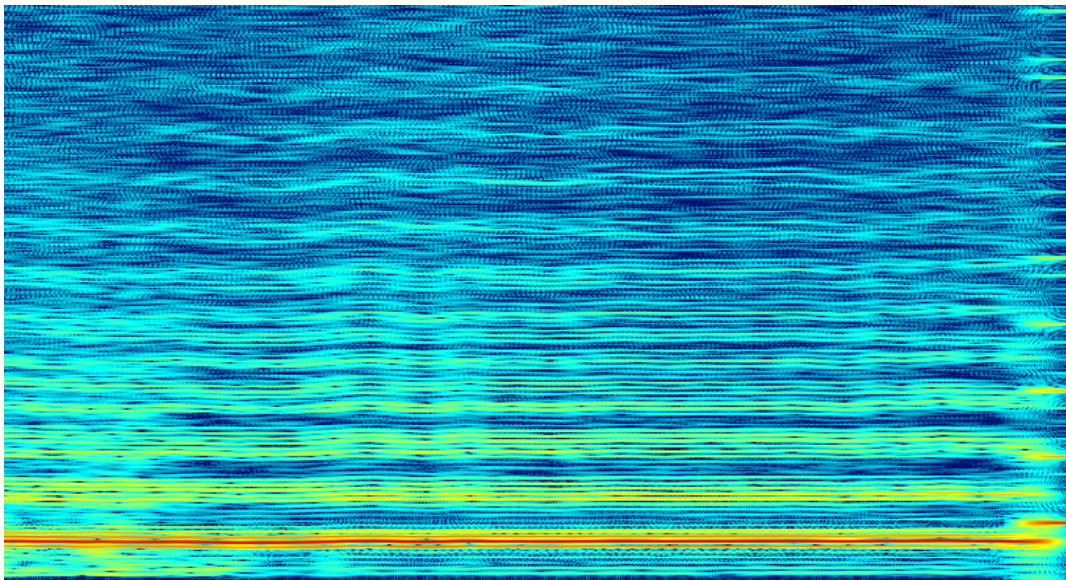
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

17.



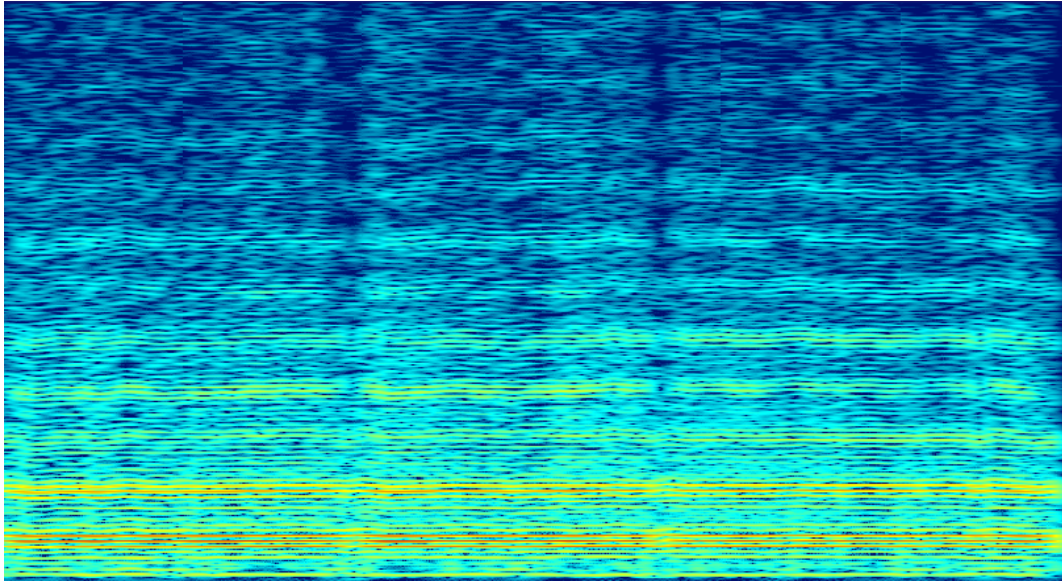
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

18.



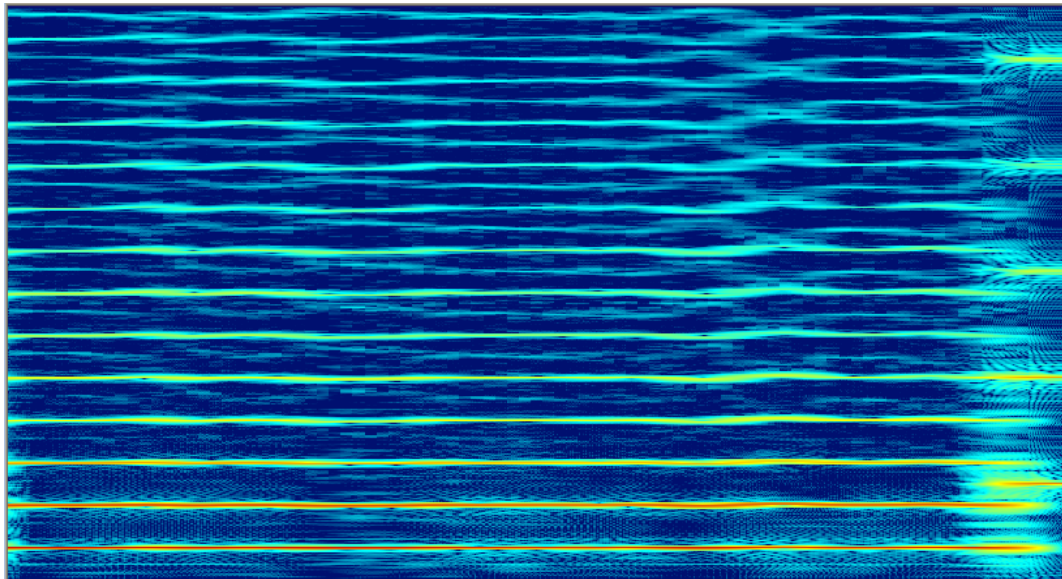
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

19.



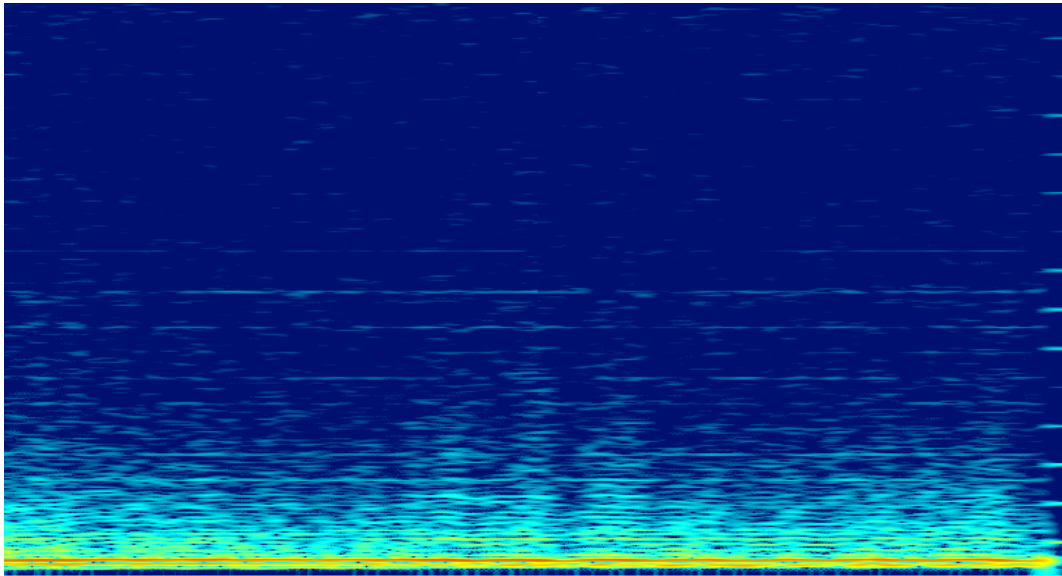
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

20.



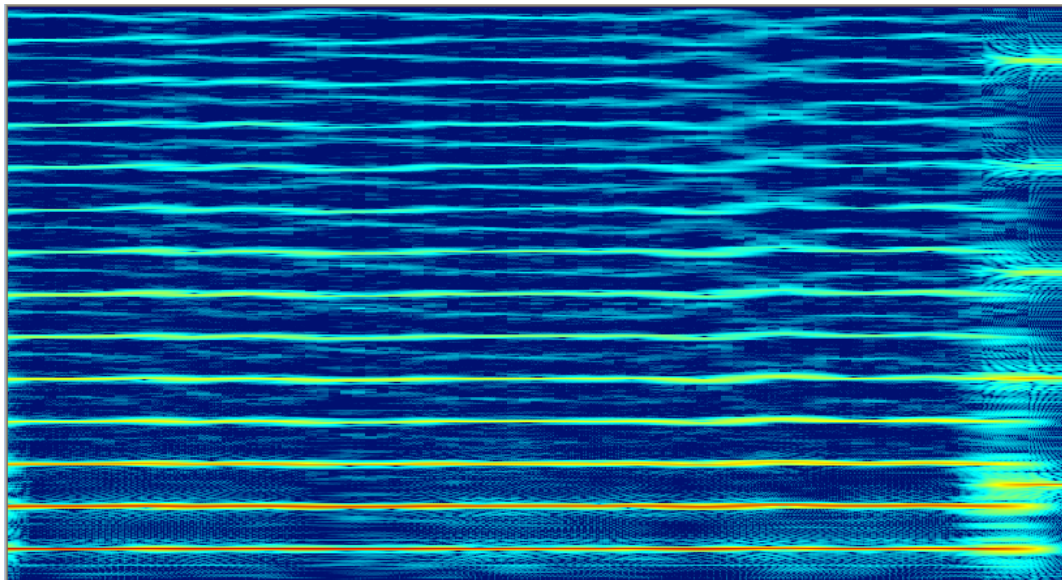
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

21.



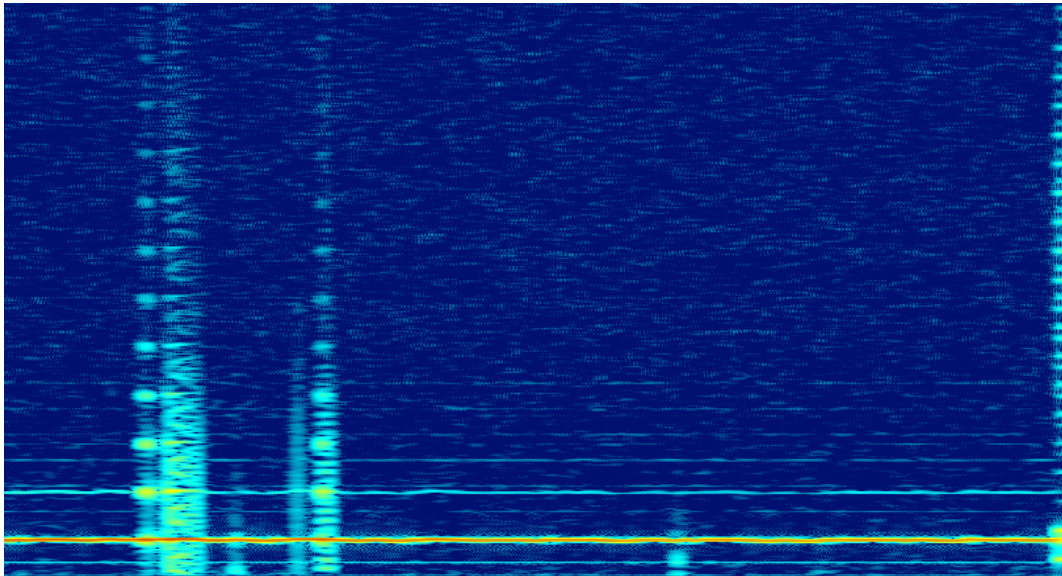
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

21.



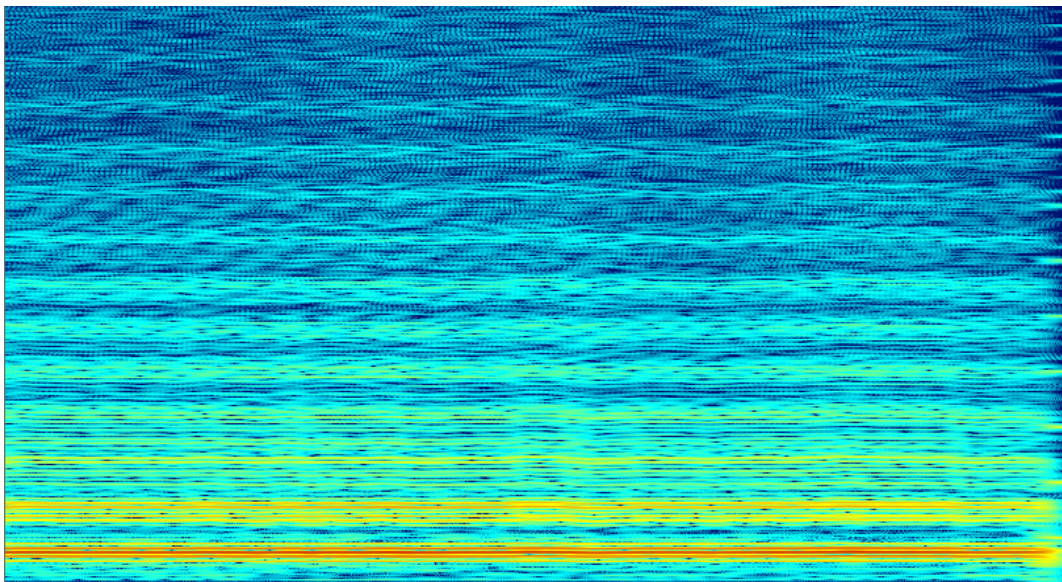
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

23.



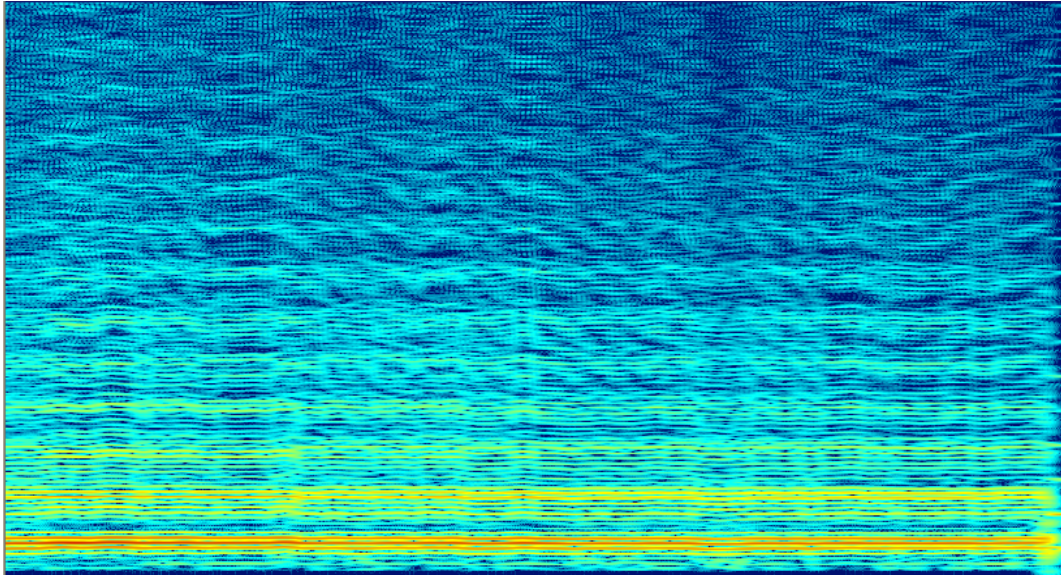
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

24.



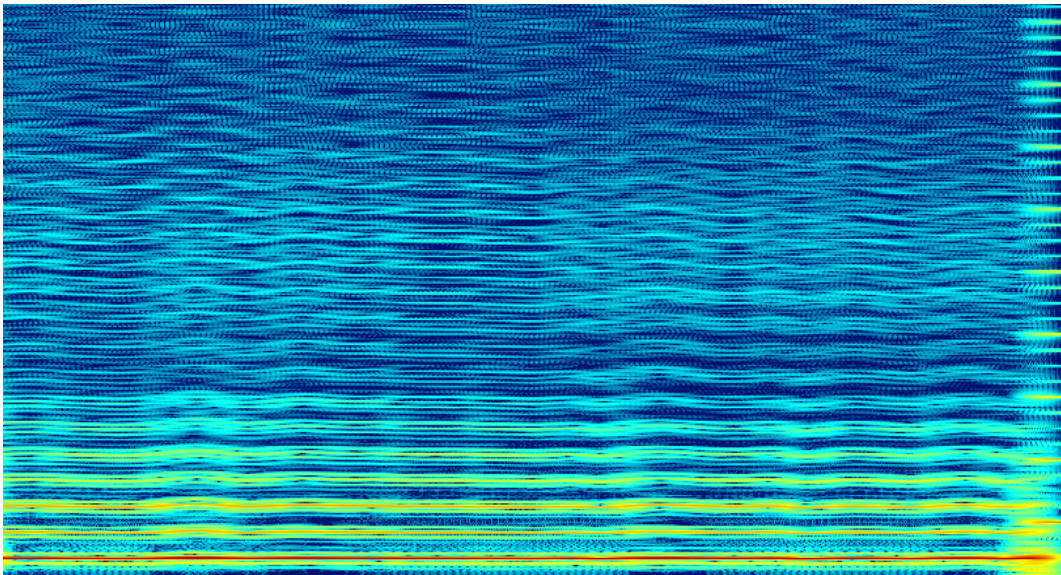
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

25.



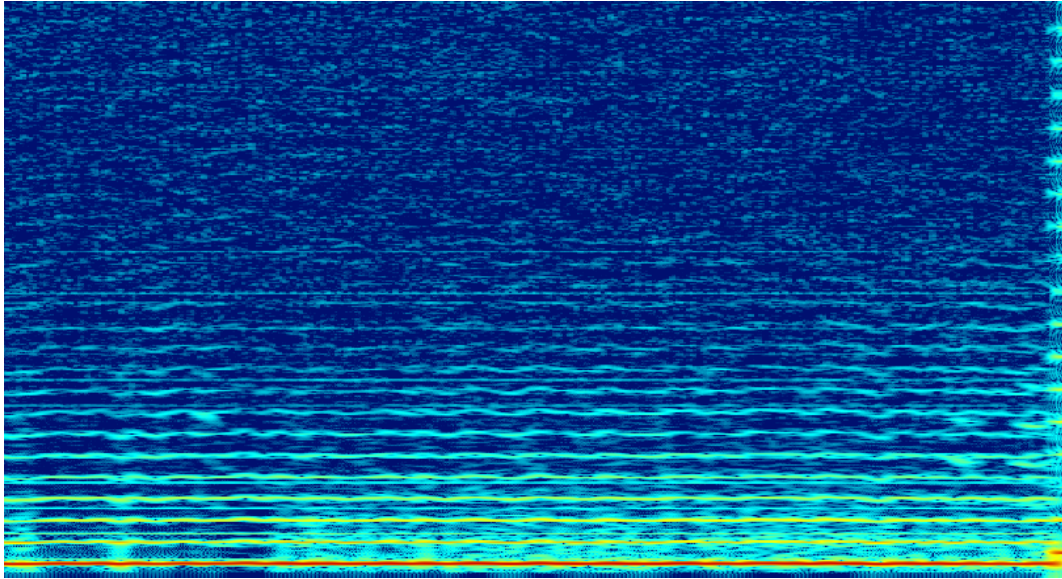
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

26.



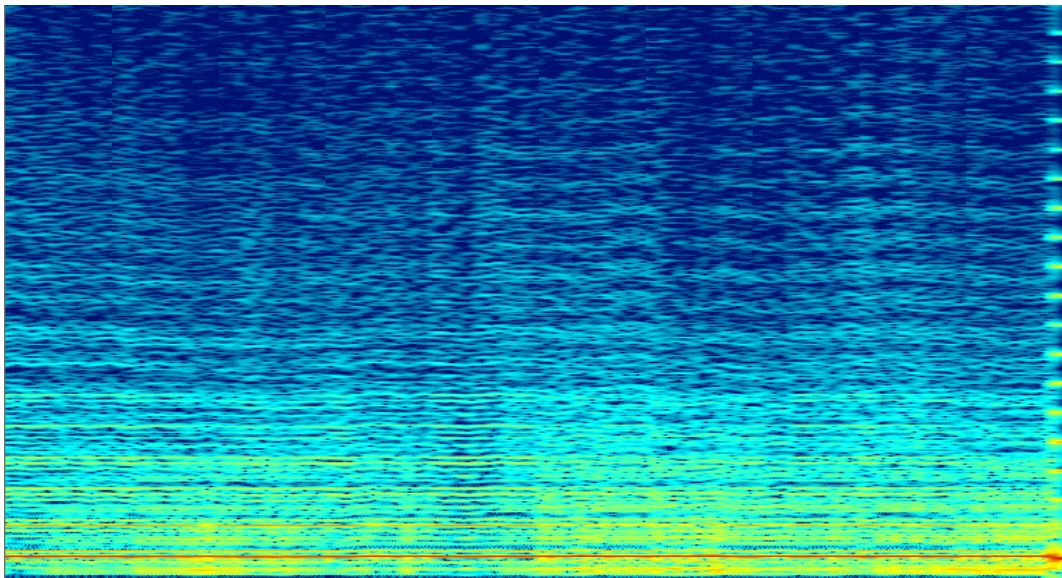
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

27.



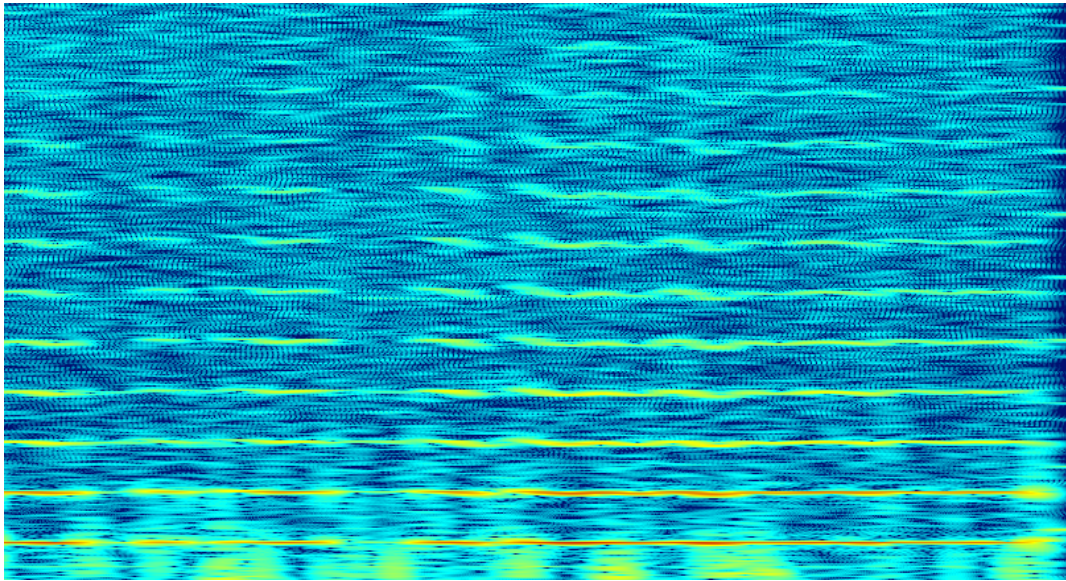
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

28.



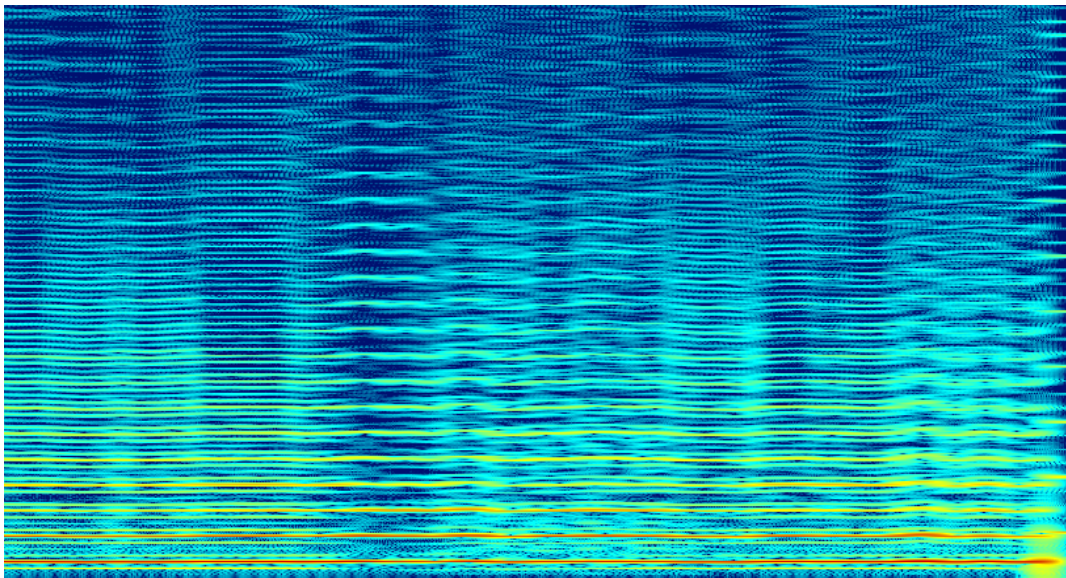
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

29.



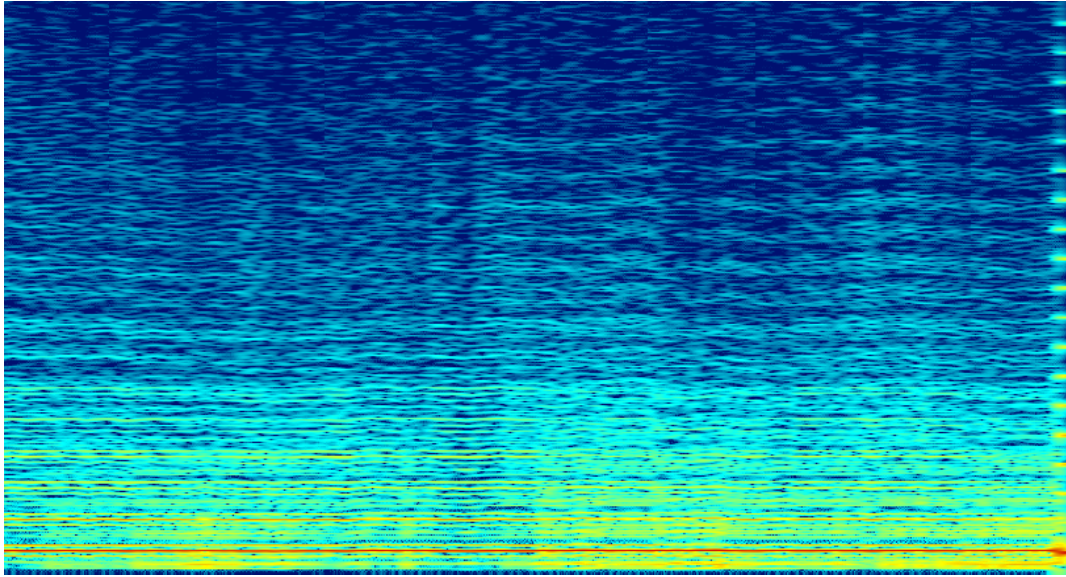
- Harmônicos múltiplos somente da F0
- Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- Ruído

30.



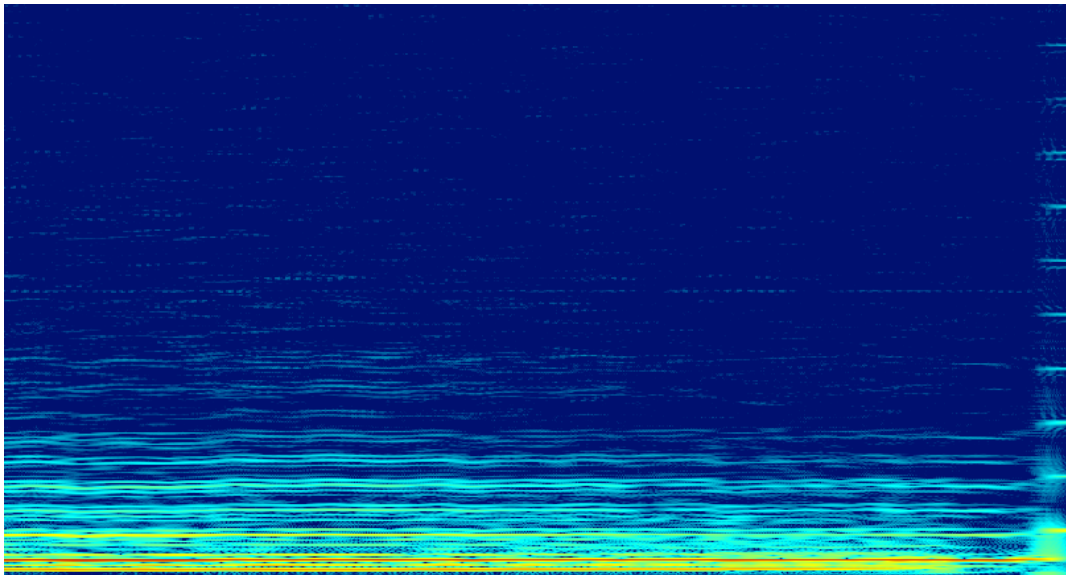
- Harmônicos múltiplos somente da F0
- Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- Ruído

31.



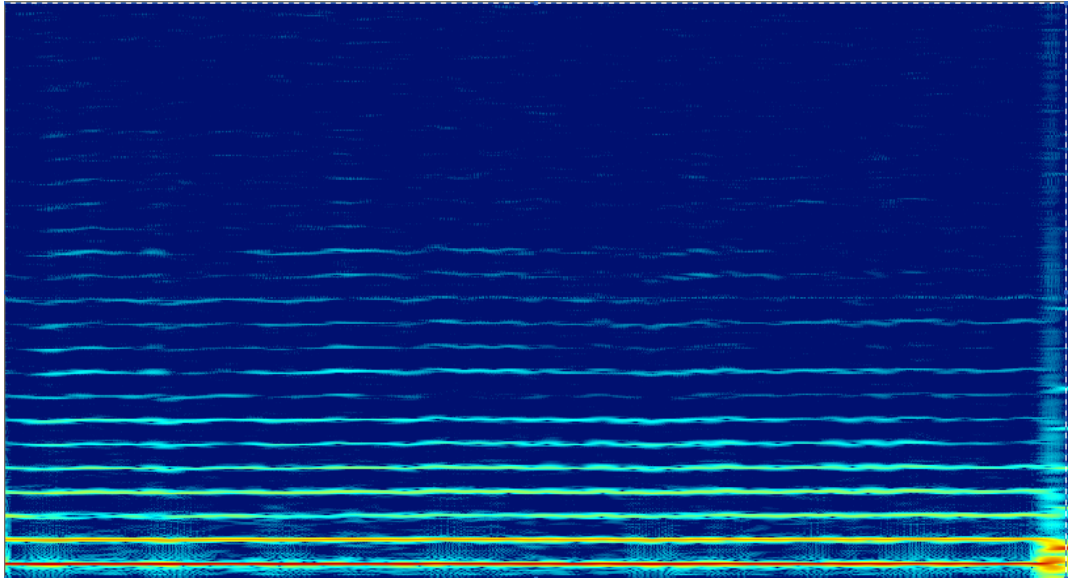
- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

32.



- () Harmônicos múltiplos somente da F0
- () Harmônicos múltiplos de frequência baixa e da F0
- () Ruído

33.



9 REFERÊNCIAS:

1. El Dib RP, Atallah AN. Evidence-based speech, language and hearing therapy and the Cochrane Library's systematic reviews. *Sao Paulo Med J.* 2006;124(2):51-4.
2. Lopes AA. [Evidence-based medicine: the art of applying scientific knowledge in clinical practice]. *Rev Assoc Med Bras.* 2000;46(3):285-8.
3. Ruotsalainen J, Sellman J, Lehto L, Verbeek J. Systematic review of the treatment of functional dysphonia and prevention of voice disorders. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2008;138(5):557-65.
4. Titze IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings. *J Speech Lang Hear Res.* 2006;49(2):448-59.
5. Behlau M, Rodrigues S, Azevedo R, Gonçalves MI, P P. Avaliação e terapia de voz. In: Lopes-Filho O, editor. *Tratado de Fonoaudiologia.* São Paulo: Rocca; 1997. p. 607-58.
6. Behlau M MG, Feijo D, Pontes P. Avaliação de Voz. In: MS B, editor. *A voz do especialista.* 12001. p. 85-275.
7. Pinho SM. *Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz.* Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2003.
8. Pinho S, Pontes P. *Desvendando os segredos da voz: Músculos intrínsecos da laringe e dinâmica vocal.* Rio de Janeiro: Revinter; 2006.
9. Pinho S, Bohadana S. Tratamento fonoaudiológico das disfonias dirigidos à fonocirurgia. In: Pinho S, Tsuji D, Bohadana S, editors. *Fundamentos em laringologia e voz.* Rio de Janeiro: Revinter; 2006. p. 69 - 84.
10. Sataloff RT. *Professional Voice: The science and art of clinical care.* New York: Raven Press; 1991.
11. Aydos B, M. H. Técnicas de aquecimento vocal utilizadas por professores de teatro. *Rev CEFAC.* 2004;6(1):83-8.
12. Scarpel RD, SM. P. Aquecimento e desaquecimento vocal. In: SM P, editor. *Tópicos em voz* Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2001.
13. Schneider SL, Sataloff RT. Voice therapy for the professional voice. *Otolaryngol Clin North Am.* 2007;40(5):1133-49, ix.
14. McGowan RS. Tongue-tip trills and vocal-tract wall compliance. *J Acoust Soc Am.* 1992;91(5):2903-10.
15. Schwarz K, Cielo CA. Vocal and laryngeal modifications produced by the sonorous tongue vibration technique. *Pro Fono.* 2009;21(2):161-6.
16. Gaskill CS, Erickson ML. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. *J Voice.* 2008;22(6):634-43.
17. Cordeiro GF. *Análise comparativa da amplitude de vibração das pregas vocais e do coeficiente de contato durante a emissão da vogal /ε/ prolongada e vibração sonorizada de lábios e língua.* . São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.
18. Lip NJ. Trills and Raspberries: "High Spit Factor" Alternatives to the Nasal Continuant Consoants. *Journal of Singing.* 1999;55(3):15-9.
19. Francato A, Nogueira JJ, Pela S, Behlau M. Programa de aquecimento vocal. In: Marquesan I, Zorzi J, Gomes I, editors. *Tópicos de Fonoaudiologia.* São Paulo: Lovise; 1996.
20. Van Lierde KM, D'haeseleer E, Baudonck N, Claeys S, De Bodt M, Behlau M. The impact of vocal warm-up exercises on the objective vocal quality in female students training to be speech language pathologists. *J Voice.* 2011;25(3):e115-21.
21. Maniecka-Aleksandrowicz B, Domeracka-Kołodziej A, Rózak-Komorowska A, Szeptycka-Adamus A. [Management and therapy in functional aphonia: analysis of 500 cases]. *Otolaryngol Pol.* 2006;60(2):191-7.
22. Rodrigues S. *Análise múltipla do efeito da técnica de vibração sonorizada de língua em indivíduos adultos sem queixa vocal.* São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1995.

23. Rodrigues M. Estudo do exercício de vibração sonorizada de língua nas laringectomias frontolaterais. São Paulo: PUC; 2001.
24. Casper J, Colton R, Woo P, Brewer D. Physiological characteristics of selected voice therapy techniques: a preliminary research note. *British Voice Assoc* 1992;1994(1):131-41.
25. Woo P, Casper J, Colton R, Brewer D. Diagnosis and treatment of persistent dysphonia after laryngeal surgery: a retrospective analysis of 62 patients. *Laryngoscope*. 1994;104(9):1084-91.
26. Menezes MH, de Campos Duprat A, Costa HO. Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time. *J Voice*. 2005;19(1):61-70.
27. Menezes MH, Ubrig-Zancanella MT, Cunha MG, Cordeiro GF, Nemr K, Tsuji DH. The relationship between tongue trill performance duration and vocal changes in dysphonic women. *J Voice*. 2011;25(4):e167-75.
28. Hamdan AL, Nassar J, Al Zaghaf Z, El-Khoury E, Bsat M, Tabri D. Glottal contact quotient in mediterranean tongue trill. *J Voice*. 2012;26(5):669.e11-5.
29. Cordeiro GF, Montagnoli AN, Nemr NK, Menezes MH, Tsuji DH. Comparative analysis of the closed quotient for lip and tongue trills in relation to the sustained vowel /ε/. *J Voice*. 2012;26(1):e17-22.
30. Baken R. Electroglottography. *J Voice*. 1992;6(2):98-110.
31. Titze I. Interpretation of the Electroglottographic Signal. *J Voice*. 1990;4(1):1-9.
32. Tao C, Jiang JJ. Effects of mucosal loading on vocal fold vibration. *Chaos*. 2009;19(2):023113.
33. Hirano M. Morphological structure of the vocal cord as a vibrator and its variations. *Folia Phoniatr (Basel)*. 1974;26(2):89-94.
34. Hirano M, Bless D. Exame Videostroboscópico da Laringe. Porto Alegre: Artes Médicas; 1997. 267 p.
35. Zemlin W. Fonação. In: Zemlin W, editor. *Anatomia e fisiologia em fonoaudiologia*. Porto Alegre: Artmed; 2000. p. 118-214.
36. Zhang Z. Characteristics of phonation onset in a two-layer vocal fold model. *J Acoust Soc Am*. 2009;125(2):1091-102.
37. Titze IR. The physics of small-amplitude oscillation of the vocal folds. *J Acoust Soc Am*. 1988;83(4):1536-52.
38. Titze IR. Current topics in voice production mechanisms. *Acta Otolaryngol*. 1993;113(3):421-7.
39. Fisher KV, Swank PR. Estimating phonation threshold pressure. *J Speech Lang Hear Res*. 1997;40(5):1122-9.
40. Zhuang P, Sprecher AJ, Hoffman MR, Zhang Y, Fourakis M, Jiang JJ, et al. Phonation threshold flow measurements in normal and pathological phonation. *Laryngoscope*. 2009;119(4):811-5.
41. Alipour F, Scherer RC. Vocal fold bulging effects on phonation using a biophysical computer model. *J Voice*. 2000;14(4):470-83.
42. Alipour F, Finnegan EM, Scherer RC. Aerodynamic and acoustic effects of abrupt frequency changes in excised larynges. *J Speech Lang Hear Res*. 2009;52(2):465-81.
43. Cook D, George P, Julias M. 2D/3D hybrid structural model of vocal folds. *J Biomech*. 2012;45(2):269-74.
44. Farran AJ, Teller SS, Jia F, Clifton RJ, Duncan RL, Jia X. Design and characterization of a dynamic vibrational culture system. *J Tissue Eng Regen Med*. 2011.
45. Nomura, Funada T. Numerical simulation of unsteady flow through the rigid glottis. *Acoust Sci & Tech [Internet]* 2006;27(3):154-62.
46. Sciamarella D, Quere P. Solving for unsteady airflow in a glottal model with immersed moving boundaries. *European Journal of Mechanics B/Fluids*. 2008;128:42-53.

47. Khosla S, Murugappan S, Gutmark E. What can vortices tell us about vocal fold vibration and voice production. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2008;16(3):183-7.
48. Khosla S, Murugappan S, Paniello R, Ying J, Gutmark E. Role of vortices in voice production: normal versus asymmetric tension. *Laryngoscope*. 2009;119(1):216-21.
49. Hofmans GC, Groot G, Ranucci M, Graziani G, Hirschberg A. Unsteady flow through in-vitro models of the glottis. *J Acoust Soc Am*. 2003;113(3):1658-75.
50. Tao C, Zhang Y, Hottinger DG, Jiang JJ. Asymmetric airflow and vibration induced by the Coanda effect in a symmetric model of the vocal folds. *J Acoust Soc Am*. 2007;122(4):2270-8.
51. Alipour F, Scherer RC. Flow separation in a computational oscillating vocal fold model. *J Acoust Soc Am*. 2004;116(3):1710-9.
52. Erath BD, Peterson SD, Zaňartu M, Wodicka GR, Plesniak MW. A theoretical model of the pressure field arising from asymmetric intraglottal flows applied to a two-mass model of the vocal folds. *J Acoust Soc Am*. 2011;130(1):389-403.
53. Okuno E, Caldas I, Chow C. *Física para ciências biológicas e biomédicas*. São Paulo: Habra; 1992.
54. Dąbek Z. Statistical Analysis of the Grey Water Solid Phase with the Coanda Effect Separator. *Pol J Environ Stud [Internet]*. 2011;20(4):863-7.
55. Houghton E, Carpenter P. *Aerodynamics for Engineering Students*: Elsevier Butterworth-Heinemann; 2003.
56. Thomas G, Stamatakis S. *Physics of Gases*. Anaesthesia and Intensive care Medicine. 2008;10(1):48-51.
57. Sokolova I. Effect of Spherical Recesses on the Characteristics of Coanda Flow. *Fluid Dynamics [Internet]*. 2003;38(6):969-72.
58. Oliveira P. *Sustentação aerodinâmica: o mecanismo físico [Internet]*. 2008.
59. Becker S, Kniesburges S, Müller S, Delgado A, Link G, Kaltenbacher M, et al. Flow-structure-acoustic interaction in a human voice model. *J Acoust Soc Am*. 2009;125(3):1351-61.
60. Alipour F, Scherer RC. Dynamic glottal pressures in an excised hemilarynx model. *J Voice*. 2000;14(4):443-54.
61. Zheng X, Mittal R, Xue Q, Bielamowicz S. Direct-numerical simulation of the glottal jet and vocal-fold dynamics in a three-dimensional laryngeal model. *J Acoust Soc Am*. 2011;130(1):404-15.
62. Zheng X, Mittal R, Bielamowicz S. A computational study of asymmetric glottal jet deflection during phonation. *J Acoust Soc Am*. 2011;129(4):2133-43.
63. Triep M, Brücker C. Three-dimensional nature of the glottal jet. *J Acoust Soc Am*. 2010;127(3):1537-47.
64. Mihaescu M, Khosla SM, Murugappan S, Gutmark EJ. Unsteady laryngeal airflow simulations of the intra-glottal vortical structures. *J Acoust Soc Am*. 2010;127(1):435-44.
65. Jiang JJ, Zhang Y, Stern J. Modeling of chaotic vibrations in symmetric vocal folds. *J Acoust Soc Am*. 2001;110(4):2120-8.
66. Hirsch M, Samale S, Devaney R. *Differential Equations, Dynamical Systems e An Introduction to Chaos*. 2 ed. New York: Elsevier Academic Press; 2004.
67. Colton R, Conture E. Problems and Pitfalls of Electroglottography. *J Voice*. 1996;4(1):10-24.
68. Childers DG, Krishnamurthy AK. A critical review of electroglottography. *Crit Rev Biomed Eng*. 1985;12(2):131-61.
69. Bouzid A, Ellouze N. Voice source parameter measurement based on multi-scale analysis of electroglottographic signal. *Speech Communication*. 2009;51:782-92.
70. Fant G. *Acoustic theory of speech production*. Paris: Mouton; 1970.

71. Hanamitsu M, Kataoka H. Effect of artificially lengthened vocal tract on vocal fold oscillation's fundamental frequency. *J Voice*. 2004;18(2):169-75.
72. Warren DW, Allen G, King HA. Physiologic and perceptual effects of induced anterior open bite. *Folia Phoniatr (Basel)*. 1984;36(4):164-73.
73. Warren DW, Rochet AP, Dalston RM, Mayo R. Controlling changes in vocal tract resistance. *J Acoust Soc Am*. 1992;91(5):2947-53.
74. Titze IR. Nonlinear source-filter coupling in phonation: theory. *J Acoust Soc Am*. 2008;123(5):2733-49.
75. Laje R, Gardner T, Mindlin GB. Continuous model for vocal fold oscillations to study the effect of feedback. *Phys Rev E Stat Nonlin Soft Matter Phys*. 2001;64(5 Pt 2):056201.
76. Kaburagi T. Voice production model integrating boundary-layer analysis of glottal flow and source-filter coupling. *J Acoust Soc Am*. 2011;129(3):1554-67.
77. Hatzikirou H, Fitch W, Herzel H. Voice Instabilities due to Source-Tract Interactions. *Acta Acustica United with Acustica*. 2006;92:468 – 75.
78. SM. P. Terapia Vocal. In: SM P, editor. *Tópicos em Voz*. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 2001.
79. Gorman S, Weinrich B, Lee L, Stemple JC. Aerodynamic changes as a result of vocal function exercises in elderly men. *Laryngoscope*. 2008;118(10):1900-3.
80. Rodríguez-Parra MJ, Adrián JA, Casado JC. Voice therapy used to test a basic protocol for multidimensional assessment of dysphonia. *J Voice*. 2009;23(3):304-18.
81. Sabol JW, Lee L, Stemple JC. The value of vocal function exercises in the practice regimen of singers. *J Voice*. 1995;9(1):27-36.
82. Speyer R. Effects of voice therapy: a systematic review. *J Voice*. 2008;22(5):565-80.
83. Story BH, Laukkanen AM, Titze IR. Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *J Voice*. 2000;14(4):455-69.
85. Bueno T. Técnica de vibração sonorizada de língua: aspectos do aprendizado, dos efeitos acústicos e das imagens do trato vocal e da face. São Paulo: PUC; 2006.
86. Pinho SM, Tsuji DH, C. BS. Tratamento fonoaudiológico das disfonias dirigidos à fonocirurgia. In: Pinho SM, Tsuji DH, S.C B, editors. *Fundamentos em Laringologia e Voz*. Rio de Janeiro: Revinter; 2006. p. 69 - 84.
87. Vieira MN, McInnes FR, Jack MA. Comparative assessment of electroglottographic and acoustic measures of jitter in pathological voices. *J Speech Lang Hear Res*. 1997;40(1):170-82.
88. Cooper M. Spectrographic analysis of fundamental frequency and hoarseness before and after vocal rehabilitation. *J Speech Hear Disord*. 1974;39(3):286-97.
89. Story BH, Titze IR, Hoffman EA. Vocal tract area functions for an adult female speaker based on volumetric imaging. *J Acoust Soc Am*. 1998;104(1):471-87.
90. Gregio F. Configuração do trato vocal supraglótico na produção das vogais do Português: dados de imagem de ressonância magnética. São Paulo: PUC; 2006.
91. Titze IR. Phonation threshold pressure measurement with a semi-occluded vocal tract. *J Speech Lang Hear Res*. 2009;52(4):1062-72.
92. Zhang Y, Jiang JJ. Asymmetric spatiotemporal chaos induced by a polypoid mass in the excised larynx. *Chaos*. 2008;18(4):043102.
93. Tokuda IT, Horáček J, Svec JG, Herzel H. Comparison of biomechanical modeling of register transitions and voice instabilities with excised larynx experiments. *J Acoust Soc Am*. 2007;122(1):519-31.
94. Triep M, Brücker C. Three-dimensional nature of the glottal jet. *J Acoust Soc Am*. 2010;127(3):1537-47.
95. Mihaescu M, Khosla SM, Murugappan S, Gutmark EJ. Unsteady laryngeal airflow simulations of the intra-glottal vortical structures. *J Acoust Soc Am*. 2010;127(1):435-44.

96. Kirmse C, Triep M, Brücker C, Döllinger M, Stingl M. Experimental flow study of modeled regular and irregular glottal closure types. *Logoped Phoniatr Vocol.* 2010;35(1):45-50.
97. Dejonckere PH. [Acoustic analysis of voice production. Production trial from a clinical perspective]. *Acta Otorhinolaryngol Belg.* 1986;40(2):377-85.
98. Haji T, Horiguchi S, Baer T, Gould WJ. Frequency and amplitude perturbation analysis of electroglottograph during sustained phonation. *J Acoust Soc Am.* 1986;80(1):58-62.
99. Okuno E, Caldas IL, Chow C. *Física para ciências biológicas e biomédicas.* São Paulo: editora Harbra; 1982.
100. Titze I, Riede T, Popolo P. Nonlinear source-filter coupling in phonation: vocal exercises. *J Acoust Soc Am.* 2008;123(4):1902-15.
101. Delisa J. *Medicina de reabilitação: princípios e prática.* São Paulo: Manole; 1992.
102. McArdle W, Kach F, KV L. *Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano.* Rio de Janeiro: Guanabara; 1985.
103. Hillenbrand JM, Clark MJ. The role of f_0 and formant frequencies in distinguishing the voices of men and women. *Atten Percept Psychophys.* 2009;71(5):1150-66.
104. Laukkanen AM, Lindholm P, Vilkman E, Haataja K, Alku P. A physiological and acoustic study on voiced bilabial fricative/beta:/as a vocal exercise. *J Voice.* 1996;10(1):67-77.
105. Titze IR, Sundberg J. Vocal intensity in speakers and singers. *J Acoust Soc Am.* 1992;91(5):2936-46.
106. Titze IR. A theoretical study of F_0 - F_1 interaction with application to resonant speaking and singing voice. *J Voice.* 2004;18(3):292-8.