

Shari Simpson de Almeida

A INFLUÊNCIA DA ROLHA DE CORTIÇA E DO STOPPER DE  
NYLON NA QUALIDADE SONORA DA FLAUTA  
TRANSVERSAL: A PERCEPÇÃO DE UM GRUPO DE  
FLAUTISTAS

Dissertação apresentada ao Curso de  
Mestrado da Faculdade de Música da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Música.

Área de concentração: Performance Musical  
Orientador: Prof. Dr. Maurício Freire Garcia

Belo Horizonte  
Faculdade de Música da UFMG  
2010

Dissertação intitulada “*A Influência da Rolha de Cortiça e do Stopper de Nylon na Qualidade Sonora da Flauta Transversal: a percepção de um grupo de flautistas*”, de autoria da mestrandia Shari Simpson de Almeida, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Prof. Dr. Maurício Freire Garcia – Orientador

---

Prof. Dr. Maurílio Nunes Vieira – ICEX – UFMG

---

Prof. Dr. Fausto Borém de Oliveira – Escola de Música – UFMG

---

Prof. Dr. SÉRGIO FREIRE GARCIA  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Música: Performance Musical  
ESMU/UFMG

Belo Horizonte, 31 de agosto de 2010

Av. Antônio Carlos, 6627 – Belo Horizonte, MG – 31270-901 – Brasil – tel.: (031) 3499-5112 – fax (031) 3499-5490

## DEDICATÓRIA

Para os meus pais,  
minha tia Didee e  
minha avó Geraldina.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, ao Prof. Dr. Maurício Freire Garcia: pelo trabalho, disponibilidade, sabedoria e interesse, como orientador desta pesquisa; pelas maravilhosas aulas de flauta; por ter me apresentado ao universo da pesquisa em música, desde a graduação; e por ter me apresentado à flauta, ainda no CMI (Centro de Musicalização Infantil da UFMG), influenciando minha escolha e descoberta de ser aquele o instrumento que eu queria tocar.

Ao Prof. Dr. Maurílio Nunes, por sua paciência e disponibilidade em me ajudar, sempre com tanta boa vontade e interesse, clareando muitas idéias durante minha pesquisa e fazendo sugestões e explicações valiosas ao meu processo de trabalho.

Ao professor Guilherme Lage, pela valiosa contribuição à compreensão e análise dos dados da minha pesquisa, disponibilizando seu tempo, esforço e boa vontade para me ajudar.

Ao Prof. Dr. Felipe Amorim, por ter me apresentado o *stopper* e instigado minha curiosidade sobre o assunto.

Ao Luiz Tudrey, em especial, por ter permitido a realização dessa pesquisa sobre o *stopper* que ele fabrica, e por ter se mostrado sempre interessado e disponível para ajudar e contribuir.

À Fundação de Educação Artística, em especial à Berenice Menegale, pelo empréstimo das flautas e pelo espaço para realização dos testes-piloto.

A todos os flautistas que participaram da pesquisa, muito obrigada! Sem vocês essa pesquisa não seria possível.

Ao Fábio Janhan e ao Everton Rodrigues, do estúdio de gravação da Escola de Música da UFMG, que também contribuíram de forma determinante para a realização dessa pesquisa, realizando todas as gravações necessárias, com competência e muito boa vontade.

Ao Gabriel Casara, Hassuero Coutinho, Igor Reyner, Leíse Renhe, Paula Mendes e Saulo Giovannini e Sérgio Rabello por aceitarem o convite de tocar comigo, ensaiar e estudar.

Ao professor Alberto Sampaio Neto, por todos os ensinamentos, não só como professor de flauta durante todos esses anos, mas também por ter feito a pergunta: “Você já pensou em ser flautista?”, mostrando-me que *ser flautista* é uma profissão. Esse trabalho só aconteceu por causa dessa pergunta.

Aos meus pais, pelo apoio incondicional, incentivo, confiança e paciência.

Aos meus amigos, por acreditarem em mim e me proporcionarem momentos de tanta alegria e diversão.

À minha avó, por ser minha ouvinte mais orgulhosa, e por ter me passado a “veia musical”.

À minha querida Tia Didee, pela valiosa ajuda ao longo da pesquisa, especialmente na revisão do meu texto, e por ter dado início à minha vida musical, encontrando o CMI.

## RESUMO

Nos séculos XX e XXI, surgiram novas tecnologias de vedação do tubo da flauta transversal, com o objetivo de substituir a tradicional *rolha* de cortiça. Os fabricantes desses modelos de vedação diferentes, associam seu uso à diversas mudanças positivas na sonoridade da flauta; pesquisas científicas a respeito do assunto são, no entanto, inexistentes. Essa pesquisa buscou verificar a percepção de 23 flautistas em relação à *rolha* de cortiça, comparando-a com um modelo de vedação feito de nylon (chamado de *stopper*), fabricado em São Paulo, pelo *luthier* Luiz Carlos Tudrey. Para verificar a opinião dos flautistas, foram feitos testes em que os 23 músicos envolvidos experimentaram dois bocais distintos (um deles com a *rolha* inserida; o outro com o *stopper*), sem saberem qual dos dois tipos de vedação estava sendo testado. Cada flautista executou cinco trechos musicais, e respondeu a um questionário com 22 perguntas referentes aos trechos tocados. Os testes foram realizados e gravados no estúdio da Escola de Música da UFMG. Os resultados dos testes mostraram que, em 84% das perguntas realizadas, os flautistas perceberam diferença entre o *stopper* e a *rolha*. Apesar desse alto índice de percepção de diferenças, a preferência pelo uso do *stopper* foi apenas 4% maior do que a preferência pela *rolha*. Além dessa análise geral dos dados, foram feitos gráficos e cálculos de porcentagem específicos, referentes a cada um dos trechos musicais e a cada resposta obtida por meio dos questionários. O áudio gravado durante os testes foi utilizado para a realização de espectrogramas, com o objetivo de verificar se havia diferença no espectro sonoro, tanto da *rolha*, quanto do *stopper*. Constatou-se, no entanto, que não é possível definir um padrão de ocorrência e intensidade de harmônicos da *rolha* ou do *stopper*, e que as diferenças observadas nos espectrogramas são mais significativas de flautista para flautista, do que de *rolha* para *stopper*.

## ABSTRACT

During the XX and XXI centuries, new technologies were developed to substitute the traditional cork that seals the transversal flute tube. The manufacturers of these new components for tube sealing relate the use of their technologies to many improvements on the flute sound, although scientific research has not been done on this issue. The purpose of this research was to test the perception by 23 flute players of differences between the traditional cork and a design of sealing made of nylon (named stopper), made in São Paulo, Brazil, by luthier Luiz Carlos Tudrey. In order to verify the flute player's opinion, tests were made, in which the 23 musicians played in two distinct flute headjoints (one of them had the cork inside and the other, the stopper), without knowing which kind of sealing was being evaluated. Each flute player performed five musical excerpts and responded to a questionnaire with 22 questions, referring to the musical excerpts played. The tests were performed and recorded at the recording studio of the Minas Gerais Federal University School of Music. The results show that in 84% of the questions answered, the flute players felt some difference between the cork and the stopper. Despite this high rate of perceptual differences, the preference for stopper was only 4% higher than the preference for cork. In addition to this global analysis, specific graphics and percentage calculations were made, related to each musical excerpt and question answered. Spectral analyses were made using the audio recorded during the tests, to verify if there were differences on the spectra between cork and stopper. It was not possible to set a pattern of harmonic occurrence and intensity for cork or stopper, and the differences observed on the spectrograms were more significant between the flute players than between cork and stopper.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Peças que compõem o bocal da flauta .....	p.13
FIGURA 2 - <i>Rolha</i> tradicional de uma flauta transversal .....	p.14
FIGURA 3 - <i>Stopper</i> fabricado por Luís Tudrey .....	p.15
FIGURA 4 – Flauta transversal descrita por Sebastian Virdung.....	p.16
FIGURA 5 - Flautas ( <i>Schweitzer Pfeiffen</i> ) – Martin Agrícola .....	p.17
FIGURA 6 - <i>Querflöten</i> - Michael Praetorius .....	p.17
FIGURA 7 - <i>Flûte Allemand</i> - Marin Mersenne .....	p.18
FIGURA 8 - Flauta de uma chave – Hotteterre .....	p.19
FIGURA 9 - Cópia de um instrumento fabricado por Jacob Denner – mecanismo de <i>corps de réchange</i> .....	p.20
FIGURA 10 - Flauta de duas chaves – Quantz: detalhe para o mecanismo de movimentação da cortiça .....	p.21
FIGURA 11 - Sistemas de chaves desenvolvidos por Boehm (1829 e 1832) .....	p.22
FIGURA 12 - Três primeiros modos de vibração da onda estacionária dentro do tubo da flauta .....	p.25
FIGURA 13 - <i>Stopper</i> sem cortiça, desenvolvido por Arthur Lora .....	p.27
FIGURA 14 - <i>Stopper</i> fabricado por James J. Pellerite .....	p.28
FIGURA 15 - Mecanismo de <i>Locking Crown</i> , desenvolvido pela Nagahara .....	p.31
FIGURA 16 - Dyna® Flute System .....	p.32
FIGURA 17 - <i>Stopper</i> de zircônio, produzido por Robert Bigio .....	p.32
FIGURA 18 - Coroa de madeira e <i>stopper</i> de Delrin - Robert Bigio .....	p.33
FIGURA 19 - “Flute Plug”, de Bob Ogren .....	p.34
FIGURA 20 - Gráfico de cores do espectrograma .....	p.58
FIGURA 21 - Espectrograma com indicações de análise .....	p.59



## LISTA DE FOTOS

FOTO 1 - Bocais testados para uso nos experimentos da pesquisa .....	p.36
FOTO 2 - À direita, detalhe da peça de isopor construída para substituir a coroa; à esquerda, sua inserção no bocal .....	p.37
FOTO 3 - Momento de ajuste do microfone para um dos participantes da pesquisa, na cabine do Estúdio da Escola de Música da UFMG .....	p.48

## LISTA DE TRECHOS MUSICAIS

Trecho 1 - Nota <i>Sol</i> , nas três oitavas da flauta .....	p.39
Trecho 2 - Exercício de dinâmica do livro <i>De la Sonorité: Art et Technique</i> , de Marcel Moyse .....	p.39
Trecho 3 - Escala de <i>Fá</i> .....	p.39
Trecho 4 - Excerto da ópera <i>Carmen</i> .....	p.40
Trecho 5 - Excerto da Sonata opus 94, de Prokofief .....	p.40

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Preferências dos flautistas (teste-piloto), separadas por trecho e parâmetro avaliado .....	p.44
TABELA 2 - Preferências unânimes (100%) por <i>rolha</i> , <i>stopper</i> , e não percepção de diferenças, observadas nos testes .....	p.60

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – Índice Geral de Respostas .....	p.49
GRÁFICO 2 - Respostas gerais para o Trecho 1 .....	p.50
GRÁFICO 3 – Respostas específicas - Trecho 1 .....	p.51
GRÁFICO 4 - Respostas gerais para o Trecho 2 .....	p.52
GRÁFICO 5 – Respostas específicas - Trecho 2 .....	p.52
GRÁFICO 6 - Respostas gerais para o Trecho 3 .....	p.53
GRÁFICO 7 - Respostas específicas - Trecho 3 .....	p.54
GRÁFICO 8 - Respostas gerais para o Trecho 4 .....	p.55
GRÁFICO 9 - Respostas específicas - Trecho 4 .....	p.55
GRÁFICO 10 - Respostas gerais para o Trecho 5 .....	p.56
GRÁFICO 11 - Respostas específicas - Trecho 5 .....	p.57

## LISTA DE ESPECTROGRAMAS

ESPECTROGRAMA 1 – Trecho 1 realizado pelo Flautista 1 .....	p.61
ESPECTROGRAMA 2 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 8. ....	p.62
ESPECTROGRAMA 3 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 10 .....	p.63
ESPECTROGRAMA 4 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 12 .....	p.64
ESPECTROGRAMA 5 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 19 .....	p.65
ESPECTROGRAMA 6 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 4 .....	p.66
ESPECTROGRAMA 7 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 14 .....	p.67
ESPECTROGRAMA 8 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 20 .....	p.68
ESPECTROGRAMA 9 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 21 .....	p.69
ESPECTROGRAMA 10 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 22 .....	p.70
ESPECTROGRAMA 11 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 5 .....	p.71
ESPECTROGRAMA 12 - Trecho 1 realizado pelo Flautista 16 .....	p.72
ESPECTROGRAMA 13 - Trecho 2 realizado pelo Flautista 3 .....	p.73
ESPECTROGRAMA 14 - Trecho 2/rolha, realizado pelo Flautista 7, .....	p.74
ESPECTROGRAMA 15 - Trecho 2/stopper, realizado pelo Flautista 7 .....	p.74
ESPECTROGRAMA 16 - Trecho 2 realizado pelo Flautista 15 .....	p.75
ESPECTROGRAMA 17 – Trecho 2/stopper, realizado pelo Flautista 19 .....	p.76
ESPECTROGRAMA 18 - Trecho 2/rolha, realizado pelo Flautista 19 .....	p.76
ESPECTROGRAMA 19 - Trecho 2/rolha, realizado pelo Flautista 6 .....	p.77
ESPECTROGRAMA 20 - Trecho 2/stopper, realizado pelo Flautista 6 .....	p.77
ESPECTROGRAMA 21- Trecho 2 realizado pelo Flautista 13 .....	p.78
ESPECTROGRAMA 22 - Trecho 2 realizado pelo Flautista 16 .....	p.79
ESPECTROGRAMA 23 - Trecho 2 realizado pelo Flautista 20 .....	p.79
ESPECTROGRAMA 24 - Trecho 2/stopper, realizado pelo Flautista 21 .....	p.80
ESPECTROGRAMA 25 - Trecho 2/rolha, realizado pelo Flautista 21 .....	p.80
ESPECTROGRAMA 26 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 8 .....	p.81
ESPECTROGRAMA 27 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 15 .....	p.82
ESPECTROGRAMA 28 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 19 .....	p.83
ESPECTROGRAMA 29 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 6 .....	p.84
ESPECTROGRAMA 30 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 10 .....	p.85
ESPECTROGRAMA 31 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 16 .....	p.86
ESPECTROGRAMA 32 – Trecho 3, realizado pelo Flautista 17 .....	p.87

ESPECTROGRAMA 33 - Trecho 3, realizado pelo Flautista 20 .....	p.88
ESPECTROGRAMA 34 - Trecho 3, realizado pelo Flautista 23 .....	p.89
ESPECTROGRAMA 35 - Trecho 3, realizado pelo Flautista 5 .....	p.90
ESPECTROGRAMA 36 - Trecho 3 realizado pelo Flautista 9 .....	p.91
ESPECTROGRAMA 37 - Trecho 3, realizado pelo Flautista 13 .....	p.92
ESPECTROGRAMA 38 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 10 .....	p.93
ESPECTROGRAMA 39 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 16 .....	p.94
ESPECTROGRAMA 40 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 11 .....	p.95
ESPECTROGRAMA 41 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 14 .....	p.96
ESPECTROGRAMA 42 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 20 .....	p.97
ESPECTROGRAMA 43 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 21 .....	p.98
ESPECTROGRAMA 44 - Trecho 4, realizado pelo Flautista 22 .....	p.99
ESPECTROGRAMA 45 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 3 .....	p.100
ESPECTROGRAMA 46 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 4 .....	p.101
ESPECTROGRAMA 47 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 8 .....	p.102
ESPECTROGRAMA 48 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 9 .....	p.102
ESPECTROGRAMA 49 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 10 .....	p.103
ESPECTROGRAMA 50 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 15 .....	p.104
ESPECTROGRAMA 51 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 21 .....	p.104
ESPECTROGRAMA 52 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 16 .....	p.105
ESPECTROGRAMA 53 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 18 .....	p.106
ESPECTROGRAMA 54 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 20 .....	p.107
ESPECTROGRAMA 55 - Trecho 5, realizado pelo Flautista 23 .....	p.108

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	p.13
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA</b>	p.16
<b>2.1 O DESENVOLVIMENTO DA FLAUTA TRANSVERSAL – ENFOQUE NA EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO DO TUBO</b>	p.16
<b>2.2 A FUNÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO DO TUBO NA ACÚSTICA DA FLAUTA</b>	p.24
<b>2.3 A INFLUÊNCIA DOS <i>STOPPERS</i> NA QUALIDADE SONORA DA FLAUTA</b>	p.27
<b>3. METODOLOGIA</b>	p.35
<b>3.1 DEFINIÇÃO DOS TESTES E SELEÇÃO DE INSTRUMENTOS</b>	p.35
<b>3.2 SELEÇÃO DE TRECHOS MUSICAIS PARA OS TESTES</b>	p.39
<b>3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO</b>	p.42
<b>3.4 TESTE-PILOTO</b>	p.43
<b>3.5 TESTE FINAL</b>	p.47
<b>4. RESULTADOS</b>	p.49
<b>4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS</b>	p.49
<b>4.2 ANÁLISE ESPECTRAL</b>	p.58
<b>5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	p.109
<b>6. CONCLUSÃO</b>	p.111
<b>REFERÊNCIAS</b>	p.114
<b>ANEXO I - Questionários</b>	p.116
<b>ANEXO II – CD: áudio gravado durante os testes.</b>	

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho pretende investigar a percepção de 23 flautistas em relação às diferenças observadas entre a *rolha* de cortiça, comumente utilizada para vedar o tubo do instrumento, e um outro modelo de vedação, feito de nylon, denominado *stopper*, fabricado por Luíz Tudrey<sup>1</sup>.

O *design* global da flauta teve poucas alterações, desde que foi modernizado por Boehm<sup>2</sup> (FLETCHER; STRONG; SILK, 1982). Nos séculos XX e XXI, as mudanças na construção e *design* do bocal representam as maiores inovações na construção da flauta transversal: o uso de diferentes materiais na sua confecção; variações no *design* do orifício da embocadura e no formato do porta-lábios; e diferentes modelos de vedação do tubo do instrumento são exemplos de alterações no *design* do instrumento (FIG.1).



**FIGURA 1** – Peças que compõem o bocal da flauta: 1. tubo; 2. parafuso; 3. porta-lábios; 4. rolha de cortiça; 5. coroa. Disponível em: <<http://www.melanieever.com/live/>>. Acesso em: 27 jun. 2010.

A pesquisa realizada sobre o desenvolvimento da flauta transversal mostrou que o posicionamento da *rolha* sofreu alterações, e essas mudanças se relacionaram principalmente à afinação do instrumento. No período barroco, por exemplo, não havia um posicionamento fixo para a *rolha*, devendo sua posição ser ajustada de acordo com a obra executada, considerando-se a tonalidade e o caráter da peça (QUANTZ, 1752). A partir de Boehm (1871), definiu-se uma posição fixa para a *rolha*, utilizada até hoje: a

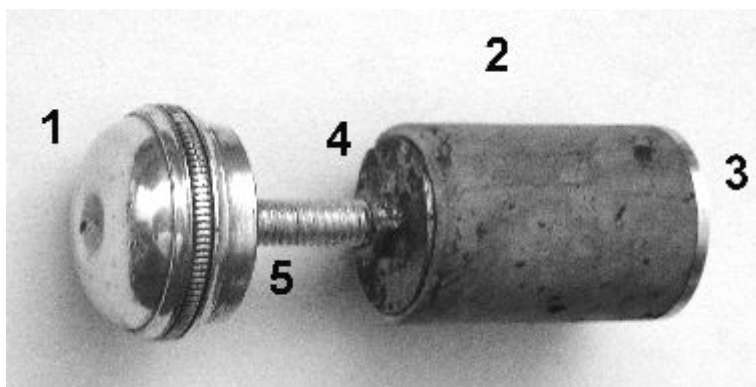
<sup>1</sup> Luíz Carlos Tudrey dedica-se à manutenção de flautas e construção de bocais. É um dos pioneiros nessa atividade no Brasil, e uma referência no mercado do País.

<sup>2</sup> Theobald Boehm (1794-1881) – compositor, flautista e construtor de flautas alemão. Teve papel importante no desenvolvimento do instrumento, principalmente pela criação de um novo sistema de chaves.

17mm do centro do orifício da embocadura, de forma a proporcionar afinação equilibrada em todos os registros do instrumento.

O modelo de vedação do tubo mais utilizado na flauta, desde sua criação, é a *rolha*, que é constituída por dois discos planos de metal; uma peça de cortiça; um parafuso; e outra peça de metal, enroscada no final do parafuso, chamada de coroa.

Na FIG. 2, a seguir, foto de uma *rolha*:



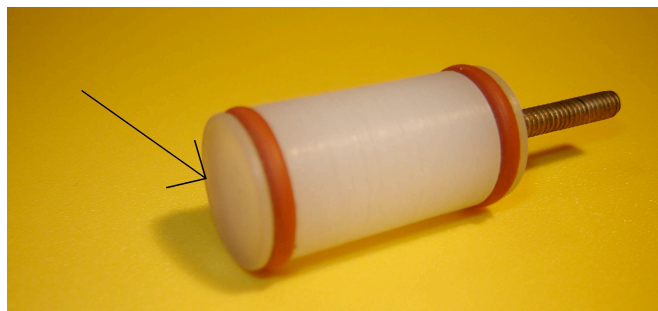
**FIGURA 2** - *Rolha* tradicional da flauta transversal. 1: coroa; 2: rolha de cortiça; 3 e 4: discos planos de metal; 5: parafuso. Disponível em: <<http://www.saundrecs.co.uk/flutepics.htm>>. Acesso em: 19 set. 2009.

Segundo Pellerite (1980), por ser a cortiça um material poroso, que se desgasta facilmente, é interesse comum entre fabricantes de flautas e bocais, a criação de um mecanismo para substituição ou modificação da *rolha* tradicional. Além de uma maior durabilidade, os fabricantes desses novos mecanismos comumente chamados *stopper*<sup>3</sup>, também associam a substituição da *rolha* pelo *stopper* a melhorias na ressonância, resposta e qualidade sonora da flauta.

O primeiro registro encontrado de um mecanismo para substituir a *rolha* é datado de 1950, e foi desenvolvido por Arthur Lora (TOFF, 1986). No Brasil, o único modelo de *stopper* fabricado é o de Luíz Tudrey, mostrado na FIG. 3, abaixo:

---

<sup>3</sup> No inglês, a palavra “stopper” pode significar rolha ou tampa. É, portanto, usada em referência a qualquer tipo de vedação do tubo na flauta transversal, incluindo a rolha de cortiça. Como não há uma tradução apropriada para o português, nesse trabalho a palavra *stopper* será utilizada em referência aos diferentes modelos de vedação do tubo da flauta, exceto para a “rolha de cortiça”, que será chamada de *rolha*.



**FIGURA 3** – *Stopper* fabricado por Luíz Tudrey – feito de nylon, deve ser fixado no tubo por meio de anéis de borracha (em vermelho). Um dos diferenciais desse *stopper*, em relação à *rolha*, é a parede final ligeiramente côncava na lateral oposta ao parafuso, indicada pela seta.

Em 29 de janeiro de 2010, realizou-se entrevista com Luíz Tudrey, em São Paulo, mas não houve a especificação de melhorias percebidas por ele ou por outros flautistas ao usarem o *stopper*. Tudrey disse, no entanto, que o fato de o *stopper* não ficar todo em contato com o tubo da flauta, devido à sua fixação pelos anéis de borracha, aumenta o espaço de ressonância, e que esse aumento, junto ao formato côncavo da parede final do *stopper*, podem ser fatores relevantes para o resultado sonoro do instrumento.

O objetivo dessa pesquisa é avaliar se flautistas profissionais, graduados e graduandos, percebem diferença na sonoridade da flauta, ao usarem a *rolha* ou o *stopper* de Tudrey. Para isso, 23 flautistas executaram individualmente cinco trechos musicais específicos, em dois bocais idênticos, sendo que em um deles a *rolha* estava inserida e no outro o *stopper*.

Durante esses testes, cada flautista respondeu a um questionário, utilizado primeiramente para verificar se era percebida ou não diferença entre o uso da *rolha* e do *stopper*. Posteriormente, analisou-se as respostas específicas, referentes a cada trecho musical tocado. Com o objetivo de verificar a configuração espectral do som da flauta, com a *rolha* ou com o *stopper*, foram feitos espectrogramas<sup>4</sup> usando-se, como material de análise, o áudio individual dos flautistas, gravado durante os testes.

Apesar de não ser objetivo dessa pesquisa promover um estudo acústico das diferenças entre o uso da *rolha* e do *stopper*, ou compreender em quê as diferenças de construção entre os dois mecanismos de vedação influenciariam na sonoridade do instrumento, acredita-se que a avaliação da percepção dos músicos, em relação às diferenças observadas por eles, pode ser um primeiro passo na busca por explicações acústicas a respeito do assunto.

<sup>4</sup> Os espectrogramas são uma representação gráfica das frequências presentes no som.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O DESENVOLVIMENTO DA FLAUTA TRANSVERSAL – ENFOQUE NA EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO DO TUBO.

A flauta transversal é descrita em diversos tratados musicais ao longo da história da música. Sebastian Virdung<sup>5</sup> faz referência, em 1511, a uma flauta cilíndrica (uma espécie de pífano), construída em uma única peça, na qual soava uma escala de Ré maior. Essa flauta descrita por Virdung apresenta um tubo muito estreito, com seis orifícios extremamente próximos uns dos outros (TOFF, 1986). Na FIG. 4, abaixo, identifica-se um traço próximo ao orifício da embocadura – talvez uma indicação da finalização do tubo da flauta –, mas Virdung (1882, citado por TOFF, 1986) não faz qualquer menção quanto à forma como esse tubo é realmente fechado, nem especifica o que o traço representa no desenho.



FIGURA 4 - Flauta descrita por Sebastian Virdung. Fonte: Toff, 1986, p.13.

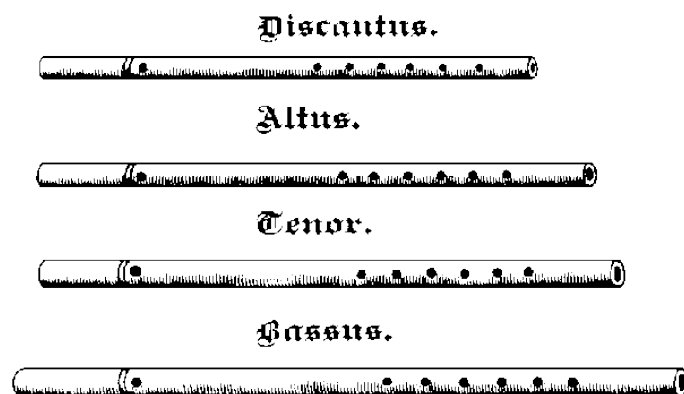
Martin Agrícola<sup>6</sup> (1542, citado por TOFF, 1986) faz referência a quatro tipos de flauta diferentes, em seu livro *Musica Instrumentalis Deudsch*, às quais ele denomina *Schweitzer Pfeiffen* (FIG. 5). Os desenhos abaixo mostram flautas de proporções acústicas melhores do que as descritas e apresentadas por Virdung (TOFF, 1986). As ilustrações de Agrícola, assim como as de Virdung, apresentam uma ranhura acima do orifício da embocadura, mas nenhuma indicação de como o fechamento do tubo das flautas efetivamente ocorre.

---

<sup>5</sup> Sebastian Virdung (nascido em 1465) – teórico e compositor alemão, escreveu o livro *Musica getuscht und ausgezogen* (1511).

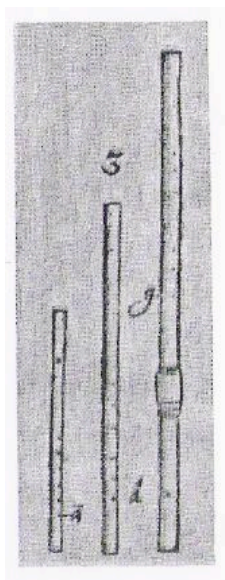
<sup>6</sup> Martin Agrícola (1486-1556) – teórico e compositor alemão, autor do livro *Musica Instrumentalis Deudsch* (1529).





**FIGURA 5** – Quatro tipos de flauta (*Schweitzer Pfeiffen*), mostradas por Martin Agrícola, em seu livro *Musica Instrumentalis Deudsch* (1529). Disponível em: <<http://qax.org/liz/chapter-1.html>>. Acesso em: 20 set. 2009.

A primeira referência a flautas constituídas de duas partes é feita por Praetorius<sup>7</sup>, no ano de 1619. Em sua descrição, afirma que o encaixe entre o bocal e o corpo do instrumento pode modificar a afinação, por permitir pequenas alterações no tamanho do tubo (HOWARD, 2001). Praetorius apresenta três tipos de flauta diferentes, denominadas de *Querflöten*. A ilustração das flautas de Praetorius (1619, citado por TOFF, 1986) não apresenta qualquer referência ao modo como o tubo do instrumento é fechado (FIG. 6).

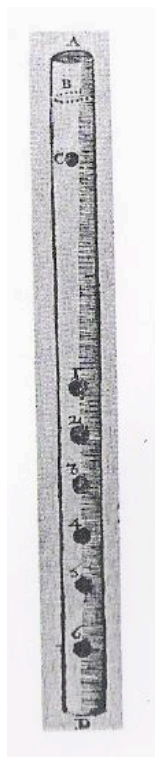


**FIGURA 6** - Querflöten. Ilustração presente no livro de Michael Praetorius, *Syntagma Musicum*. Fonte: Toff, 1986, p.13.

<sup>7</sup> Michael Praetorius (provavelmente 1571-1621) – compositor e organista alemão. Escreveu o tratado *Syntagma Musicum* em três volumes, publicado entre 1614 e 1620, contendo textos detalhados sobre as práticas musicais e instrumentos de sua época.

Em 1636, Marin Mersenne<sup>8</sup> descreve duas flautas transversais, denominadas *Flûtes Allemands* com afinação em *Ré* e em *Sol* (HOWARD, 2001). Toff (1986) cita as medidas da flauta cilíndrica descrita por Mersenne: “A flauta em *Ré* media 23 polegadas e meia, do stopper<sup>9</sup>, acima do orifício da embocadura, ao final do pé do instrumento”<sup>10</sup>.

A ilustração do livro de Mersenne (FIG. 7), logo abaixo, mostra uma flauta com seis furos, numerados individualmente – para referência (1, 2, 3, 4, 5, 6) –, assim como o fim do tubo, o orifício da embocadura, e o local onde o tubo é vedado, representados pelas letras A, B e C, respectivamente. Mersenne (1648, citado por TOFF, 1986) diz que a criação de chaves pode ser o caminho para o desenvolvimento da flauta como um instrumento cromático. Esse autor é o primeiro a fazer referência aos diferentes materiais utilizados na fabricação de flautas, e a observar alguma influência dos materiais no timbre do instrumento.



**FIGURA 7** - *Flûte Allemand* apresentada por Marin Mersenne em seu livro *Harmonia Universal*.  
Fonte: Toff, 1986, p.14.

---

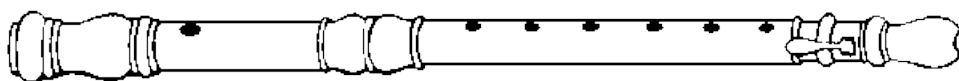
<sup>8</sup> Marin Mersenne (1588-1648) – matemático, teórico musical, padre, teólogo e filósofo francês. Escreveu os livros, *Harmonie universelle*, em 1636; e *Harmonicorum*, em 1648.

<sup>9</sup> Nesse caso a palavra stopper se refere à forma de vedar o tubo, independente do design ou material.

<sup>10</sup> Fonte: Toff, 1986, p.14.

No século XVII, a afinação da flauta transversal apresenta deficiência, principalmente no terceiro registro. Além disso, os dedilhados necessários para a realização de notas cromáticas é pouco eficaz, tornando-se praticamente impossível tocar uma escala de forma homogênea (TOFF, 1986).

Um dos fabricantes de flauta mais importantes na remodelagem da flauta transversal do final do século XVII é Jacques Martin Hotteterre<sup>11</sup>. Segundo Toff (1986), a maior contribuição desse construtor de flautas diz respeito ao desenvolvimento da chave do Ré sustenido – a primeira chave da flauta (FIG. 8). No entanto, Quantz<sup>12</sup> (2000) afirma que não se sabe ao certo quando essa mudança aconteceu e nem a quem deve ser atribuída.



**FIGURA 8** - Flauta de uma chave, de Hotteterre. Disponível em: < <http://qax.org/liz/chapter-1.html>>. Acesso em: 20 set. 2009.

A flauta de Hotteterre também é baseada em uma escala de Ré maior, com o Ré 4 como nota fundamental, e é dividida em três seções: o bocal, com o orifício da embocadura; o corpo, com seis orifícios para os dedos; e o pé, contendo a única chave do instrumento (TOFF, 1986).

Hotteterre também modificou o formato da flauta, passando-o de cilíndrico a cônico, com o objetivo de acabar com a estridência comum às flautas mais antigas. Segundo Toff (1986), o fato de o formato cônico abaixar a afinação geral do instrumento, permitiu a construção dos orifícios dos dedos mais próximos uns dos outros, facilitando a performance do flautista. Apesar dessas mudanças, os problemas de afinação mantinham-se.

Quantz (2000) refere-se à divisão da flauta, em três partes, como fator crucial para a melhoria da afinação; também aborda em detalhes a utilização da parte central do instrumento, que podia ser trocada de acordo com o caráter e tonalidade das obras

---

<sup>11</sup> Jacques Martin Hotteterre (1680-1761) – francês, membro de uma família de músicos e construtores de instrumentos. Publicou, em 1707, o primeiro método para a flauta de uma chave, denominado *Principes de La Flûte Traversière*.

<sup>12</sup> Johann Joachim Quantz (1697-1773) – alemão, compositor e professor de música, tocava vários instrumentos. Quantz escreveu um tratado sobre a flauta transversal, em 1752 (*On playing the Flute*).

executadas, modificando o tamanho do tubo e, conseqüentemente, sua afinação. Esse mecanismo de alteração do tamanho do tubo, por meio da troca da parte central do instrumento, é chamado *corps de réchange* (FIG. 9).



**FIGURA 9** - Cópia realizada a partir de um modelo de instrumento fabricado por Jacob Denner, com quatro opções de corpo distintas. Disponível em: <<http://www.oldflutes.com/baroq.htm>>. Acesso em: 21 set. 2009.

Quantz (2000) é o primeiro autor que trata em detalhes da vedação do tubo – segundo ele, muitas vezes a mudança no tamanho da flauta interfere na afinação das oitavas, tornando-as imprecisas. Para evitar esses problemas de afinação, recomenda pequenos ajustes no posicionamento da *rolha*, e explica a função dela na flauta:

No bocal da flauta, entre a coroa e o orifício da embocadura, encontra-se uma peça de cortiça que pode ser puxada ou empurrada à vontade. Essa peça é indispensável e produz praticamente o mesmo efeito da alma, aquele pedacinho de madeira que fica abaixo do cavalete do violino, e produz um som de péssima qualidade no instrumento, se o seu posicionamento estiver incorreto. Já a cortiça da flauta, se posicionada muito para dentro ou muito para fora, prejudica não só a qualidade do som, como sua afinação em geral.<sup>13</sup>

Quantz também comenta sobre a necessidade de ajustes relacionada ao mecanismo de *corps de réchange*:

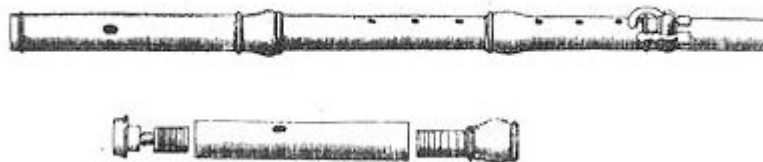
---

<sup>13</sup> Fonte: *On playing the Flute*, Quantz (2000), p.32, §10.

Quando o tamanho da flauta é alterado, através da troca da parte central do instrumento, a afinação correta das oitavas será perdida, se a peça de cortiça permanecer sempre no mesmo local. Ela deve ser afastada do orifício da embocadura quando do uso de peças centrais menores, e aproximada dele ao utilizar peças centrais maiores. Para manusear a cortiça de forma mais conveniente, um parafuso deve ser acoplado à ela, no final da flauta; com ele, a cortiça pode ser manuseada mais facilmente.<sup>14</sup>

Em uma obra musical, Quantz (2000) associa a mudança de posicionamento da cortiça ao caráter dos movimentos. Segundo ele, os movimentos de lábios, feitos pelo flautista para modificar o caráter do som, alteram a afinação do instrumento. Os ajustes no posicionamento da *rolha* seriam uma forma de compensar essas mudanças. Além de elaborar o mecanismo de movimentação da *rolha*, e de desenvolver o encaixe do bocal ao corpo da flauta, como mecanismo para afinação, Quantz adiciona uma segunda chave à flauta transversal (FIG. 10). A respeito desta nova chave, ele afirma:

[...] quando eu gradualmente aprendi a entender as peculiaridades do instrumento, eu percebi que ainda havia uma certa impureza em determinadas frequências, que poderiam ser remediadas apenas com a adição de uma segunda chave. Eu adicionei essa segunda chave no ano de 1726.<sup>15</sup>



**FIGURA 10** – Ilustração da flauta de duas chaves, presente no *On playing the flute*, de Quantz, com detalhe para o mecanismo de movimentação da cortiça. Disponível em: <[http://www.flutehistory.com/Players/Johann\\_Joachim\\_Quantz/index.php3#Quantzbook](http://www.flutehistory.com/Players/Johann_Joachim_Quantz/index.php3#Quantzbook)>. Acesso em 19 set. 2009.

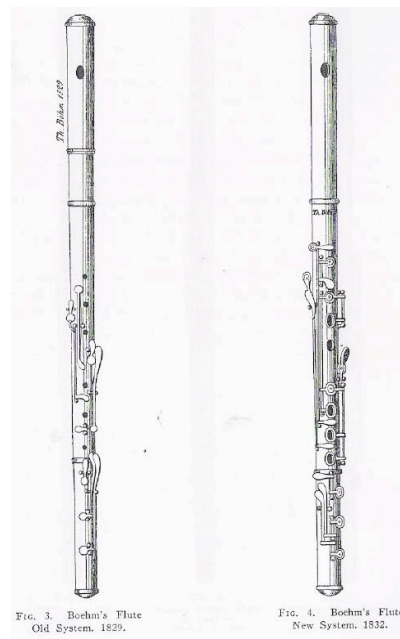
A adição da segunda chave visa estabilizar ainda mais a afinação da flauta, pois, segundo Quantz (2000), a adição dessa chave proporciona uma afinação mais precisa

<sup>14</sup> Fonte: Quantz (2000), p.32, § 11.

<sup>15</sup> Fonte: Quantz (2000), p.31, § 8.

para notas enarmônicas<sup>16</sup>, propiciando diferenças de afinação entre elas – apesar de observar que essa distinção na afinação não pode ser feita em instrumentos de teclado, ao adicionar essa nova chave, Quantz busca aproximar a flauta da voz humana e dos instrumentos de corda, por serem capazes de diferenciar notas enarmônicas.

Após as contribuições de Quantz, as de Theobald Boehm também são de grande importância na história da flauta, por colaborarem de forma decisiva para a construção da flauta moderna. Boehm nasceu na Alemanha, em 1794, e, além de excelente flautista, era ourives e estudou física, acústica, e suas aplicações à flauta. Em 1871, publica o tratado *Die Flöte und das Flötenspiel*<sup>17</sup>, no qual descreve todas as suas invenções – pela primeira vez um método é dedicado quase que exclusivamente a explicações sobre a construção da flauta, com detalhes a respeito do novo mecanismo de chaves desenvolvido por ele. (FIG. 11)



**FIGURA 11** - Sistemas de chaves desenvolvidos por Boehm (1829 e 1832). Fonte: Boehm, 1964, p. 9.

---

<sup>16</sup> No sistema temperado, relação entre duas notas de som igual e nomes diferentes; nos sistemas não temperados, relação entre duas notas consecutivas (fã sustenido e sol bemol, por exemplo). Fonte: Ferreira, 2000.

<sup>17</sup> *A Flauta e a Arte de Tocá-la*.

Boehm (1964) especifica as proporções acústicas do instrumento e ressalta a importância e influência da precisão das medidas na afinação da flauta. Ele reforça a importância do formato do bocal para a afinação das oitavas mais agudas:

O diâmetro do bocal deve ser reduzido em 2mm, da base do bocal até a *rolha*. A leveza do som e a afinação correta das oitavas dependem dessa redução curvilínea particular do diâmetro<sup>18</sup>.

Em relação à *rolha*, Boehm (1964) também apresenta inovações. Em sua opinião, a *rolha* representa um obstáculo, e ele considera impossível fazer um mecanismo móvel, como o de Quantz. A respeito disso, ele diz:

Um segundo obstáculo [...] foi a impossibilidade de fazer uma *rolha* móvel ou *stopper* no final da flauta, para que sua distância do centro da embocadura pudesse aumentar ou diminuir proporcionalmente para cada nota; uma posição mediana, que sirva tanto para as notas mais agudas quanto para as mais graves, deve ser escolhida; essa posição foi definida como 17mm do centro da embocadura<sup>19</sup>.

Definido por Boehm, o posicionamento da *rolha* – a 17mm do centro da embocadura –, é utilizado até hoje.

---

<sup>18</sup> Boehm (1964), p.14.

<sup>19</sup> Boehm (1964), p. 20.

## 2.2 A FUNÇÃO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO DO TUBO NA ACÚSTICA DA FLAUTA

Em relação ao posicionamento da *rolha* e sua influência no bom funcionamento do instrumento, Benade e French (1965) alegam que mudanças na distância entre o orifício da embocadura e o posicionamento da *rolha* alteram muito pouco as frequências graves da flauta. Em relação às notas agudas, esses autores afirmam que, se a distância entre a *rolha* e o orifício da embocadura for superior aos 17mm estipulados por Boehm, a afinação das frequências sobe a uma proporção de 2 cents<sup>20</sup> por oitava, a cada milímetro alterado.

Coltman (1972) reforça as afirmações de Benade e French (1965), mostrando que as mudanças no tamanho da cavidade formada entre o orifício da embocadura e o stopper<sup>21</sup> modificam a afinação da flauta de forma irregular, afetando principalmente o terceiro registro do instrumento. Segundo Benade (1973), o posicionamento da *rolha* também pode interferir na extensão de frequências da flauta, influenciando na possibilidade e facilidade de emitir notas mais agudas.

De acordo com Fletcher, Strong e Silk (1982), as propriedades acústicas do bocal da flauta são, a princípio, completamente determinadas pela sua geometria. Ainda de acordo com esses autores, o único parâmetro ajustável é a posição da *rolha*, normalmente colocada a 17mm do centro do orifício da embocadura. Esses autores também afirmam que é atribuída grande importância ao bocal da flauta, na determinação da resposta e qualidade sonora do instrumento.

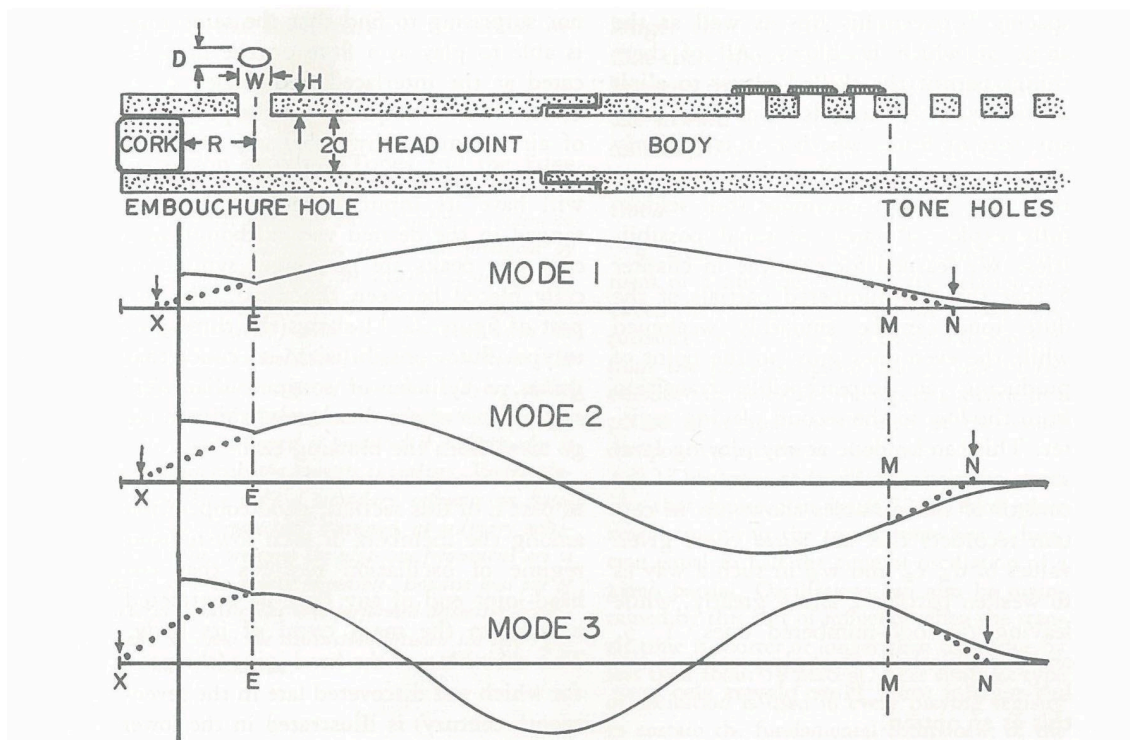
Benade (1990) apresenta algumas observações a respeito do comportamento da onda sonora dentro do tubo da flauta, contribuindo para a compreensão do papel da vedação do tubo, acima do buraco da embocadura. Na FIG. 12, abaixo, observa-se os três primeiros modos de vibração da onda estacionária, assim como os padrões de pressão da onda dentro da flauta.

---

<sup>20</sup> Unidade logarítmica utilizada para medir intervalos musicais. Cada semitom da escala temperada é formado por 100 cents. Disponível em: <[http://en.wikipedia.org/wiki/Cent\\_%28music%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Cent_%28music%29)>. Acesso em: 19 Jun. 2010.

<sup>21</sup> Nesse caso, a palavra *stopper* se refere à forma de fechar o tubo do instrumento, independente do material ou design.





**FIGURA 12** – Três primeiros modos de vibração da onda estacionária dentro do tubo da flauta. Fonte: Benade, 1990. p.494.

Segundo Benade (1990), no centro do orifício da embocadura acontece uma quebra no padrão vibratório da onda (letra E, na figura acima). À esquerda dessa quebra, a amplitude de pressão aumenta até um ponto máximo, no local em que ocorre a vedação do tubo. Ainda segundo esse autor, a maior tendência das ondas dentro do tubo é de ir em direção ao “nó de pressão”, representado na figura acima pela letra X. A distância entre E e X funciona como uma correção de comprimento do orifício da embocadura. A mudança de posicionamento de X mostra que a magnitude dessa correção varia de acordo com o comprimento da onda sonora.

Na figura acima, apresentada por Benade (1990), os valores entre E e X são crescentes, mas o autor afirma que diferentes relações na distância entre a cortiça (*rolha*) e o orifício da embocadura (R), e mudanças nas dimensões do orifício da embocadura, podem fazer essa correção aumentar ou diminuir.

Benade (1990) acredita que a função mais importante da *rolha* é de “promover, em combinação com o posicionamento dos lábios do flautista, um valor adequado para essa correção da embocadura”<sup>22</sup>. Ele diz que esse fator facilita a compreensão dos

<sup>22</sup> Benade, 1976, p.495.

detalhes sutis da perturbação da coluna de ar, necessária para um bom alinhamento dos modos de vibração; e reforça a importância do posicionamento adequado da *rolha*, afirmando que “uma diferença de um décimo de milímetro na posição da *rolha*, em relação ao orifício da embocadura, tem influência reconhecível no comportamento sonoro do instrumento”<sup>23</sup>.

Em relação ao uso de diferentes materiais e *designs* na construção de artifícios para vedar o tubo da flauta, não foram encontradas referências bibliográficas.

---

<sup>23</sup> Benade, 1976, p. 497.

## 2.3 A INFLUÊNCIA DOS STOPPERS NA QUALIDADE SONORA DA FLAUTA

Com o objetivo de consultar a produção bibliográfica existente, relativa à influência do uso de *stoppers* na qualidade sonora da flauta transversal, fez-se revisão bibliográfica sobre o assunto. A maioria das referências encontradas está relacionada à descrição de diferentes tipos de *stopper* e às influências de seu uso na sonoridade da flauta, de acordo com a opinião dos próprios fabricantes. Quanto ao *stopper* de nylon, fabricado por Tudrey, não foi encontrada produção bibliográfica.

O primeiro registro de um substituto para a *rolha* é datado de 1950, e citado por Toff (1986): trata-se de um *stopper* desenvolvido por Arthur Lora, produzido para um modelo de flauta da fábrica Powell, construído sem utilizar a cortiça, e de tamanho bem menor do que o da *rolha* tradicional – uma fina camada de neoprene<sup>24</sup> cobre o disco de metal que fecha o tubo do instrumento, perto do orifício da embocadura (FIG. 13). O espaço, antes ocupado pela cortiça, se transforma em uma câmara de ressonância – assim, o inventor afirma evitar o vazamento de ar que a cortiça pode provocar, além de proporcionar ganhos nos aspectos “emissão tonal, flexibilidade e qualidade do som”<sup>25</sup>.

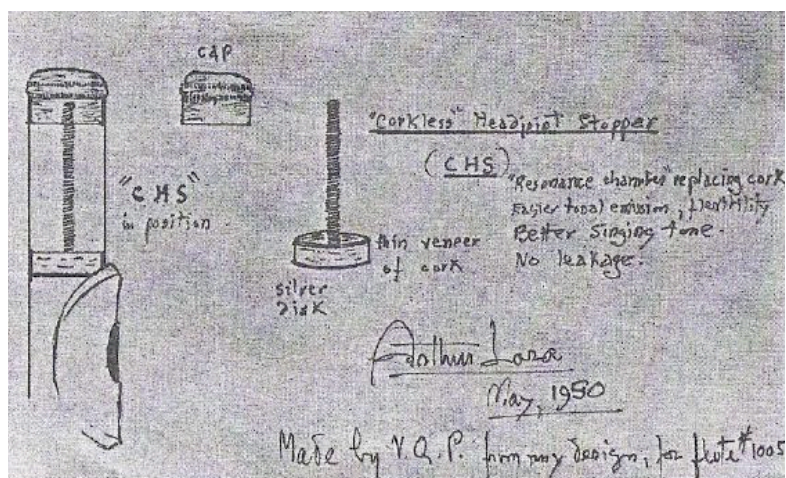


FIGURA 13 - Stopper sem cortiça, desenvolvido por Arthur Lora. Fonte: Toff, 1979, p. 181.

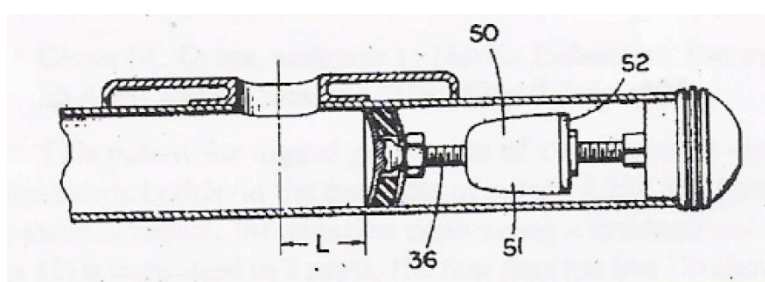
<sup>24</sup> Neoprene - nome comercial de um elastômero sintético policloropreno; polímero do cloropreno. É o primeiro composto de borracha sintética produzido em massa. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Neopreno>>. Acesso em 13 set. 2010.

Suas principais características são: flexibilidade, elasticidade, resistência e proteção térmica.

<sup>25</sup> TOFF (1979), p.181.

Uma patente, publicada no *Journal of Acoustical Society of America*, em 1982, foi a produção bibliográfica mais relevante encontrada pela autora, em relação a outros tipos de *stopper*. Trata-se de um modelo criado por James J. Pellerite, que pode ser visto, em maiores detalhes, no site da *United States Patent and Trademark Office*<sup>26</sup>, no registro da patente, datado de 1980.

O *stopper* de Pellerite (FIG. 14) é formado por: um disco de metal côncavo, virado para o orifício da embocadura; uma peça de neoprene, comprimida entre o primeiro disco de metal côncavo e um segundo disco, também de metal – um parafuso é conectado a essa estrutura, sendo nele acoplada uma peça de cortiça.



**FIGURA 14** - *Stopper* de James J. Pellerite. Segundo este autor, “L”, representa a distância correta de posicionamento do *stopper*. A peça de cortiça (50) serve para “amortecer ressonâncias indesejáveis, como a causada pela vibração do parafuso (36). O número 52 representa o disco de metal acoplado à cortiça”. Fonte: *Journal of Acoustical Society of America*, 1982. Vol. 72.

De acordo com Pellerite (1982), a peça de cortiça funciona como um mecanismo interno que evita a vibração da coluna de ar, no tubo da flauta, acima do orifício da embocadura. O autor afirma, no entanto, que “não foi possível estabelecer uma relação entre as ressonâncias do ar na câmara formada pelo *stopper* e a coluna de ar ativa dentro da flauta”<sup>27</sup>. A peça comprimida pelos dois discos de metal é feita de neoprene, que, segundo o autor, apresenta uma maior durabilidade, em função de sua superfície ser menos porosa do que a da cortiça. Pellerite (1982) afirma que:

Quando o *stopper* é posicionado à distância correta em relação ao orifício da embocadura, o movimento da rosca parafusada dentro do *stopper* comprime a peça de neoprene axialmente, fazendo com que ela expanda contra o diâmetro interno do bocal, independentemente de qualquer condição adversa”<sup>28</sup>.

<sup>26</sup> Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nphParser?Sect1=PTO 1&Sect2=H ITOFF&d =PAL L &p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsrchnum.htm&r=1&f=G&l=50&s1=4,240,320.PN.&OS=PN/4,240,320&RS=PN/4,240,320>>. Acesso em: 15 set. 2009.

<sup>27</sup> *Journal of Acoustical Society of America*, 72 (4), outubro de 1982.

<sup>28</sup> *Ibidem*.

A respeito da concavidade da parede interna do *stopper*, voltada para o orifício da embocadura, Pellerite (1982) afirma que ela “permite melhor resposta na articulação, e ajuda na produção de um *legato* mais preciso”<sup>29</sup>. Esse autor também fala do *design* tradicional do *stopper*<sup>30</sup>, que utiliza cortiça como material básico: a função da cortiça é fechar o tubo, no bocal do instrumento; e o disco de metal serve para dirigir a coluna de ar para dentro do corpo da flauta. Para obter uma melhor qualidade sonora e equilíbrio na afinação das oitavas, o autor afirma que o disco de metal deve estar posicionado a uma distância igual à do diâmetro interno do bocal em relação ao centro do orifício da embocadura.

De acordo com Pellerite (1980), para que a cortiça efetivamente feche o tubo, o disco de metal deve ser menor do que o diâmetro interno do bocal, e a cortiça deve ser maior do que esse diâmetro interno. Entretanto, a consequência disso, segundo ele, é que parte da cortiça fica exposta à umidade, potencializando sua deterioração; assim, com o tempo, o tamanho da fenda entre o disco de metal e a parede do bocal aumenta e, conseqüentemente, a *rolha* de cortiça passa a apresentar crescentes vazamentos de ar, que vão piorando gradualmente e fazem com que o a vedação do tubo aconteça depois do disco de metal, acarretando uma “lentidão indesejada na resposta sonora da flauta”<sup>31</sup>.

Na *rolha* convencional, o disco plano de metal forma extremidades pontiagudas (quinas) em relação ao diâmetro interno do bocal, atrasando o movimento da coluna de ar; então, de acordo com o autor acima citado, uma redução no grau dessas extremidades, como acontece no *stopper*, devido ao formato côncavo de sua parede final, permite melhor resposta na articulação da flauta, e ajuda, também, na execução de notas ligadas, sem ataque de língua.

Apesar de expor diversas razões para o bom funcionamento do modelo de *stopper* fabricado por ele, os dados listados por Pellerite (1982; 1980) não apresentam comprovação científica que justifique e associe as mudanças no *design* do *stopper* a melhorias na sonoridade da flauta.

---

<sup>29</sup> *Journal of Acoustical Society of America*, 72 (4), outubro de 1982.

<sup>30</sup> No inglês, a palavra *stopper* também é utilizada em referência à rolha de cortiça tradicional.

<sup>31</sup> Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nphParser?Sect1=PTO1&Sect2=HIT OFF&d=PA LL &p=1&u=%2Fmetahtml%2FPTO%2Fsrehtml.htm&r=1&f=G&l=50&s1=4,240,320.PN.&OS=PN/4,240,320&RS=PN/4,240,320>>. Acesso em: 15 set. 2009.

No artigo *Head Hunting*, publicado pela flautista Melanie Server Jordan<sup>32</sup>, consta a variedade de preços e a multiplicidade de opções de bocais. Ela também faz referência à constante busca dos flautistas por um bocal ideal, que atenda às necessidades específicas de cada um, e fala sobre o que denomina como “Innovations and Modifications: Crown and Stopper Assemblies<sup>33</sup>”. Segundo Jordan (2010):

Você encontrará diversos fabricantes de bocais oferecendo coroas de materiais mais densos, como o ouro e a platina. Encontra-se até coroas com jóias, em lojas especializadas. A placa de metal da rolha e o parafuso também podem ser feitos de materiais diferentes. Mancke<sup>34</sup> observa que tem ocorrido um aumento na “demanda por parafusos de ouro e chaminés de platina. As pessoas estão dispostas a pagar mais para obter um som melhor”. Alguns construtores inventaram novos tipos de *stopper* e coroas. Exemplos disso são a Nagahara Locking Crown, os stoppers de Bigio, o sistema Dyna® de flautas desenvolvido por Michael de Bruin e a Performance Flute Plug de Bob Ogren. Cada um deles têm efeitos específicos no som e na resposta do instrumento.<sup>35</sup>

O website da Nagahara<sup>36</sup> fornece uma explicação detalhada do mecanismo de *Locking Crown* (FIG. 15), descrito a seguir:

Consiste em uma coroa formada por duas peças, originalmente projetada para melhorar a segurança e a estabilidade da coroa e evitar os ruídos decorrentes de seu afrouxamento. Além disso, outros benefícios foram observados com o uso da *Locking Crown*. Muitos instrumentistas perceberam uma melhora na realização de articulações; melhor ataque em *pianíssimos* no registro agudo; e mais clareza no registro médio-grave. O controle da afinação no registro agudo também é favorecido; e o som fica mais encorpado e centrado (mais projeção), melhorando também a ressonância<sup>37</sup>.

---

<sup>32</sup> Artigo disponível no website da flautista Melanie Server (<<http://www.melaniesever.com/live/>>). Em entrevista, ela informa sobre a publicação do artigo pela revista Neozelandesa “Flute Focus” (<[www.flutefocus.com](http://www.flutefocus.com/)>), apresentado em três partes – em 18/05/2010, apenas a primeira parte do artigo havia sido publicada nesse periódico. A “Fluit” (publicação da sociedade de flautistas alemã), também vai publicar uma versão reduzida desse artigo de Jordan.

<sup>33</sup> “Inovações e modificações: conjuntos de coroa e stopper”.

<sup>34</sup> Jordan cita nesse trecho de seu artigo, a entrevista realizada por ela com o construtor de bocais alemão, Tobias Mancke.

<sup>35</sup> Fonte: <<http://www.melaniesever.com/live/>>. Acesso em 15 abr. 2010.

<sup>36</sup> Fonte: <<http://www.nagaharaflutes.com/headjoints/crown.html>>. Acesso em 16/04/2010.

<sup>37</sup> *Ibidem*.



**FIGURA 15** – Mecanismo de *Locking Crown*, desenvolvido pela Nagahara. Disponível em: <<http://www.nagaharaflutes.com/headjoints/crown.html>>. Acesso em: 16 abr. 2010.

Pode-se observar que, apesar de associar diversas melhorias ao uso do mecanismo de *Locking Crown*, a Nagahara não fornece muitas informações a respeito do seu funcionamento. Como mostrado acima, a Nagahara oferece diversas opções, relativas tanto a peso, quanto a material, para o mecanismo de *Locking Crown*.

Jordan (2010) também se refere a outro mecanismo, chamado de Dyna® Flute<sup>38</sup> (FIG. 16), cujas informações constantes em seu website dizem tratar-se de um sistema revolucionário, que “traz melhorias a todos os registros da flauta, além de possibilitar variações no espectro harmônico do instrumento”<sup>39</sup>, em decorrência da movimentação do parafuso. Veja algumas das vantagens apresentadas pelo fabricante do sistema Dyna® Flute, que não apresenta dados de comprovação científica:

A patente Dyna ® Flute System é a invenção que melhora a sua flauta completamente. Não só porque torna sua flauta mais fácil de tocar em todos os registros, mas especialmente devido ao som mais rico, quente, forte e maleável que sua flauta atinge [...] O registro grave torna-se mais fácil de tocar e controlar; e o registro agudo ganha em volume e profundidade de som. Outra melhoria que esse sistema propicia em contraste aos sistemas tradicionais de *stopper*, é que o ouvido esquerdo também é capaz de ouvir toda a ressonância do instrumento [...] Apenas o sistema Dyna ® Flute permite a você atingir o melhor som possível da sua flauta. O sistema Dyna ® Flute possui câmaras de ressonância que, combinadas ao eixo central oco, permitem que sua flauta soe com mais intensidade, som mais rico, denso e profundo. A coroa do sistema Dyna ® Flute é equipada com um parafuso ajustável, que permite a você variar o espectro harmônico do instrumento [...] quanto mais inserido o parafuso estiver no bocal, mais redondo e clássico será o seu som. Retirando o parafuso ajustável, o som ficará mais aberto, sonoro e jazzístico<sup>40</sup>.

<sup>38</sup>Disponível em: <<http://dynaflutesystem.com/indexa.html>>. Acesso em: 16 abr. 2010.

<sup>39</sup>*Ibidem*.

<sup>40</sup>*Ibidem*.



**FIGURA 16** - Dyna® Flute System. Disponível em: <<http://dynaflutesystem.com/indexa.html>>. Acesso em: 16 abr. 2010.

Robert Bigio<sup>41</sup>, outro fabricante de *stoppers*, também citado por Jordan (2010), associa diversas mudanças no som da flauta ao uso dos *stoppers* produzidos por ele, que utiliza diversos materiais (principalmente metais) na confecção dos *stoppers*. Na FIG. 17, um *stopper* de zircônio.



**FIGURA 17** - *Stopper* de zircônio, produzido por Robert Bigio. Em vermelho, o anel de borracha que fixa o *stopper* ao tubo da flauta. Disponível em: <<http://www.bigio.com/stoppersandcrowns.html>>. Acesso em: 15 out. 2008.

Em seu site<sup>42</sup>, Bigio diz não saber explicar o motivo pelo qual seus *stoppers* funcionam, nem as razões por considerá-los superiores à *rolha*. Sugere, no entanto, que, o fato de o *stopper* ser menor do que a *rolha* de cortiça tradicional, poderia formar uma câmara de vibração no final do tubo da flauta. Assim como Artur Lora, citado por Toff (1986), Bigio também parece considerar como fator positivo a ocorrência dessa câmara de vibração. Ele sugere ainda que os *stoppers* de sua fabricação talvez vibrem junto com a coluna de ar da flauta, por serem pequenos, leves, e fixados no tubo do instrumento apenas por um anel de borracha.

<sup>41</sup> Robert Bigio é flautista e construtor de flautas. Seu atelier fica em Londres.

<sup>42</sup> <<http://www.bigio.com/stoppersandcrowns.html>>. Acesso em 15 out. 2008.



Ainda segundo Bigio, o principal motivo para justificar o funcionamento e a vantagem de seus *stoppers* em relação à *rolha*, refere-se ao espaço de ressonância criado pela distância do *stopper* até a coroa. Essa informação, apesar de ser passada pelo construtor, não apresenta fundamentação ou averiguação científica.

Em entrevista realizada pela autora deste trabalho, por e-mail, em 07 de agosto de 2009, Robert Bigio diz desconhecer pesquisa científica sobre *stoppers*, reafirma não saber explicar porque eles funcionam, e faz esclarecimentos a respeito do formato da parede final do *stopper* – que ela é plana, com uma ranhura de 0.5mm de profundidade, há 2,5mm da borda, e que tentou fazê-la em formato côncavo, mas encontrou dificuldade para decidir aonde encaixá-la no bocal, e, especialmente, para definir o quão côncava ela deveria ser.

Bigio conta ainda que a motivação para a construção dos *stoppers* aconteceu quando descobriu que seu melhor bocal soava diferente sem a coroa, e isso o instigou a experimentar coroas de materiais variados – impressionou-o o fato de que cada uma delas apresentava um som específico; isso o levou a experimentar *stoppers* utilizando anéis de borracha para fixá-los, por não gostar da *rolha*. Assim, seus primeiros *designs* foram sendo desenvolvidos, até o que hoje se vê em seu website e na FIG. 18, a seguir.



**FIGURA 18** - Coroa de madeira (à esquerda) e *stopper* de Delrin (à direita), fabricados por Robert Bigio. Disponível em: <<http://www.bigio.com>>. Acesso em: 15 out. 2008.

No site de Bigio há um artigo de um flautista amador, David Symington<sup>43</sup>, com uma avaliação das características sonoras dos diferentes *stoppers* fabricados por Bigio, baseada nas impressões pessoais do próprio Symington, ao tocar com cada um dos modelos de *stopper*.

Em relação ao Flute Plug, de Bob Ogren (FIG. 19), também citado por Jordan (2010), foi possível verificar, por meio de vídeo divulgado na internet, que os

---

<sup>43</sup>Disponível em: <<http://www.larrykrantz.com/stopper.htm>>. Acesso em 29 mai. 2009.

fabricantes acreditam que o Flute Plug “melhora qualquer bocal, além de proporcionar melhor sonoridade e mais potência de som”<sup>44</sup>.



**FIGURA 19** - “Flute Plug”, de Bob Ogren. Disponível em: <<http://www.leitholdmusic.com/msearch.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2010.

---

<sup>44</sup> Disponível em: <<http://www.leitholdmusic.com/msearch.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2010.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 DEFINIÇÃO DOS TESTES E SELEÇÃO DE INSTRUMENTOS

Para averiguar se os flautistas participantes da pesquisa percebiam diferenças entre a *rolha* e o *stopper*, observou-se a importância de que tocassem sem saber qual dos dois modelos de vedação estava sendo usado, evitando-se que fossem influenciados por essa informação.

Primeiramente, pensou-se em alternar a colocação da *rolha* e do *stopper* em uma mesma flauta, fazendo a troca de um pelo outro durante o teste, de forma que os flautistas registrassem suas opiniões. Posteriormente, durante uma simulação do teste, percebeu-se a necessidade de utilizar dois bocais – um com o *stopper*, outro com a *rolha* –, pois verificou-se a importância da rapidez ao serem trocados, para facilitar a percepção das diferenças entre um e outro. Além disso, uma movimentação constante da *rolha* e do *stopper* certamente acarretaria pequenas diferenças em seu posicionamento, podendo provocar mudanças na afinação, qualidade, e estabilidade sonora do instrumento.

Como solução para as questões apresentadas acima, optou-se pela utilização do corpo de uma única flauta, com dois bocais distintos. Para que a veracidade dos dados obtidos com o teste não fosse afetada, selecionaram-se dois bocais bastante semelhantes.

Como a Fundação de Educação Artística<sup>45</sup> possui algumas flautas YAMAHA, gentilmente cedidas para esta pesquisa, promoveu-se a verificação da semelhança de fabricação entre elas por meio de testes, realizados por três flautistas, entre eles, a pesquisadora. No total, avaliaram-se seis flautas, de dois modelos distintos. A seleção de flautas do mesmo modelo assegura moldes idênticos de construção, assim como dimensões e materiais iguais. As flautas foram avaliadas de duas em duas, sempre utilizando exemplares do mesmo modelo – as escolhidas foram duas flautas YAMAHA 211, de números de série C75633 e C75657. A proximidade numérica dos dois instrumentos é um fator favorável à semelhança entre eles.

---

<sup>45</sup>A Fundação de Educação Artística é uma tradicional Escola de Música de Belo Horizonte.

Utilizou-se um paquímetro<sup>46</sup> com resolução de 0,05mm para medir os orifícios da embocadura, da base do bocal, e o superior, no qual a coroa do instrumento é enroscada. As medidas foram idênticas para os dois bocais: o orifício da embocadura é oval e tem 11,85mm por 10,25mm; o orifício da base é circular, com 18,85mm de diâmetro; e o superior também é circular, e tem 16,70mm de diâmetro.

Para averiguar o calibre interno dos bocais, na região onde a *rolha* é inserida, a *rolha* de cada um dos bocais foi retirada e trocada, e, através da resistência apresentada no momento de sua inserção e troca, percebeu-se a semelhança do calibre interno dos bocais. Também observou-se a semelhança no corte do orifício da embocadura dos bocais, verificando-se ser o mesmo tipo de corte (FOTO. 1).



**FOTO 1** - Bocais testados para uso nos experimentos desta pesquisa.

Além de comparar-se a semelhança na resistência interna dos dois bocais, buscou-se também observar a semelhança de sonoridade entre os instrumentos, ao

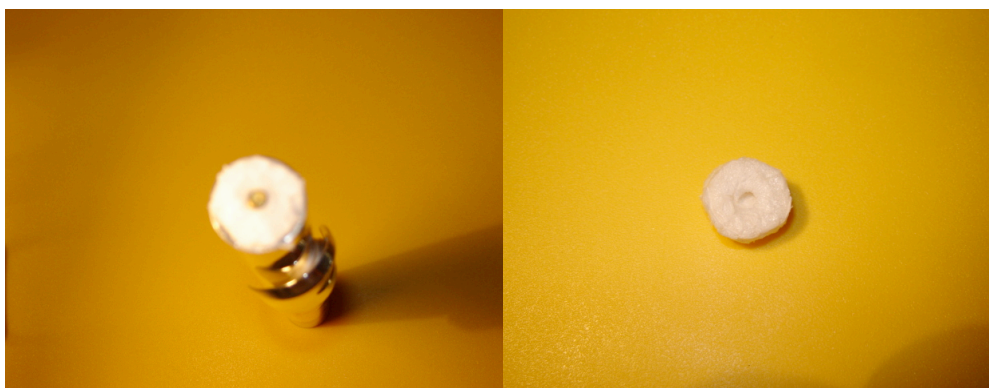
---

<sup>46</sup> “O paquímetro é um instrumento usado para medir as dimensões lineares internas, externas e de profundidade de uma peça. Consiste em uma régua graduada, com encosto fixo, sobre a qual desliza um cursor”. Disponível em: <<http://msohn.sites.uol.com.br/paquimet.htm>>. Acesso em 14 jun. 2010.

serem tocados com a *rolha* e depois com o *stopper*. Esses testes foram realizados por três flautistas, entre eles a pesquisadora.

A semelhança observada por esses três flautistas, tanto no corte, quanto na sonoridade, foi reforçada por Kurt Witt, funcionário da YAHAMA USA, ao ser consultado pela pesquisadora e informado quanto à importância da semelhança entre os dois bocais, para um bom desenvolvimento da pesquisa. Segundo Witt, os dois bocais selecionados para a pesquisa foram feitos exatamente pela mesma máquina, fato que assegura a semelhança entre eles – Witt acrescentou que apenas bocais feitos à mão apresentam diferenças significativas entre si.

Durante os testes para verificação da semelhança entre os bocais, constatou-se que o parafuso do *stopper* não se encaixava na coroa da flauta. Desta forma, com o objetivo de impedir a identificação do mecanismo (*stopper* ou *rolha*) que estava sendo utilizado durante os testes, foi colocada uma peça de isopor para substituir a coroa (FOTO 2).



**FOTO 2** – À direita, detalhe da peça de isopor construída para substituir a coroa; à esquerda, sua inserção no bocal.

Também observou-se que a forma como o bocal afunila e o *design* do orifício da embocadura são as variáveis que proporcionam maior distinção entre os bocais. O material do tubo e, particularmente, a espessura da sua parede, podem ter alguma influência, mas certamente menor, se comparada às variáveis geométricas (FLETCHER; STRONG; SILK, 1982).

Tendo como base a afirmação acima, de Fletcher, Strong e Silk (1982), pode-se dizer que os bocais utilizados na pesquisa não apresentaram nenhuma distinção entre si, por terem a mesma medida de afunilamento e o mesmo corte do orifício da embocadura,

feitos pela mesma máquina. Além disso, também são confeccionados com o mesmo material, e apresentam parede de mesma espessura.

O corpo do instrumento utilizado nos testes foi o de uma YAMAHA 211, niquelada, e enviada para manutenção (troca de sapatilhas e ajustes no mecanismo) duas semanas antes da realização dos testes.

### 3.2 SELEÇÃO DE TRECHOS MUSICAIS PARA OS TESTES

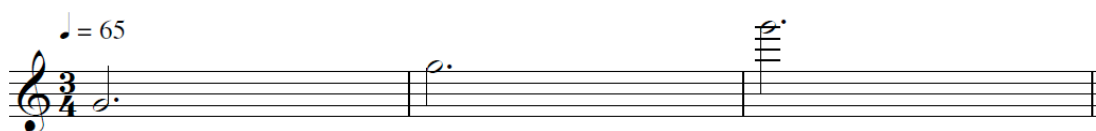
Para uma avaliação efetiva da *rolha* e do *stopper*, considerou-se, na seleção dos trechos musicais a serem tocados, aqueles que costumam fazer parte dos estudos habituais da flauta transversal, como forma de nivelar os padrões de instrução e de compreensão, sem interferir ou direcionar as avaliações e diferenciações observadas pelos instrumentistas, uma vez que estariam observando aspectos musicais comuns aos seus estudos diários. Verificou-se também a importância da execução de diferentes trechos musicais, com uma gama de ataques, caráter e dinâmicas variadas, abrangendo dificuldades e práticas diárias comuns aos flautistas. Itens definidos como importantes: homogeneidade do som; qualidade do som; uso de golpe duplo e triplo de língua; e a dificuldade ou facilidade em tocar os trechos propostos.

Optou-se por não definir os termos homogeneidade e qualidade do som, permitindo mais liberdade aos flautistas participantes, procurando não fixar sua atenção na definição de termos, e sim nas percepções sonoras e sensações durante o teste. Cada flautista tem para si o que é um som de qualidade e um som homogêneo, e não é relevante para essa pesquisa assegurar que todos os flautistas compreendam os parâmetros e os avaliem da mesma forma.

Elaboraram-se questões específicas para cada trecho selecionado, e todos os trechos apresentavam indicações de andamento, dinâmica e ataque, para que a execução musical fosse semelhante a todos os instrumentistas participantes. Procurou-se selecionar trechos conhecidos dos flautistas, mas que não exigissem muito do instrumentista, para que sua atenção se ativesse estritamente aos aspectos sonoros e às dificuldades e facilidades de execução com cada bocal.

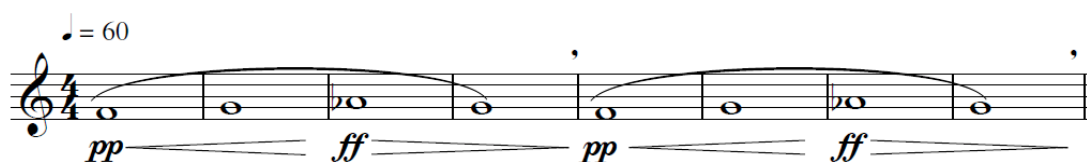
Buscando dar segurança aos participantes da pesquisa, durante a realização dos trechos solicitados, as instruções relativas ao teste, bem como as partituras com os trechos musicais a serem tocados, foram entregues com antecedência, tanto no teste-piloto, quanto no teste-final.

Para checar a percepção dos flautistas em relação à homogeneidade dos registros do instrumento, optou-se pela execução da nota *Sol*, nos três registros da flauta (TRECHO 1).



TRECHO 1 - Nota *Sol*, nas três oitavas da flauta.

Para averiguação das possibilidades de cada bocal, em relação à execução de diferentes dinâmicas, selecionou-se um pequeno trecho do livro de sonoridade de Marcel Moyse (TRECHO 2).



TRECHO 2 - Exercício de dinâmica do método para flauta *De la Sonorité: Art et Technique* de Marcel Moyse.

Como teste para avaliar a execução do golpe duplo de língua, optou-se por pedir a cada flautista que tocasse uma escala de *Fá maior* (TRECHO 3). Tanto o exercício de dinâmica do TRECHO 2, quanto a execução de escalas, fazem parte, em geral, da prática diária dos flautistas.



TRECHO 3 - Escala de *Fá maior*, a ser realizada com uso de golpe duplo de língua.

Para avaliar a homogeneidade do som, durante as mudanças de registro e no controle da dinâmica, selecionou-se um pequeno trecho do *Entr'acte*, da ópera *Carmem*, composta por Georges Bizet (TRECHO 4) – esse é um trecho orquestral bastante estudado e conhecido por flautistas, realizado em dinâmica *pp*, o que cria mais dificuldade durante a mudança de registro.





TRECHO 4 - Excerto da ópera *Carmen*, a ser realizado de acordo com as indicações originais da partitura.

A Sonata op.94, de Sergei Prokofief, também é conhecida e tocada por flautistas. Com o objetivo de avaliar a resposta sonora, na região grave da flauta, foi selecionado um trecho dessa sonata, cuja execução necessita de golpe triplo de língua (TRECHO 5).



TRECHO 5 - Excerto da Sonata opus 94, de Prokofief, a ser realizado com golpe triplo de língua, seguindo as indicações de caráter (*Moderato*) e tempo (semínima = 80).

### 3.3 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para realização dos testes e elaboração do questionário, definiu-se que os bocais seriam numerados. Cada trecho musical selecionado teve perguntas específicas, para serem respondidas da seguinte maneira: primeiro, deveria ser tocado no Bocal de número 1 e depois no Bocal de número 2. Após tocar o mesmo trecho nos dois bocais, o flautista responderia as perguntas referentes a esse trecho.

Primeiramente, fez-se um teste-piloto, com dois flautistas. No questionário do teste-piloto havia duas perguntas iniciais, retiradas do teste-final, por exigirem que o flautista tocasse todos os trechos nos dois bocais, antes de responder a essas perguntas. Constatou-se que a execução de todos os trechos, primeiro, no Bocal 1 e, depois, no Bocal 2, não representaria a primeira impressão do flautista a respeito dos bocais, já que cada trecho seria tocado mais de uma vez por cada flautista. Ao responder às perguntas específicas sobre cada trecho, ele deveria tocar tudo mais uma vez, agora trecho por trecho, trocando de bocal e respondendo às perguntas. Dessa forma o teste ficaria muito longo, dificultando a participação de um número maior de músicos.

Além dessas duas perguntas iniciais, presentes no teste-piloto, o questionário continha vinte e duas perguntas, com uma média de três a seis perguntas para cada trecho. O número de perguntas por trecho se relacionava ao grau de dificuldade e número de parâmetros a serem avaliados por trecho. Após as perguntas de múltipla escolha, específicas para cada trecho, foi deixado um espaço em branco para comentários gerais, caso o entrevistado demonstrasse interesse espontâneo para preenchê-lo.

Os modelos dos questionários utilizados no teste-piloto e no teste-final estão no ANEXO.

### 3.4 TESTE-PILOTO

Para averiguação da eficácia dos trechos selecionados e das questões relativas a eles, realizou-se um teste-piloto, com dois flautistas profissionais, que não participariam do teste-final. O teste-piloto foi aplicado na Fundação de Educação Artística, em dois dias: no primeiro dia, o teste aconteceu no teatro da Fundação, e no segundo dia, na Sala 1. O local de realização dos testes não demandou características especiais, uma vez que o objetivo final não era comparar os resultados, mas, sim, verificar a eficácia dos trechos selecionados e do questionário, para avaliar os parâmetros anteriormente definidos.

Os dois flautistas que realizaram o teste-piloto receberam com antecedência os trechos a serem tocados no teste, com o objetivo de poder praticá-los. Eles também receberam orientação adequada para a compreensão dos objetivos da pesquisa e da realização do teste-piloto. Nenhum dos dois flautistas apresentou dificuldade para tocar ou compreender os parâmetros e as questões propostas. A identidade de todos os flautistas envolvidos nessa pesquisa será preservada, sendo que os participantes do teste-piloto foram diferenciados dos demais, sendo tratados como Músico 1 e Músico 2.

As perguntas do questionário abordaram aspectos como facilidade/dificuldade ao tocar os trechos; qualidade do som; homogeneidade do som; resposta sonora; entre outros. Esses parâmetros relacionam-se às características específicas de cada trecho, como: dinâmica, ataque, *legato*, articulação.

Os dois Músicos envolvidos notaram diferença entre os dois bocais, e tiveram, em geral, mais facilidade em executar os trechos no Bocal 1 (*stopper*). Esses dados foram retirados dos questionários e referem-se às duas primeiras perguntas. A percepção da diferença entre os dois bocais, no teste-piloto, era pré-requisito para seguirem respondendo ao questionário.

Abaixo, uma tabela com as respostas do Músico 1 e do Músico 2. Em seguida, encontram-se os comentários realizados pelos Músicos, anotados por eles no questionário.

		Músico 1	Músico 2
TRECHO 1	Homogeneidade	<i>Stopper</i>	<i>Não percebeu diferença (NPD)</i>
	Facilidade	<i>Stopper</i>	<i>Rolha</i>
	Qualidade do Som	<i>Stopper</i>	<i>Rolha</i>
TRECHO 2	Homogeneidade	<i>Rolha</i>	<i>NPD</i>
	Maior variação de dinâmica	<i>Stopper</i>	<i>Rolha</i>
	Facilidade	<i>Stopper</i>	<i>Rolha</i>
	Qualidade do Som	<i>Stopper</i>	<i>Rolha</i>
TRECHO 3	Melhor Resposta	<i>Rolha</i>	<i>NPD</i>
	Ataque mais claro	<i>Rolha</i>	<i>Rolha</i>
	Facilidade – golpe duplo	<i>Rolha</i>	<i>Rolha</i>
	Facilidade	<i>Rolha</i>	<i>NPD</i>
	Qualidade do Som	<i>Rolha</i>	<i>NPD</i>
TRECHO 4	Facilidade – Legato	<i>Stopper</i>	<i>NPD</i>
	Qualidade – legato	<i>Stopper</i>	<i>NPD</i>
	Facilidade – dinâmica	<i>Stopper</i>	<i>Stopper</i>
	Qualidade do Som	<i>Stopper</i>	<i>Stopper</i>
TRECHO 5	Melhor Resposta	<i>Rolha</i>	<i>NPD</i>
	Ataque claro – grave	<i>Rolha</i>	<i>Stopper</i>
	Resposta – grave	<i>Rolha</i>	<i>Stopper</i>
	Facilidade golpe triplo	<i>Rolha</i>	<i>Stopper</i>
	Facilidade dinâmica	<i>Rolha</i>	<i>Rolha</i>
	Qualidade do som	<i>Rolha</i>	<i>Stopper</i>

**Tabela 1** – preferências dos flautistas participantes do teste-piloto, separadas por trecho e parâmetro avaliado.

No TRECHO 1, o Músico 1 acrescentou em seus comentários que “o Bocal 2 (*rolha*) possui um som mais fosco”. O Músico 2 alegou que “o Bocal 2 (*rolha*) possui som mais volumoso e timbre mais aberto”. O Músico 2 acredita que esse fator poderia favorecer trechos em dinâmica *forte* e provavelmente o aprendizado de iniciantes.

No TRECHO 2, o Músico 1 reforçou em seus comentários que “o som do Bocal 1 (*stopper*) é mais brilhante e possui mais flexibilidade de dinâmica”. O Músico 2 comentou que ao executar os trechos pela segunda vez, tocando no Bocal 1 (*stopper*), gostou mais do que da primeira vez.

No TRECHO 3, o Músico 1 não acrescentou nenhum comentário ao questionário. Já o Músico 2 comentou que “as diferenças entre facilidade/dificuldade não lhe parecem tão significativas”.

No TRECHO 4, novamente, apenas o Músico 2 escreveu comentários, referentes ao Bocal 2 (*rolha*), cuja “capacidade de projeção do som em um grande teatro parece ser maior, enquanto o som do Bocal 1 (*stopper*) lhe parece um pouco mais ‘velado’”.

NO TRECHO 5, o Músico 1 mais uma vez não escreveu comentário. Já o Músico 2, teve opiniões variadas em relação a esse trecho, e respondeu às questões demonstrando certa confusão, uma vez que fez comentários e observações em quase todas as suas respostas: quanto à clareza de ataque e melhor resposta no grave, à facilidade de execução do golpe triplo e à qualidade do som, apesar de ter preferido o Bocal 1 (*stopper*), colocou a observação “ligeiramente” – observou um ataque mais nítido no Bocal 1 (*stopper*), e um som mais claro e forte no Bocal 2 (*rolha*); achou mais fácil realizar o trecho na dinâmica *f* solicitada com o Bocal 2 (*rolha*); em relação à resposta na execução, não marcou nenhuma alternativa, mas fez o seguinte comentário: “O Bocal 1 (*stopper*) pareceu-me com um som mais ‘concentrado’, com mais ‘centro ou miolo’. Por outro lado, o Bocal 2 (*rolha*) pareceu um pouco mais brilhante (mais forte para quem está tocando), porém com menos densidade (isto é, um pouco ‘oco’) e possivelmente não projeta tanto o som nessas condições quanto o Bocal 1”.

Um dos principais objetivos do teste-piloto era avaliar a eficácia dos trechos musicais e do questionário, e por isso os Músicos participantes puderam fazer sugestões, ao final do teste. Uma das sugestões se referiu ao primeiro trecho musical, que na opinião do Músico 2 deveria ser uma pequena frase musical em cada oitava, ao invés de apenas uma nota em cada oitava. Essa sugestão não foi acatada pela pesquisadora e seu orientador, porque a avaliação da homogeneidade entre as oitavas do instrumento pode ser facilitada com a execução de apenas uma nota, em um trecho musical menos complexo, com menos fatores para observação por parte do flautista.

O Músico 1 sugeriu que, ao final dos cinco trechos, o flautista participante realizasse um trecho musical de livre escolha. Apesar de essa possibilidade ter sido considerada, tanto pela pesquisadora, quanto por seu orientador, por permitir que o flautista realizasse um trecho com o qual estivesse mais familiarizado. Em contrapartida, a elaboração de perguntas a respeito de um trecho livre, e sua posterior análise, poderiam não ser satisfatórias, por englobarem parâmetros que a própria pesquisadora só conheceria no momento do teste.

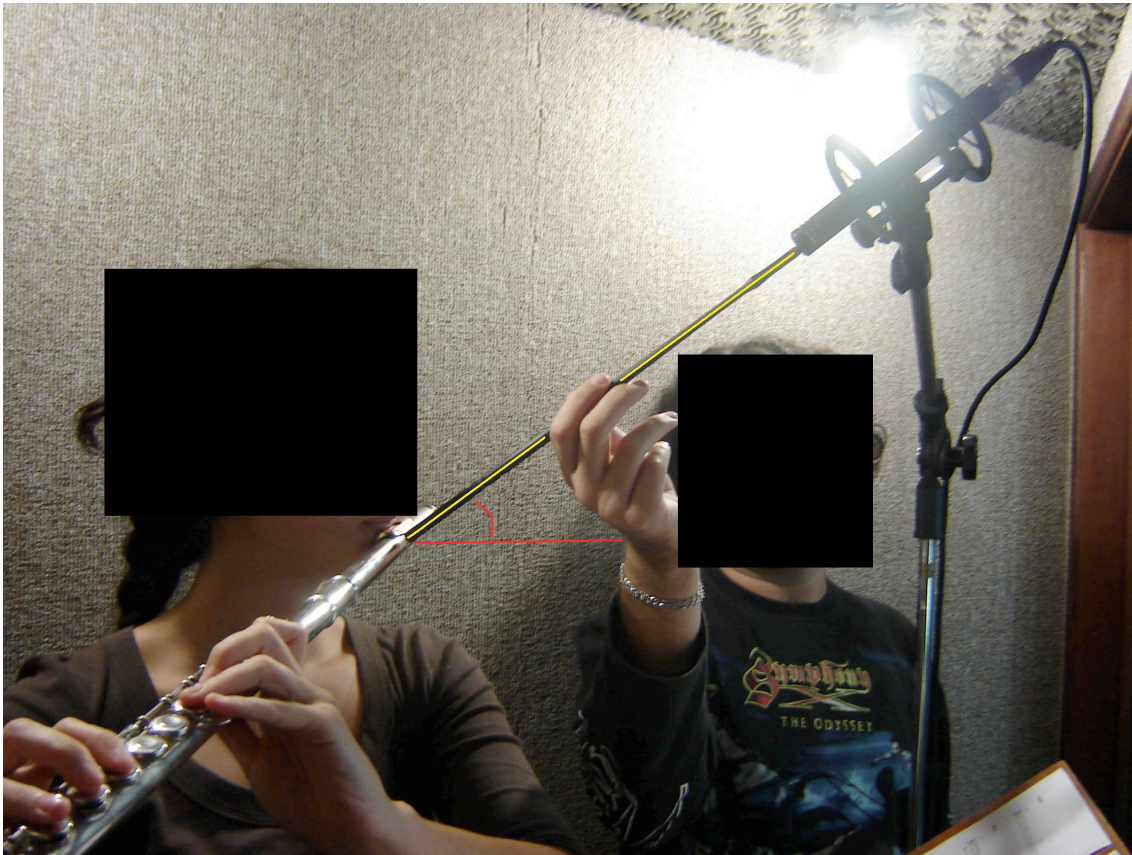
Constatou-se, com a realização do teste-piloto, que um teste de 30 minutos (tempo aproximado cronometrado) era muito longo e que a realização dos trechos, por mais de uma vez em cada bocal, não representaria a primeira impressão dos flautistas a respeito deles. Percebeu-se, portanto, a necessidade de redução do tempo de execução do teste final.

### 3.5 TESTE FINAL - PROTOCOLO DE GRAVAÇÃO E REALIZAÇÃO DOS TESTES

Quarenta e seis flautistas profissionais (graduandos e graduados) foram convidados a participar da pesquisa, sendo devidamente informados a seu respeito – 23 dispuseram-se a participar. A realização dos testes aconteceu no Estúdio de Gravação da Escola de Música da Universidade Federal de Minas Gerais, com o auxílio de dois bolsistas da área de gravação.

Os flautistas participantes receberam orientação quanto à ordem em que deveriam tocar cada trecho: primeiro, no Bocal 1, e, depois, no Bocal 2. Após a realização de cada trecho, o flautista deveria responder às perguntas específicas referentes ao trecho tocado. O próprio flautista efetuaria a troca de bocais durante os testes, e todos os participantes foram orientados a, durante o manuseio dos bocais, inserir o bocal ao máximo no corpo do instrumento, como forma de manter sempre a mesma afinação. Cada um deveria posicionar o bocal da maneira mais confortável para si, porém, cuidando para que fosse mantido um mesmo padrão de posicionamento do bocal em todos os trechos. Também houve a orientação para que os flautistas se movimentassem o mínimo possível durante o teste, buscando evitar interferir na captação do microfone.

Manteve-se o mesmo padrão de posicionamento do microfone em todos os testes. Uma peça de plástico, com cerca de 30 centímetros, foi utilizada como referência para medir a distância entre o microfone e a boca dos participantes, em uma angulação de aproximadamente 45 graus em relação ao chão. Utilizou-se microfone da marca AKG, modelo C 460 B comb-ULS/61; e Sound Forge 6 foi o programa de gravação de áudio utilizado. Realizaram-se sempre as gravações no mesmo canal, mantendo-se o mesmo ganho da interface de áudio, em formato Wave mono 44,1 kHz e 16 bits por amostra.



**FOTO 3** - Momento de ajuste do microfone para um dos participantes da pesquisa, na cabine do Estúdio da Escola de Música da UFMG. Em amarelo, medidor utilizado como referência para assegurar a manutenção de um mesmo distanciamento e posicionamento do microfone em relação à boca do flautista. Em vermelho, a angulação de aproximadamente 45°, entre o medidor (em amarelo) e o ombro do flautista.

Durante os testes, a numeração dos bocais foi alterada, para haver uma variação na ordem de experimentá-los. Dessa forma, 11 flautistas tiveram rotulado como Bocal 1, o bocal em que o *stopper* estava inserido; enquanto 12 flautistas tiveram rotulado como Bocal 2, o bocal em que a *rolha* estava inserida – o principal objetivo dessa troca foi verificar, após a realização dos testes, se a preferência entre os bocais estaria relacionada, de alguma forma, com a ordem de experimentação dos mesmos.

Ao longo dos testes, estavam presentes apenas o flautista participante, a pesquisadora e os bolsistas do Estúdio da UFMG. Nenhum participante interferiu ou teve acesso ao questionário ou ao teste de outro participante. Em nenhum momento foi dito aos flautistas em qual bocal estava inserido o *stopper* ou a *rolha*.

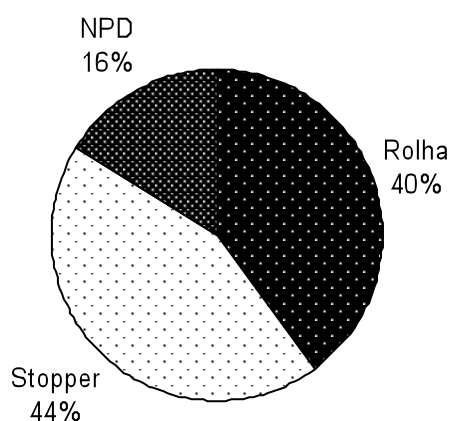


## 4. RESULTADOS

### 4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

Os dados obtidos nos questionários, a partir das respostas dos flautistas, foram analisados levando-se em conta as respostas para cada trecho musical, tanto no geral, quanto separadamente. Essa análise permitiu a verificação da porcentagem de respostas para “*rolha*”, “*stopper*”, e “*não percepção de diferenças*”, aqui denominadas, respectivamente, “R”, “S”, e “NPD”.

Analisando todas as respostas obtidas, independente do trecho musical ou parâmetro avaliado, 40% das respostas foram para R, 44% para S, e 16% para NPD. Esses resultados podem ser observados no gráfico abaixo:

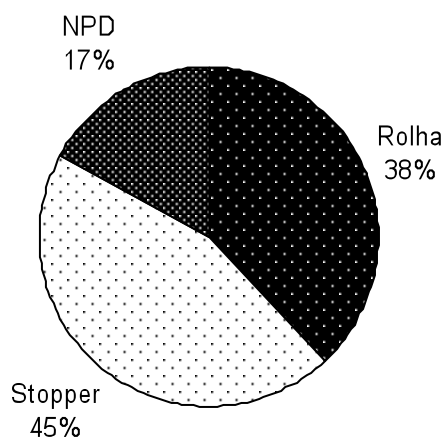


**GRÁFICO 1** - ÍNDICE GERAL DE RESPOSTAS, independente de trecho musical ou parâmetro avaliado. *Rolha* = 40%; *Stopper* = 44%; *NPD* = 16%.

O Índice Geral de Respostas indica uma preferência sutil dos flautistas participantes da pesquisa pelo *stopper*. No entanto, a diferença de apenas 4% da preferência entre *rolha* e *stopper*, não pode ser considerada relevante. Por outro lado, a diferença entre respostas para *não percebi diferença*, se comparadas àquelas obtidas para *rolha* e *stopper*, apresentam uma diferença significativa. Em 84% das perguntas, os flautistas percebem diferença entre *rolha* e *stopper*, contra apenas 16% que indicam

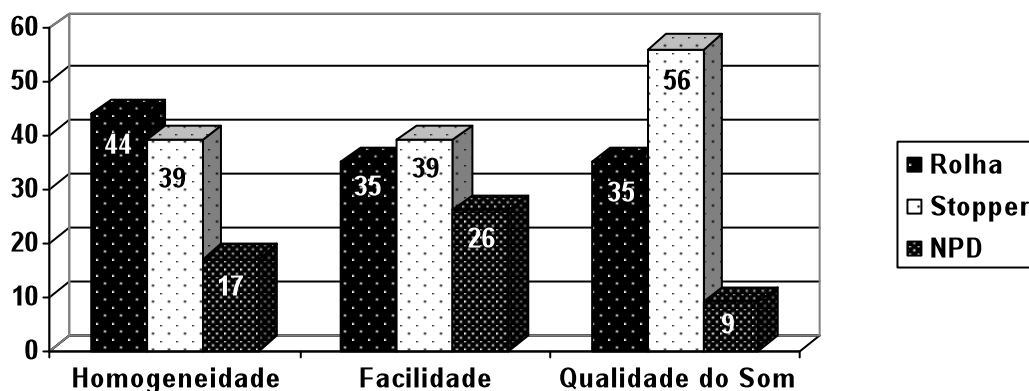
ausência de percepção de diferenças. Após essa avaliação do Índice Geral de Respostas, realizou-se uma análise das preferências dos flautistas, por trecho musical.

No **TRECHO 1**, foram feitas três perguntas. Em relação à **Homogeneidade do Som**, 44% das respostas foram para R, 39% para S, e 17% para NPD; quanto à **Facilidade de Execução**, 35% (R), 39% (S), e 26% (NPD); já no quesito **Qualidade do Som**, 35% (R), 56% (S), e 9% (NPD). Abaixo, gráficos representando a somatória de todas as respostas para o **TRECHO 1** e, em seguida, as respostas para o **TRECHO 1**, separadas por pergunta.



**GRÁFICO 2** - Respostas gerais para **TRECHO 1** – 38% (R); 45% (S), e 17% (NPD).

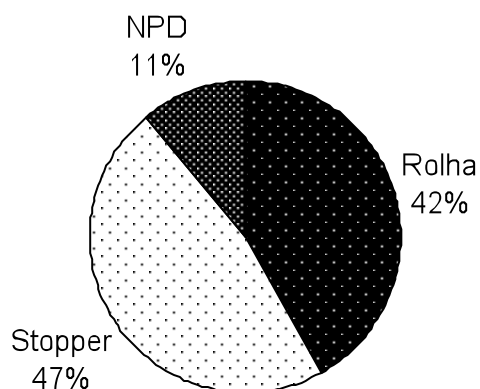
O índice geral de respostas relativo ao **TRECHO 1**, mostra uma preferência maior por *stopper* (7%), de maneira geral. No entanto, mais uma vez a diferença de preferência entre *rolha* e *stopper* é menor do que 10%. Novamente, o valor de apenas 17% para NPD, indica que os flautistas perceberam diferenças significativas entre *rolha* e *stopper* (83%).



**GRÁFICO 3** – Respostas específicas, relativas ao **TRECHO 1**. **Homogeneidade:** 44% (R), 39% (S) e 17% (NPD); **Facilidade:** 35% (R), 39% (S) e 26% (NPD); **Qualidade do Som:** 35% (R), 56% (S) e 9% (NPD).

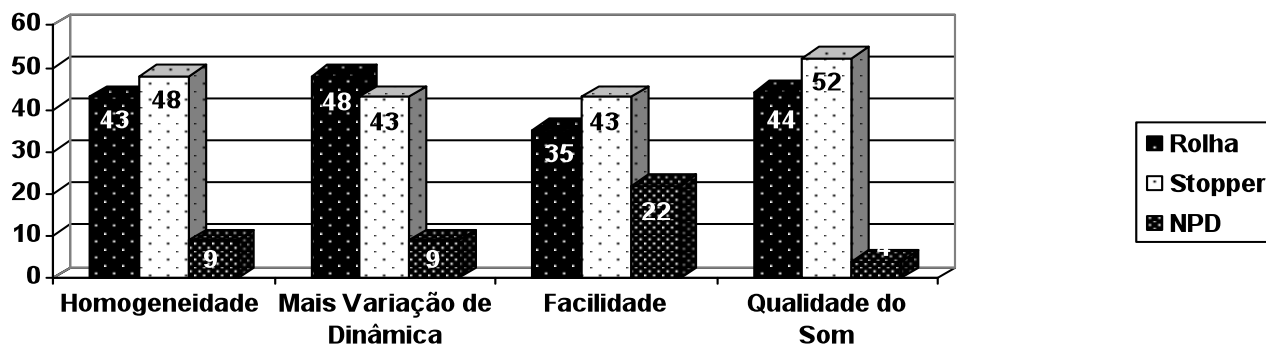
No Índice Geral, apesar de a preferência por *stopper* ter sido maior, ao avaliarem a **Homogeneidade do Som**, no **TRECHO 1**, os flautistas preferiram a *rolha* (44%), mas com diferença de apenas 5% em relação ao *stopper* (39%). Quanto à **Facilidade** e à **Qualidade do Som**, a preferência dos flautistas foi para *stopper* – 39% e 56%, respectivamente – contra 35% de preferência pela *rolha*, em ambos os quesitos. Observa-se, quanto à **Facilidade**, que a diferença entre *rolha* e *stopper* é pequena (4%), e o índice de NPD é elevado (26%). Já no caso da **Qualidade do Som**, a preferência pelo *stopper* (56%) foi significativamente maior (21%) do que a preferência por *rolha* (35%), e o índice de NPD foi de apenas 9%.

O **TRECHO 2** teve quatro perguntas, referentes à homogeneidade do som, à maior possibilidade de variação de dinâmica, à facilidade de execução, e à qualidade do som. Nas respostas, em relação à **Homogeneidade do Som** - 43% (R), 48% (S), e 9% (NPD); à **Maior Possibilidade de Variação de Dinâmica** - 48% (R), 43% (S), e 9% (NPD); à **Facilidade de Execução** - 35% (R), 43% (S), e 22% (NPD); à **Qualidade do Som** - 44% (R), 52% (S), e 4% (NPD). Abaixo, gráficos com a soma das respostas para o **TRECHO 2** e, em seguida, as respostas separadas por questão, para esse mesmo trecho.



**GRÁFICO 4** - Respostas gerais, para o **TRECHO 2**: 42% (R); 47% (S), e 11% (NPD).

O índice geral de respostas para o **TRECHO 2** aponta uma preferência por *stopper* um pouco maior (5%). Mais uma vez, a maior distinção acontece entre a percepção de diferenças entre *rolha* e *stopper* (89%) e a *não percepção de diferenças* (11%).

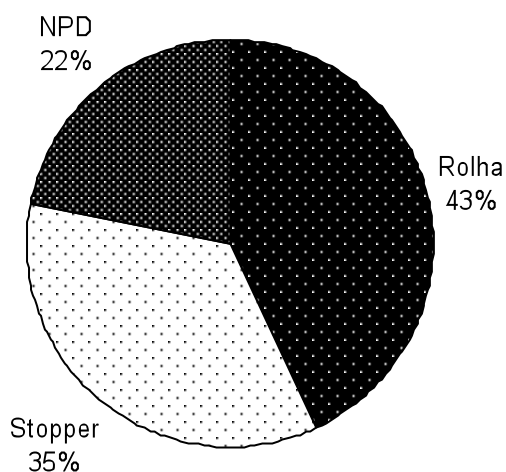


**GRÁFICO 5** – Respostas específicas, relativas ao **TRECHO 2**. **Homogeneidade**: 43% (R), 48% (S) e 9% (NPD); **Mais Variação de Dinâmica**: 48% (R), 43% (S), e 9% (NPD); **Facilidade**: 35% (R), 43% (S), e 22% (NPD); **Qualidade do Som**: 44% (R), 52% (S), e 4% (NPD).

Em relação às respostas específicas do **TRECHO 2**, no quesito **Mais Variação de Dinâmica**, a *rolha* (48%) obteve uma preferência de apenas 5% a mais do que o *stopper* (43%). Em relação à **Homogeneidade** e à **Qualidade do Som**, as diferenças de preferência entre *rolha* e *stopper* também não foram altas (5% no primeiro quesito e 8%

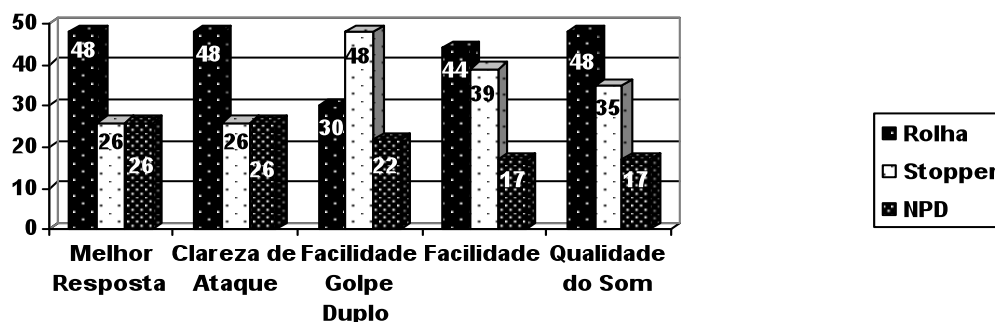
no segundo), mas o índice de *não percepção de diferenças* foi baixo nos dois casos (9% no primeiro e 4% no segundo). Já em relação à **Facilidade**, a porcentagem da NPD é bem maior (22%), apesar da diferença entre *rolha* e *stopper* manter-se baixa (8%).

Em relação ao **TRECHO 3**, foram formuladas cinco perguntas, cujas respostas foram: em relação à **resposta do instrumento** - 48% (R), 26% (S), e 26% (NPD); à **clareza de ataque**, 48% (R), 26% (S), e 26% (NPD); à **facilidade de execução do golpe duplo**, 30% (R), 48% (S), e 22% (NPD); à **facilidade**, 44% (R), 39% (S), e 17% (NPD); à **qualidade do som**, 48% (R), 35% (S), e 17% (NPD). Abaixo, gráficos referentes ao **TRECHO 3**, às respostas em geral e, em seguida, com as respostas específicas por pergunta, para esse mesmo trecho.



**GRÁFICO 6** - Respostas gerais para o **TRECHO 3**: 43% (R), 35% (S), e 22% (NPD).

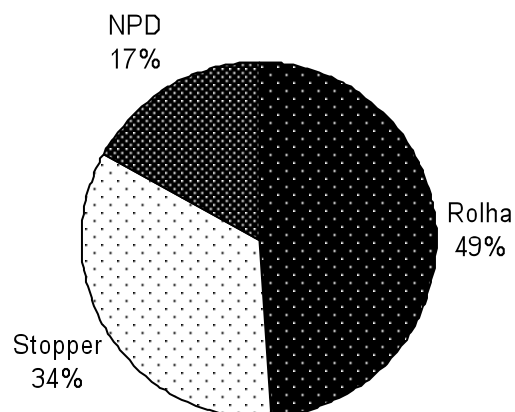
O índice geral de respostas para o **TRECHO 3** aponta uma preferência por *rolha* 8% maior do que para *stopper*. No caso desse trecho, a porcentagem de respostas indicando NPD foi maior (22%), mas ainda assim a porcentagem de respostas indicativas de percepção de diferenças foi maior (78%).



**GRÁFICO 7** - Respostas específicas, relativas ao **TRECHO 3**. **Melhor Resposta:** 48% (R), 26% (S) e 26% (NPD); **Clareza de Ataque:** 48% (R), 26% (S), e 26% (NPD); **Facilidade Golpe Duplo:** 30% (R), 48% (S), e 22% (NPD); **Facilidade:** 44% (R), 39% (S), e 17% (NPD); **Qualidade do Som:** 48% (R), 35% (S), e 17% (NPD).

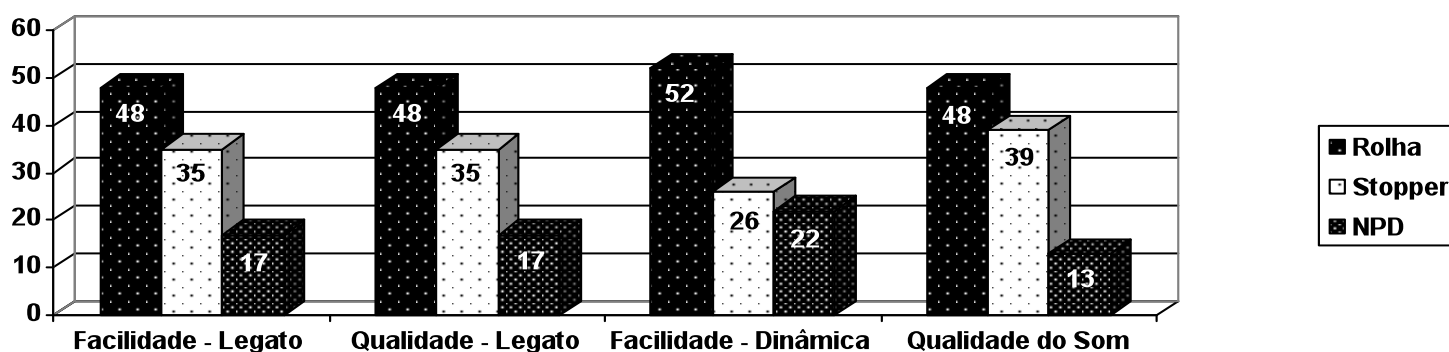
No **TRECHO 3**, apesar de a preferência geral ter sido por *rolha*, no quesito **Facilidade de Execução do Golpe Duplo**, a preferência por *stopper* foi 18% maior do que a preferência por *rolha*. Nesse quesito o índice de *não percepção de diferenças* também foi alto (22%). De maneira geral, para esse trecho, a *não percepção de diferenças* teve índices altos, empatando, em **Melhor Resposta** e **Clareza de Ataque** com a preferência por *stopper* (26%). Nesses dois parâmetros, a *rolha* obteve 48% das respostas, 22% a mais do que NPD e *stopper*. Nos quesitos **Facilidade** e **Qualidade do Som**, o índice de *não percepção de diferenças* diminuiu um pouco (17%), mas a preferência pela *rolha* se manteve. Em relação à **Facilidade** a diferença foi de apenas 5% em favor do *stopper*; mas quanto à **Qualidade do Som**, a preferência por *rolha* foi 13% maior do que por *stopper*.

No **TRECHO 4**, havia quatro perguntas que se referiam à facilidade de execução do *legato*, à qualidade do *legato*, à facilidade de execução do trecho, na dinâmica solicitada, e à qualidade do som. Em relação à **Facilidade de Execução do *legato*** - 48% (R) 35% (S), e 17% (NPD); à **Qualidade do *legato*** - 48% (R), 35% (S), e 17% (NPD); à **Facilidade de Execução na Dinâmica Solicitada** - 52% (R), 26% (S), e 22% (NPD); à **Qualidade do Som** - 48% (R), 39% (S), e 13% (NPD). Abaixo, gráficos relativos ao **TRECHO 4**, com a somatória de todas as respostas e, em seguida, com as respostas separadas por pergunta.



**GRÁFICO 8** - Respostas gerais para o **TRECHO 4**: 49% (R), 34% (S), e 17% (NPD).

O índice geral de respostas para o **TRECHO 4** aponta uma preferência por *rolha* 15% maior do que em relação ao *stopper*. O índice de *não percepção de diferenças*, apesar de alto (17%), é bem menor, se comparado às respostas para *rolha* e *stopper* (83%).

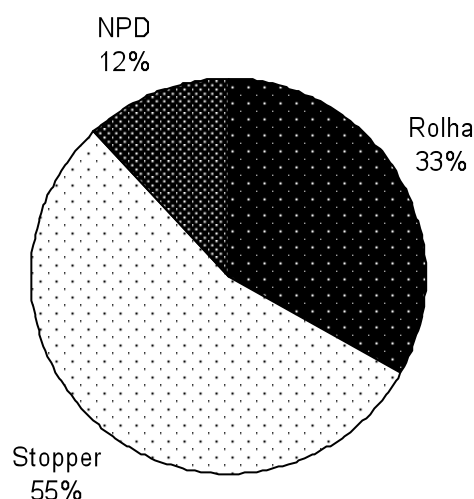


**GRÁFICO 9** - Respostas específicas, relativas ao **TRECHO 4**. **Facilidade-Legato**: 48% (R), 35% (S) e 17% (NPD); **Qualidade-Legato**: 48% (R), 35% (S), e 17% (NPD); **Facilidade-Dinâmica**: 52% (R), 26% (S), e 22% (NPD); **Qualidade do Som**: 48% (R), 39% (S), e 13% (NPD).

No **TRECHO 4**, em todos os quesitos a preferência por *rolha* foi maior do que por *stopper*. Em relação à **Facilidade de Execução do legato** e à **Qualidade do legato**, os índices de preferência foram os mesmos, com 13% a mais de preferência pela *rolha* (48%) em relação ao *stopper* (35%); a *não percepção de diferenças* obteve um índice de

17%. Em relação à **Facilidade de Execução da Dinâmica Solicitada**, a preferência por *rolha* (52%) foi 26% maior do que pelo *stopper* (26%) que quase se equiparou à *não percepção de diferenças* (22%). Em relação à **Qualidade do Som**, NPD teve seu índice mais baixo para esse trecho (13%), e a diferença entre *rolha* (48%) e *stopper* (39%) foi de 9% a mais para *rolha*.

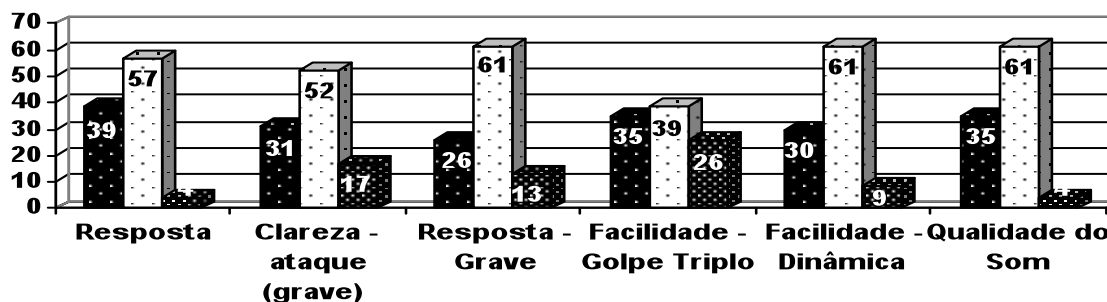
Para o **TRECHO 5**, cada flautista respondeu a seis perguntas, referentes à resposta do instrumento, à clareza de ataque na região grave, à resposta na região grave, à facilidade de execução do golpe triplo de língua, à facilidade de execução, na dinâmica solicitada e à qualidade do som. Quanto à **resposta do instrumento** – 39% (R), 57% (S), e 4% (NPD); à **clareza de ataque na região grave** – 31% (R), 52% (S), e 17% (NPD); à **resposta na região grave** – 26% (R), 61% (S), e 13% (NPD); à **facilidade de execução do golpe triplo de língua** – 35% (R), 39% (S), e 26% (NPD); à **facilidade de execução, na dinâmica solicitada** – 30% (R), 61% (S), e 9% (NPD); à **qualidade do som** – 35% (R), 61% (S), e 4% (NPD). Abaixo, gráficos referente às respostas obtidas no **TRECHO 5**, com a somatória das respostas e, em seguida, separadas por pergunta.



**GRÁFICO 10** - Respostas gerais para o **TRECHO 5**: 33% (R), 55% (S), e 12% (NPD).



No Índice Geral de Respostas para o **TRECHO 5**, o *stopper* obteve maior número de respostas, com 55% da preferência entre os flautistas, 22% a mais que o índice obtido para *rolha* (33%). A *não percepção de diferenças* teve um índice baixo, com apenas 12%, e as respostas para *rolha* (33%) e *stopper* (55%) somaram 88%, o que indica um alto índice de percepção de diferenças entre *rolha* e *stopper*.



**GRÁFICO 11** - Respostas específicas, relativas ao **TRECHO 5**. **Resposta:** 39% (R), 57% (S) e 4% (NPD); **Clareza-ataque (grave):** 31% (R), 52% (S), e 17% (NPD); **Resposta-grave:** 26% (R), 61% (S), e 13% (NPD); **Facilidade-Golpe Triplo:** 35% (R), 39% (S), e 26% (NPD); **Facilidade-Dinâmica:** 30% (R), 61% (S), e 9% (NPD); **Qualidade do Som:** 35% (R), 61% (S), e 4% (NPD).

Nas respostas referentes ao **TRECHO 5**, em todos os quesitos a preferência por *stopper* foi maior, obtendo 35% a mais de preferência do que a *rolha*, no aspecto **Resposta no Grave**. Nos demais quesitos, a diferença também foi grande: **Resposta** (18%), **Clareza de Ataque no Grave** (21%), **Facilidade de Execução na Dinâmica Solicitada** (31%) e **Qualidade do Som** (26%). Apenas em **Facilidade de Execução do Golpe Triplo**, a diferença de preferência entre *rolha* e *stopper* foi pequena (4%), e a *não percepção de diferenças* teve alto índice (26%). Nos demais quesitos o índice de resposta para NPD foi: **Resposta e Qualidade do Som** (4%); **Facilidade de Execução na Dinâmica Solicitada** (9%); **Clareza de Ataque no Grave** (17%).

## 4.2 ANÁLISE ESPECTRAL

A partir do século XX, novas tecnologias de análise de áudio começaram a ser desenvolvidas e testadas por músicos. Segundo Cogan (1999), “com as tecnologias científicas do século XX é possível agora analisar amostras de som lingüisticamente e musicalmente, tanto na música instrumental quanto na música vocal, por meio de espectrogramas”. Cogan (1998) afirma que o uso de espectrogramas pode facilitar a análise musical, por permitir uma visão diferente da usual:

telescopicamente, um espectrograma possibilita um retrato da macro-estrutura de uma obra musical; [...] por outro lado, propicia uma rara e penetrante visão da micro-estrutura musical, dos harmônicos que abrangem a realidade sub-atômica da música<sup>47</sup>

Em um espectrograma, aparecem todas as freqüências presentes no som, com indicação da intensidade de cada uma delas. As cores, no gráfico, representam a amplitude relativa do som, em Decibel (dB). Do azul para o vermelho, a intensidade é crescente, como mostra a Figura 21, abaixo. Do lado esquerdo do gráfico espectral, tem-se a indicação das freqüências sonoras, em Hz.

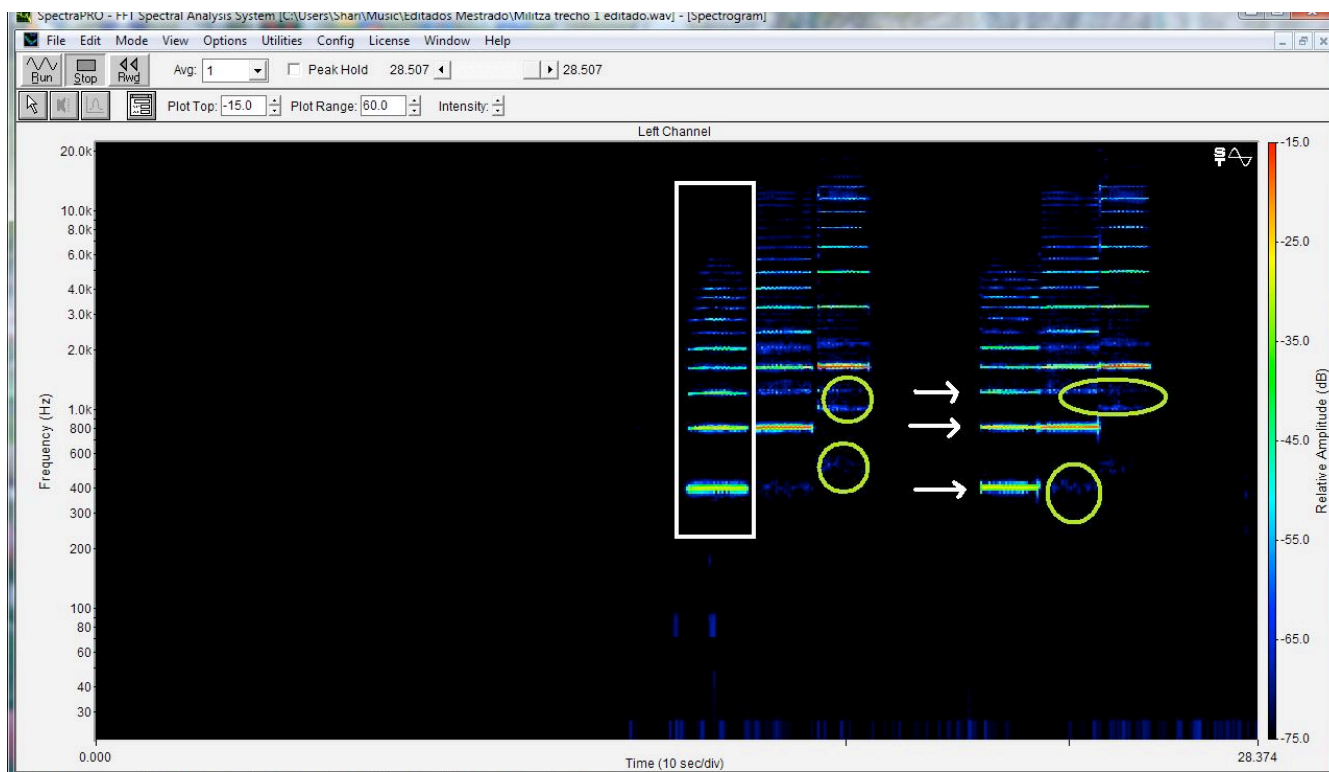


**FIGURA 20** - Gráfico de cores utilizado em um espectrograma, representando a intensidade crescente →

Abaixo, um espectrograma com indicações de como deve ser feita a leitura da imagem:

---

<sup>47</sup> Cogan (1998), p.2.



**FIGURA 21** – espectrograma com sinais para a análise da imagem: retângulo marcando um conjunto de harmônicos (nota musical); setas indicando os três primeiros harmônicos de uma nota; e círculos indicando ruídos na imagem.

Cada uma das linhas que aparecem na imagem de um espectrograma representa um parcial ou harmônico da nota analisada. Na imagem acima, as setas indicam os três primeiros harmônicos de uma das frequências analisadas; cada nota é representada por um conjunto de harmônicos, como indicado pelo retângulo branco, à esquerda; os círculos, em verde, indicam alguns dos ruídos presentes no espectrograma. A indicação do valor das frequências encontra-se à esquerda; e a da amplitude relativa, à direita.

Com o objetivo de mapear a preferência dos flautistas, quanto ao uso da *rolha* ou do *stopper*, e avaliar se há padrões e diferenças específicas visíveis nos espectrogramas, foi feita uma análise das respostas obtidas nos questionários. Como critério para análise do áudio, foram selecionadas apenas as respostas unânimes de cada indivíduo (100% *rolha*, 100% *stopper*, ou 100% NPD), por trecho tocado. No quadro abaixo está a relação dessas respostas.

ESCOLHAS UNÂNIMES			
	100% STOPPER	100% ROLHA	100% NPD
TRECHO 1	(R/S) F1, F8, F10, F12 (S/R) F19	(R/S) F4  (S/R) F14, F20, F21, F22	(R/S) F5  (S/R) F16
TRECHO 2	(R/S) F3, F7 (S/R) F15, F19	(R/S) F6 (S/R) F13, F16, F20, F21	
TRECHO 3	(R/S) F8 (S/R) F15, F19	(R/S) F6, F10 (S/R) F16, F17, F20, F23	(R/S) F5, F9  (S/R) F13
TRECHO 4	(R/S) F10 (S/R) F16	(R/S) F11 (S/R) F14, F20, F21, F22	
TRECHO 5	(R/S) F3, F4, F8, F9, F10 (S/R) F15, F21	(R/S) (S/R) F16, F18, F20, F23	

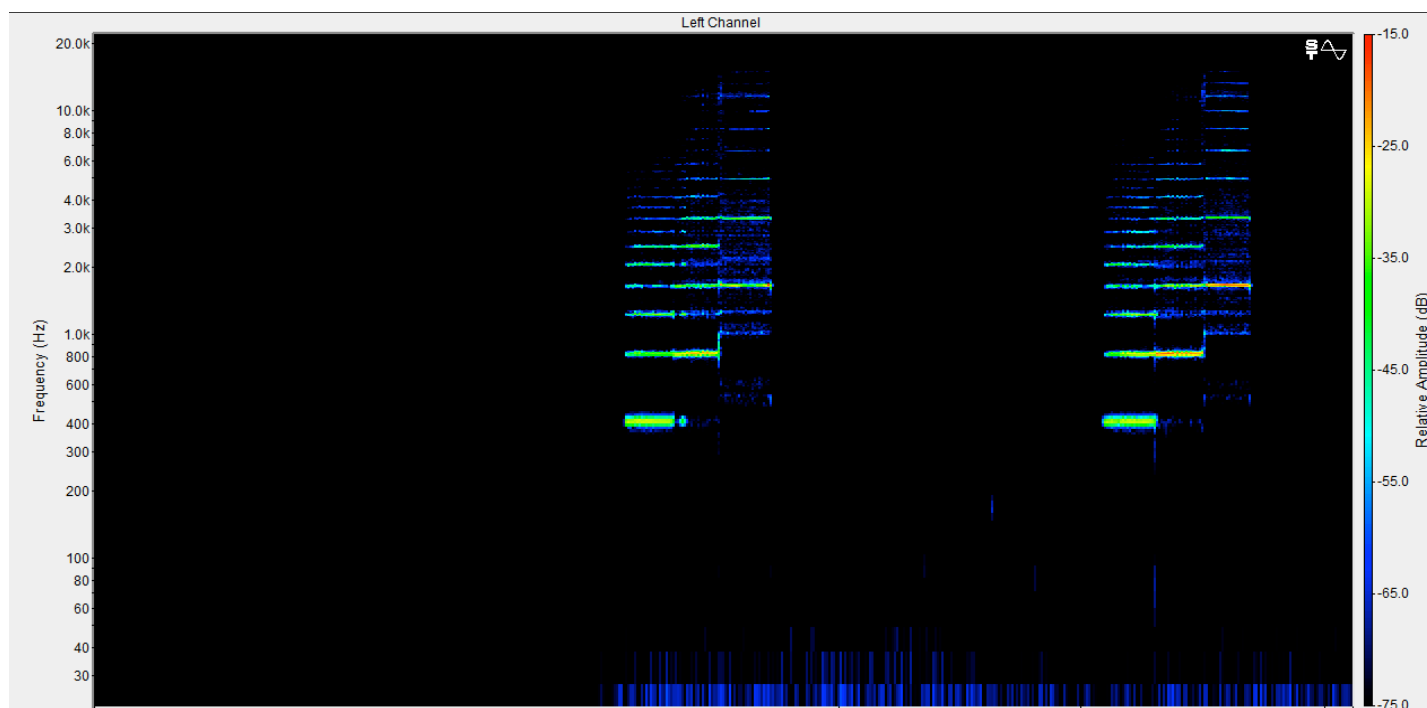
**Tabela 2** – F = flautista; (R/S) = indivíduos que experimentaram primeiro a *rolha* e depois o *stopper*; (S/R) = indivíduos que experimentaram primeiro o *stopper* e depois a *rolha*.

A seguir, a análise espectral do áudio de cada um dos flautistas presentes no quadro acima, separados por trecho e unanimidade de preferência (*rolha*, *stopper*, e *não percebi diferença*).

# TRECHO 1

## PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *STOPPER*

### Flautista 1



**Espectrograma 1** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 1**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

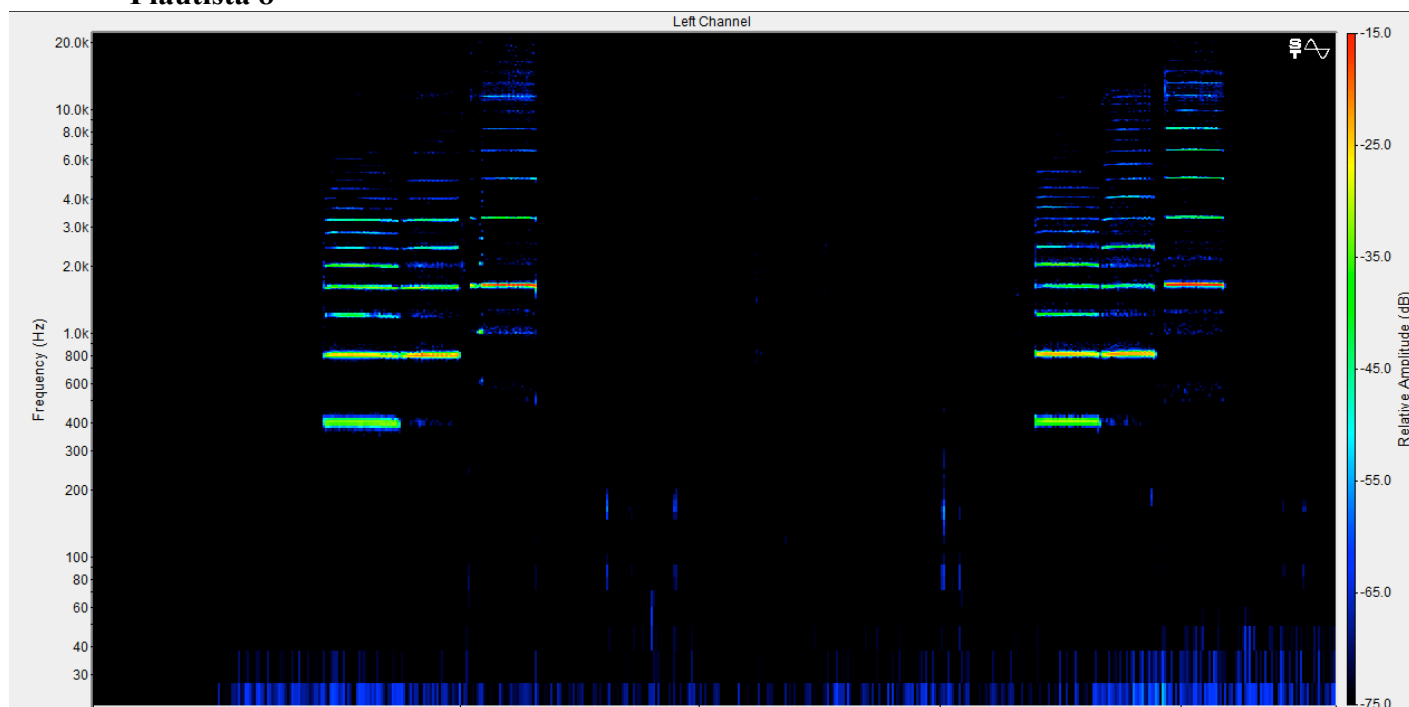
Na primeira nota (*Sol 4*) tocada pelo **Flautista 1**, a amostra do *stopper* apresenta mais harmônicos e há um equilíbrio maior entre o número de harmônicos da primeira nota (*Sol 4*) e da segunda (*Sol 5*). A intensidade do primeiro harmônico da primeira nota (*Sol 4*) é bem semelhante nos dois exemplos. Em relação aos outros harmônicos da primeira nota, apenas o segundo é claramente mais intenso no *stopper*; e o sexto harmônico na *rolha*.

Na segunda nota (*Sol 5*), a *rolha* apresenta harmônicos agudos (região acima de 10kHz) mais intensos do que o *stopper*, mas a fundamental dessa nota é bem mais intensa no *stopper* (em vermelho). O nível de ruído é grande em ambos os exemplos, mas um pouco mais intenso na *rolha*, principalmente entre o terceiro e o quatro parciais.

Em geral, a terceira nota (*Sol 6*) apresenta parciais mais intensos no exemplo referente ao uso do *stopper*, e o nível de ruído é um pouco maior no exemplo da *rolha* do que no do *stopper*. Também de maneira geral, o *stopper* apresenta fundamentais e

harmônicos com intensidade mais equilibrada, e um nível de ruído um pouco menor do que o da *rolha*.

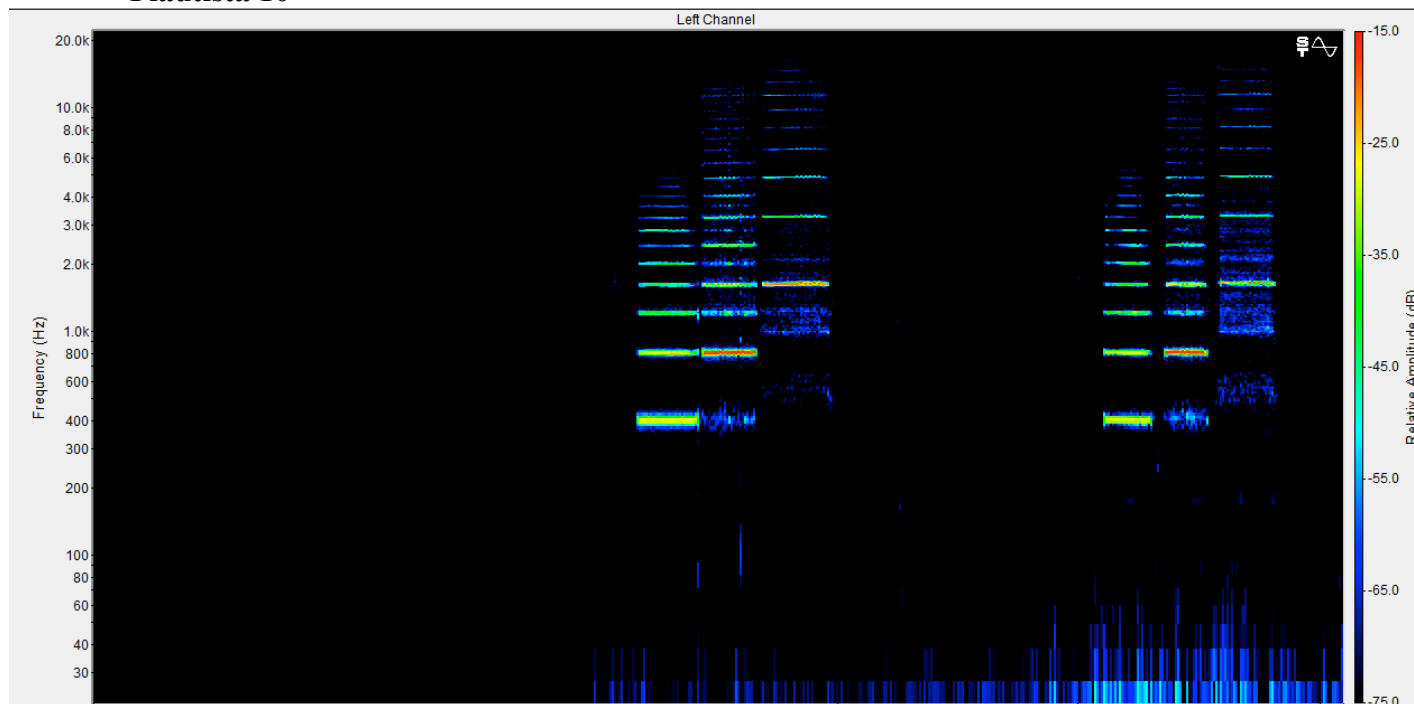
### Flautista 8



**Espectrograma 2** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 8**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No exemplo do **Flautista 8**, a intensidade das fundamentais é semelhante para *rolha* e *stopper*. A primeira nota (*Sol 4*) tem um pouco mais de harmônicos no exemplo da *rolha*. A diferença na quantidade de harmônicos é bastante significativa na segunda nota (*Sol 5*), apresentando muito mais parciais para *stopper* do que para *rolha*. Já na terceira nota (*Sol 6*), apesar de a *rolha* apresentar um pouco mais de harmônicos na região mais aguda, os parciais do *stopper* são mais intensos de maneira geral, indicando maior equilíbrio na sonoridade. O nível de ruído dos exemplos é semelhante, apenas um pouco mais intenso na segunda nota (*Sol 5*), para o *stopper*.

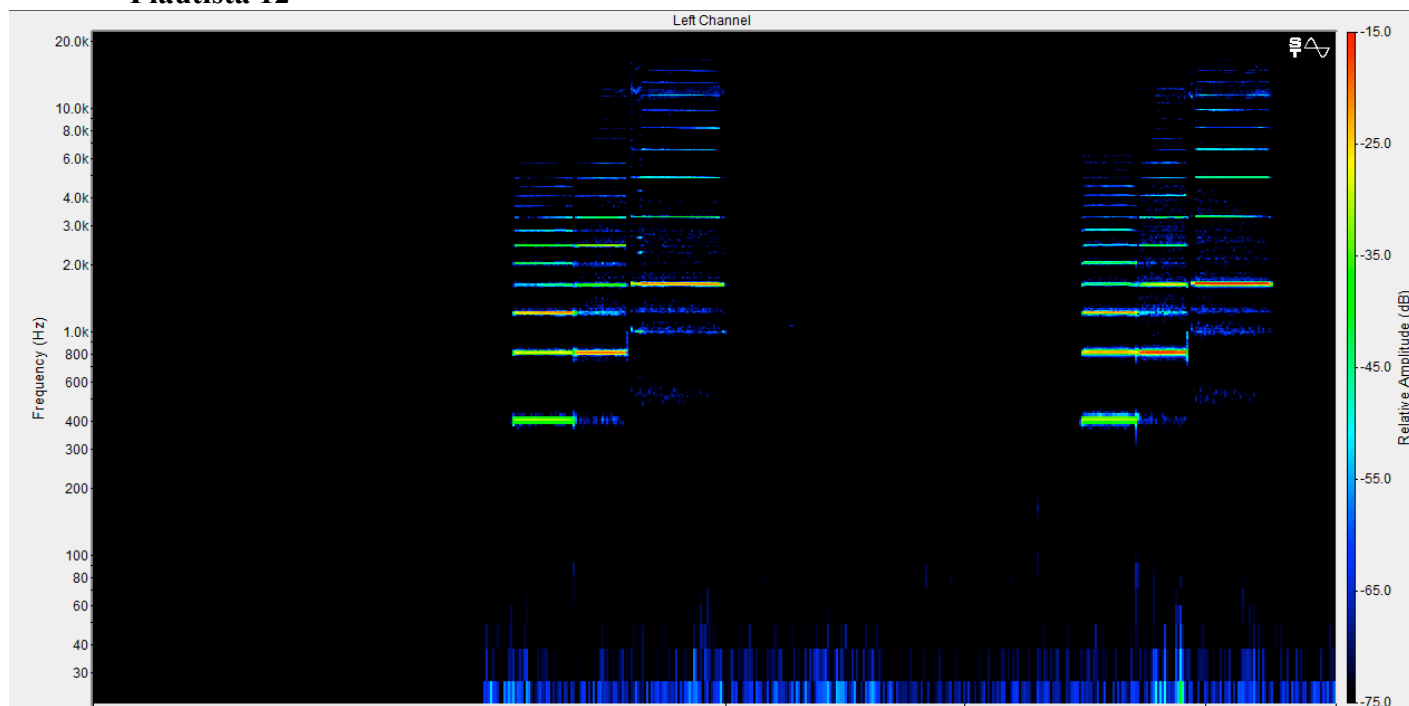
## Flautista 10



**Espectrograma 3** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 10**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

A quantidade de parciais, no exemplo do **Flautista 10**, é semelhante para *rolha* e *stopper*. A primeira nota (*Sol 4*) é bastante semelhante nos dois exemplos. Na segunda nota (*Sol 5*), o nível de ruído é um pouco maior na *rolha*, mas a intensidade e o número de parciais são semelhantes nos dois exemplos. Já na terceira nota (*Sol 6*), o nível de ruído no exemplo do *stopper* é bem maior do que no da *rolha*. Na terceira nota (*Sol 6*), observa-se apenas que a frequência fundamental é bem mais forte para a *rolha*.

## Flautista 12

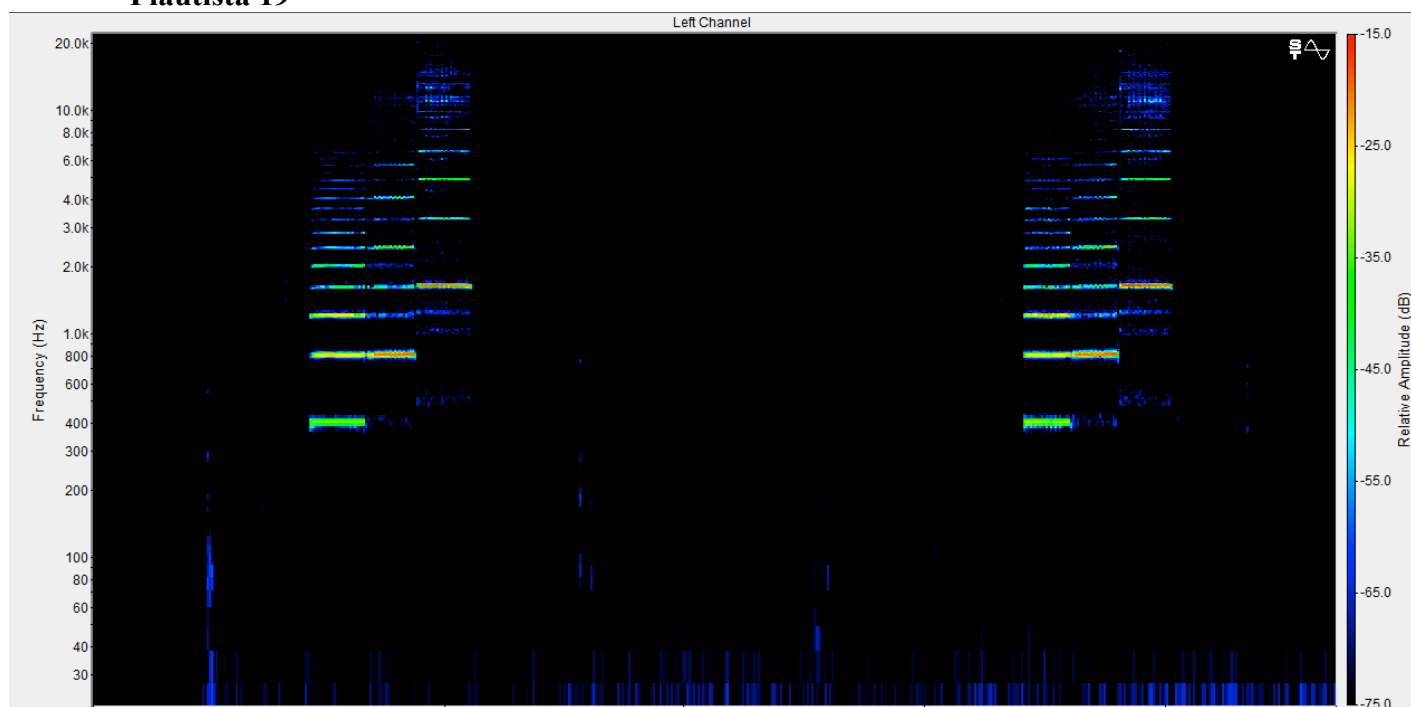


**Espectrograma 4** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 12**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No exemplo do **Flautista 12**, o número de parciais é semelhante, em todas as notas. Há presença de ruído, tanto no exemplo da *rolha*, quanto no do *stopper*. A principal diferença, a princípio, está na intensidade das fundamentais, mais intensas para *stopper*, principalmente na segunda e na terceira notas. Na primeira nota, a intensidade da fundamental é semelhante entre os dois, mas o segundo harmônico é mais intenso para a *rolha*.



## Flautista 19

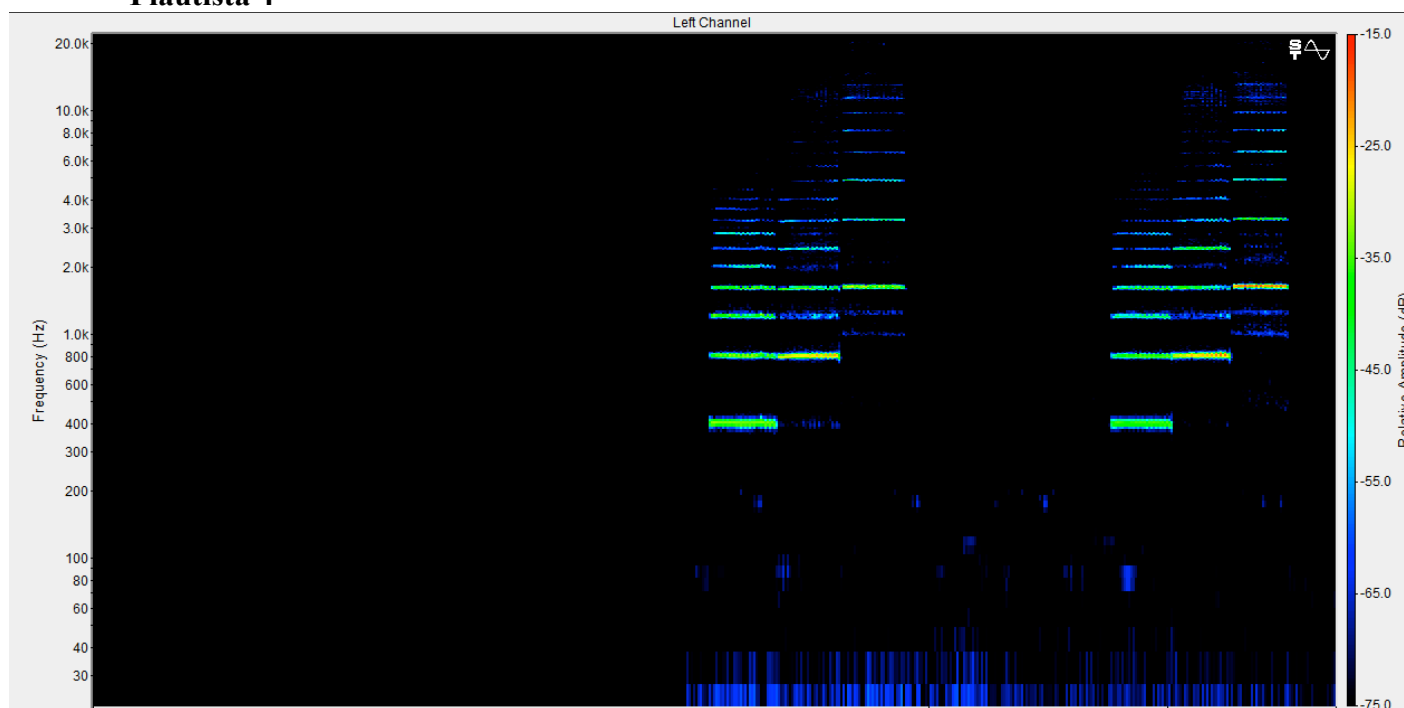


**Espectrograma 5** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 19**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

No caso do **Flautista 19**, a intensidade das fundamentais e o número de parciais são semelhantes para as três notas; apenas na segunda nota (*Sol 5*), a *rolha* parece ter parciais um pouco mais intensos do que o *stopper*, na região de 10k. O nível de ruído nos dois exemplos também é bastante semelhante.

# PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *ROLHA*

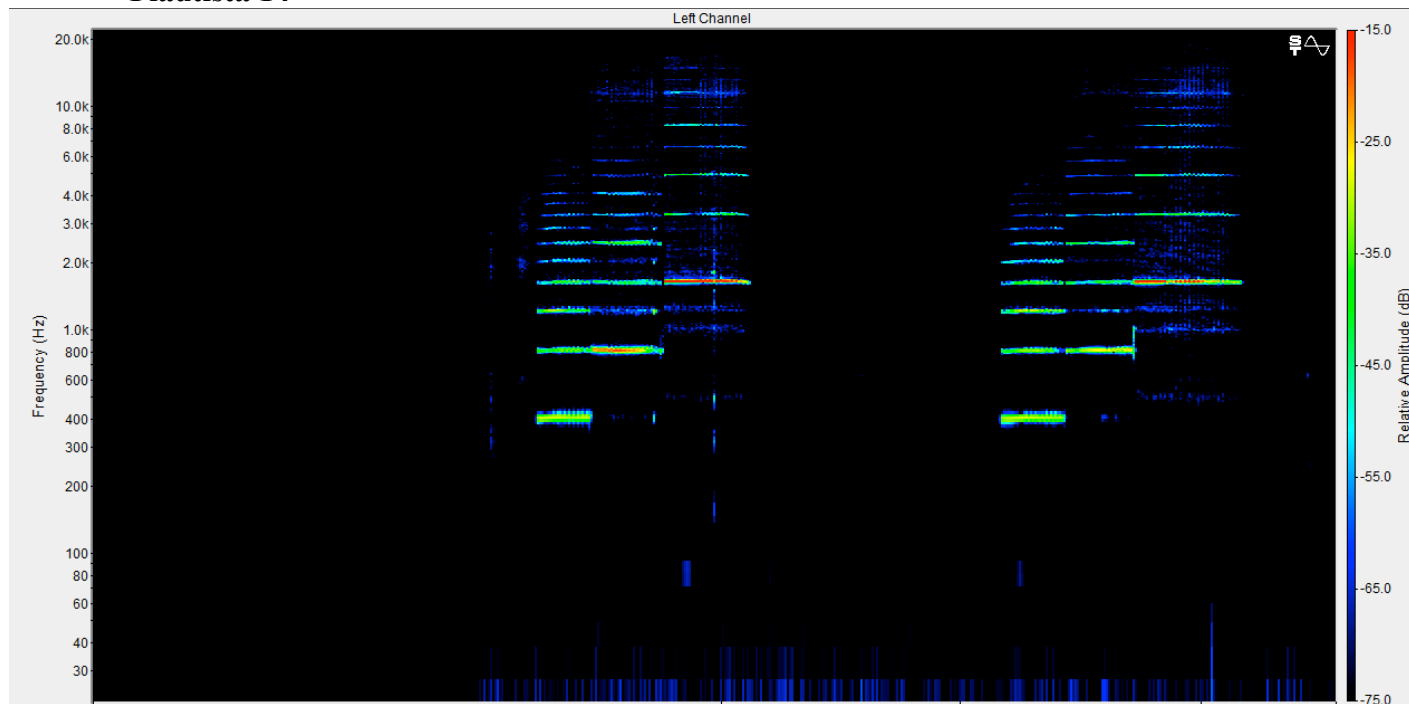
## Flautista 4



**Espectrograma 6** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 4**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No exemplo do **Flautista 4**, a primeira nota (*Sol 4*) apresenta número semelhante de parciais nos dois casos, porém eles são mais intensos na *rolha*. Na segunda nota (*Sol 5*), o *stopper* apresenta espectro mais cheio, principalmente entre 4kHz e 10kHz e acima de 10k; a fundamental também é um pouco mais intensa para o *stopper*. O nível de ruído na segunda nota é maior no exemplo da *rolha*. Na terceira nota (*Sol 6*), o nível de ruído do *stopper* é maior, assim como a intensidade da fundamental e dos demais parciais.

## Flautista 14

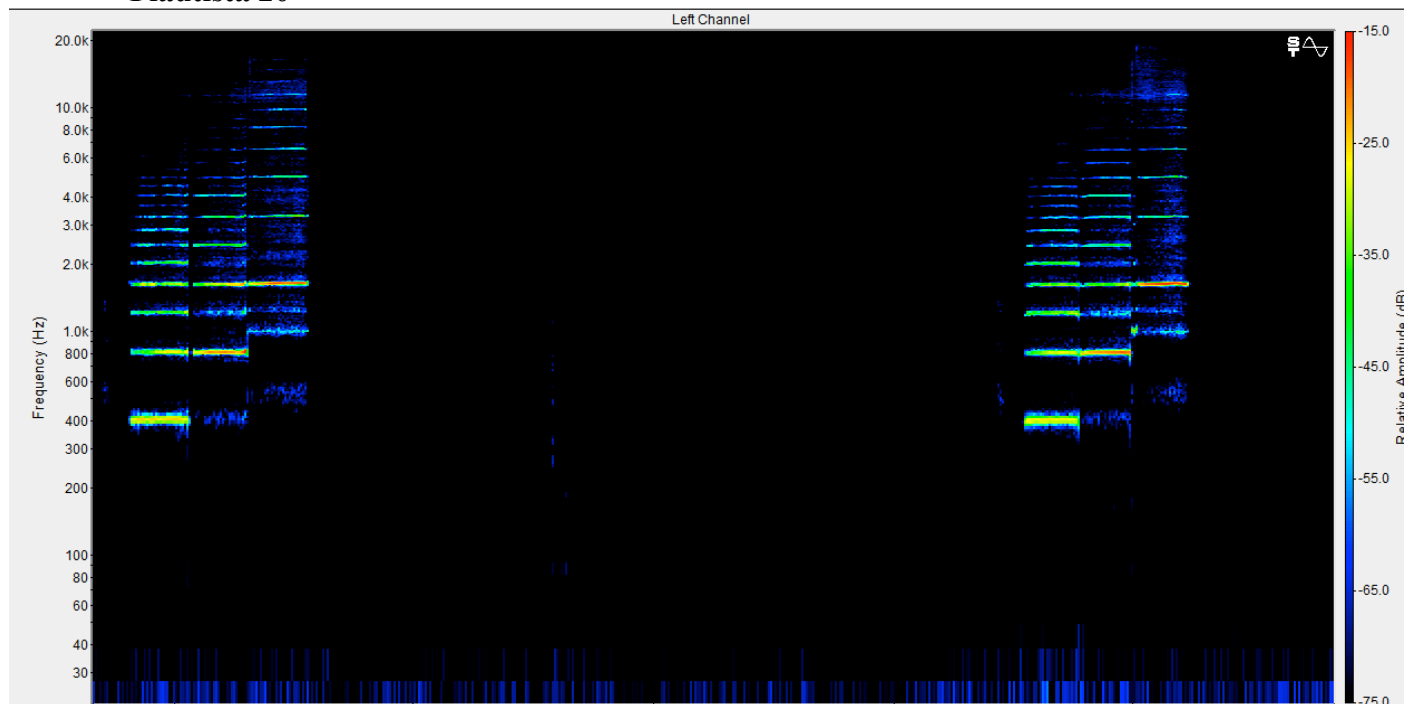


**Espectrograma 7** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 14**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Para o **Flautista 14**, a primeira nota (*Sol 4*) apresenta mais harmônicos no exemplo do *stopper*. A intensidade da fundamental nessa primeira nota é semelhante para os dois exemplos. Em relação à segunda nota (*Sol 5*), a intensidade da fundamental no exemplo do *stopper* é bem mais forte do que no exemplo da *rolha*, assim como a ocorrência de harmônicos acima de 10kHz. Os parciais em geral são mais fortes para *stopper* e o nível de ruído também é um pouco maior.

A fundamental da terceira nota (*Sol 6*) se mantém forte do início ao fim no exemplo do *stopper*, enquanto na *rolha* ela perde intensidade no final (passa de vermelho para verde). No início da terceira nota o número de harmônicos acima de 10kHz é um maior e mais intenso no *stopper*. O nível de ruído para essa terceira nota é parecido nos dois exemplos. Acontece, durante a terceira nota, no exemplo do *stopper*, um golpe de ataque representado por um barulho de tensão dos lábios, feito involuntariamente pelo flautista.

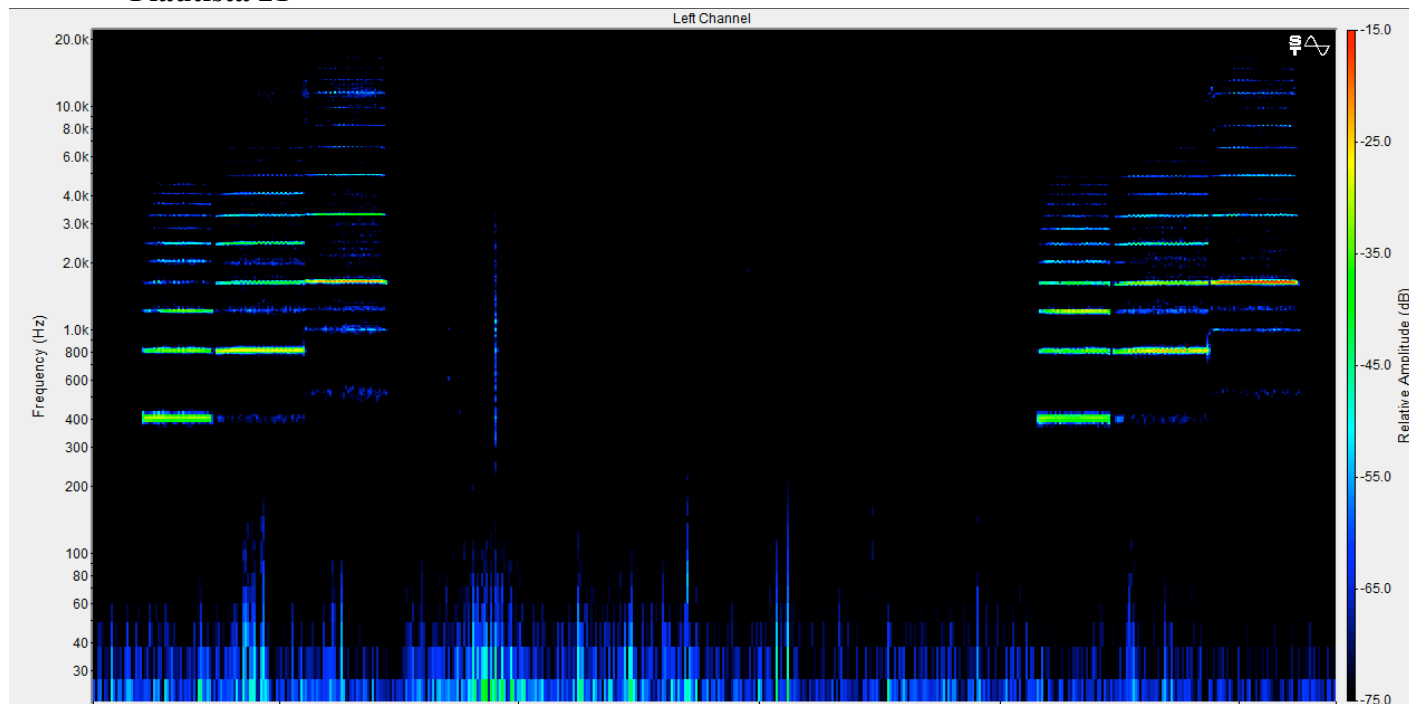
## Flautista 20



**Espectrograma 8** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 20**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Na primeira nota (*Sol 4*) tocada pelo **Flautista 20**, o espectrograma é semelhante nos dois exemplos, em termos de ocorrência e intensidade de parciais. Na segunda nota (*Sol 5*), a intensidade dos parciais é mais forte no exemplo da *rolha*, exceto no segundo parcial, em que o *stopper* fica mais intenso. O nível de ruído é um pouco maior para *stopper*. Na terceira nota (*Sol 6*), a intensidade dos parciais é semelhante, mas na região de 10kHz a intensidade é maior no exemplo do *stopper*. O nível de ruído para *stopper* é mais constante e, no caso da *rolha*, aumenta do início para o fim da nota.

## Flautista 21



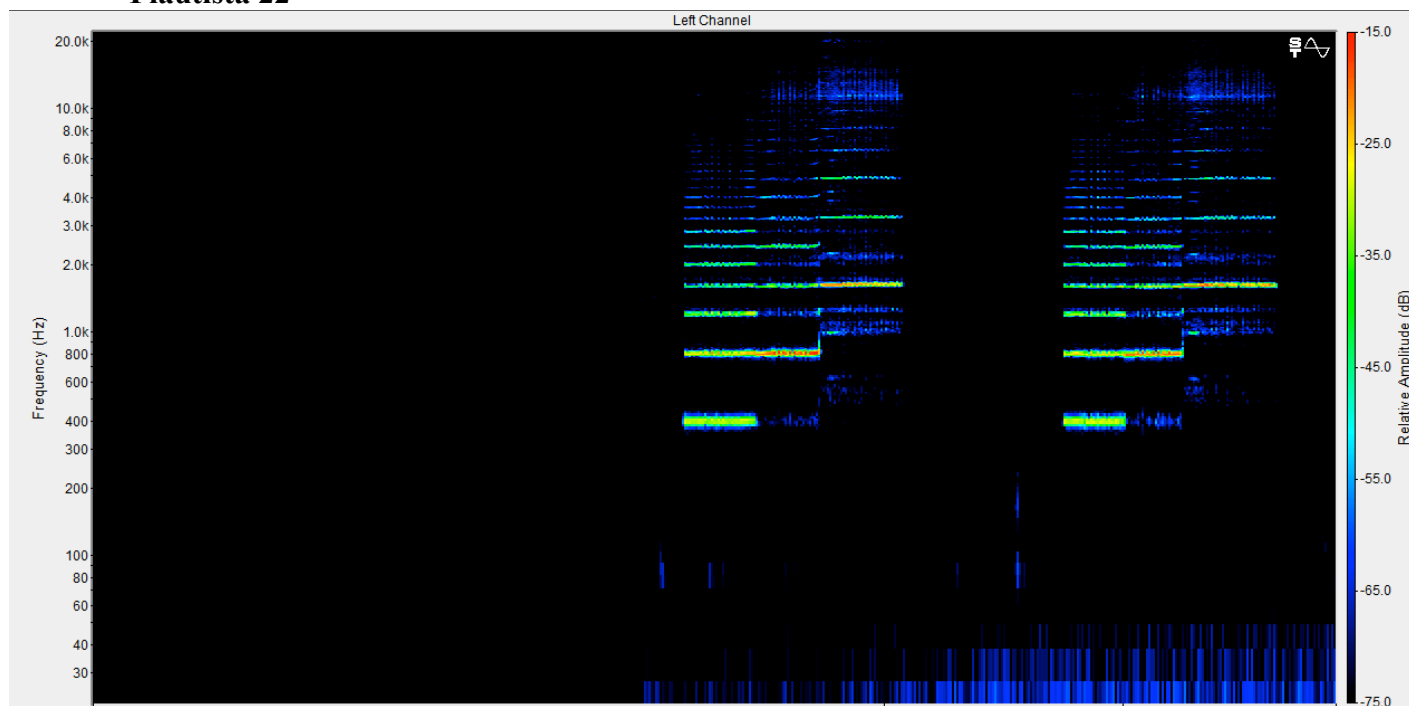
**Espectrograma 9** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 21**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Na primeira nota (*Sol 4*) do **Flautista 21**, o número de harmônicos nos dois exemplos é semelhante, mas a intensidade do terceiro e do quarto parciais é mais forte no caso da *rolha*. Já a intensidade do sexto parcial é maior para o *stopper*.

Na segunda nota (*Sol 5*), o *stopper* apresenta harmônicos mais agudos mais constantes (região de 6kHz) e também apresenta uma nuvem no espectro, acima de 10k, inexistente para *rolha*. A intensidade dos parciais da segunda nota é bem semelhante nos dois exemplos.

Na terceira nota (*Sol 6*), a fundamental é bem mais forte para a *rolha*, mas o equilíbrio entre a intensidade do primeiro e do segundo harmônicos é maior no exemplo do *stopper*. Apesar de apresentarem número semelhante de parciais nessa terceira nota, na região acima de 10kHz, a intensidade dos harmônicos é maior no exemplo do *stopper*.

## Flautista 22



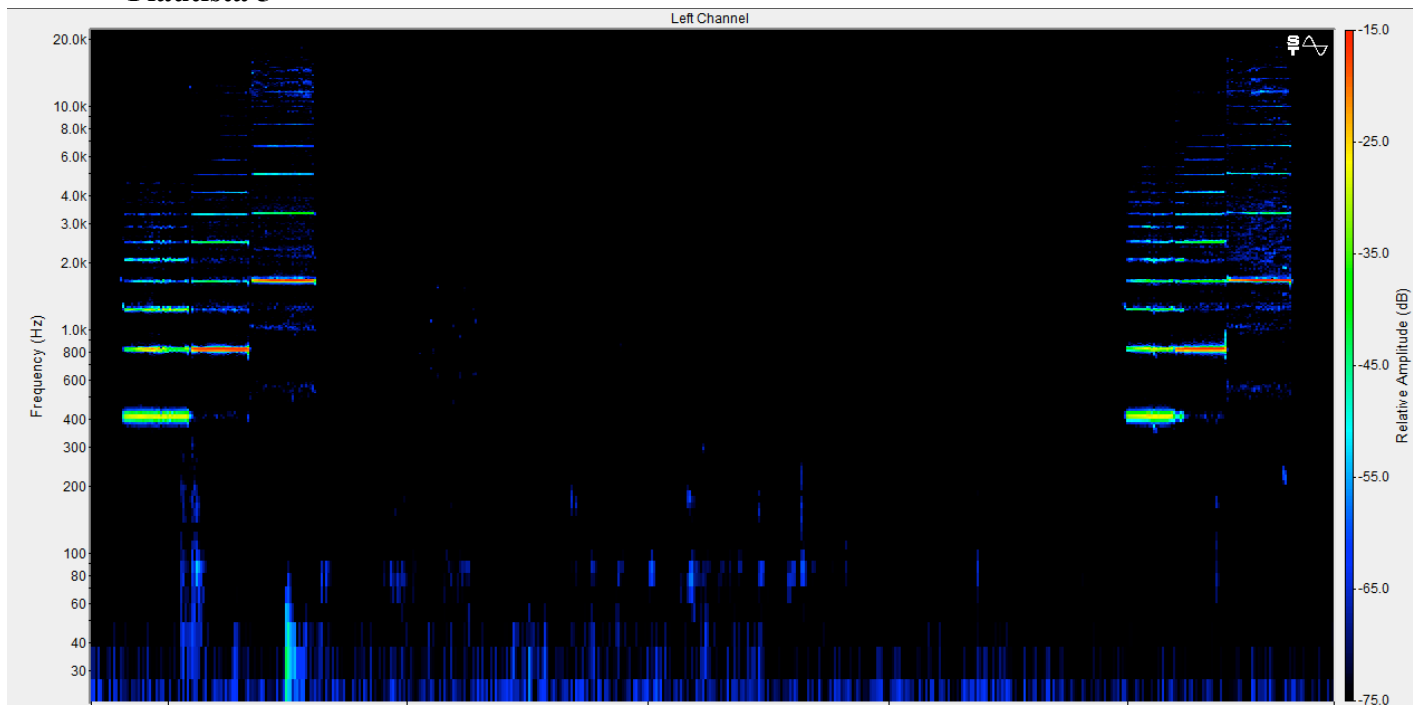
**Espectrograma 10** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 22**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

A primeira nota do **Flautista 22** (*Sol 4*) é a mais parecida nos dois exemplos, com número e intensidade de harmônicos semelhante. Na região mais aguda (em torno de 10kHz), a *rolha* tem, no entanto, um pouco mais de intensidade.

Na segunda nota (*Sol 5*), a intensidade da fundamental é maior para *stopper* e os harmônicos na região de 10kHz também parecem mais presentes no exemplo do *stopper*. A terceira nota (*Sol 6*) apresenta um pouco mais de ruído no exemplo do *stopper* e a região acima de 10kHz é também mais ativa para o *stopper*, apresentando, inclusive, ocorrência de harmônicos na região de 20kHz.

# PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *NÃO PERCEBEU DIFERENÇA*

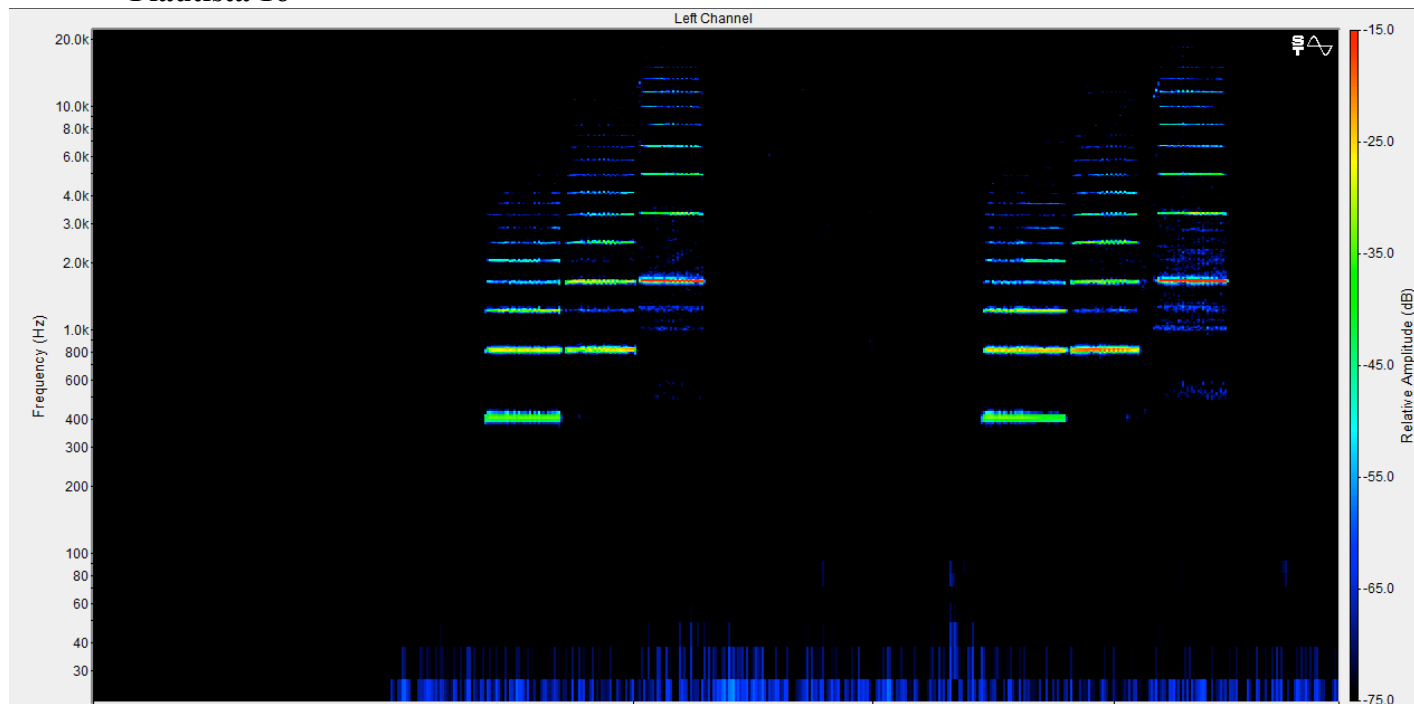
## Flautista 5



**Espectrograma 11** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 5**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

Observa-se que, apesar de o **Flautista 5** alegar não ter percebido diferença entre os dois exemplos, ao responder as perguntas relativas ao TRECHO 1, o espectrograma acima apresenta algumas diferenças. Apesar de apresentar número semelhante de parciais em todas as notas tocadas, a segunda nota (*Sol 5*) da *rolha* apresenta parciais mais intensos na região de 8k, além de um ponto acima de 10k. Na terceira nota (*Sol 6*), os parciais acima de 10k são um pouco mais intensos no exemplo da *rolha* e o nível de ruído no exemplo do *stopper* é um pouco maior.

## Flautista 16



**Espectrograma 12** - TRECHO 1 realizado pelo **Flautista 16**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

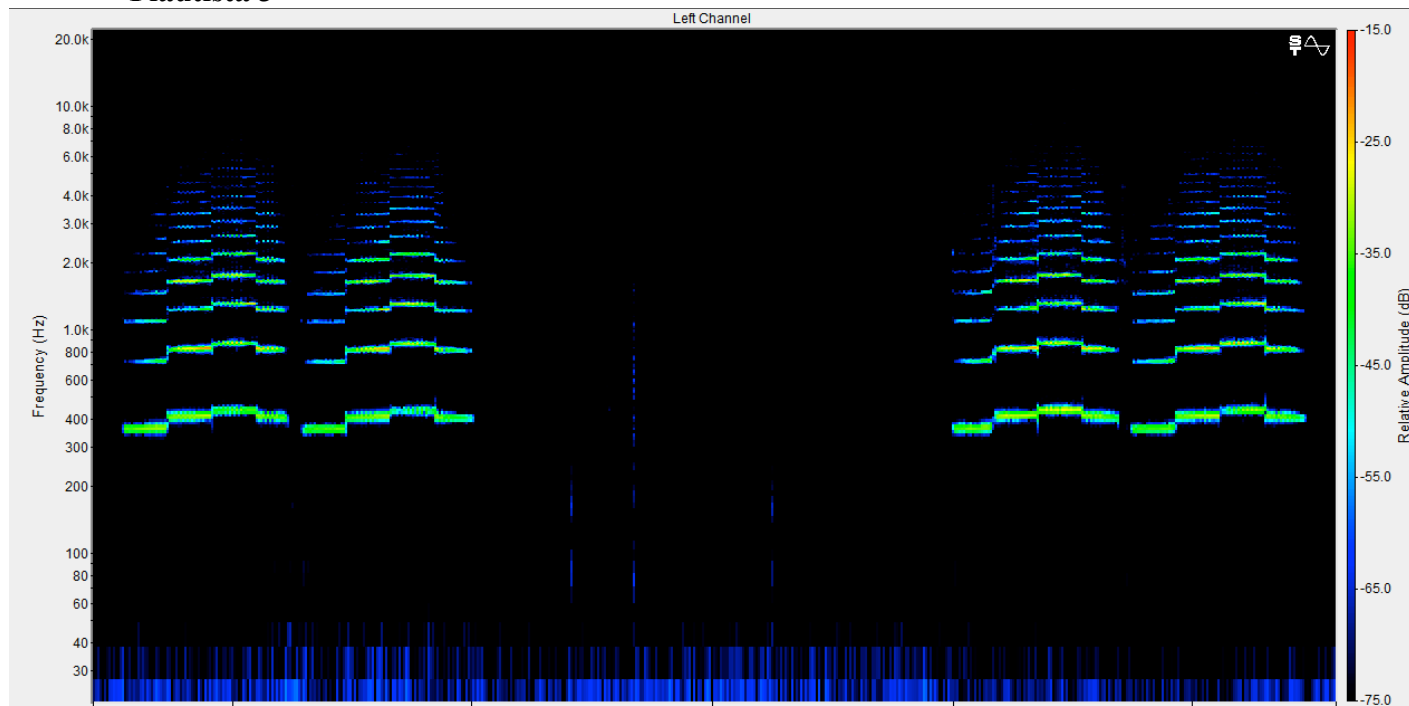
Na segunda (*Sol 5*) e na terceira nota (*Sol 6*) tocadas pelo **Flautista 16**, a *rolha* tem um ou dois harmônicos a mais. A intensidade da fundamental da primeira (*Sol 4*) e da terceira nota (*Sol 6*) é bem parecida nos dois exemplos; apenas na segunda nota (*Sol 5*) a intensidade da fundamental é maior para a *rolha*. Na terceira nota, chama a atenção o nível de ruído maior no exemplo da *rolha*.



## TRECHO 2

### PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *STOPPER*

#### Flautista 3

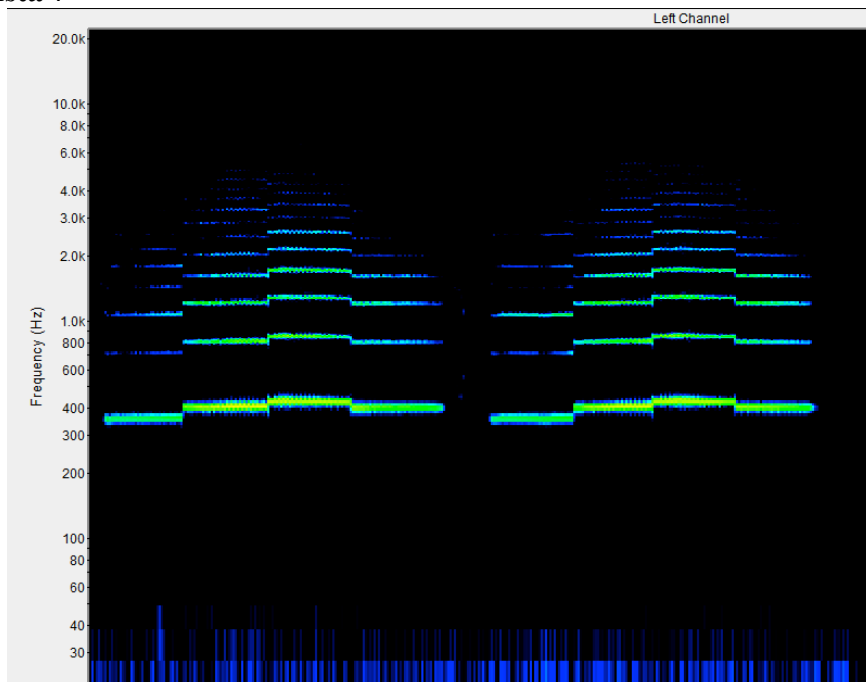


**Espectrograma 13** - TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 3**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

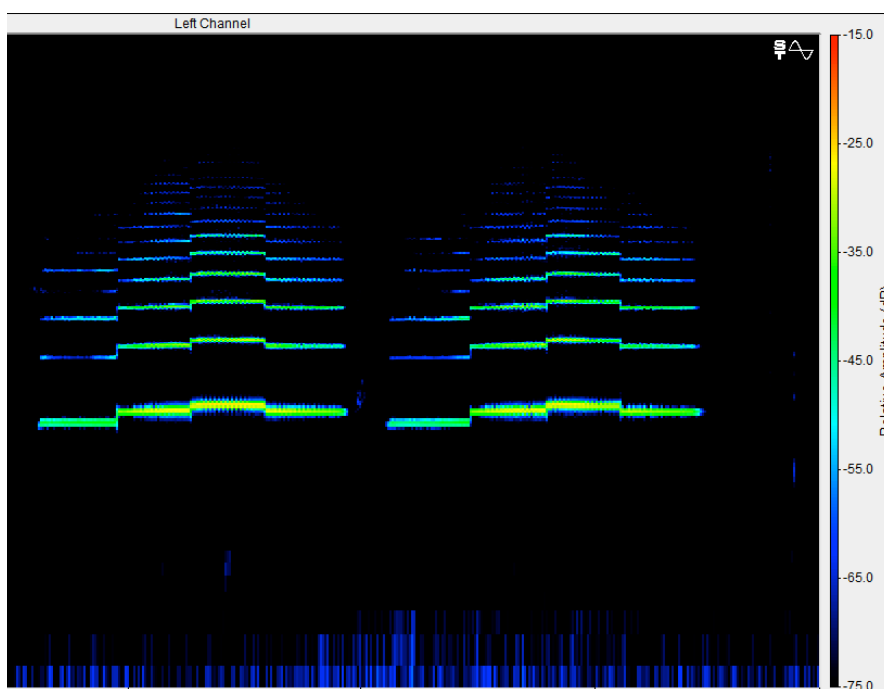
No exemplo do **Flautista 3**, o espectrograma do *stopper* apresenta, de maneira geral, mais parciais do que o da *rolha*, em cada um das notas tocadas. Especialmente acima de 4.0kHz, os parciais no *stopper* são mais intensos e frequentes.

A realização da dinâmica (*crescendo* e *decrescendo*) aparece, nos dois exemplos, por meio do aumento e diminuição dos parciais e da variação na intensidade dos harmônicos. A partir de 2kHz, essa diferença se torna mais contrastante para *rolha* e *stopper*. No *stopper*, a transição entre a terceira e a quarta notas do exemplo acontece em intensidade maior, evidenciando um *crescendo* mais efetivo entre essas duas notas, do que o observado no exemplo da *rolha*. De certa forma, esse *crescendo* no *stopper* é, também, mais homogêneo, sem o desaparecimento repentino de alguns parciais, como acontece no espectrograma da *rolha*.

## Flautista 7



Espectrograma 14 - TRECHO 2 realizado pelo Flautista 7, exemplo com a *rolha*.



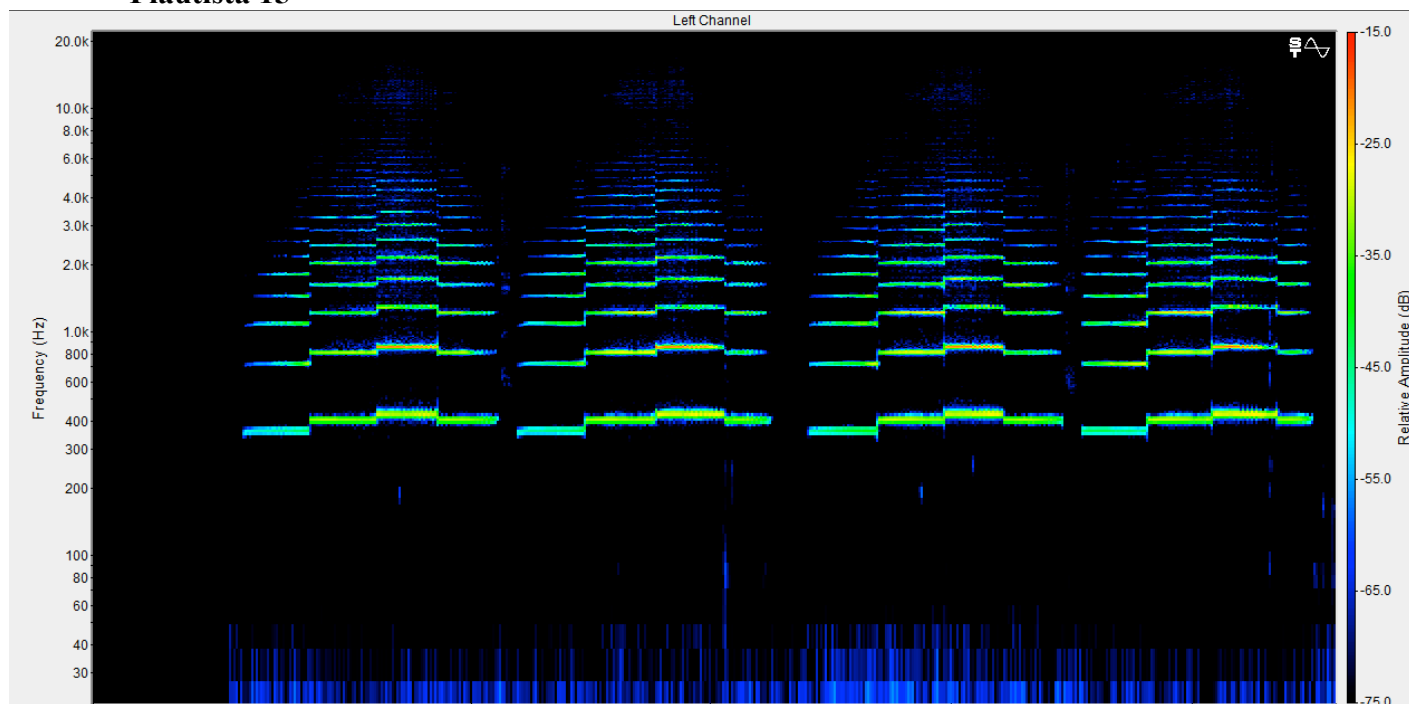
Espectrograma 15 - TRECHO 2 realizado pelo Flautista 7, exemplo com o *stopper*.

No exemplo do **Flautista 7**, o número de parciais varia pouco entre os dois espectrogramas, apresentando, de maneira geral, um parcial a mais no *stopper*. Apenas na última nota, especialmente no momento do ataque, percebe-se mais parciais no exemplo do *stopper* do que no da *rolha*. Na continuação dessa nota, o número de parciais diminui de forma gradual nos dois exemplos, mas de forma menos brusca no

exemplo do *stopper*, que permanece até o fim da nota com pelo menos dois parciais a mais do que a *rolha*.

A realização da dinâmica pelo **Flautista 7** também pode ser observada através da mudança na intensidade e ocorrência de harmônicos, nos dois exemplos. Em relação à intensidade dos harmônicos, não foram observadas características contrastantes entre *rolha* e *stopper*.

### Flautista 15

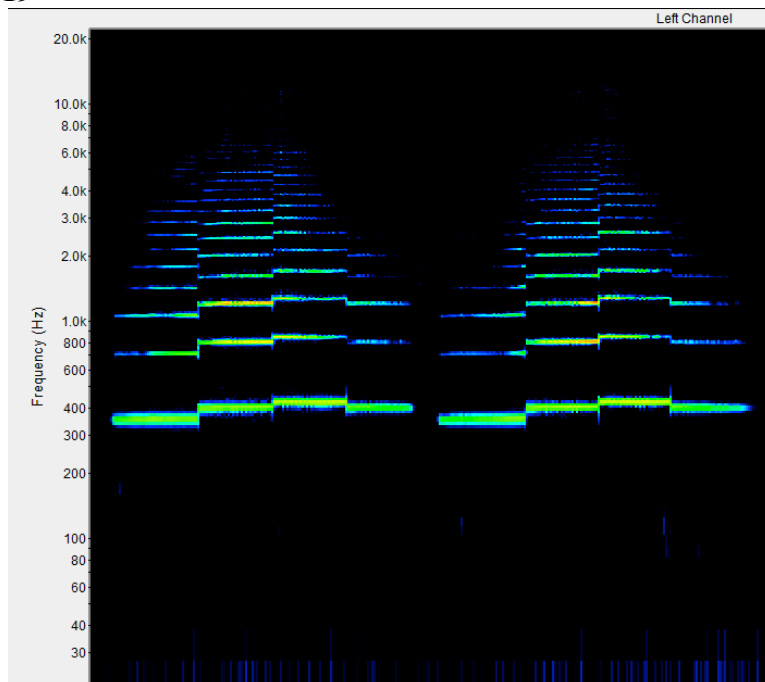


**Espectrograma 16** - TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 15**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

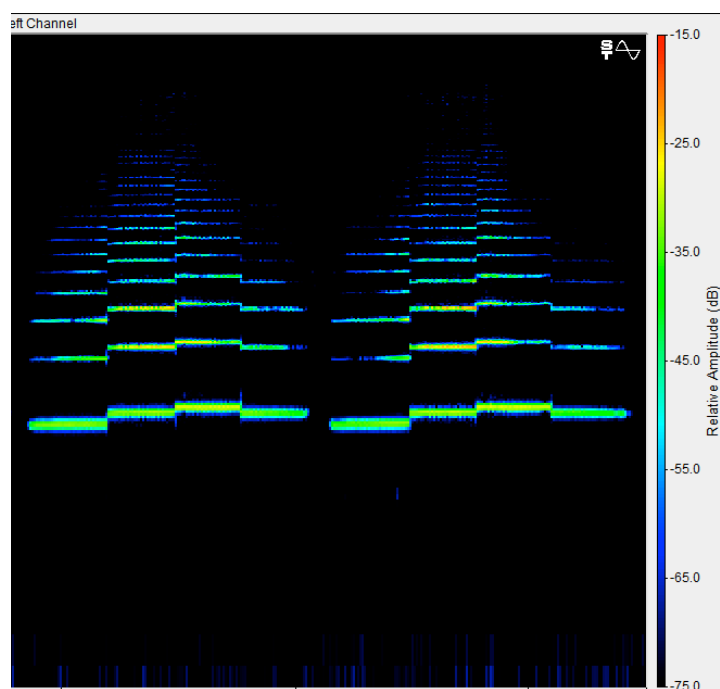
Nas execuções realizadas pelo **Flautista 15**, a atividade espectral acima de 10kHz é intensa, mas mais forte no exemplo do *stopper*. Há presença de ruído, no momento em que a dinâmica está mais intensa, entre a segunda e a terceira notas, nos dois exemplos. Apesar do nível de ruído semelhante, o exemplo da *rolha* apresenta, nessas duas notas, ruído de ataque mais forte.

A realização da dinâmica é mais homogênea no exemplo do *stopper*, pois o aumento e diminuição dos harmônicos, bem como a mudança de intensidade, aparecem de forma menos brusca e mais gradual. Em seus comentários, no questionário de avaliação, o flautista observou que o Bocal 1 (*stopper*) soava mais homogêneo.

## Flautista 19



**Espectrograma 17** – TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 19**, exemplo com o *stopper*.



**Espectrograma 18** - TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 19**, exemplo com o *rolha*.

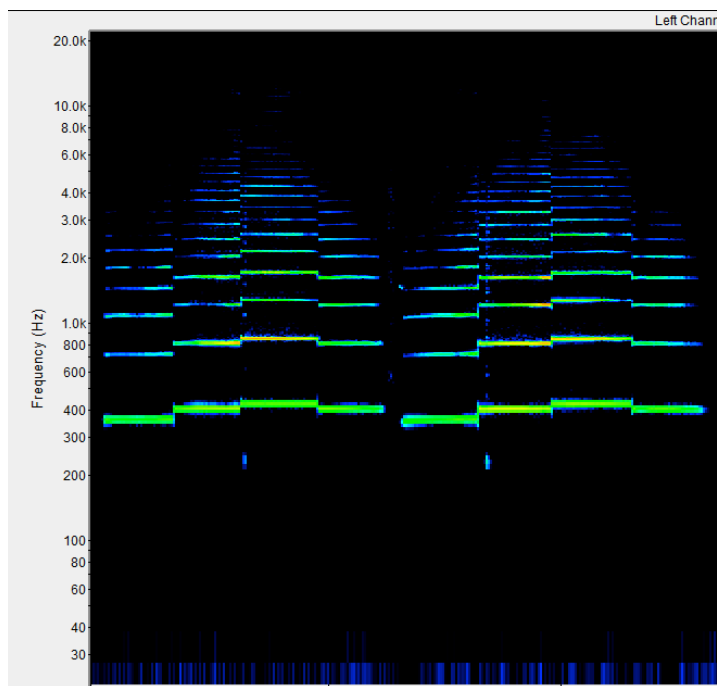
Na execução dos trechos pelo **Flautista 19**, a maior diferença está na região acima de 6kHz, em que a *rolha* apresenta mais harmônicos. A quantidade de harmônicos varia da primeira execução para a segunda, mas não se relaciona à *rolha* ou *stopper*, já que a primeira execução com o *stopper* apresenta o maior número de harmônicos nessa primeira nota, mas na repetição apresenta o menor número de

harmônicos. A última nota de cada execução é bastante semelhante em todos os exemplos, bem como a intensidade dos harmônicos e a realização da dinâmica proposta.

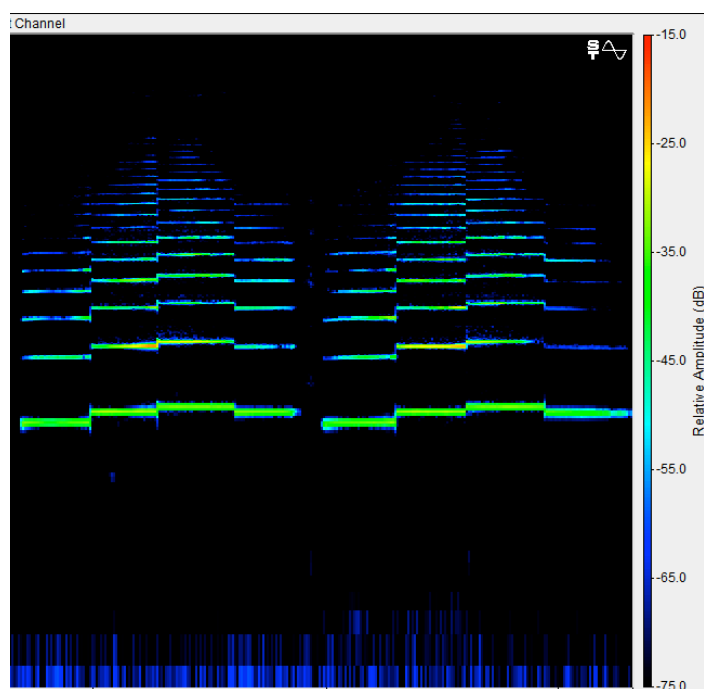
O **Flautista 19** adicionou aos seus comentários que achou mais fácil controlar a afinação utilizando o bocal em que a *rolha* estava inserida.

## PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *ROLHA*

### Flautista 6



Espectrograma 19 - TRECHO 2 realizado pelo Flautista 6, exemplo com a *rolha*.

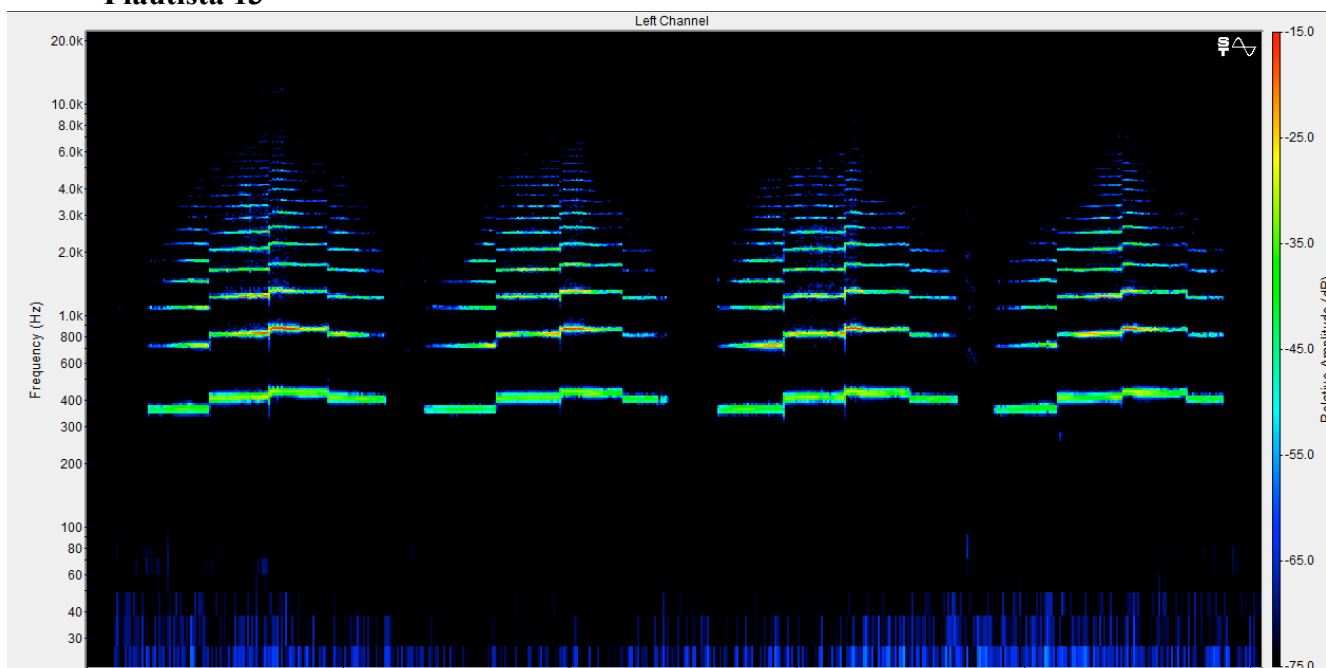


Espectrograma 20 - TRECHO 2 realizado pelo Flautista 6, exemplo com o *stopper*.

A maior diferença percebida nos espectrogramas do **Flautista 6** está na finalização da nota final, que parece mais controlada no exemplo da *rolha*, apresentando um *decrecendo* mais bem feito, com finalização menos brusca.

Além disso, o *stopper* tem um pouco mais de parciais no ápice do crescendo; e apresenta três parciais a mais do que a *rolha*, na última nota da primeira execução.

### Flautista 13

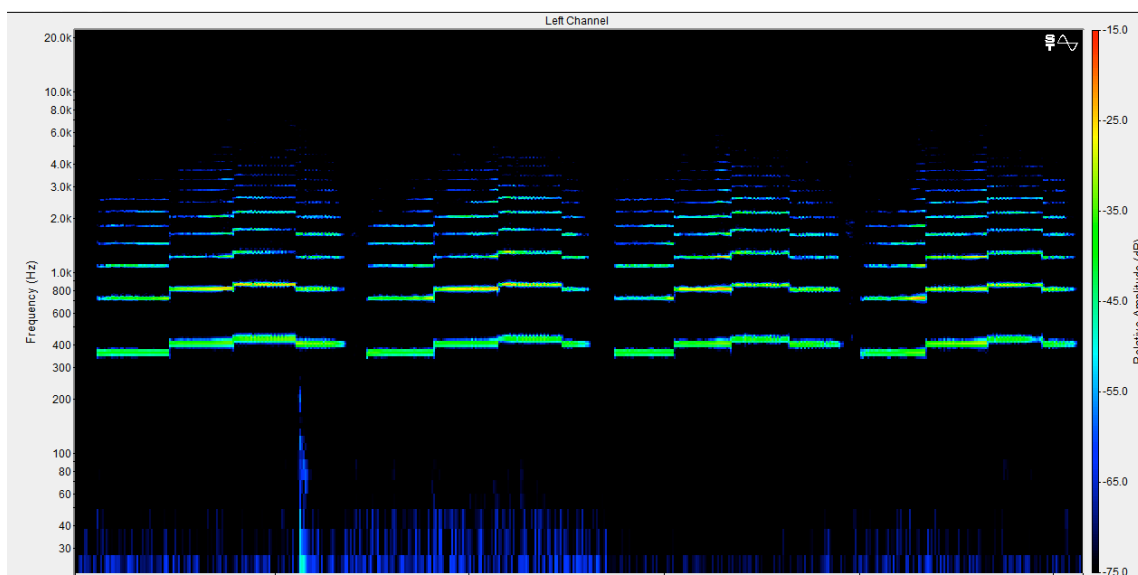


**Espectrograma 21** - TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 13**. Os dois espectrogramas à esquerda se referem ao som do bocal com o *stopper* e os dois à direita, com a *rolha*.

No caso do **Flautista 13**, não é possível estabelecer um padrão de diferenças entre os espectrogramas, no que se refere à *rolha* e ao *stopper*— cada um dos exemplos apresenta características diferentes. No primeiro exemplo, à esquerda, a dinâmica é realizada de forma mais satisfatória e homogênea do que nos outros casos, pois ocorreu um aumento gradual de intensidade e parciais na primeira nota, que culmina na transição da segunda para a terceira nota (em vermelho), com o surgimento de parciais acima de 10kHz. O retorno para a dinâmica *piano* também ocorre de forma gradual.

Em todos os exemplos, na transição entre a segunda e a terceira notas, há ocorrência de ruído, provavelmente devido ao aumento da velocidade de coluna de ar, ocasionado pela dinâmica *forte*. A semelhança entre os espectrogramas apresentados acima, acontece entre o primeiro e o terceiro exemplos e entre o segundo e o quarto exemplos, e não entre *rolha* e *stopper*. O flautista adicionou aos seus comentários que o bocal com a *rolha* parecia suportar maior pressão de ar.

## Flautista 16

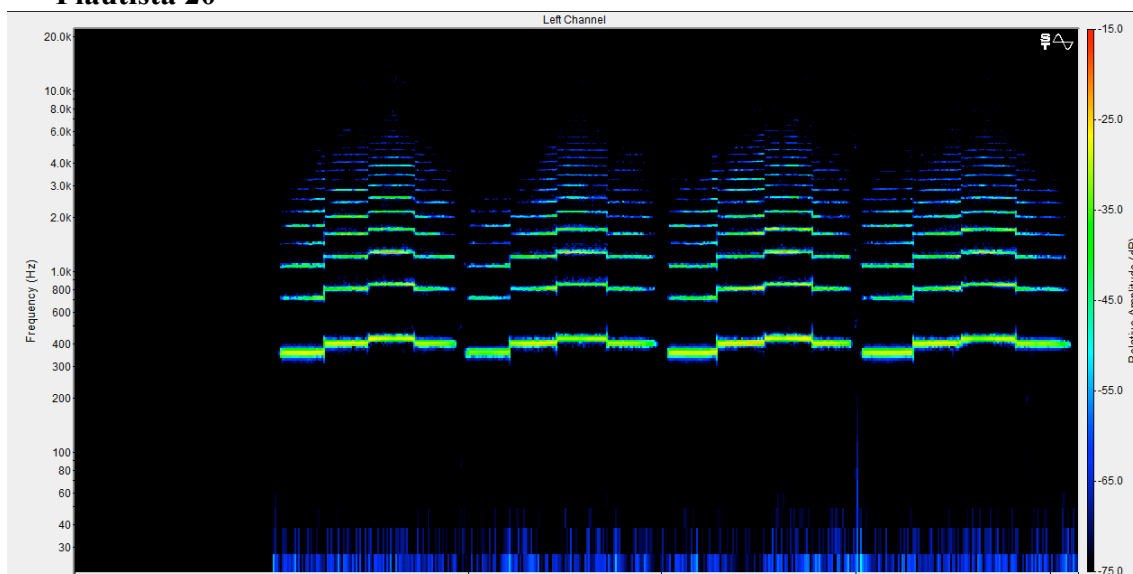


**Espectrograma 22** - TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 16**. Os dois espectrogramas à esquerda se referem ao som do bocal com o *stopper* e os dois à direita, com a *rolha*.

O **Flautista 16** apresenta espectrograma semelhante para *rolha* e *stopper*. A intensidade e ocorrência de harmônicos é parecida e percebe-se sua dificuldade em realizar apropriadamente a dinâmica. Apesar de a intensidade dos parciais aumentar e diminuir ao longo do trecho, a diferença, em termos de número de parciais, é muito pequena, do *piano* para o *forte*, e no *crescendo* e *decrescendo* de cada nota.

Apesar da pouca diferença, o flautista achou o bocal com a *rolha* melhor em todos os aspectos avaliados (homogeneidade, maior variação de dinâmica, facilidade e qualidade do som).

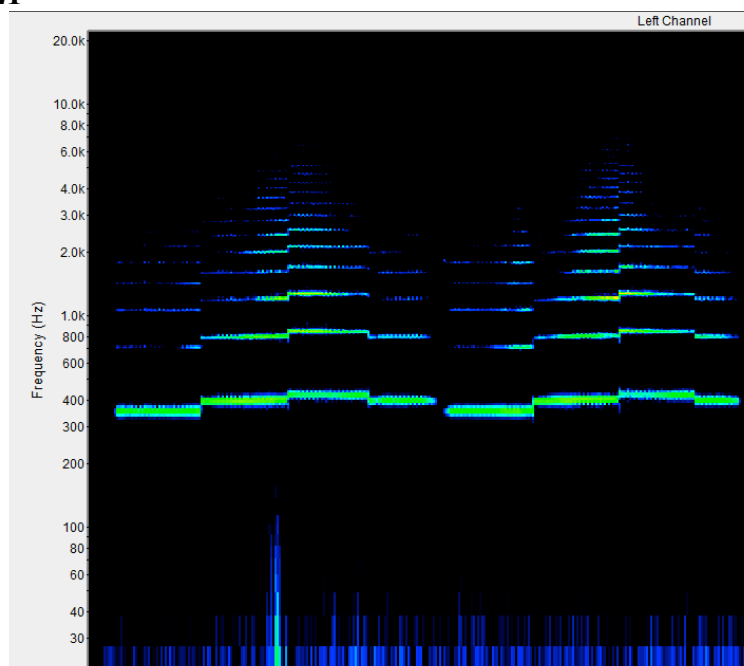
## Flautista 20



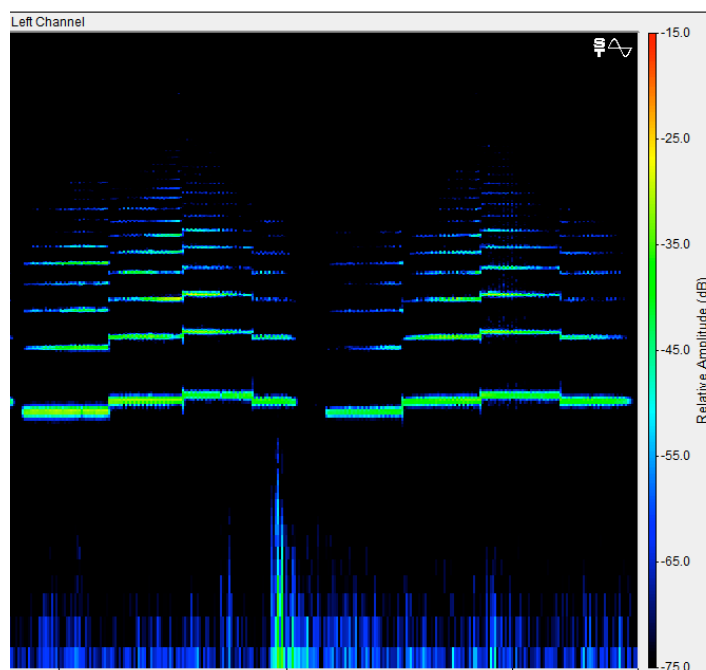
**Espectrograma 23** - TRECHO 2 realizado pelo **Flautista 20**. Os dois espectrogramas à esquerda se referem ao som do bocal com o *stopper* e os dois à direita, com a *rolha*.

No exemplo do **Flautista 20**, o aumento e diminuição do número de parciais, durante a realização do *crescendo* e do *decrescendo*, é pequeno, exceto pela primeira nota do primeiro exemplo, em que há um *crescendo* mais efetivo. A semelhança em relação à intensidade dos harmônicos nos quatro exemplos também é grande. Segundo o flautista: “a diferença é pequena, mas o bocal dois (*rolha*) possui mais volume”.

### Flautista 21



Espectrograma 24 - TRECHO 2 realizado pelo Flautista 21, exemplo com o *stopper*.



Espectrograma 25 - TRECHO 2 realizado pelo Flautista 21, exemplo com a *rolha*.



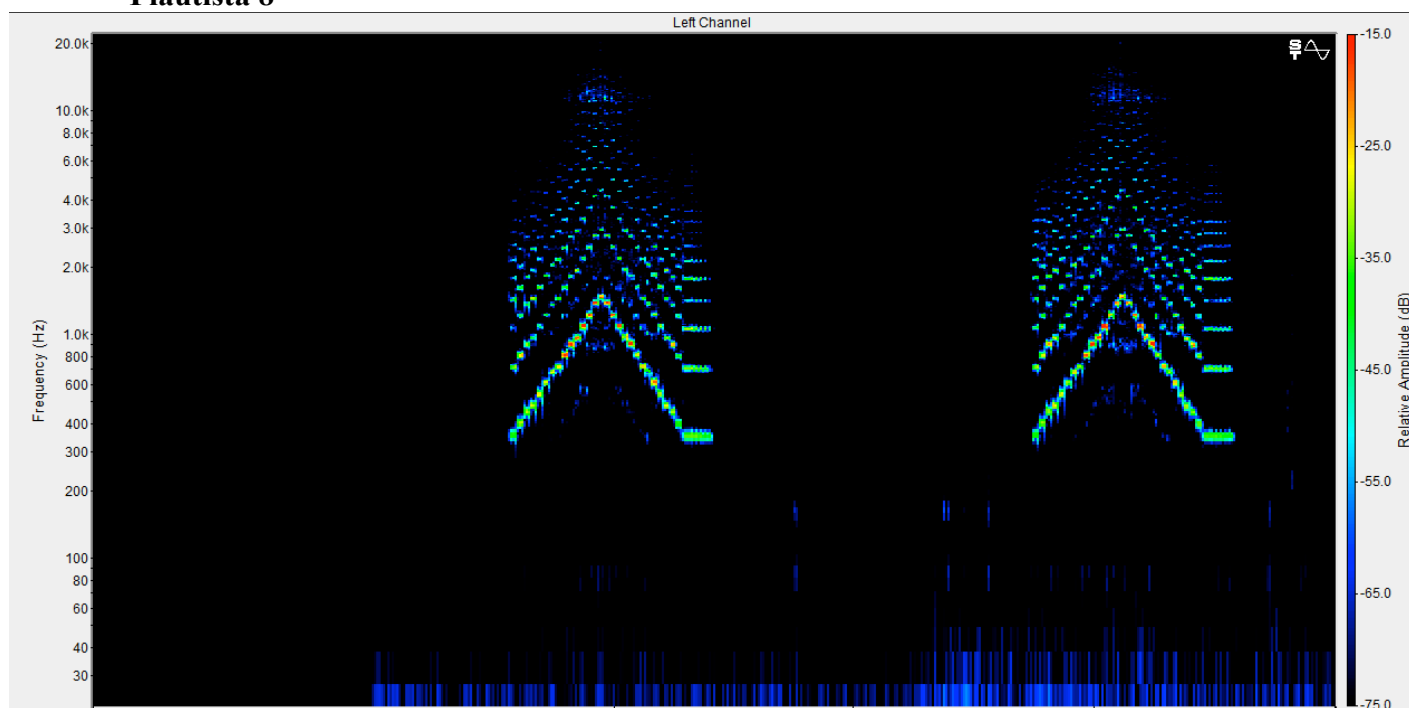
Os espectrogramas do **Flautista 21** apresentam mais parciais no exemplo do *stopper*, no momento do ápice do *forte*. As notas finais e iniciais são bem parecidas em número e intensidade de harmônicos, exceto pelo terceiro exemplo (primeiro executado no bocal com a *rolha* inserida), que apresenta um número maior de parciais.

De maneira geral, o surgimento de novos parciais e o aumento e diminuição de intensidade é bem sutil para esse flautista. No último exemplo, realizado com a *rolha*, há presença de ruído, no início da terceira nota.

## TRECHO 3

### PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *STOPPER*

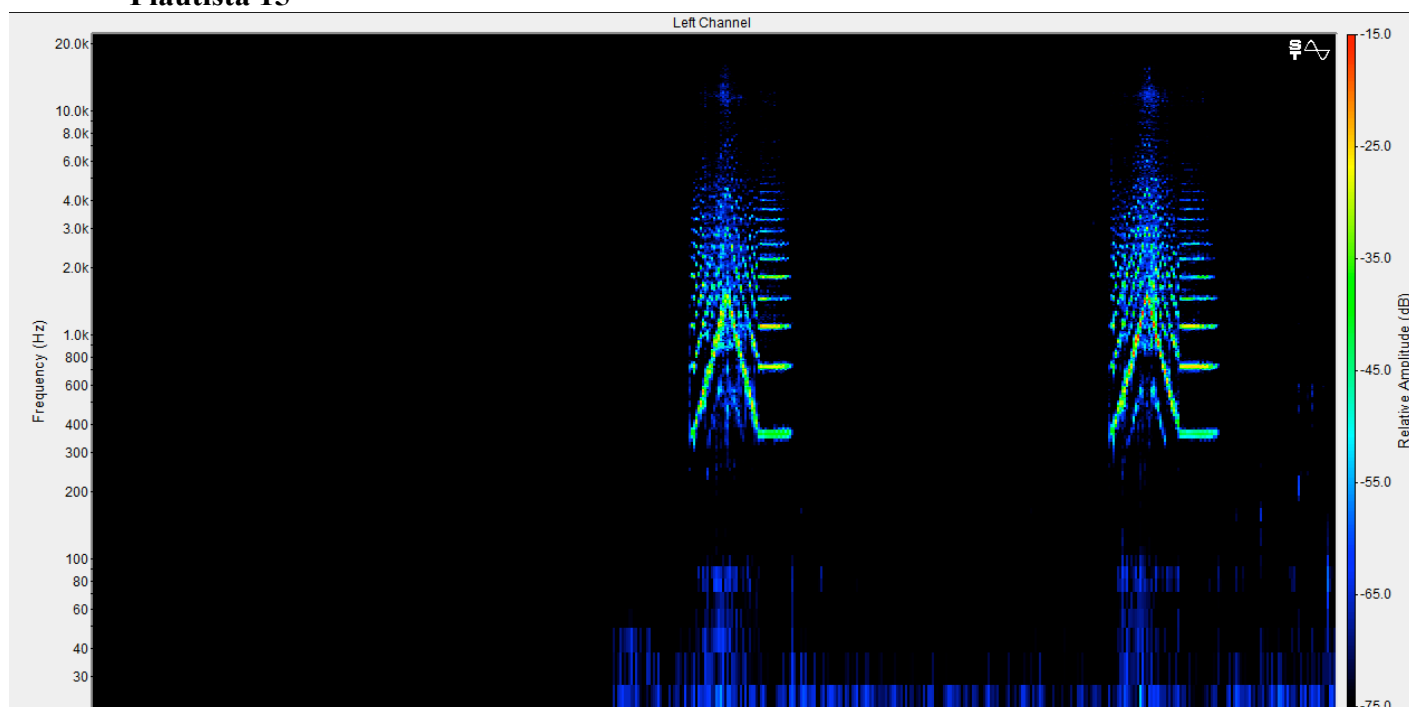
#### Flautista 8



**Espectrograma 26** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 8**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No espectrograma do **Flautista 8**, nas notas mais agudas (parte central dos espectrogramas), a realização no bocal com a *rolha* apresenta parciais mais intensos acima de 10kHz. Ordinariamente, a intensidade dos parciais é parecida nos dois exemplos. Com relação ao ataque e finalização das notas, não é possível, através desse tipo de visualização espectral, obter detalhes relevantes.

## Flautista 15

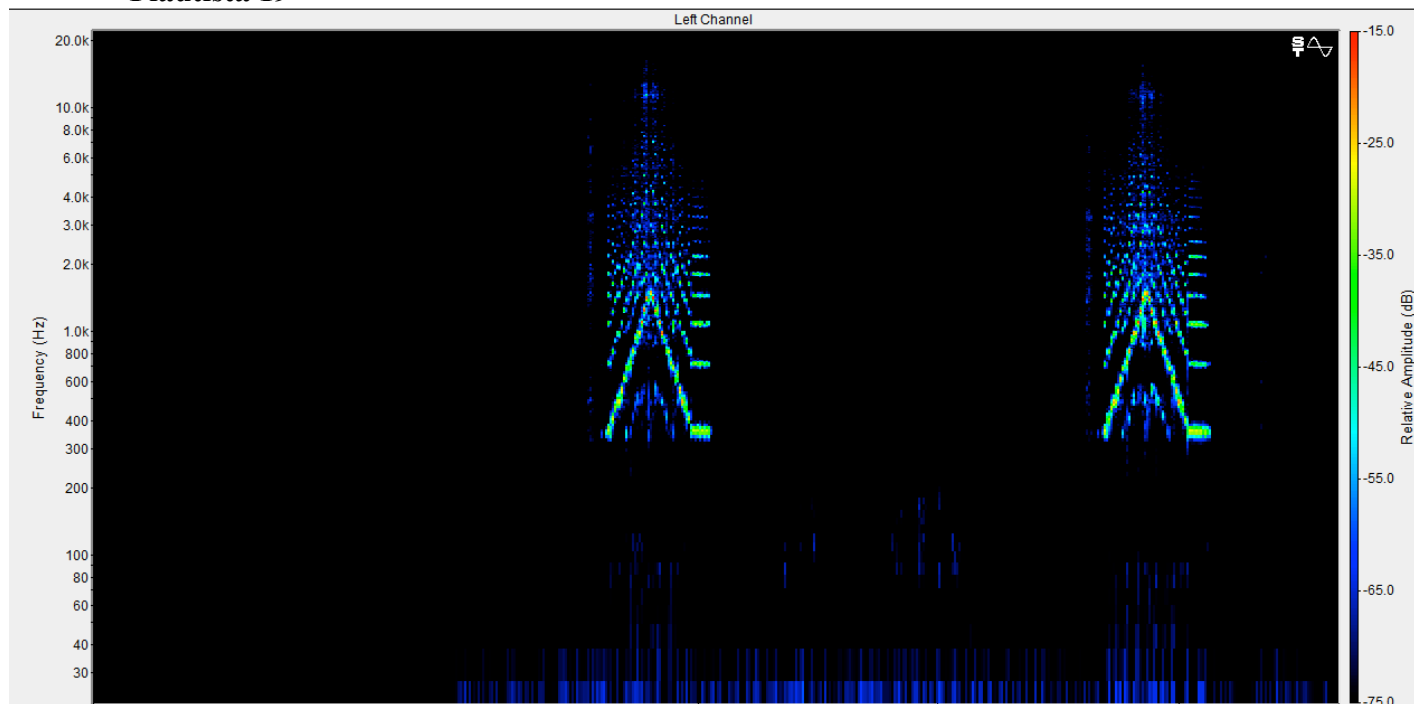


**Espectrograma 27** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 15**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

No exemplo do **Flautista 15**, as fundamentais e os harmônicos geralmente são mais fortes para a *rolha*; o pico de harmônicos, entre 6kHz e 10kHz, também é mais efetivo e constante para *rolha*.

O exemplo referente ao bocal com o *stopper* apresenta mais harmônicos no início, mantendo um padrão de parciais mais homogêneos para todo o trecho, fator que pode ter contribuído para a sensação observada pelo flautista, de que “o Bocal 1 (*stopper*) tem resposta mais imediata e o som fica homogêneo em todo o solo. O Bocal 2 (*rolha*) tem umas notas ‘surdas’”. Em relação às observações acima, feitas pelo flautista, a respeito de sua resposta, não foi possível acrescentar nenhum dado novo, por meio da observação dos espectrogramas.

## Flautista 19

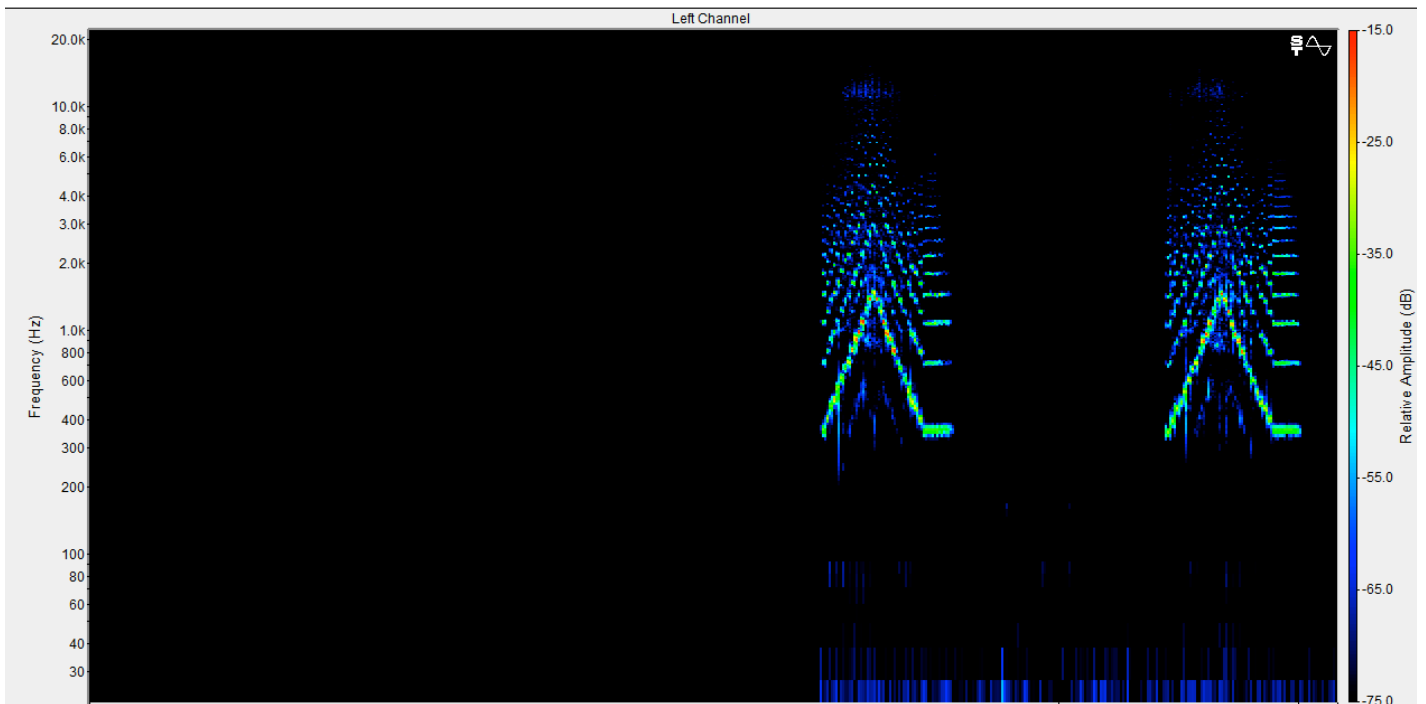


**Espectrograma 28** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 19**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper e*, à direita, com a *rolha*.

O **Flautista 19** apresenta, ao observar-se os espectrogramas, atividade espectral um pouco mais intensa acima de 10kHz, com o *stopper*. Tanto no início, quanto no fim dos exemplos (notas inicial e final), o espectrograma referente à *rolha* apresenta mais parciais; entretanto, a intensidade das notas e o nível de ruído são, de maneira geral, semelhantes.

# PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *ROLHA*

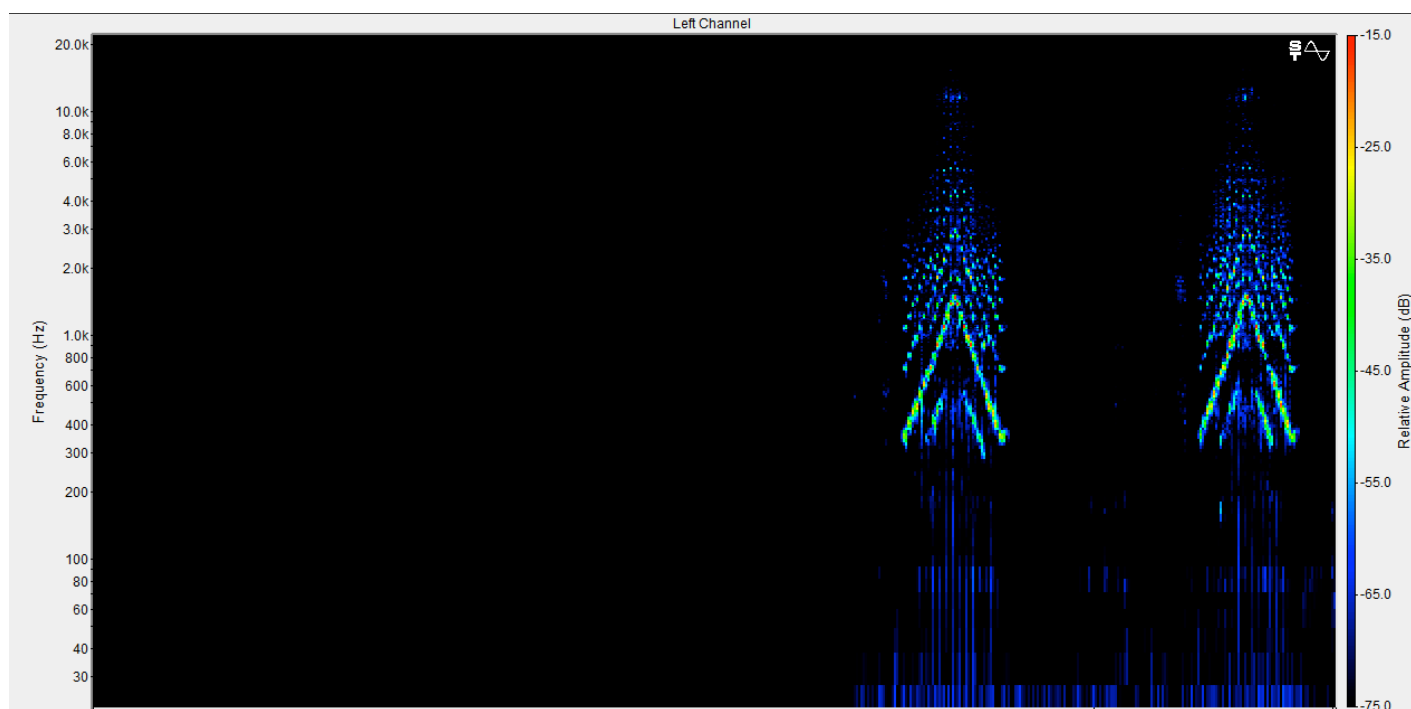
## Flautista 6



**Espectrograma 29** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 6**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

Nos espectrogramas do **Flautista 6**, observa-se que a atividade espectral entre 6 e 10kHz é maior e mais intensa no exemplo da *rolha*. Também é possível perceber que a intensidade das fundamentais, na execução das notas mais agudas do trecho (centro do espectrograma), é um pouco maior na análise do bocal com a *rolha*. Na nota final, os parciais são mais estáveis no exemplo referente ao *stopper*.

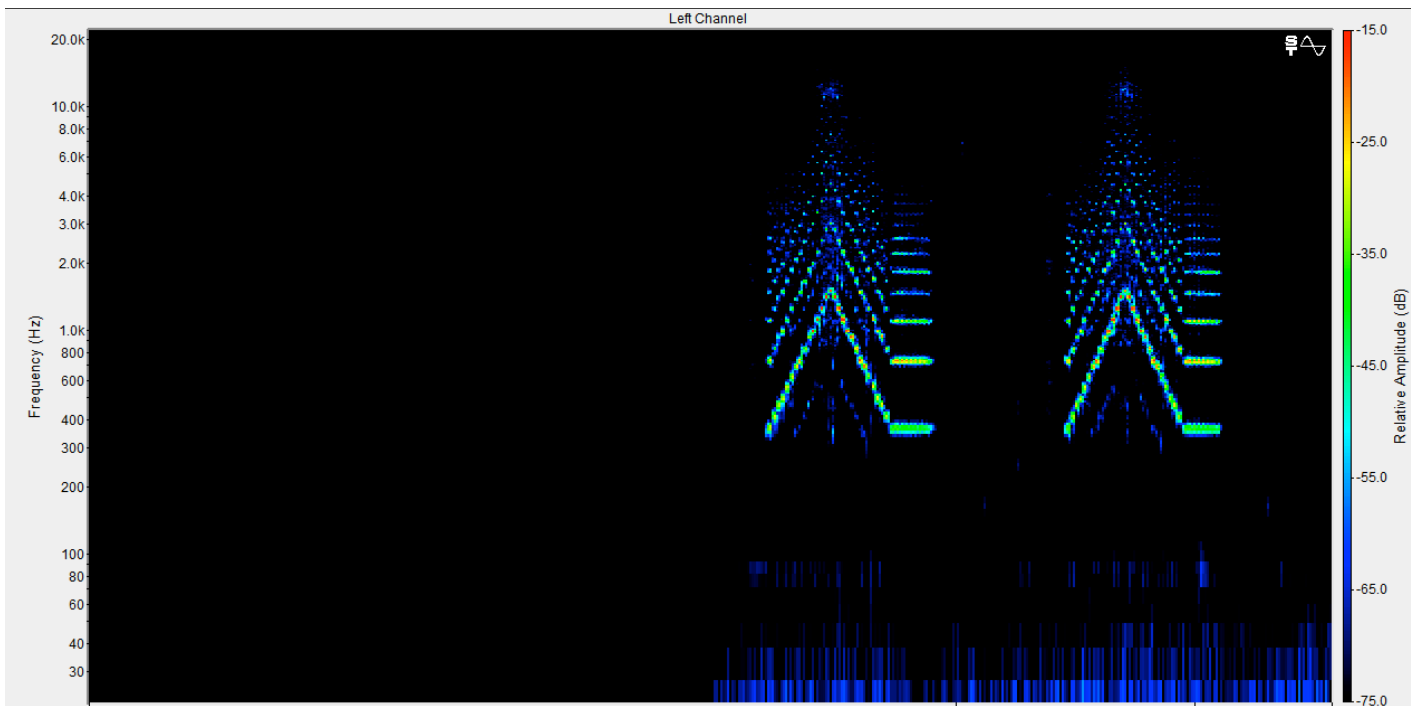
## Flautista 10



**Espectrograma 30** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 10**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No espectrograma referente ao trecho tocado pelo **Flautista 10**, há mais ocorrência de harmônicos entre 6kHz e 10kHz para a *rolha*; no entanto, após o pico das notas mais agudas (centro do espectrograma), o exemplo do *stopper* apresenta mais parciais, na escala descendente. Em geral, a intensidade dos parciais e o nível de ruído são semelhantes nos dois exemplos.

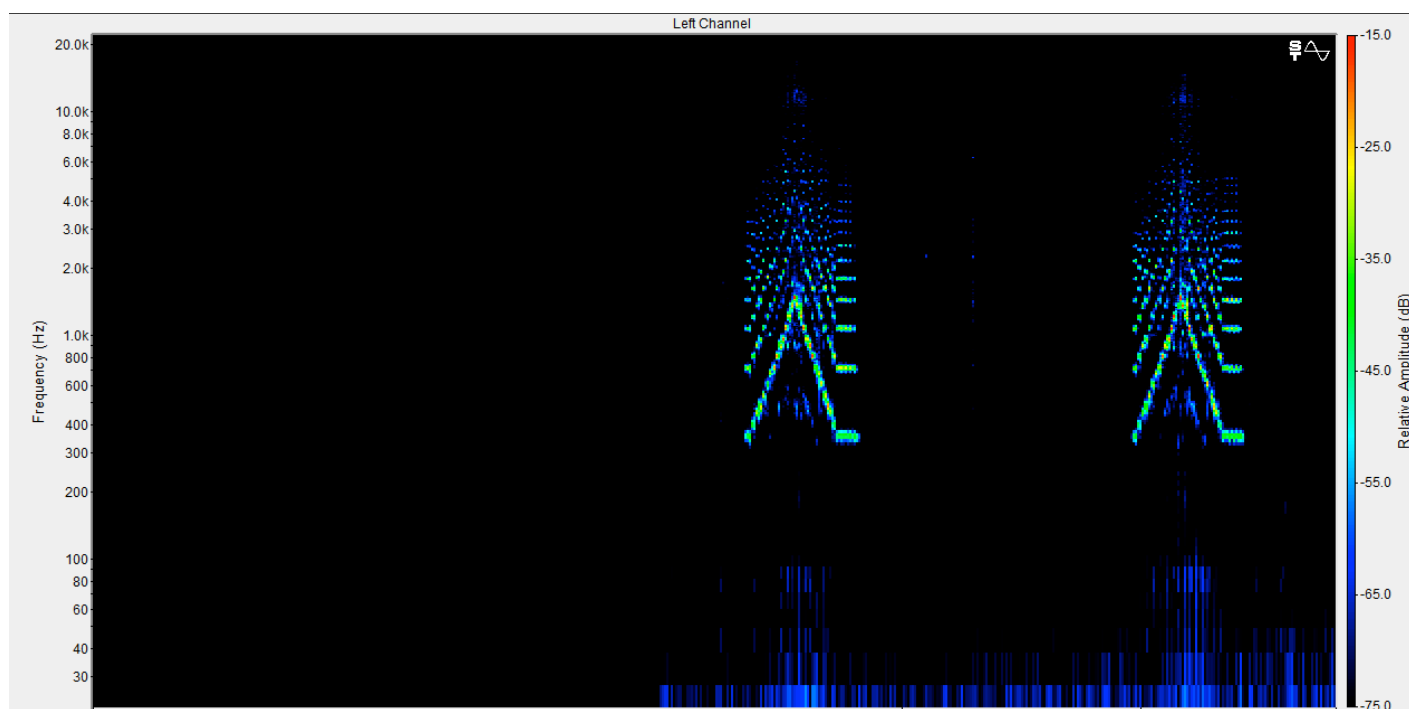
## Flautista 16



**Espectrograma 31** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 16**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

No início do exemplo tocado pelo **Flautista 16**, no espectrograma referente ao uso do *stopper*, há mais ocorrência de harmônicos do que no exemplo relativo à *rolha*. Já na região central do espectro, que abrange as frequências entre 6 e 10kHz, a ocorrência de mais parciais é maior no exemplo da *rolha*. Na nota longa final do trecho, a *rolha* apresenta um harmônico a mais do que o *stopper*, mas em intensidade bem pequena. A intensidade dos harmônicos nos dois exemplos é bastante semelhante, mas o nível de ruído, abaixo das fundamentais, é um pouco maior para o *stopper*.

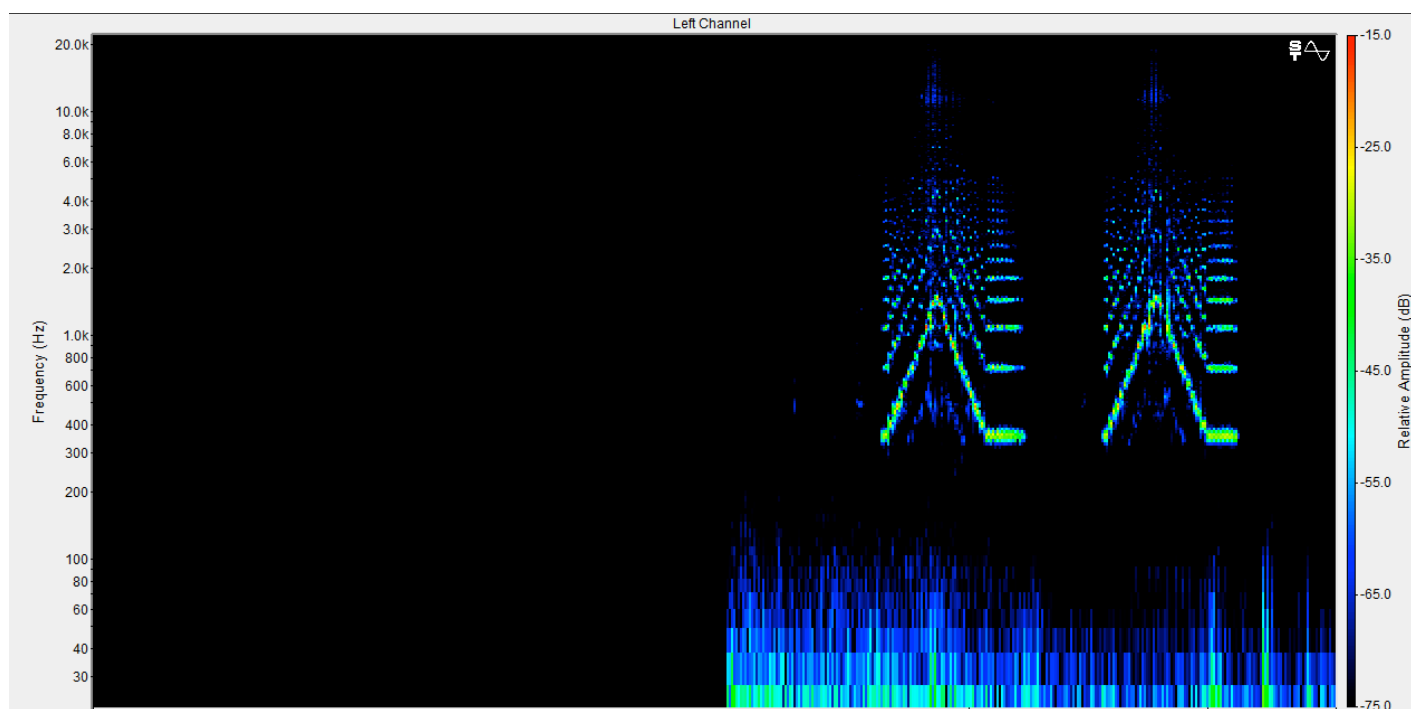
## Flautista 17



**Espectrograma 32** – TRECHO 3, realizado pelo **Flautista 17**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Ao executar o trecho no bocal com a *rolha*, o som do **Flautista 17** falha ligeiramente nas notas mais agudas, mas mesmo assim sua preferência por esse bocal é unânime em todos os quesitos avaliados. Algumas fundamentais estão mais intensas no exemplo tocado com a *rolha* e, entre 6 e 10kHz, esse bocal também apresenta mais parciais do que o bocal com o *stopper*. Apesar disso, na nota longa final, o exemplo referente ao uso do *stopper* apresenta parciais agudos mais definidos.

## Flautista 20



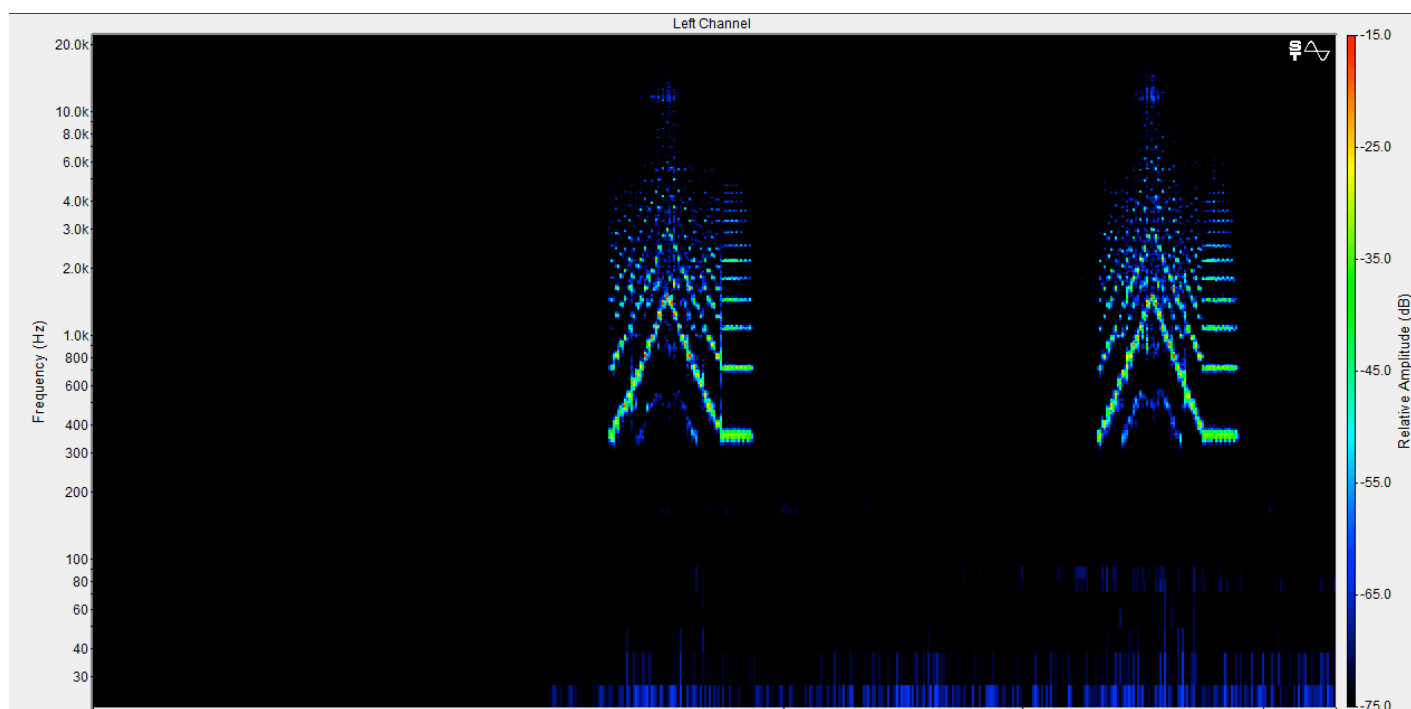
**Espectrograma 33** - TRECHO 3, realizado pelo **Flautista 20**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Apesar de ter preferido o bocal com a *rolha* em todos os aspectos, a realização do TRECHO 3 nesse bocal, pelo **Flautista 20**, é pior executada no bocal com a *rolha* do que no bocal com o *stopper*. Na descida da escala, algumas notas soam nítidas no arquivo de áudio, mas mesmo assim, tanto em relação à qualidade do som, quanto em relação à facilidade, sua opção é pelo Bocal 2 (*rolha*).

No centro do espectrograma, o bocal com o *stopper* tem parciais mais intensas e em maior número, a partir de 4kHz. O nível de ruído, abaixo da fundamental, também é maior para o bocal com o *stopper*.



## Flautista 23

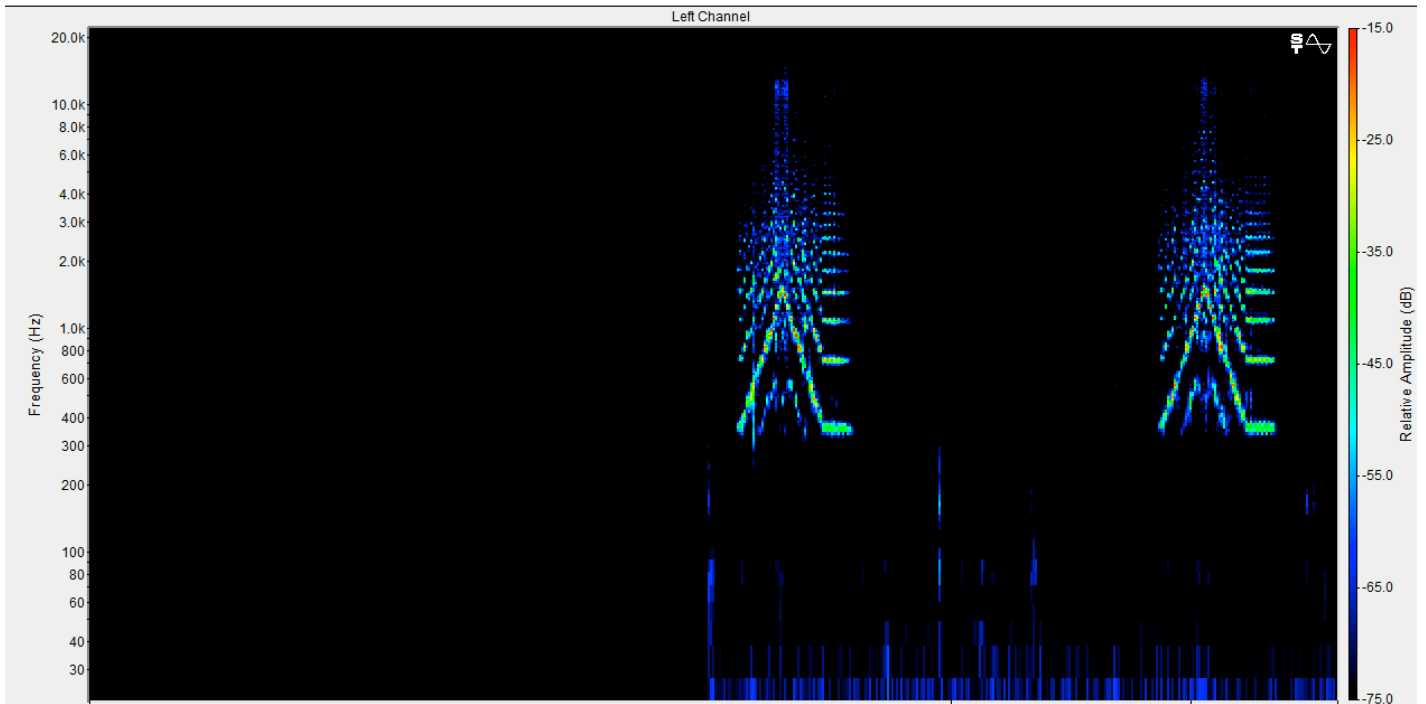


**Espectrograma 34** - TRECHO 3, realizado pelo **Flautista 23**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

No caso do **Flautista 23**, na subida da escala, algumas fundamentais são mais fortes no espectrograma do *stopper*, mas o pico de harmônicos é um pouco mais forte no exemplo da *rolha*. De forma geral, há uma semelhança no número de harmônicos nos dois exemplos. No ataque da nota longa final, no exemplo do *stopper* há um ruído de ataque (coluna) que, no áudio, não é perceptível nem muito diferente do segundo exemplo.

# PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *NÃO PERCEBEU DIFERENÇA*

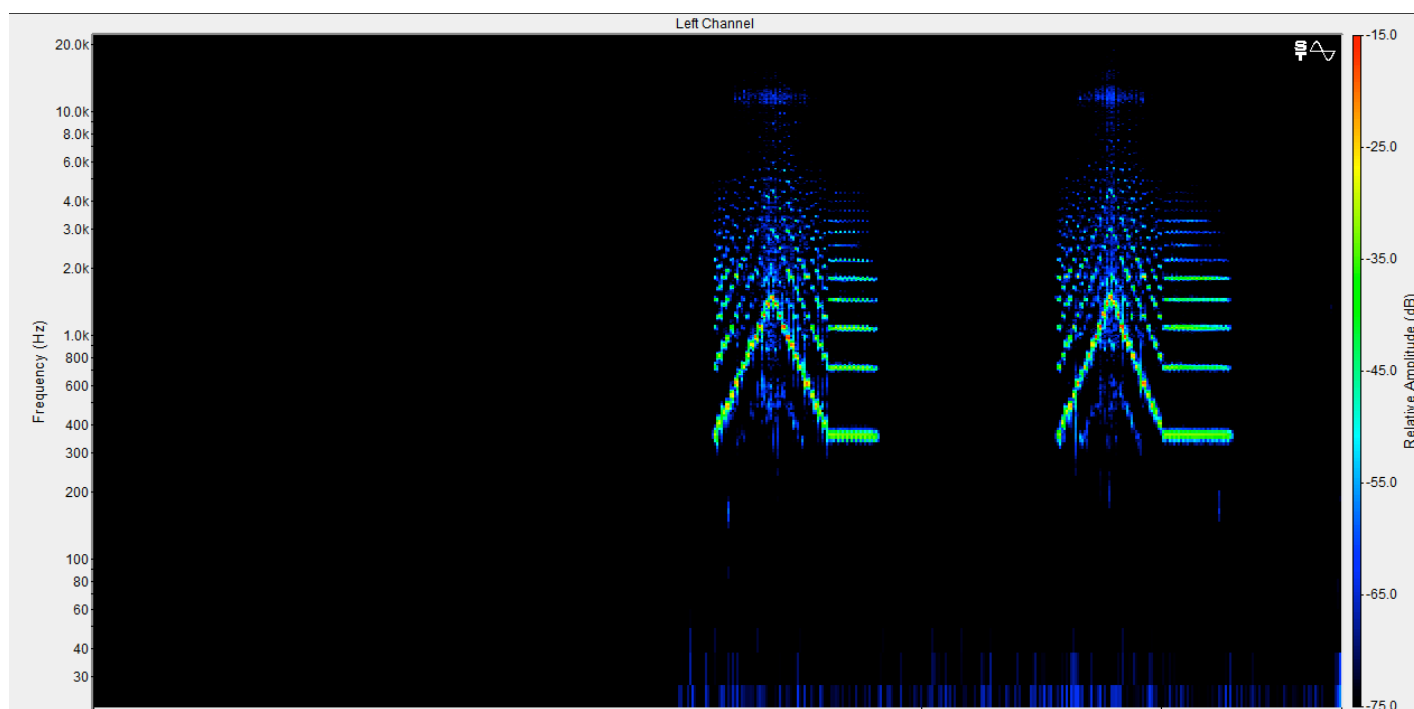
## Flautista 5



**Espectrograma 35** - TRECHO 3, realizado pelo **Flautista 5**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

O **Flautista 5** apresenta espectrograma com pico mais intenso no exemplo da *rolha*. Algumas fundamentais parecem mais fortes para o *stopper*, e, na nota final, apesar de o *stopper* apresentar parciais mais intensos, a *rolha* apresenta um número maior de parciais. O nível de ruído no exemplo do *stopper* é um pouco maior.

## Flautista 9

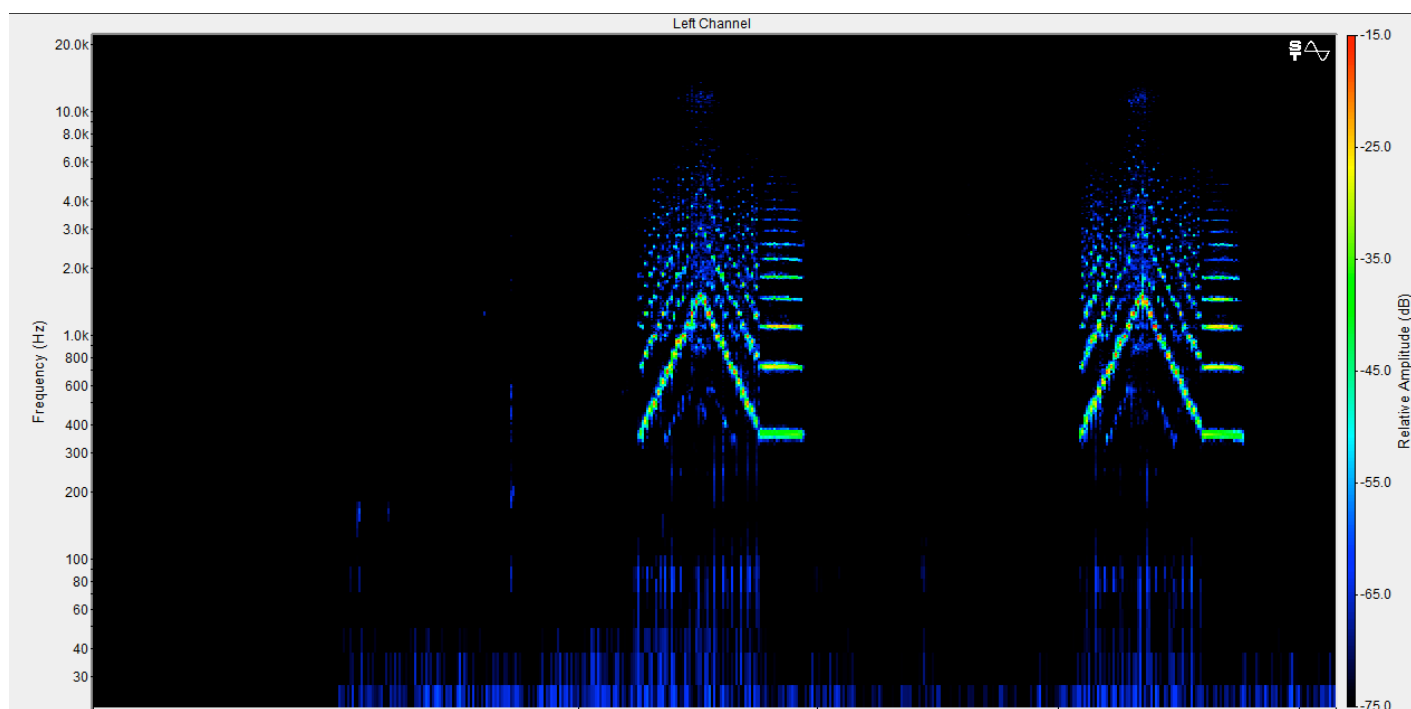


**Espectrograma 36** - TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 9**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

O espectrograma do TRECHO 3 realizado pelo **Flautista 9** é semelhante para *rolha* e *stopper*. Entre 6 e 10kHz, há uma diferença: o *stopper* apresenta harmônicos mais “concentrados em um ponto” ; e a *rolha*, harmônicos mais espalhados. Na nota final, a intensidade dos parciais é, de maneira geral, mais forte no exemplo do *stopper*, mas, no caso da *rolha*, o uso de vibrato é mais evidente (oscilação da linha, na nota final, maior).

O flautista comentou que não percebeu diferença em nenhum dos aspectos, dizendo: “realmente não tive tempo de perceber diferenças” – isso pode ter ocorrido devido ao fato do trecho ser tocado em andamento rápido, e também porque, em termos de número e intensidade de parciais, apenas na última nota percebe-se uma diferença mais significativa.

## Flautista 13



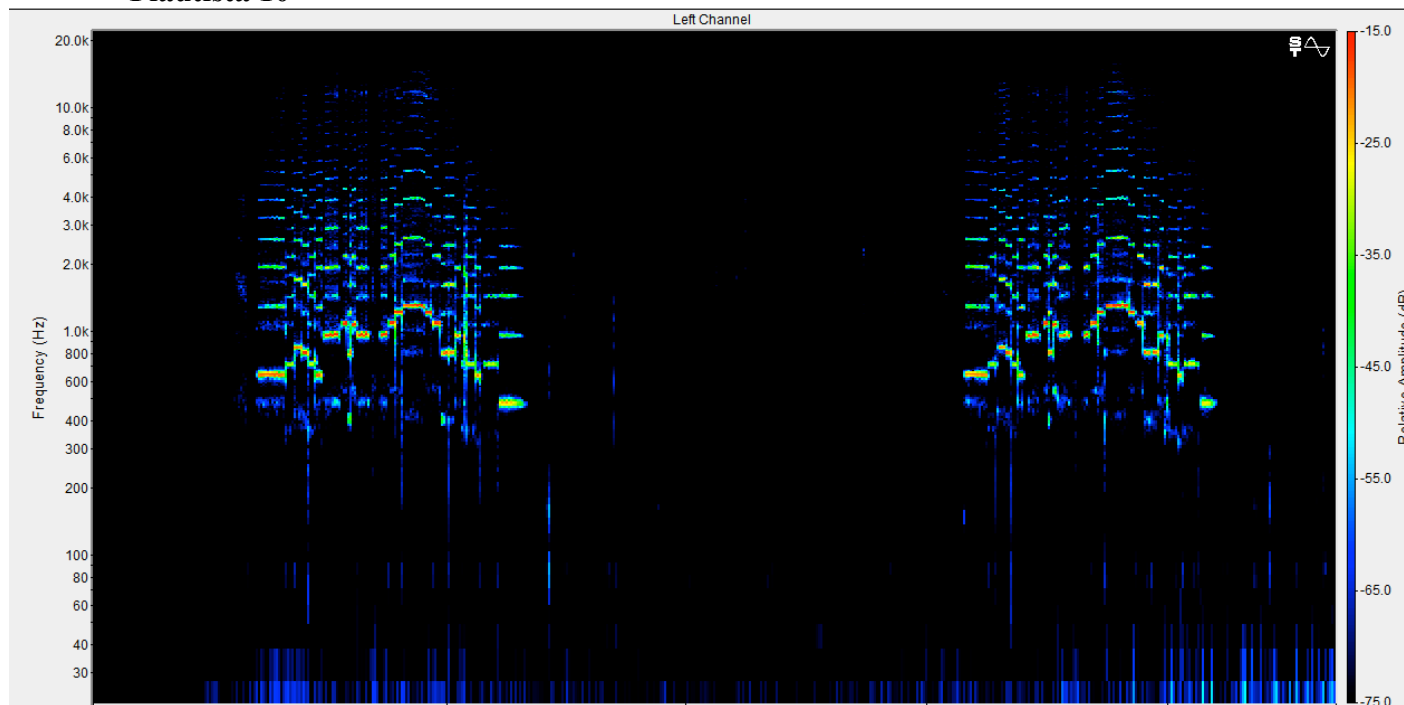
**Espectrograma 37** - TRECHO 3, realizado pelo **Flautista 13**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper e*, à direita, com a *rolha*.

O espectrograma do **Flautista 13**, referente ao bocal com a *rolha* inserida, tem um pouco mais de harmônicos no início do trecho. Na nota final, no entanto, o *stopper e* apresenta mais harmônicos, com maior intensidade. O bocal com o *stopper e* apresenta um pouco mais de ruídos.

## TRECHO 4

### PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *STOPPER*

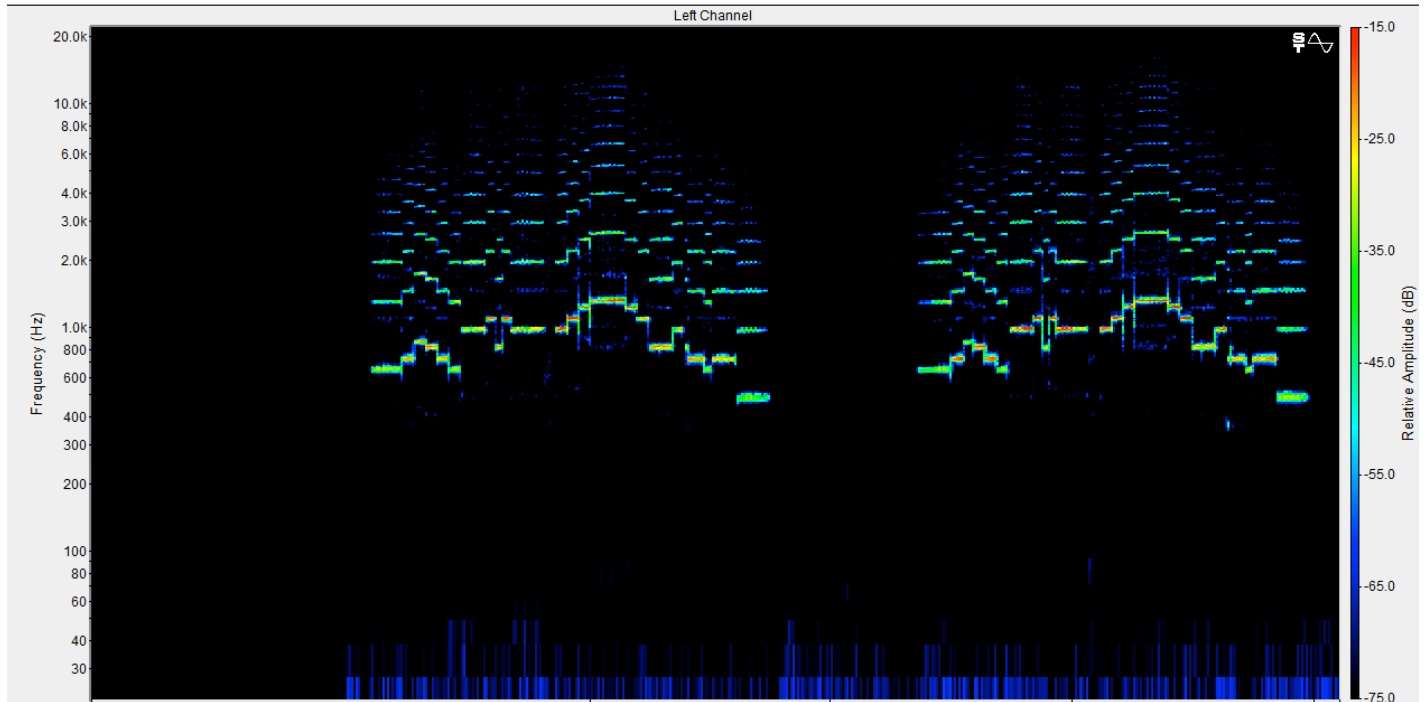
#### Flautista 10



**Espectrograma 38** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 10**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

De maneira geral, a intensidade dos parciais é semelhante nos dois exemplos realizados pelo **Flautista 10**. Na região acima de 10kHz, os parciais com o *stopper* têm intensidade mais constante; já no caso da *rolha*, a intensidade aumenta ao longo da execução. O nível de ruído, abaixo da fundamental, é um pouco maior no exemplo da *rolha*. Na primeira nota do trecho, há, acima de 10kHz, uma pequena atividade espectral no exemplo da *rolha*, sendo nula no caso do *stopper*.

## Flautista 16

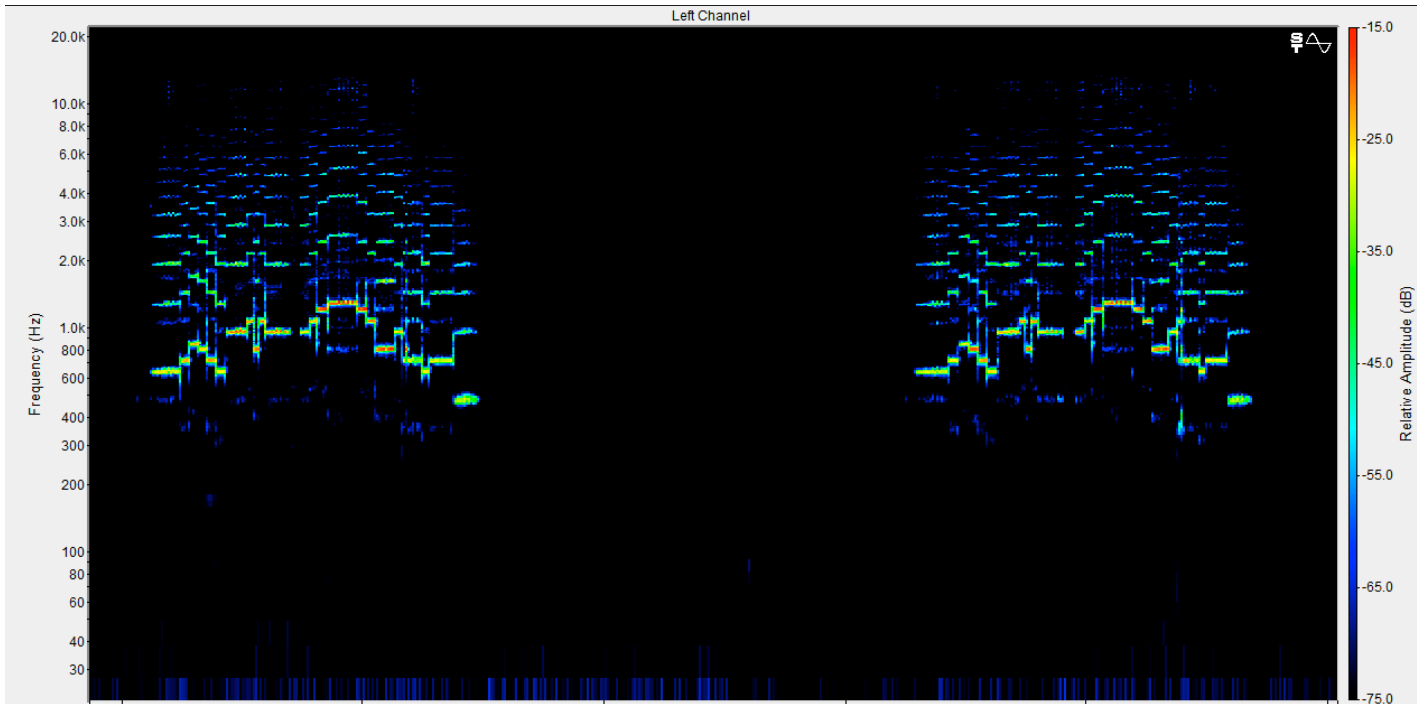


**Espectrograma 39** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 16**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

De uma forma geral, no espectrograma do TRECHO 4, relativo à *rolha* e realizado pelo **Flautista 16**, na região espectral a partir de 6kHz, além de os parciais aparecerem em maior intensidade a maioria das fundamentais também é um pouco mais forte.

# PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *ROLHA*

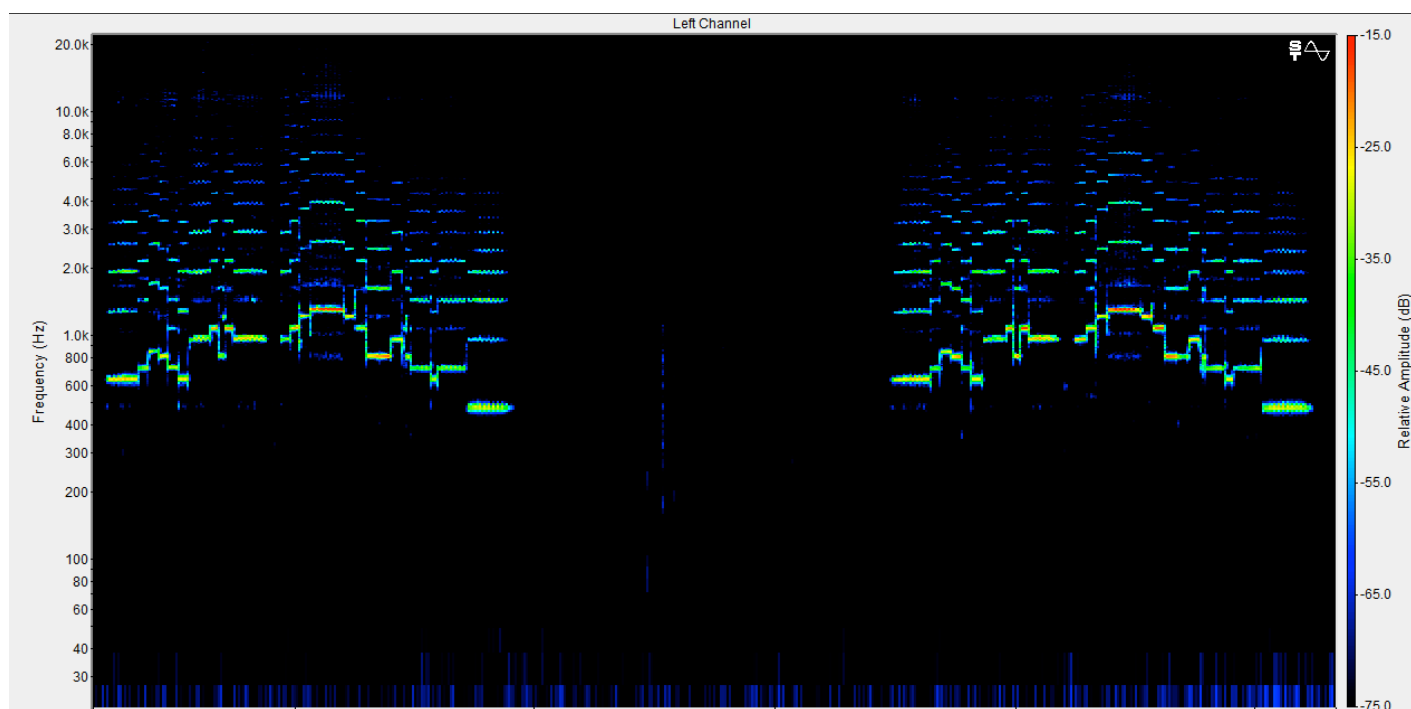
## Flautista 11



**Espectrograma 40** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 11**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No exemplo tocado pelo **Flautista 11**, a intensidade das fundamentais varia um pouco para *rolha* e *stopper*, mas, na maioria das vezes, as fundamentais são bem intensas para os dois exemplos. A atividade espectral acima de 10kHz também é semelhante nas duas execuções, bem como o número e intensidade dos demais parciais. O nível de ruído abaixo da fundamental é um pouco maior, em alguns pontos, no espectrograma do *stopper*.

## Flautista 14

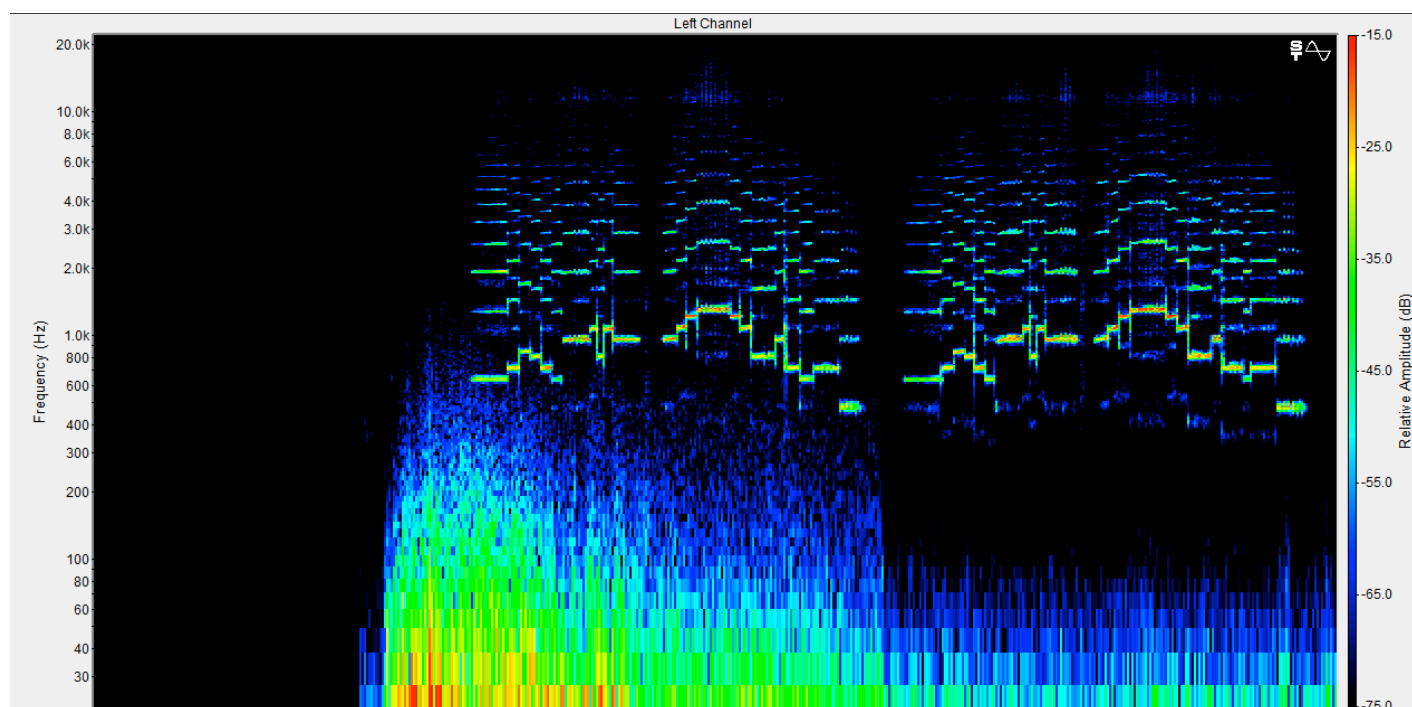


**Espectrograma 41** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 14**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper e*, à direita, com a *rolha*.

No exemplo do *stopper*, o espectrograma referente à realização deste trecho, executado pelo **Flautista 14**, apresenta uma variação na frequência de algumas notas, no início do trecho: a linha de frequência não é reta, como no exemplo referente à *rolha*. Em relação à intensidade e ocorrência dos parciais, os dois exemplos são semelhantes. Acima de 10kHz, no entanto, o *stopper* apresenta um pouco mais de atividade espectral.



## Flautista 20



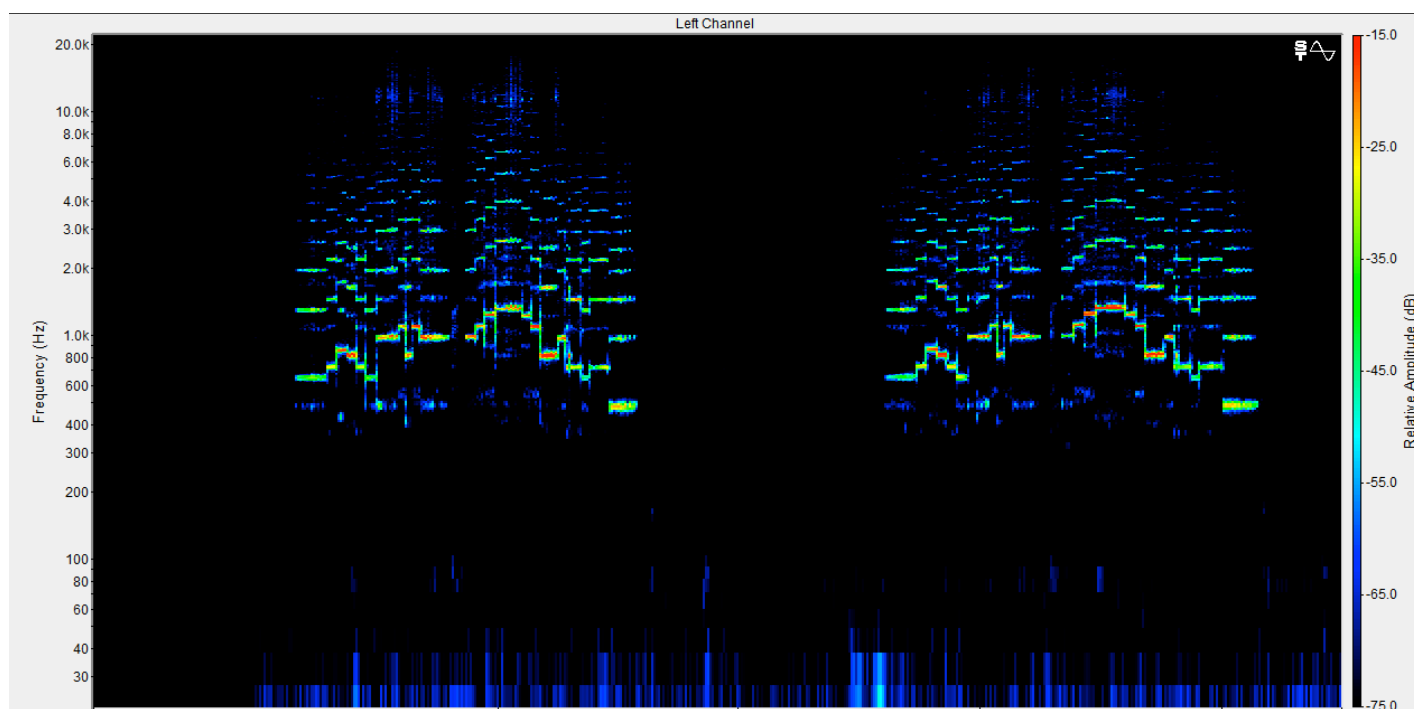
**Espectrograma 42** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 20**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

É muito alto o nível de ruído, abaixo de 400Hz, na gravação do TRECHO 4, realizada pelo **Flautista 20**. Esse ruído, no entanto, não se relaciona à execução do flautista, e sim a algum problema relacionado ao microfone, durante a gravação.

Acima de 10kHz, o exemplo da *rolha* apresenta um pouco mais de atividade espectral do que o do *stopper*, e as fundamentais mais agudas do trecho também parecem um pouco mais fortes para a *rolha*.

Na primeira nota, o *stopper* contém mais harmônicos, inclusive na região de 10kHz. Segundo o flautista, “o Bocal 2 (*rolha*) possui harmônicos mais graves; possui um som mais arredondado”.

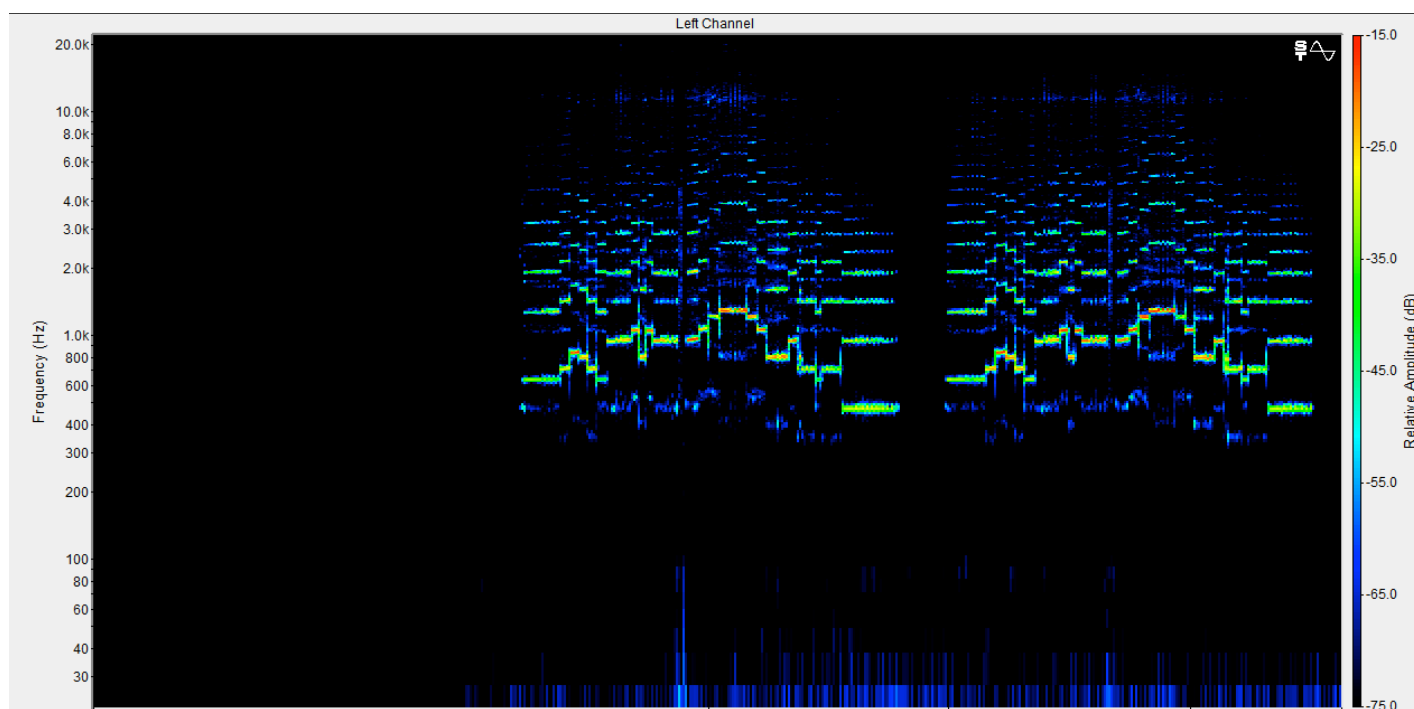
## Flautista 21



**Espectrograma 43** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 21**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

O espectrograma do **Flautista 21** apresenta mais atividade espectral, acima de 6kHz, no exemplo do *stopper*, porém as fundamentais mais agudas aparecem em maior intensidade no exemplo da *rolha*. A primeira nota do trecho, com o *stopper*, possui mais harmônicos.

## Flautista 22



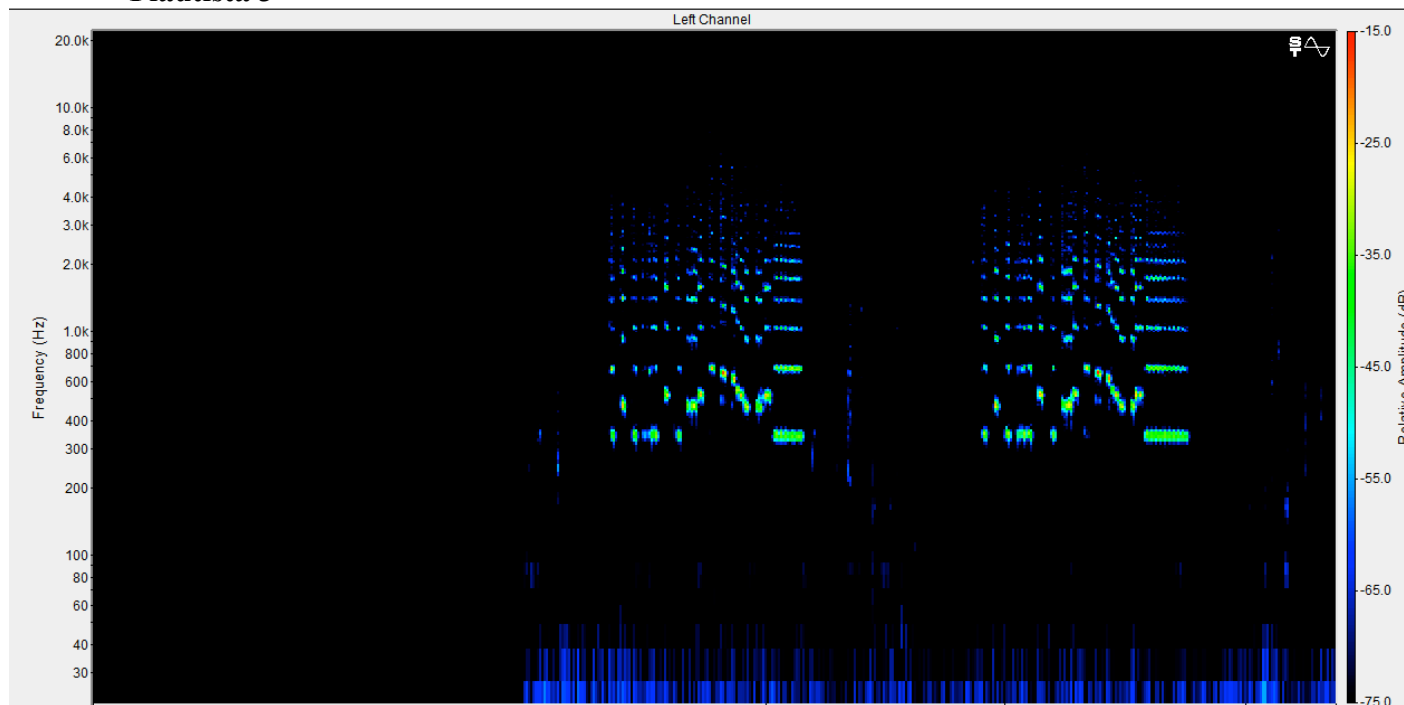
**Espectrograma 44** - TRECHO 4, realizado pelo **Flautista 22**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper e*, à direita, com a *rolha*.

No espectrograma do **Flautista 22**, o exemplo realizado com a *rolha* apresenta mais harmônicos na nota inicial e na nota final. Acima de 10kHz, a atividade espectral para a *rolha* é mais constante ao longo do trecho, mas menos intensa em alguns pontos, se comparada à execução com o *stopper*. Essa diferença de intensidade é perceptível principalmente na nota mais aguda do trecho.

## TRECHO 5

### PREFERÊNCIA UNÂNIME POR *STOPPER*

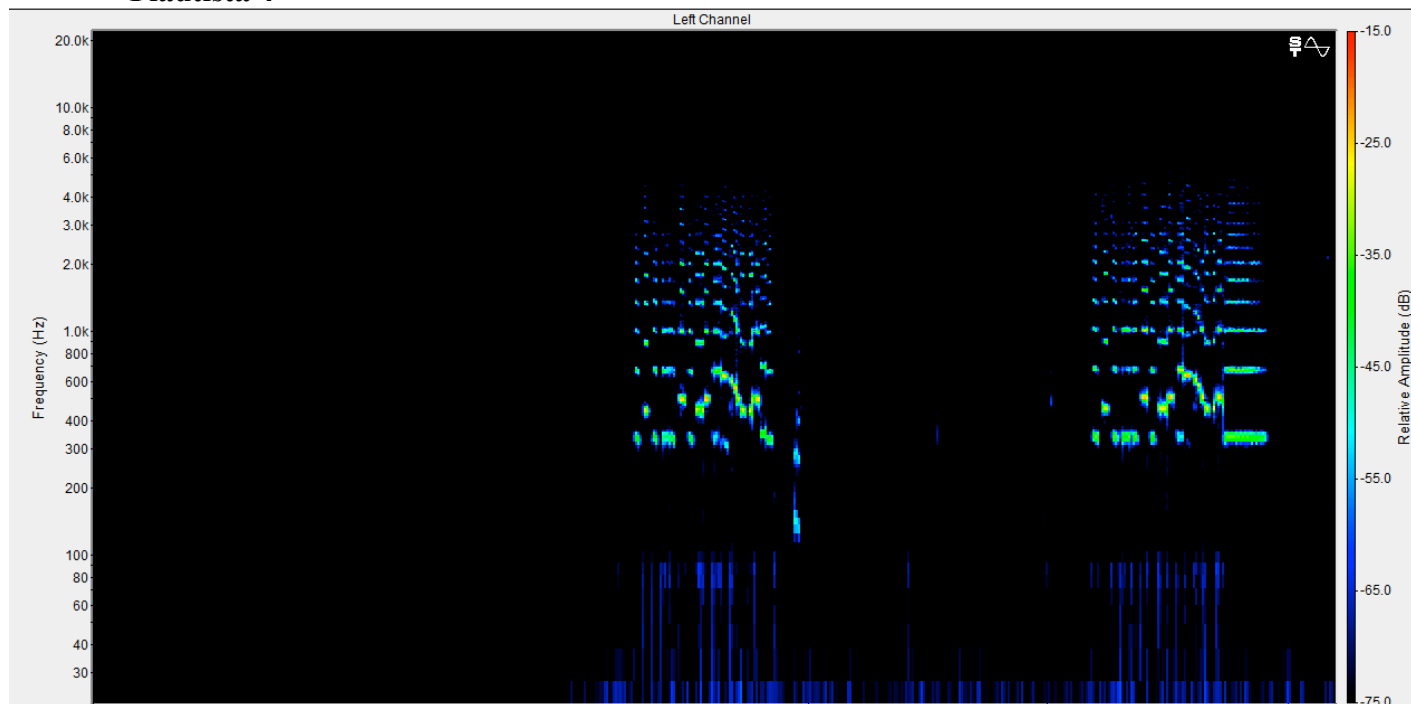
#### Flautista 3



**Espectrograma 45** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 3**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

É interessante observar a unanimidade de preferência do **Flautista 3**, apesar de o espectrograma ser bastante semelhante nos dois exemplos, tanto em número de harmônicos, quanto em intensidade – apenas em algumas notas, no início do trecho, o *stopper* apresenta alguns harmônicos a mais do que a *rolha*.

## Flautista 4

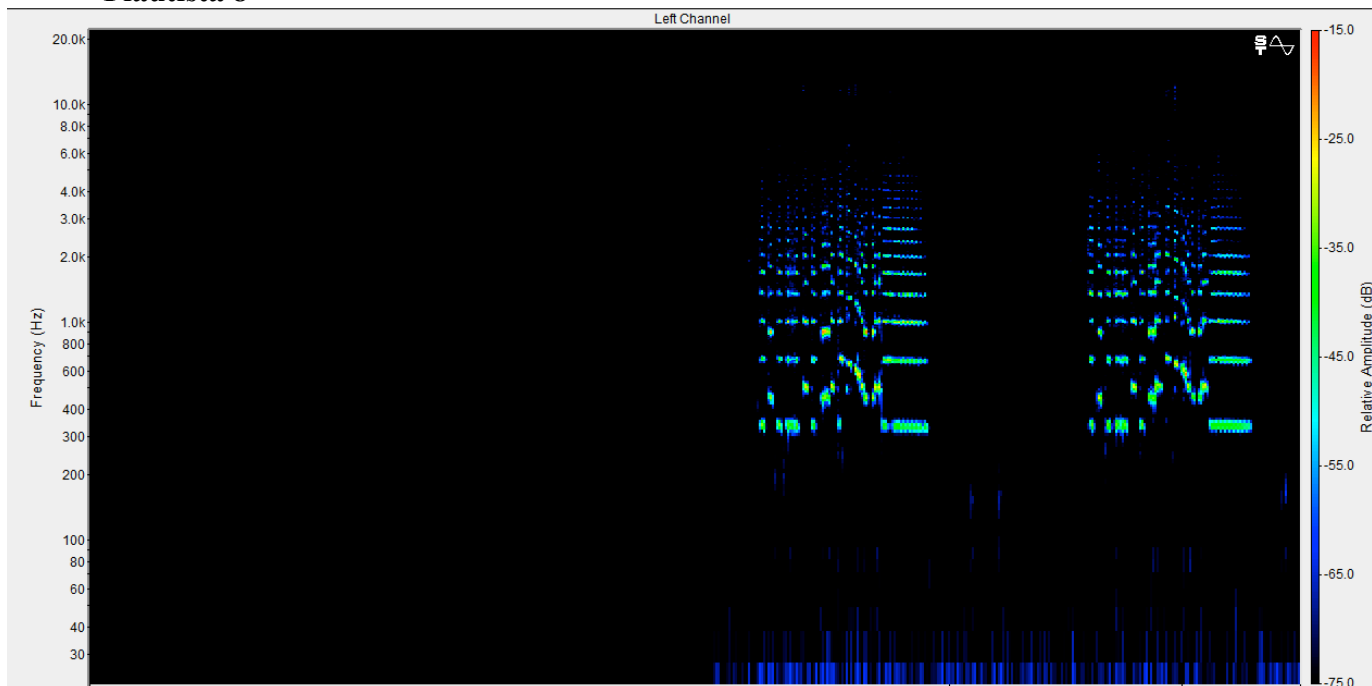


**Espectrograma 46** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 4**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

O **Flautista 4** realiza o trecho de forma incorreta, por adicionar algumas notas – apesar de tocar errado nas duas vezes, esse fato não impede a avaliação do espectrograma. Na primeira execução, referente ao uso da *rolha*, a última nota não é tocada apropriadamente, além de haver, ao fundo, no áudio, uma fala desse flautista, após finalizar o trecho.

No exemplo referente ao *stopper*, os parciais, na região acima de 3kHz, parecem mais constantes do que no espectrograma referente à *rolha*, que apresenta alguns “buracos” no espectrograma, nessa mesma região.

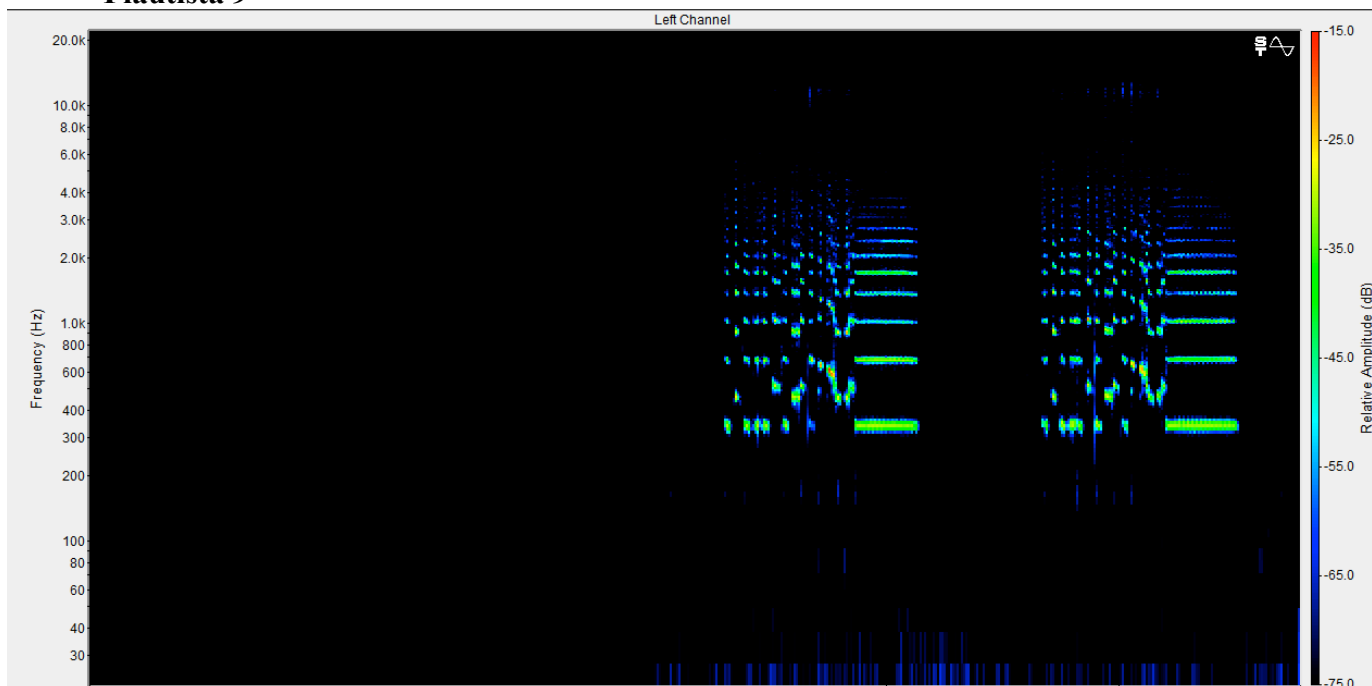
## Flautista 8



**Espectrograma 47** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 8**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

No exemplo realizado pelo **Flautista 8**, a ocorrência de harmônicos é mais constante, acima de 3kHz, com o *stopper*. De maneira geral, a intensidade dos parciais é semelhante nos dois exemplos; na nota final, a *rolha* apresenta mais harmônicos do que o *stopper*, e a presença desses harmônicos é mais constante e estável.

## Flautista 9

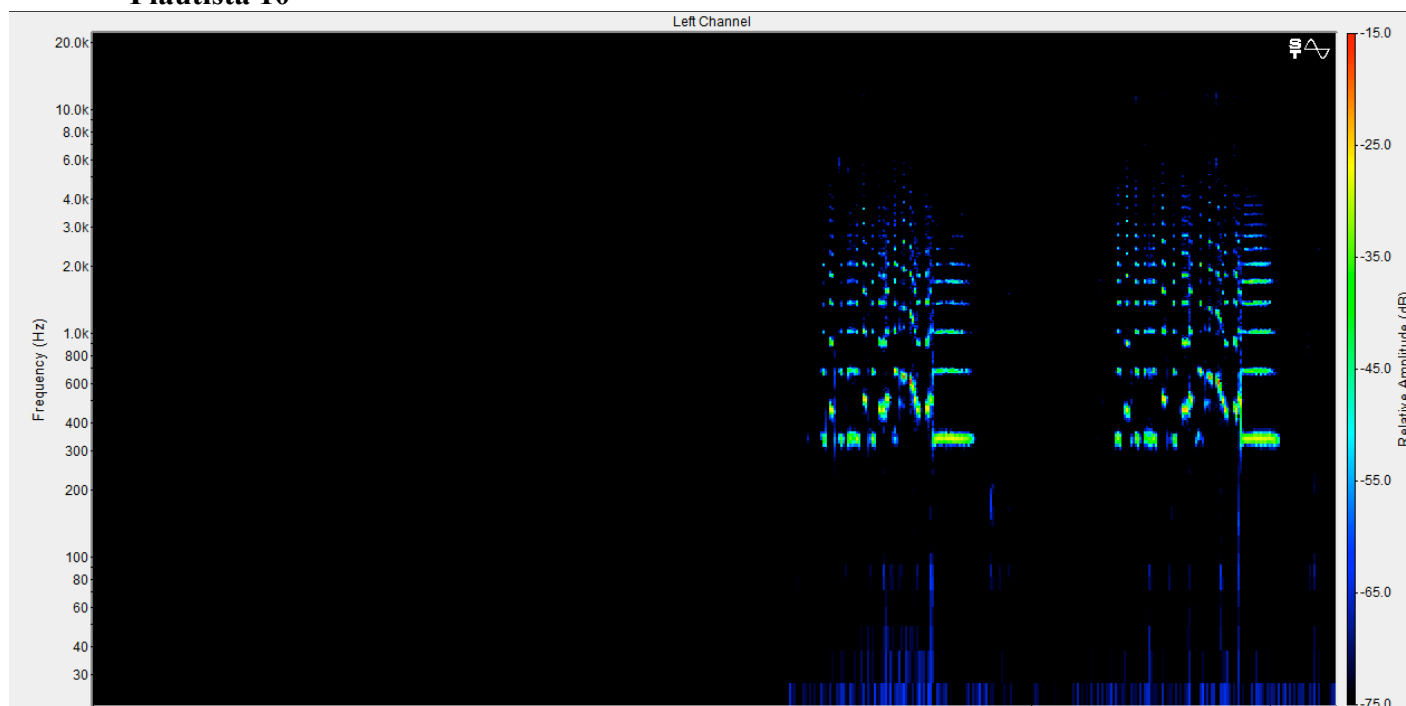


**Espectrograma 48** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 9**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

Apesar de apresentar espectrograma parecido nos dois exemplos, é possível observar, nas execuções do **Flautista 9**, uma constância maior na ocorrência de harmônicos, acima de 3kHz, no exemplo do *stopper*. Outro fator relevante de diferença entre os dois espectrogramas é uma maior atividade espectral no exemplo do *stopper*, acima de 10kHz.

Em seus comentários, o flautista sugere que pode ter preferido o Bocal 2 (*stopper*), devido ao “efeito treino”, já que a realização primeiro no bocal pode ter lhe proporcionado algum tipo de aprendizagem.

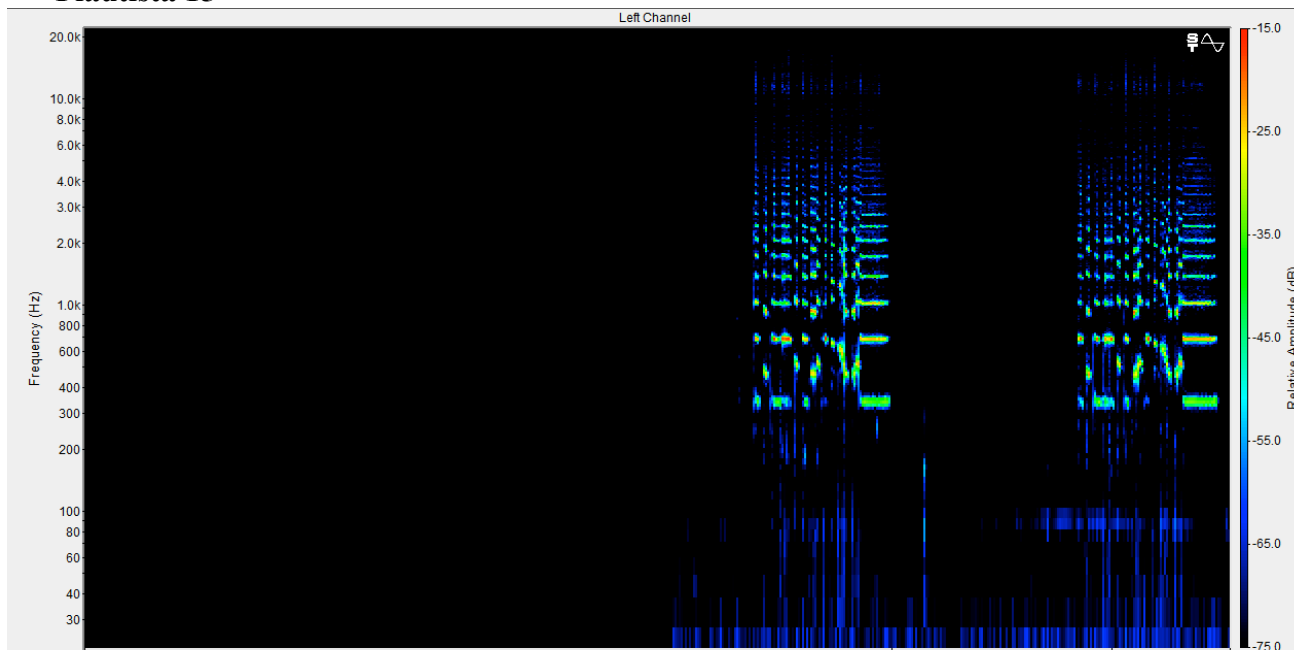
### Flautista 10



**Espectrograma 49** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 10**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com a *rolha* e, à direita, com o *stopper*.

Nos espectrogramas do TRECHO 5, realizados pelo **Flautista 10**, o exemplo do *stopper* apresenta maior regularidade em número de parciais. Na região acima de 10kHz, a atividade espectral nos dois exemplos é pequena, mas um pouco maior na execução com o *stopper*. Além disso, a nota final possui mais harmônicos na região acima de 2kHz, no exemplo do *stopper*.

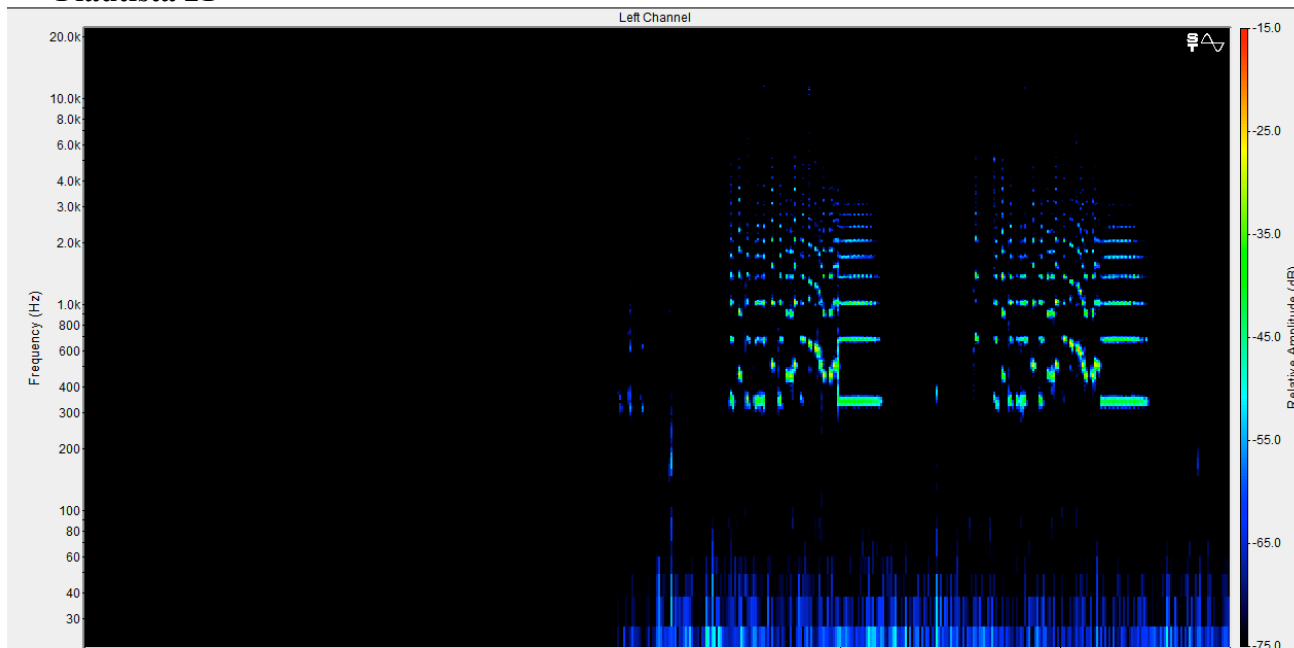
## Flautista 15



**Espectrograma 50** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 15**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Nos espectrogramas do **Flautista 15**, a região espectral mais aguda, acima de 4kHz, é mais ativa no bocal com o *stopper*. Em relação à intensidade dos parciais, os dois trechos são bem semelhantes. O flautista observou que o Bocal 1 (*stopper*) é mais “simples e sonoro”. Essa preferência pelo Bocal 1 pode ser relacionada à maior atividade espectral observada no espectrograma do *stopper*.

## Flautista 21



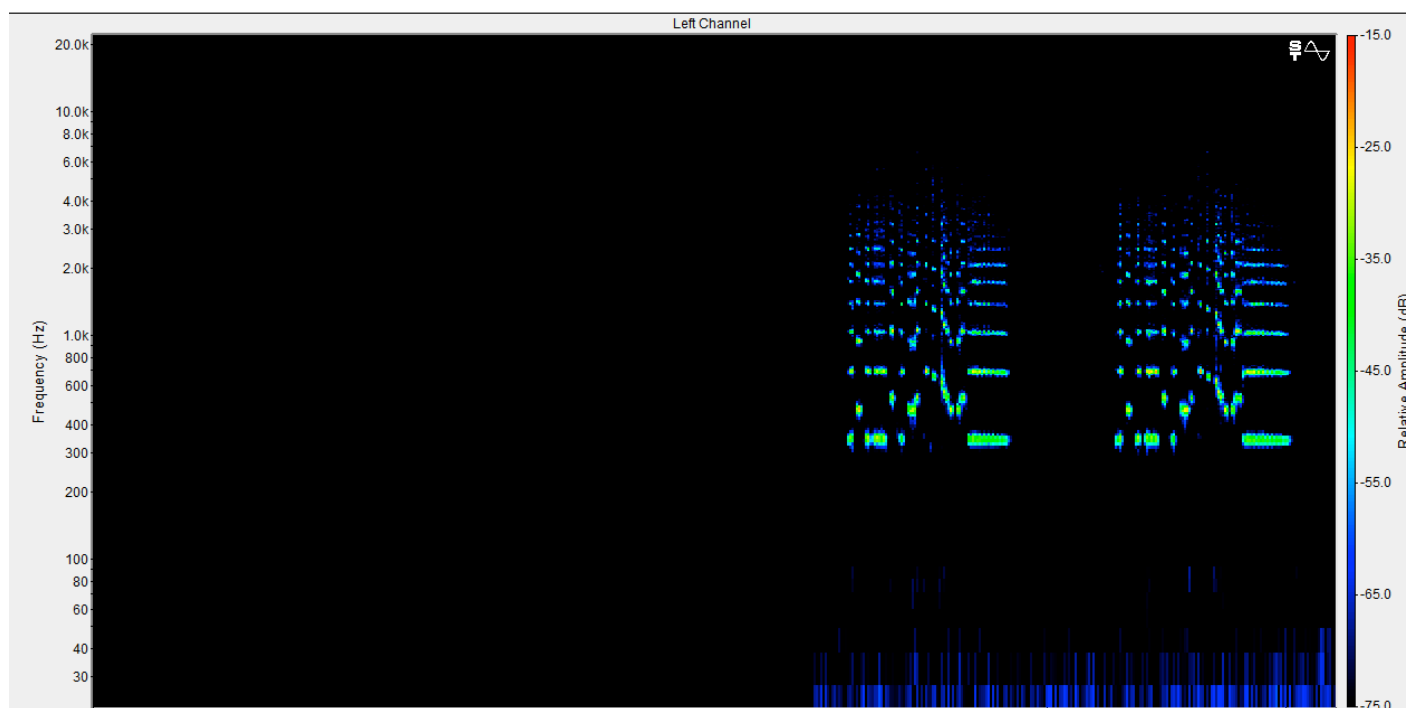
**Espectrograma 51** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 21**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.



Na análise espectral do TRECHO 5, tocado pelo **Flautista 21**, no exemplo do *stopper* aparecem apenas dois pequenos parciais, acima de 10kHz. Na realização do trecho no bocal com a *rolha*, há apenas um pequeno parcial nessa região, com intensidade bem fraca. No exemplo referente ao uso do *stopper*, a ocorrência de parciais parece ser mais constante do que no caso da *rolha*.

## REFERÊNCIA UNÂNIME POR *ROLHA*

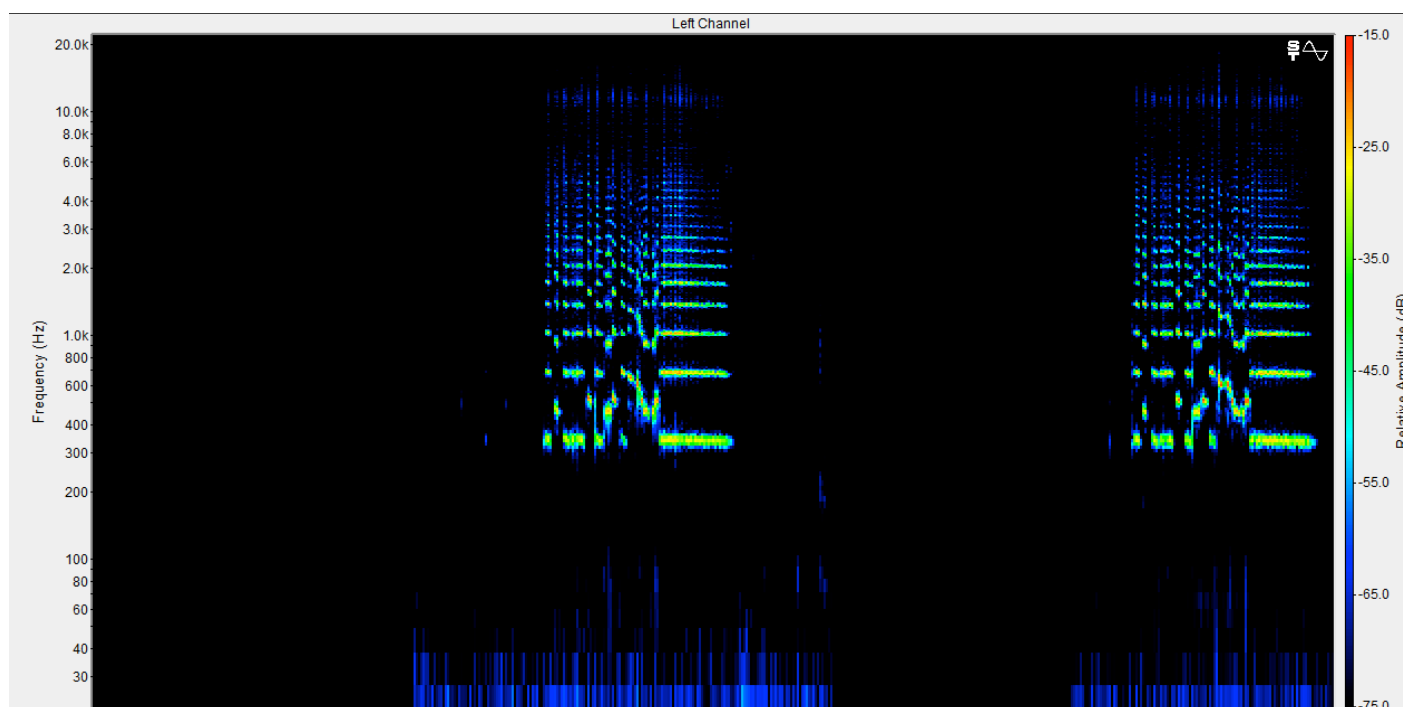
### Flautista 16



**Espectrograma 52** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 16**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Os espectrogramas referentes ao TRECHO 5, realizados pelo **Flautista 16**, são muito parecidos, tanto em ocorrência, quanto em intensidade de harmônicos. Não há nenhuma diferença relevante entre os dois exemplos. Apesar disso, o flautista prefere o Bocal 2 (*rolha*), em todos os quesitos avaliados no questionário.

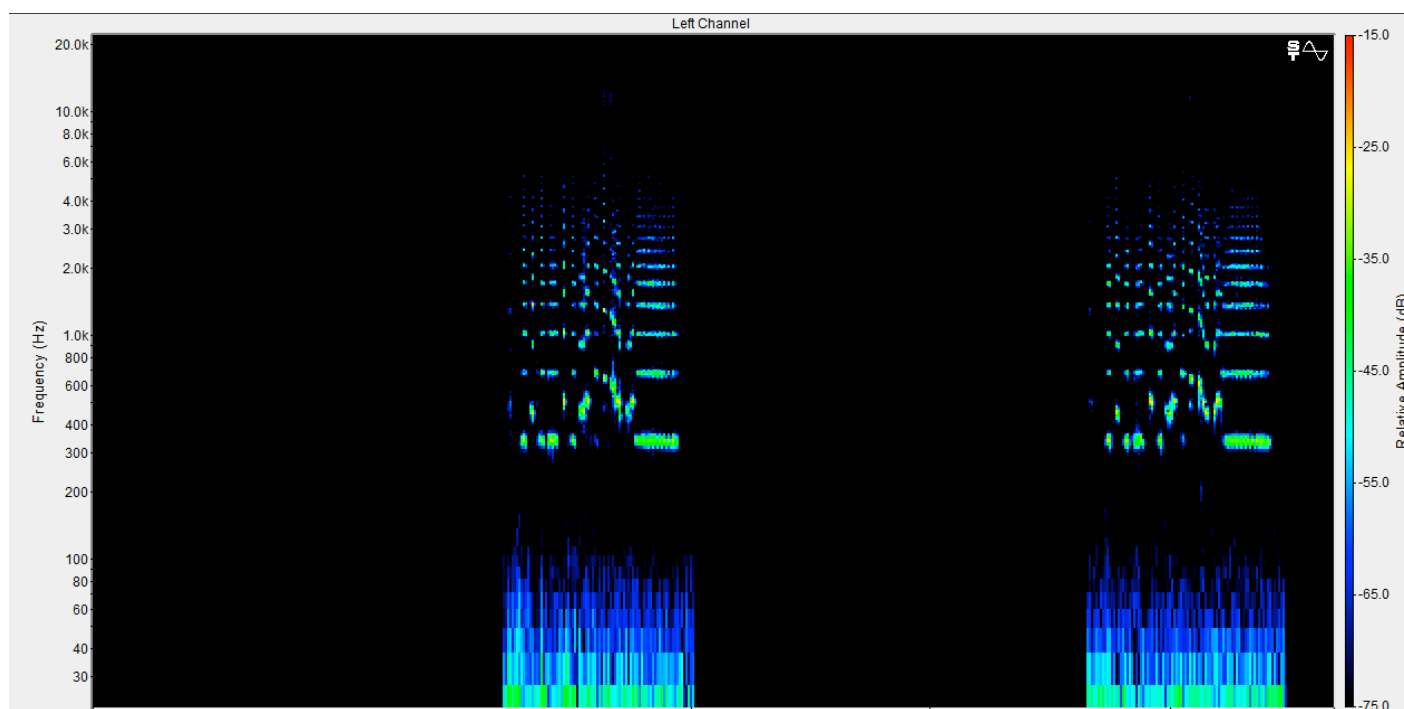
## Flautista 18



**Espectrograma 53** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 18**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper e*, à direita, com a *rolha*.

No caso do **Flautista 18**, é possível observar diferenças sutis, em relação à ocorrência de harmônicos entre 4kHz e 10kHz. No exemplo do *stopper e*, a atividade espectral nessa região é um pouco maior, se comparada à *rolha*. Além disso, algumas notas fundamentais têm intensidade mais forte no exemplo da *rolha*.

## Flautista 20

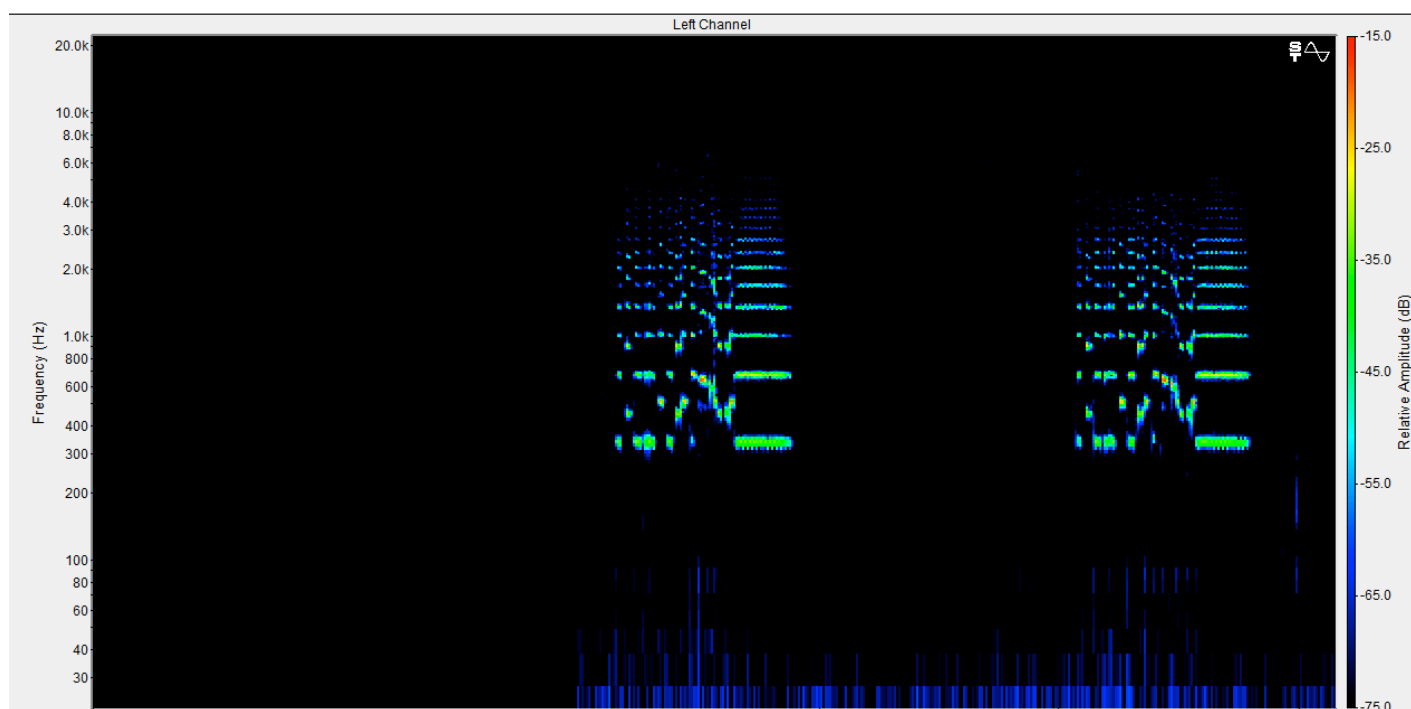


**Espectrograma 54** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 20**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper e*, à direita, com a *rolha*.

Nos espectrogramas referentes à execução dos trechos pelo **Flautista 20**, mais uma vez o nível de ruído, abaixo de 200Hz, é bem alto, mas não se relaciona à realização do trecho pelo flautista.

Entre 2 e 4kHz, o trecho com a *rolha* apresenta alguns “buracos” de harmônicos, que o *stopper* não apresenta. Além disso, no ponto mais agudo da melodia, a região acima de 10kHz tem harmônicos um pouco mais fortes no exemplo do *stopper*. Na última nota, o *stopper* também apresenta mais harmônicos do que a *rolha*.

## Flautista 23



**Espectrograma 55** - TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 23**. À esquerda, o espectrograma referente ao som do bocal com o *stopper* e, à direita, com a *rolha*.

Na primeira nota do TRECHO 5, realizado pelo **Flautista 23**, o exemplo da *rolha* contém mais harmônicos do que o do *stopper*. Em seguida, no entanto, o número de parciais dos dois exemplos fica semelhante, variando apenas na região acima de 4kHz, que parece mais ativa no exemplo do *stopper*, mas é pouco intensa. Na última nota, o número e intensidade dos harmônicos também é semelhante nos dois exemplos, mas é mais estável no espectrograma referente ao uso do *stopper*.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O teste realizado nessa pesquisa pretendeu avaliar se os flautistas percebem diferença entre a sonoridade da *rolha* e do *stopper* de Tudrey, a partir da análise dos questionários respondidos por 23 flautistas. Isso feito, os espectrogramas foram utilizados para analisar a configuração espectral do som das flautas, tanto com a *rolha*, quanto com o *stopper*.

A análise dos questionários demonstrou que, considerando todas as respostas obtidas, a preferência pelo *stopper* é maior do que pela *rolha*. No entanto, a diferença de apenas 4% entre eles é pequena, não podendo ser considerada um indicativo de preferência pelo *stopper*. A informação mais relevante obtida na análise dos questionários é que, na maioria das perguntas realizadas, grande parte dos flautistas percebeu diferença entre *rolha* e *stopper*, uma vez que a porcentagem de *não percepção de diferenças* foi de apenas 16%, contra 84% (*rolha* + *stopper*) que indicam a percepção de diferenças.

Observando as preferências de acordo com o trecho musical, é interessante observar que apenas em dois trechos (4 e 5), a preferência por *rolha* e *stopper* foi comum a todas as perguntas realizadas. No TRECHO 4, em todos os quesitos avaliados, a preferência foi por *rolha*. No TRECHO 5, em todos os quesitos avaliados, a preferência foi por *stopper*.

Os trechos 4 e 5 tem características musicais opostas. O TRECHO 4 é realizado em dinâmica *pp*, na região médio-aguda da flauta e com articulação *legato*. O TRECHO 5 é realizado em dinâmica *ff*, na região grave da flauta, com articulação *stacatto*, utilizando golpe triplo de língua. Os dois trechos exigem do instrumentista habilidades contrastantes, sendo interessante observar que nesses contrastes, as preferências por *rolha* e *stopper* foram bem definidas (no TRECHO 4, a opção pela *rolha* foi 15% maior do que pelo *stopper*; no TRECHO 5, a preferência por *stopper* foi 23% maior do que pela *rolha*).

A preferência maior pelo uso do *stopper*, em trecho grave e *stacatto*, confirma a afirmação de alguns fabricantes, que acreditam que o uso do *stopper* melhora a resposta e facilita a realização de ataques. Essa afirmação é comum entre os fabricantes de *stopper* e relacionada por eles à concavidade da parede final desse mecanismo de vedação do tubo, cujo *design* também é utilizado por Tudrey. Não foi possível, no

entanto, verificar se essa concavidade da parede influencia efetivamente na realização de ataques no instrumento.

Quando a preferência geral é por *rolha* (TRECHO 3), *stopper* ganha no quesito **Facilidade de Execução do Golpe Duplo** – quesito relacionado com o TRECHO 4, em que a preferência por *stopper* foi maior. Nos trechos 1 e 2, apesar da preferência geral ser por *stopper*, *rolha* ganha nos quesitos **Homogeneidade** (TRECHO1) e **Variação de Dinâmica** (TRECHO 2).

Quanto à ordem em que os flautistas fizeram o experimento, observou-se uma tendência de preferência pelo segundo bocal avaliado, independente de *rolha* ou *stopper*. No grupo em que o *stopper* correspondia ao Bocal 1, a preferência por *rolha* foi maior; e no grupo em que a *rolha* correspondia ao Bocal 1, a preferência por *stopper* foi maior. Acredita-se, portanto, que possa haver algum tipo de aprendizado durante a realização do teste, fator que não foi, no entanto, analisado em maior profundidade devido às dificuldades de iniciarem-se novos questionamentos, sem o devido preparo e tempo necessários – mas fica o registro dessa percepção e da constatação de uma falha na metodologia, relativa ao fato de não ter sido criado um grupo em que os flautistas experimentassem a *rolha* ou o *stopper* em ambos os bocais, com o objetivo de verificação quanto a ocorrência de uma preferência pela segunda opção.

Em relação à análise espectral, observou-se que as características dos espectrogramas variam mais de flautista para flautista, do que de *rolha* para *stopper*. Não foi possível, analisando os dados obtidos por meio dos espectrogramas, traçar um padrão de comportamento para a sonoridade da *rolha* e do *stopper*. A ocorrência de harmônicos, sua intensidade e nível de ruído, variam de forma aleatória. Percebeu-se, entretanto, que a opinião dos flautistas nem sempre coincide com os aspectos observados nos espectrogramas. Em alguns casos, o flautista percebe diferenças contrastantes entre *rolha* e *stopper*, mas o espectrograma apresenta pouca ou nenhuma diferença; em outros casos, o flautista não percebe diferença entre os dois, mas os espectrogramas de *rolha* e de *stopper* apresentam características diferentes.

## 6. CONCLUSÃO

Por meio da revisão bibliográfica realizada durante a pesquisa, constatou-se que não há produção bibliográfica sobre o *stopper* de nylon fabricado por Tudrey. Percebeu-se, no entanto, a importância do sistema de vedação do tubo da flauta, estudada com mais propriedade a partir de Quantz (1752).

As mudanças no *design* da flauta desenvolvidas por Boehm (1871) representaram grande melhora na potência sonora e afinação do instrumento, e a definição do posicionamento da *rolha*, a 17mm do centro do orifício da embocadura, foi atribuída por ele como fator determinante no equilíbrio de afinação entre as oitavas da flauta. Da mesma forma, as publicações apresentadas no capítulo “A Função do Sistema de Vedação do Tubo na Acústica da Flauta” também demonstram a importância do posicionamento correto da *rolha*. Além disso, fica evidente, pelas afirmações dos autores consultados, que o *design* do bocal da flauta tem importância determinante na sonoridade do instrumento.

Em relação ao posicionamento da *rolha*, as informações obtidas são relevantes, por reforçarem a importância do mecanismo de vedação do tubo da flauta no bom funcionamento e afinação do instrumento. Nenhum dos autores citados, no entanto, aborda outros tipos de vedação, analisando seus materiais ou *design*. As únicas referências encontradas a respeito de outros modelos de vedação do tubo são feitas pelos próprios fabricantes desses modelos, mas, apesar de associarem diversas mudanças positivas na sonoridade da flauta ao uso de seus *stoppers*, não apresentam nenhuma informação objetiva, que corrobore a ocorrência dessas mudanças.

Quanto ao material de confecção do sistema de vedação do tubo, a maioria dos fabricantes afirma que a cortiça não é um material resistente, por sofrer um desgaste natural pelo tempo de uso, e pode passar por alterações, de acordo com as mudanças de temperatura, tanto do ambiente quanto do tubo da flauta. Assim, a idéia de que a maior resistência dos *stoppers* poderia justificar as melhorias observadas pelos fabricantes, em relação à sonoridade do instrumento. A análise dos dados obtidos nos testes demonstra que a maioria dos flautistas (84%) percebe diferença entre *rolha* e *stopper*. No entanto, a diferença de preferência entre *rolha* e *stopper* é pequena (4%), fator que não comprova a superioridade do *stopper* como mecanismo de vedação do tubo da flauta. Por meio dos dados obtidos com as respostas dos questionários, não foi possível

observar em quais aspectos o uso da *rolha* ou do *stopper* facilita e/ou melhora a performance na flauta transversal.

Observou-se que a percepção relevante de diferenças entre *rolha* e *stopper* se relaciona, de certa forma, às características dos trechos musicais: *stacatto*, *legato*, grave, agudo. Há uma preferência maior pelo *stopper* para execuções de ataque, especialmente no registro grave da flauta; e pela *rolha*, em execuções no registro médio-agudo do instrumento, em melodias em *legato*

Percebeu-se, também, que a ordem de teste dos bocais influencia na opinião dos flautistas, indicando uma tendência de preferência pelo segundo bocal testado. Essa tendência poderá ser avaliada em estudos futuros, com o objetivo de verificar se a ordem em que os flautistas experimentam os bocais é efetivamente determinante nos resultados finais.

Em relação aos espectrogramas, percebeu-se que as variações na configuração espectral do som se relacionam mais à preferência e estilo individual de execução dos flautistas do que ao uso da *rolha* ou do *stopper*, não sendo possível estabelecer características espectrais recorrentes para nenhum dos dois. Foi demonstrado que características como o nível de ruído e o número e intensidade de harmônicos variam de forma aleatória nos trechos musicais verificados. Visando aumentar o nível de detalhes nas análises, futuramente poderiam ser realizados novos estudos, em pequenos trechos ou notas específicas. Com o objetivo de ampliar o nível de detalhes dos espectrogramas, poderia-se substituir a análise de frequências na escala logarítmica pela análise em escala linear e modificar, também, a amostragem de FFT. Esse tipo de configuração permitiria a visualização de mais detalhes, principalmente nas regiões superiores do espectro sonoro.

Uma forma de avaliar de maneira objetiva as diferenças entre *rolha* e *stopper*, na sonoridade da flauta, seria eliminando o efeito subjetivo de quem toca. Para isso, poderiam ser feitos testes com soprador artificial: em um mesmo bocal, seria feita a troca entre *rolha* e *stopper*, mantendo a mesma fixação do soprador no bocal. Dessa forma, análises espectrais poderiam ser realizadas, eliminando-se a influência pessoal de cada flautista na sonoridade do instrumento.

Apesar de não ter sido possível determinar características espectrais específicas e recorrentes para *rolha* e *stopper*, a percepção de diferenças entre os dois, de acordo com os flautistas, é grande. Esse fator pode estar relacionado à percepção auditiva do que acontece no espaço acima do orifício da embocadura: como dito por Tudrey, a



fixação do *stopper* se dá por anéis de borracha que encostam no tubo apenas em dois pontos, deixando um espaço de ressonância maior do que o observado na *rolha*. A influência desse espaço de ressonância na sonoridade da flauta ainda não foi, no entanto, comprovada, sequer estudada.

Outra possibilidade de investigação diz respeito ao exame da percepção das diferenças entre *rolha* e *stopper*, também na audição de trechos musicais. Exemplos musicais poderiam ser executados em um mesmo bocal, realizando a troca entre *rolha* e *stopper*, para registro em áudio. Esses arquivos de áudio seriam avaliados por músicos experientes, com o objetivo de apontar diferenças auditivas entre os exemplos. Dessa forma, seria possível averiguar se a diferença que os flautistas apontam também é percebida por ouvintes.

É importante ressaltar que essa pesquisa buscou avaliar apenas a primeira impressão dos flautistas em relação à *rolha* e ao *stopper* de Tudrey. Estudos futuros poderiam avaliar o uso continuado da *rolha* ou do *stopper*, verificando se acontece algum tipo de adaptação do flautista às características iniciais por ele observadas, além de analisar de maneira mais efetiva as potencialidades de ambos.

## REFERÊNCIAS

BENADE, Arthur H.. *Fundamentals of Musical Acoustics*. 2. ed. New York: Dover Publications, Inc, 1990. 596 p.

BENADE, A. H; FRENCH, J. W. Analysis of the Flute Head Joint. *The Journal of the Acoustical Society of America*, New York, v. 34, n. 4, p. 679-691, Abr. 1965.

BIZET, Georges. *Entr'acte from Carmen – Prelude to Act III*, extraído do livro *Orchestral Excerpts for Flute with Piano Accompaniment*. Estados Unidos, Theodore Presser Company, 1995.

BOEHM, Theobald. *The flute and the flute playing: in acoustical, technical, and artistic aspects*. 2. ed. New York. Dover Publications, Inc, 1964. 197p.

COGAN, Robert. *Music seen, Music Heard: a picture book of musical design*. 1. ed. Cambridge: Publication Contact International, 1998. 127p.

COLTMAN, J. W. Acoustics of the flute. *The Instrumentalist*, Northfield, v. 14, n. 6, p. 108-116, Jan. 1972.

Dyna Flute System. Apresenta o sistema de vedação do tubo Dyna Flute. Disponível em: <<http://dynaflutesystem.com/indexa.htm>>. Acesso em 16 abr. 2010.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo dicionário Aurélio – séc XXI*. São Paulo: Nova Fronteira e Lexikon Informática, 2000 – Versão Eletrônica.

FLETCHER, N. H; STRONG, W. J; SILK, R. K. Acoustical characterization of flute head joints. *The Journal of the Acoustical Society of America*, New York, v. 71, n. 5, p. 1255-1260, Mai. 1982.

FRANÇA, Júnia Lessa. *Manual para Normalização de Publicações Técnico-Científicas*. 6. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2003.

HOTTETERRE, Jacques-Martin. *Principles of the Flute, Recorder and Oboe*: translated, with Introduction and Notes, by Paul Marshall Douglas. 2. ed. New York: Dover Publications, Inc., 1983. 73p.

HOWARD, M. B. Flute. In: *The New GROVE Dictionary of Music and Musicians*. London. Macmillan Publishers Limited, 2001. v.6. p.664-681.

Larry Krantz. Apresenta informações sobre o flautista Larry Krantz, além de links relacionados à flauta transversal. Um dos links d site é o artigo de David Symington a respeito dos stoppers fabricados por Robert Bigio. Disponível em: <<http://www.larrykrantz.com/stopper.htm>>. Acesso em 29 mai. 2009.

Lethoid Music. Apresenta diversos produtos para venda, relacionados à flauta. Um deles, o stopper “Flute Plug”, feito por Bob Ogren. Disponível em: <<http://www.leitholdmusic.com/msearch.htm>> Acesso em: 01 jun. 2010.

Melanie Server Jordan. Desenvolvido por Dynamon Web Portals, 2003. Apresenta informações a respeito da flautista Melanie Server e artigos por ela escritos. Disponível em: <<http://www.melanieserver.com/live/>>. Acesso em 15 abr. 2010.

MOYSE, Marcel. *Enseignement Complet de La Flûte: De La Sonorité: Art et Technique*. Paris: Alphonse Leduc, 1934.

Nagahara Flutes. Apresenta produtos e informações a respeito da fábrica de flautas Nagahara. Disponível em: <<http://www.nagaharaflutes.com/headjoints/crown.html>>. Acesso 16 abr. 2010.

PELLERITE, J. J. Headjoint Stopper. *Journal of Acoustical Society of America*. New York, v. 72, n. 4, p. 1348-1349, Abr, 1982.

PELLERITE, J. J. *Headjoint Stopper*. 06/132,371, 21 Mar. 1980. Disponível em: <<http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&d=PALL&p=1&u=%2Fnethtml%2FPTO%2Fsrchnum.htm&r=1&f=G&l=50&s1=4,240,320.PN.&OS=PN/4,240,320&RS=PN/4,240,320>>. Acesso em: 15 set. 2009.

PROKOFJEV, Sergej. *Sonate für Flöte und Klavier*, Op. 94. Hamburg: Edition Sikorski.

QUANTZ, Johann Joachim. *On playing the Flute*: translated with notes and introduction by Edward R. Reilly. 2. ed. Boston. Northeastern University Press, 2000. 412p.

Robert Bigio. Apresenta informações a respeito dos produtos fabricados por Robert Bigio. Disponível em: <<http://www.bigio.com/stoppersandcrowns.html>>. Acesso em: 15 out. 2008.

TOFF, Nancy. *The Development of the modern Flute*. 2. ed. Illinois. First University of Illinois Press Edition, 1986. 268p.

## ANEXO I

### Questionário de avaliação (TESTE-PILOTO)

Nome: \_\_\_\_\_

Para um bom aproveitamento de sua participação na pesquisa, é necessário que todos os trechos sejam executados com muita atenção nas facilidades/dificuldades de execução e no som e resposta dos instrumentos. Para cada trecho executado, você deverá responder a algumas perguntas. Procure sempre responder da melhor forma possível, atendo-se fielmente às suas impressões. As questões são de múltipla escolha, mas sempre há espaço para comentários adicionais. Sinta-se livre para utilizar esse espaço sempre que julgar necessário. Seu nome não será citado ou utilizado em nenhum momento ao longo da pesquisa e está sendo solicitado apenas para controle interno.

Os dois bocais tem uma numeração diferente – repare no número de cada bocal para responder o questionário a seguir.

Após realizar todos os trechos propostos, responda às seguintes perguntas:

1) Você notou alguma diferença entre os dois bocais?

- sim     não

Em caso positivo, responda às questões abaixo. Em caso negativo, devolva o questionário.

2) De maneira geral, em algum bocal você teve mais facilidade em executar os trechos?

- bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

3) Agora **toque** apenas o **TRECHO 1** e responda às questões abaixo:

a) Qual dos dois bocais pareceu ter um som mais homogêneo nos diferentes registros?

- bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

b) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho solicitado?

- bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

c) Em relação à qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?

- bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Agora **toque** apenas o **TRECHO 2** e responda às questões abaixo:

a) Qual dos dois bocais pareceu ter um som mais homogêneo nas diferentes dinâmicas?

- bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

- b) Com qual dos dois bocais você percebe uma variação de dinâmica mais rica?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho solicitado?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- d) Em relação a qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

5) Agora **toque** apenas o **TRECHO 3** e responda às questões abaixo:

- a) Qual dos dois bocais apresenta melhor resposta na execução?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Qual dos dois bocais parece ter um ataque mais claro?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Em relação à execução do golpe duplo, em qual bocal ela parece ser mais fácil?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- d) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho solicitado?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- e) Em relação a qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

6) Agora **toque** apenas o **TRECHO 4** e responda às questões abaixo:

- a) Você acha mais fácil realizar os *legatos* em qual dos dois bocais?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Qual dos dois bocais foi mais satisfatório no quesito qualidade do *legato*?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho, na dinâmica solicitada?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

- d) Em relação a qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

7) Agora **toque** apenas o **TRECHO 5** e responda às questões abaixo:

- a) Qual dos dois bocais apresenta melhor resposta na execução?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Qual dos dois bocais tem um ataque mais claro na região grave?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Qual dos dois bocais tem uma melhor resposta na região grave?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- d) Você acha mais fácil realizar o golpe duplo em qual dos dois bocais?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- e) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho, na dinâmica solicitada?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- f) Em relação a qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

8) Você teria alguma sugestão de pergunta ou trecho musical para acrescentar à pesquisa?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS BOCAIS (TESTE FINAL)

Nome: \_\_\_\_\_

Olá!

Muito obrigada por participar da minha pesquisa de mestrado. Para realização dos testes, você irá tocar cada um dos trechos musicais solicitados duas vezes (cada uma em um bocal diferente). Cada trecho possui perguntas específicas e, para respondê-las, solicitamos atenção especial na sonoridade e resposta dos bocais, e nas facilidades e dificuldades de execução em cada um deles.

As questões são de múltipla escolha, mas sempre há espaço para comentários adicionais. Utilize esse espaço sempre que julgar necessário.

Seu nome não será citado ou utilizado em nenhum momento ao longo da pesquisa.

**Os dois bocais têm uma numeração diferente – repare no número de cada bocal para responder ao questionário a seguir.**

1) **Toque o TRECHO 1** nos dois bocais e responda às questões abaixo:

- a) Qual dos dois bocais pareceu ter um som mais homogêneo nos diferentes registros?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho solicitado?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Em relação à qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2) Agora **toque o TRECHO 2** nos dois bocais e responda às questões abaixo:

- a) Qual dos dois bocais pareceu ter um som mais homogêneo nas diferentes dinâmicas?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Com qual dos dois bocais você percebe uma variação de dinâmica mais rica?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho solicitado?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- d) Em relação à qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3) **Toque** o **TRECHO 3** nos dois bocais e responda às questões abaixo:

- a) Qual dos dois bocais apresenta melhor resposta na execução?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Qual dos dois bocais parece ter um ataque mais claro?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Em relação à execução do golpe duplo, em qual bocal ela parece ser mais fácil?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- d) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho solicitado?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- e) Em relação à qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4) Agora **toque** o **TRECHO 4** nos dois bocais e responda às questões abaixo:

- a) Você acha mais fácil realizar os *legatos* em qual dos dois bocais?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- b) Qual dos dois bocais foi mais satisfatório no quesito qualidade do *legato*?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- c) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho, na dinâmica solicitada?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença
- d) Em relação à qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?  
 bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



5) Agora **toque** o **TRECHO 5** nos dois bocais e responda às questões abaixo:

a) Qual dos dois bocais apresenta melhor resposta na execução?

bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

b) Qual dos dois bocais tem um ataque mais claro na região grave?

bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

c) Qual dos dois bocais tem uma melhor resposta na região grave?

bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

d) Você acha mais fácil realizar o golpe triplo em qual dos dois bocais?

bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

e) Utilizando algum dos bocais você diria que é mais fácil executar o trecho, na dinâmica solicitada?

bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

f) Em relação à qualidade do som, qual dos dois bocais se destaca neste aspecto?

bocal 1     bocal 2     não percebi nenhuma diferença

Comentários: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Muito obrigada!!!