

## A influência do trato vocal na qualidade sonora da flauta

*Fabiana Moura Coelho*  
fabianamcoelho@gmail.com

### **Sumário:**

A utilização de imagens mentais acerca da influência do trato vocal na qualidade sonora da flauta é um instrumento muito comum entre os flautistas. A complexidade e o número de variáveis envolvidas dificultam a demonstração científica da existência dessa influência. Estabelecemos um paralelo entre análises da fala que ressaltam que a configuração do trato vocal determina a inteligibilidade das vogais e o mecanismo utilizado pelos flautistas. Foi realizado um experimento com um modelo de embocadura em fibra de vidro no qual se procurou eliminar as variantes dos movimentos de mandíbula e lábios. Os resultados obtidos demonstram indícios da existência de influência da posição do trato vocal na qualidade sonora da flauta. Entretanto, muito trabalho ainda é necessário para se entender esse processo de um ponto de vista científico.

**Palavras-Chave:** flauta, qualidade sonora, ressonância, trato vocal.

### **1. Introdução**

A utilização de imagens mentais acerca da ressonância do trato vocal<sup>1</sup> como ferramenta nas mudanças de caráter e cor sugeridas nas partituras é um instrumento muito comum entre os flautistas. Devido à complexidade e ao grande número de variáveis envolvidas, a ciência ainda não conseguiu demonstrar completamente a existência de influência na qualidade sonora da flauta decorrente desse mecanismo.

A presente pesquisa buscou formular uma explicação científica para algo que a arte e a sensibilidade já tornaram ferramenta cotidiana dos profissionais da flauta transversal, visando à compreensão e consolidação desse conhecimento.

### **2. Experimento**

Considerando-se a dificuldade em se separar os movimentos de lábio e mandíbula das modificações que o flautista realiza em seu trato vocal, e que tais movimentos têm forte efeito sobre a qualidade sonora da flauta, foi proposta a construção de um soprador acoplado a um trato vocal artificial, que eliminaria esse tipo de influência, ajudando também na determinação da forma do jato de ar, que pode modificar o som produzido na flauta transversal. Desse modo, se torna possível isolar e mensurar exclusivamente as alterações do trato vocal, uma vez que são mantidas constantes a posição dos lábios e da mandíbula, bem como o fluxo de ar. Foi elaborado um modelo de embocadura em fibra de vidro com ângulo e abertura medianos utilizados na flauta transversal. O modelo em fibra de vidro foi feito a partir de moldes em atadura gessada colocados diretamente sobre os lábios. Estes moldes, que permitem grande precisão em relação ao modelo original, foram então recobertos com fibra de vidro. Depois de seca, a fibra de vidro se desprende do molde original e forma um modelo bastante semelhante ao natural, como evidenciado pela figura 1.

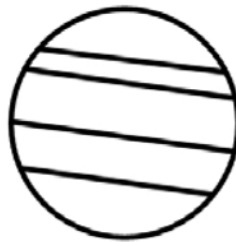
---

<sup>1</sup> O trato vocal compreende toda a estrutura delimitada posteriormente pelas pregas vocais e anteriormente pelos lábios e narinas. É um tubo contínuo com, em média, 3 cm de diâmetro e 17 cm de comprimento, formado pela cavidade nasal, região de rinofaringe (nasofaringe ou cavum), cavidade oral, região de orofaringe e laringe. (Pinho, 1998: 50)



*Figura 1: modelo de embocadura em fibra de vidro – visão lateral.*

Este modelo de embocadura foi então colado ao bocal da flauta de maneira que pudesse produzir sons na região média do instrumento, de acordo com o modelo elaborado por Quantz (2001):



*Figura 2: posição dos lábios para diferentes registros na flauta transversal (Quantz, 2001:152)*

A segunda linha inferior indica o meio e o quanto da embocadura deve ser coberto com os lábios para o Ré''[sic]. A linha inferior mostra quão distante ambos os lábios devem recuar para produzir o Ré' [sic]. A terceira linha indica o quanto os lábios devem avançar para o Ré'''[sic]. E a quarta linha (...) mostra quão mais adiante os lábios devem avançar para o Sol'''[sic]. (Quantz, 2001: 152)

Notou-se a necessidade da utilização de um bocal de fibra de carbono<sup>2</sup>, menos suscetível a sofrer danos em decorrência do processo de montagem do experimento. Posteriormente ao modelo de embocadura de fibra de vidro, foi acoplado um trato vocal artificial feito em PVC. Para simular a constrição do trato vocal, que naturalmente é praticada com a língua, foi construído um anel em metal. Este anel movimenta-se dentro do modelo de trato vocal estimulado por um ímã colocado na parte externa do tubo. Estes detalhes podem ser melhor visualizados por meio da figura 3.

---

<sup>2</sup> Embora não seja um material comumente empregado na confecção de bocais de flauta transversal, a fibra de carbono vem sendo utilizada com bons resultados por Leonardo Fuks, que produziu o bocal utilizado neste trabalho.

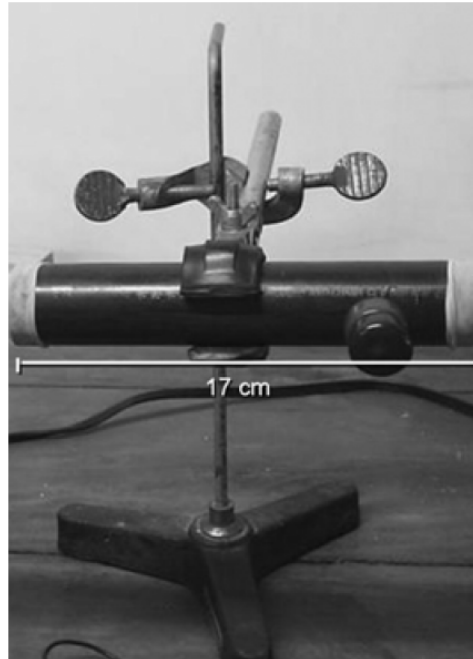


Figura 3: visão lateral do modelo de trato vocal

Este modelo de trato vocal é amplamente utilizado em pesquisas sobre a fala. Kent e Read (2001) afirmam sua validade:

Para introduzir a teoria acústica de produção da fala, utilizaremos um aparato que não se parece muito com um trato vocal humano. (...) Para tornar esse exemplo relevante ao estudo da produção da fala humana, precisamos notar duas coisas: (1) um trato vocal médio de um homem tem 17,5 cm da glote aos lábios e (2) o trato vocal tem, aproximadamente, a mesma frequência de ressonância de um tubo reto do mesmo comprimento e diâmetro. Isto é, o simples aparato em forma de cano mostrado na FIGURA 2-2<sup>3</sup> é um modelo satisfatório para uma vogal em particular da fala humana. (...) Para que este modelo possa representar outras vogais, a área de constrição deve ser variada no sentido do comprimento do tubo, de modo a aproximar a configuração do trato vocal da vogal desejada. (...) Todas as vogais em Inglês podem ser moldadas, ainda que rudimentarmente, pela modificação apropriada da configuração do tubo reto.

O trato vocal artificial está ligado a um sistema de ar comprimido. O fluxo, ajustado manualmente, foi monitorado com um fluxômetro para ar comprimido, 0/15l/min, bilha longa, mantendo o fluxo de ar constante durante as medições, eliminando também esta variável. O experimento foi realizado no Laboratório de Física Experimental do Departamento de Física, Instituto de Ciências Exatas (ICEX), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

### 3. Resultados

Os resultados obtidos neste experimento foram gravados com um microfone AKG D60S posicionado a cerca de 20 cm do bocal e apontado para a região entre o porta lábios e as chaves, de acordo com o sugerido por Garcia (2000).

Foram gravadas amostras em três situações distintas: a primeira, utilizando apenas o bocal da flauta, gerou uma fundamental em 1000 Hz<sup>4</sup>; a segunda, utilizando toda a flauta, com as chaves posicionadas

<sup>3</sup> A figura referida pelo autor apresenta um tubo reto, semelhante ao apresentado na figura 3.

<sup>4</sup> O valor dessa frequência se justifica pelo fato de que foi utilizado no experimento um bocal de fibra de carbono um pouco mais curto que os bocais tradicionais de flauta, que geralmente apresentam frequência em torno de 880 Hz.

para a emissão da nota Si, gerou uma fundamental em 480 Hz e, finalmente, a terceira, também utilizando toda a flauta, com as chaves posicionadas para a emissão da nota Lá, gerou uma fundamental em 430 Hz.

A dimensão do presente artigo torna imperiosa a exposição dos resultados de apenas uma das situações estudadas. Apresentam-se os resultados obtidos utilizando toda a flauta, com as chaves posicionadas para a emissão da nota lá. Com esta posição das chaves, obteve-se uma fundamental em 480 Hz. Foram gravadas quatro amostras. O fluxo no qual se obteve resposta sonora adequada<sup>5</sup> do instrumento foi 13l/min.

A primeira amostra foi gravada fazendo-se uma varredura do modelo de trato vocal com o elemento constritor. Assim, o imã foi movimentado entre  $(1,0 \pm 0,5)$  cm e  $(15,0 \pm 0,5)$  cm a partir da porção anterior, ou seja, mais próxima ao bocal da flauta<sup>6</sup>.

A partir do espectrograma obtido nesta gravação, podem-se verificar as marcantes alterações ocorridas. Notam-se três seções distintas, como apontado na figura<sup>7</sup> 4.

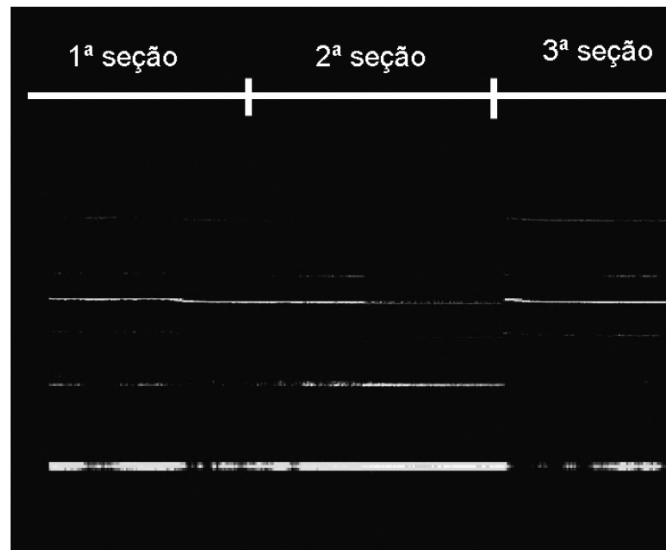


Figura 4: varredura completa do tubo do trato vocal com as chaves da flauta posicionadas para a emissão da nota Lá

A primeira seção exibe o primeiro parcial (430 Hz), embora com intensidade flutuante; o segundo parcial (860 Hz); o segundo harmônico (1290 Hz), que aparece apenas em alguns pontos; o quarto parcial (1720 Hz), nitidamente, oscilando em frequência algumas vezes; o quinto parcial (2150 Hz), pontualmente, assim como o oitavo parcial (3440 Hz).

A segunda seção expõe o primeiro parcial (430 Hz) mais definido e acentuado, o segundo parcial (860 Hz) também mais acentuado e o quarto parcial (1720 Hz) algo atenuado.

A terceira seção tem o primeiro parcial (430 Hz) bastante atenuado. O segundo parcial (860 Hz) desaparece completamente. São exibidos ainda o terceiro parcial (1290 Hz), o quarto parcial (1720 Hz), o quinto parcial (2150 Hz) e o oitavo parcial (3440 Hz), este bastante ressaltado.

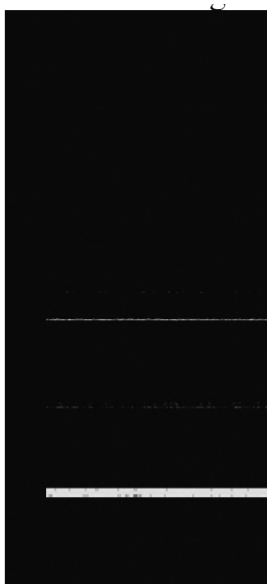
Detectada a existência de três seções distintas bastante definidas, decidiu-se gravar separadamente um ponto dentro de cada uma destas seções, com as chaves da flauta posicionadas para a emissão da nota Lá.

O primeiro ponto foi estabelecido em  $(1,0 \pm 0,5)$  cm a partir do início da porção do modelo de trato vocal mais próxima ao bocal. O resultado obtido é indicado na figura 5.

<sup>5</sup> Foi considerada adequada a resposta sonora do instrumento mais próxima à frequência equivalente à nota representada pela posição das chaves.

<sup>6</sup>  $\pm 0,5$  cm indica a margem de erro da medição da posição do elemento constritor (anel metálico).

<sup>7</sup> Os espectrogramas são originalmente apresentados em cores, porém a formatação do presente trabalho para publicação torna obrigatória sua apresentação em tons de cinza, o que ocasiona algum prejuízo na visualização dos resultados.



*Figura 5: ponto dentro da primeira seção com as chaves da flauta posicionadas para a emissão da nota Lá*

Nota-se que há semelhança com a primeira seção da varredura: o primeiro parcial (430 Hz) aparece nítido; o segundo parcial (860 Hz), bastante atenuado; o quarto parcial (1720 Hz) aparece nitidamente e o quinto parcial (2150 Hz), muito atenuado.

O segundo ponto foi estabelecido em  $(6,0 \pm 0,5)$  cm a partir do início da porção do modelo de trato vocal mais próxima ao bocal. A figura 6 indica os resultados obtidos.



*Figura 6: ponto dentro da segunda seção com as chaves da flauta posicionadas para a emissão da nota Lá*

Os resultados condizem com o apresentado na segunda seção da varredura: o primeiro parcial (430 Hz) mais definido e acentuado, o segundo (860 Hz) e o quarto (1720 Hz) parciais um pouco acentuados e o terceiro (1290 Hz) e quinto (2150 Hz) parciais atenuados. O terceiro ponto foi estabelecido em  $(12,0 \pm 0,5)$  cm a partir do início da porção do modelo de trato vocal mais próxima ao bocal. A figura 7 indica os resultados obtidos.



Figura 7: ponto dentro da terceira seção com as chaves da flauta posicionadas para a emissão da nota Lá

Novamente, fica evidenciada a semelhança com os resultados obtidos na varredura do tubo do modelo de trato vocal: primeiro parcial (430 Hz) bastante atenuado e o desaparecimento completo do segundo parcial (860 Hz). São exibidos ainda o terceiro parcial (1290 Hz), o quarto parcial (1720 Hz), o quinto parcial (2150 Hz) e o oitavo parcial (3440 Hz).

#### 4. Análise dos resultados / Conclusão

Uma análise geral dos resultados do experimento denota que as alterações ocorridas a partir da mudança de posição do elemento constritor no modelo de trato vocal foram muito vastas, havendo elementos para se afirmar que existe influência da posição do trato vocal na qualidade sonora da flauta.

Essa influência pode ser percebida tanto auditivamente como através de mudanças na configuração espectral do som. Houve alterações sensíveis na fundamental e nos harmônicos correspondentes, de acordo com a posição do elemento constritor no tubo do modelo de trato vocal nas três situações pesquisadas.

Nota-se que, na prática, a interferência do trato vocal na qualidade sonora de um flautista é menor que a demonstrada no experimento. Isto ocorre devido ao grande número de variáveis a que o flautista submete sua execução, como por exemplo, a posição dos lábios e mandíbula, e variações de pressão e fluxo.

A função do modelo, isolando variáveis, é justamente ressaltar as alterações decorrentes da posição do trato vocal.

Observou-se que houve forte semelhança entre as três situações em que as amostras foram gravadas. Percebeu-se que em todas as situações existem três seções distintas. Tal fato poderia nos remeter à classificação geral das vogais em três grupos, como apontado na figura 9.

A primeira seção de cada uma das situações representa o elemento constritor anteriorizado, ou seja, próximo à região dos lábios, o que nos remete às vogais [i] e [ε], de acordo com Kent e Read (2001).

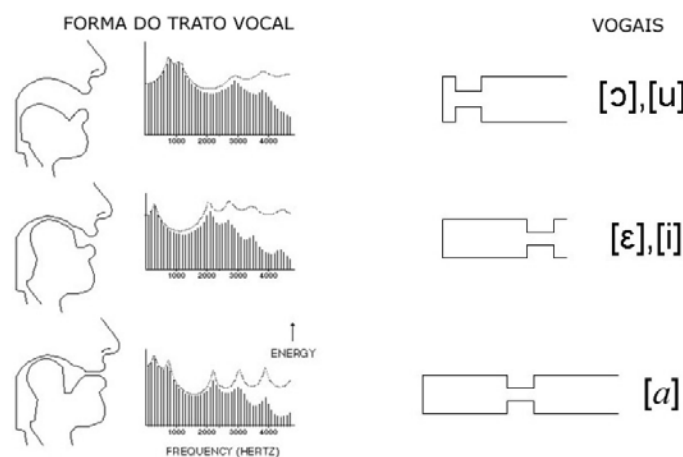


Figura 8: forma do trato vocal e vogais correspondentes (Kent, 2001:17)

A segunda seção, por sua vez, representa o elemento constritor em posição média, o que nos remete à vogal [a]. A terceira seção representa o elemento constritor em posição posteriorizada, ou seja, afastado dos lábios, o que nos remete às vogais [u] e [ɔ].

Embora seja possível perceber semelhanças e diferenças entre as amostras apresentadas, não foi este o objetivo final do presente trabalho, que se focou apenas na verificação da existência ou não da influência do trato vocal na qualidade sonora da flauta. A mensuração dessa influência, bem como suas possibilidades de aplicação prática e didática, serão objeto de trabalhos futuros.

Como análise geral, pode-se afirmar que, na maior parte das amostras, a posição que melhor favoreceu a qualidade da fundamental foi a equivalente a vogal [a], ou seja, posição média. Tal constatação pode favorecer a didática da flauta, especialmente para iniciantes, que não têm domínio sobre a técnica de realizar alterações no trato vocal. O uso da posição equivalente a vogal [a] poderia ajudar o iniciante a alcançar com maior facilidade uma boa resposta sonora do instrumento.

## 5. Referências Bibliográficas

- Garcia, Maurício Freire (2000). Gravando a flauta: aspectos técnicos e musicais. *PerMusi – revista de performance musical*. Belo Horizonte: Centro Gráfico da UFMG, vol 1.
- Kent, Ray; Charles Read (2001). *The Acoustic Analysis of Speech*. Madison: Singular. 2ª ed.
- Pinho, Sílvia Maria Rebelo (1998). *Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Quantz, Johann Joachim (2001). *On Playing the flute: the Classic of Baroque Music Instruction*. Boston: Northeastern University Press. Tradução de Edward R. Reilly, 2ª ed.