

ESPECTROSCOPIA SONORA DE VIOLINO COM CAVALETE ALTERADO

IVAN TOUCEDO CRUZ¹, EDUARDO ROGÉRIO GONÇALVES², IVAIR FERNANDES DE AMORIM³

¹ Graduando em Licenciatura em Física, IFSP, Câmpus Votuporanga, ivan.toucedo@aluno.ifsp.edu.br.

² Mestre em Física, Docente no IFSP, Câmpus Votuporanga, ergoncalves@ifsp.edu.br

³ Doutor em Pedagogia, Docente no IFSP, Câmpus Votuporanga, ivairpedagogo@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 1.05.02.03-3 Acústica

Apresentado no

10º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP ou no 4º Congresso de Pós-Graduação do IFSP

27 e 28 de novembro de 2019- Sorocaba-SP, Brasil

RESUMO: O objetivo desta pesquisa é utilizar a física básica para identificar as consequências de alterações em cavalete de violino, prática realizada por violinistas amadores, que, ansiosos por aperfeiçoamento no desempenho do instrumento, a executa sem nenhum conhecimento científico. Existem diferentes tipos de alterações efetuadas em cavaletes, sendo a mais comum delas a realização de furos sequencias em torno de sua estrutura, para a qual se volta a presente pesquisa. A fim de identificar as consequências dessa prática para as alterações em cavaletes do violino, realizou-se um experimento baseado em sua análise espectroscópica. Foram utilizados dois *softwares* livres para o seu desenvolvimento: o Audacity 2.3.0 e o SciDAVis, os quais proporcionaram gráficos de frequência por intensidade sonora e permitiram comparações nas análises dos dados. A partir da realização do experimento, observou-se que a intensidade sonora do instrumento é aumentada; porém, além da ampliação, existe a presença de uma faixa de frequência saturada, identificada como ruído, caracterizada como consequência para essa prática. Portanto, quando se altera cavalete de violino, ocorrem perdas na qualidade sonora do instrumento, o que reforça a necessidade de ajustes em instrumentos musicais serem realizadas apenas com o respaldo profissional de um *luthier*.

PALAVRAS-CHAVE: intensidade sonora; ruído; timbre; violinistas amadores.

ALTERED BRIDGE VIOLIN SONOROUS SPECTROSCOPY

ABSTRACT: The aim of this research is to use basic physics to identify the consequences of violin bridge changes, practices performed by amateur violinists, who, eager to improve instrument performance, perform without scientific knowledge. There are different types of alterations made in bridges, the most common being the making of sequences of holes around its structure, to qualify the present research again. In order to identify the consequences of this practice for changes in violin bridge, an experiment will be performed based on its spectroscopic analysis. Two free software was used for its development: Audacity 2.3.0 and SciDAVis, which provide intensity frequency graphs by sound and allow comparisons in data statistics. From the completion of the experiment, will reduce if the intensity of the instrument is increased; however, in addition to amplification, there is a presence of a saturated frequency range, identified as noise, characterized as a consequence of this practice. Therefore, when changing the violin bridge, there is a drop in the sound quality of the instrument, or the need to adjust adjustments to musical instruments used only with the professional backing of a *luthier*.

KEYWORDS: sound intensity; noise; timbre; amateur violinists.

INTRODUÇÃO

O presente texto parte de um projeto de pesquisa realizado no curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de São Paulo - câmpus Votuporanga (IFSP-VTP).

A pesquisa possui o intuito de identificar consequências de uma prática comum, realizada por violinistas amadores, que, ansiosos por aperfeiçoar o desempenho do instrumento, realizam alterações em cavaletes sem nenhum conhecimento científico.

Realizar alterações em instrumentos musicais sem o acompanhamento de um profissional pode gerar perdas irreparáveis para qualidade sonora do instrumento.

A principal função do cavalete do violino é transferir as vibrações das cordas do instrumento para a caixa acústica. O cavalete possui, em sua estrutura, três partes essenciais, denominadas como pés, ouvidos e coração, atuando diretamente no timbre do instrumento.

O coração do cavalete reforça as frequências do 3º e 6º harmônicos da corda *lá*; o ouvido reforça o 3º harmônico da corda *mi* e também o 2º e 6º harmônicos da corda *lá* (MATSUTANI, 2002, p. 959-960).

Percebe-se que a estrutura do cavalete é de suma importância para a qualidade sonora do instrumento. Com base nesse aspecto, a pesquisa fundamenta-se em análises espectroscópicas do som do violino, realizando comparações entre o violino com cavalete alterado e sem alteração, com o intuito de mapear as consequências dessa prática.

As análises espectroscópicas permitem a observação dos harmônicos, que serão comparados para a identificação das principais mudanças ocorridas na acústica do violino.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da pesquisa foram usados um violino Roma 4/4 e dois cavaletes Pagagnini, um alterado e outro sem alteração. Ainda que existam diferentes tipos de alterações realizadas em cavaletes, a mais comum é a realização de furos sequencias em sua estrutura. A Figura 1 indica a imagem dos cavaletes utilizados na pesquisa.



FIGURA 1. Cavalete sem alteração e cavalete alterado.
FONTE. Autoria própria.

O cavalete foi alterado por meio de uma lixa e uma lima, reduzindo sua massa efetiva. Para a análise do espectro sonoro do violino foram utilizados dois *softwares* livres: o Audacity 2.3.0 e o SciDAVis.

O primeiro *software* foi utilizado para demonstrar o espectro sonoro do instrumento, gerando um gráfico de intensidade sonora em decibéis (dB) por frequência em Hertz (Hz). Em sua plataforma, existe a função de exportar os dados dos gráficos, sendo utilizada para a criação de novos gráficos pelo segundo *software*, facilitando a análise dos dados.

A pesquisa desenvolveu-se por meio da análise espectral sonora da corda sol_2 do violino. Realizou-se a análise do espectro sonoro para o cavalete sem alteração e para o cavalete alterado.

Por meio dos gráficos, foi possível realizar comparações entre os harmônicos, destacando se houve mudanças e, principalmente, visualizando quais os efeitos gerados pelo cavalete alterado no timbre do instrumento, por meio das comparações.

Para a compreensão dos resultados obtidos é necessário entender outra importante função do cavalete:

Bem abaixo da frequência de ressonância, o cavalete se comporta como um corpo rígido, permitindo que as cordas atuem diretamente no corpo. Na frequência de ressonância, o cavalete reforça fortemente a transmissão da vibração das cordas ao corpo. À medida que as frequências sobem acima da ressonância, a vibração das cordas é cada vez mais refletida pelo cavalete e voltam para as cordas. Desta forma, o cavalete atua como um filtro de baixa transposição, um tipo de botão de controle de agudos que o fabricante pode aumentar ou diminuir aumentando ou diminuindo a frequência de ressonância. Para um cavalete de violino entalhado normalmente, a ressonância do cavalete tipicamente situa-se entre 2800 e 3300 Hz (medido com os pés apertados em torno de uma massa). Isso acontece naturalmente quando os fabricantes seguem a prática peculiar da oficina, mas ela pode ser controlada conscientemente em um processo conhecido como ajuste de cavalete. Por exemplo, estreitar a lateral e / ou deixar a parte superior mais pesada reduzirá a frequência de ressonância. (CURTIN; ROSSING, 2010, p. 233, tradução nossa)

Percebe-se que qualquer alteração em cavalete gerará alterações no timbre do instrumento. Sabe-se que o cavalete atua como um filtro de baixa transposição, que pode ser controlado com devidos ajustes. Logo, ao realizar alterações sem conhecimento, seria como se girasse o botão de controle no aleatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização dos *softwares*, obteve-se os seguintes resultados para a corda sol₂, para o cavalete sem alteração e para o cavalete alterado:

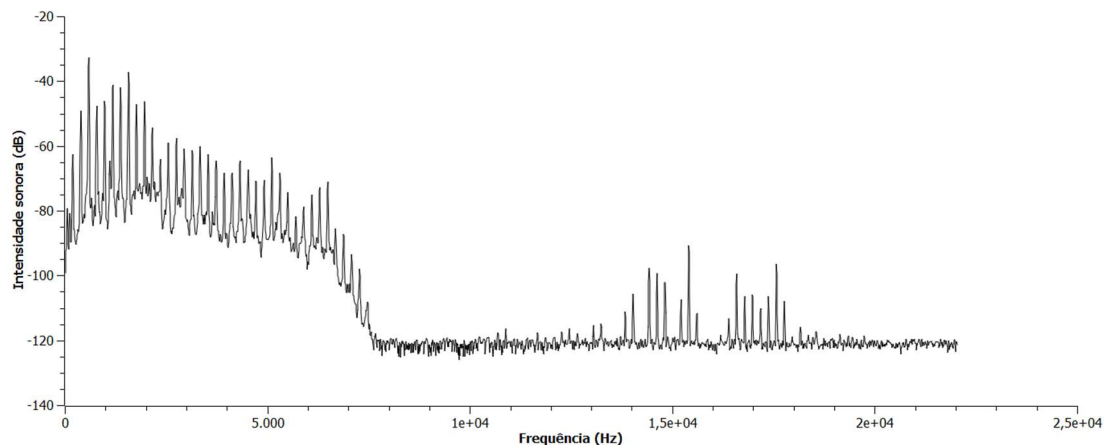


GRÁFICO 1. Espectro sonoro da corda sol₂ (cavalete sem alteração). FONTE. Autoria própria.

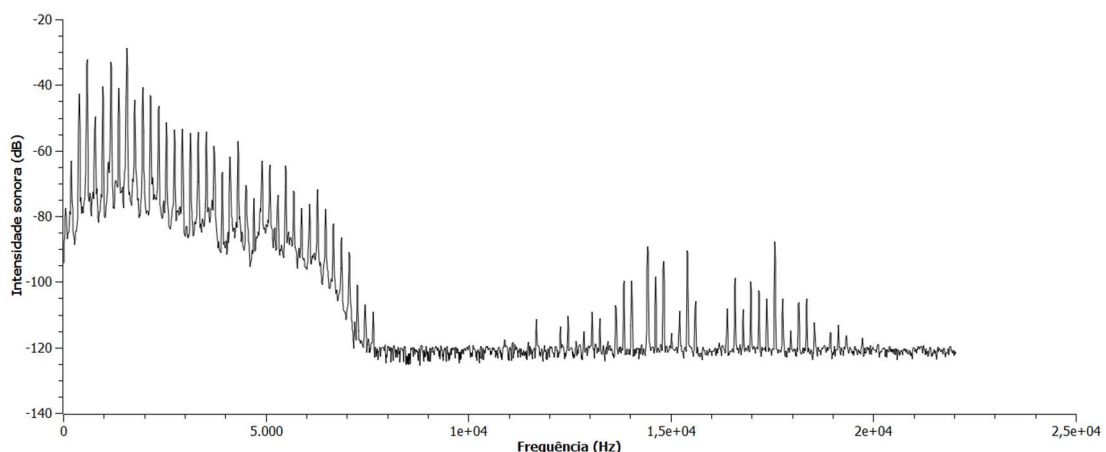


GRÁFICO 2. Espectro sonoro da corda sol₂ (cavalete alterado). FONTE. Autoria própria.

Para a corda sol₂, observa-se que ocorreram mudanças no espectro sonoro do violino e, na situação abordada, houve o surgimento de novas frequências para o cavalete alterado.

É notável também a quantidade de harmônicos presentes na corda sol₂, justificada devido ao fato de a corda soar em baixa frequência. Para essa corda também é possível constatar que houve o reforço e enfraquecimento de alguns harmônicos.

Quando se utiliza cavalete alterado, observa-se, na corda sol₂, a presença de mais harmônicos reforçados do que enfraquecidos, o que, de certa forma, justifica o aumento da intensidade sonora do instrumento.

Foi possível analisar com os experimentos que alterações em cavaletes, de fato, geram mudanças na característica sonora do instrumento.

Na maioria dos casos, os harmônicos foram reforçados e percebe-se que a intensidade do instrumento é alterada, como já é convencionado. Em alguns casos, os harmônicos se enfraqueceram; logo, sua intensidade sonora também é afetada, motivo pelo qual se constata que a alteração no cavalete pode alterar a intensidade do som do instrumento.

Outro aspecto importante analisado neste experimento foi que, para o espectro sonoro da corda sol₂, houve o surgimento de novos harmônicos. Sabe-se que cavaletes produzidos seguindo a norma padrão de entalhe possuem uma ressonância entre 2800 e 3300 Hz. Pode-se afirmar também que alterações em cavaletes proporcionam mudanças na ressonância dessa peça, a qual pode ser aumentada ou diminuída.

O cavalete é uma peça de madeira que possui uma frequência natural de vibração; ocorre, pois, a ressonância quando as cordas são vibradas e atingem a mesma frequência de vibração do cavalete.

Ao modificar a estrutura do cavalete, como no exemplo do cavalete alterado realizado no experimento, acontece a mudança da sua frequência de ressonância. Portanto, se aumentar a massa do cavalete, será observada a diminuição da frequência de vibração natural desse objeto e, consequentemente, haverá a diminuição da sua frequência de ressonância. Por outro lado, se houver a diminuição da massa do cavalete, haverá o aumento da frequência de vibração do objeto, ou seja, a sua frequência de ressonância será aumentada.

O cavalete foi modificado causando influência diretamente na sua massa: foi alterada a sua estrutura, havendo a diminuição da massa do cavalete, sendo furado em 6 pontos diferentes. Também é possível visualizar a perda de massa na efetuação do lixamento de sua superfície.

Como houve a diminuição da sua massa efetiva, presume-se que houve o aumento da frequência de ressonância, pois o seu modo de vibração natural foi modificado (nesse caso, aumentado).

Na análise do Gráfico 2 pode-se observar que, para a corda sol₂, houve o aumento de harmônicos presentes no espectro sonoro do cavalete alterado.

Como já analisado, o cavalete atua como um filtro de baixa transposição e, na frequência de ressonância, o cavalete reforça a transmissão das vibrações das cordas. Quando a frequência das cordas sobe acima da frequência de ressonância, as vibrações são cada vez mais refletidas pelo cavalete.

Quando o cavalete é alterado, como no experimento, de tal forma que sua frequência de ressonância seja aumentada, para altas frequências, deve haver a incidência de novos harmônicos, como de fato ocorreu no gráfico analisado.

Outro aspecto a ser ponderado é que, com o aumento de harmônicos produzido pelo cavalete alterado, haverá também o aumento da intensidade sonora, pois pode-se observar que a frequência de uma nota se dá devido ao ajuntamento dos seus múltiplos harmônicos.

Esse fato pode ser explicado ao se analisar um conjunto de ondas, por exemplo, inúmeras ondas, todas com diferentes frequências e intensidades. Ao se superporem, gerarão uma nova onda sonora, no caso do violino, ao executar a nota desejada, haverá a sobreposição dos múltiplos harmônicos, gerando a frequência da nota executada. Por esse motivo, quanto mais harmônicos houver no espectro sonoro, mais harmônico será o instrumento.

Com o experimento, é possível visualizar que o cavalete alterado aumenta a intensidade sonora do instrumento, como já se tinha como hipótese de pesquisa. Porém, além de intensificar o som do instrumento, o cavalete alterado modifica a qualidade sonora do violino, destacando-se como consequência para essa prática.

Ouvindo as notas executadas no violino com cavalete alterado, percebe-se que existe um empobrecimento sonoro, já que o som instrumental parece menos harmônico.

Essa observação pode ser confirmada na leitura do Gráfico 2.

Neles é possível analisar a presença de novos harmônicos para o cavalete alterado; porém, o espectro sonoro do cavalete alterado apresentou harmônicos não múltiplos da frequência fundamental, já que, como vem se afirmando neste trabalho, quanto mais harmônicos, mais rico o som do instrumento será; entretanto, os harmônicos têm de ser múltiplos da fundamental.

Como os harmônicos não são múltiplos da fundamental, acabam empobrecendo o som do instrumento, uma das principais consequências dessa prática.

O som formado de acordo com a análise espectral não é totalmente inarmônico, já que esse som dissonante pode ser definido da seguinte forma:

Quando as frequências dos parciais de um determinado som não são valores múltiplos de números fracionários do parcial mais grave (por exemplo 100 Hz, 220 Hz, 315 Hz, 450 Hz etc. ou 110 Hz, 200 Hz, 310 Hz, 430 Hz etc.), forma-se um *espectro inarmônico*. As séries inarmônicas estão associadas à nossa percepção de altura indefinida – vibrações aperiódicas. Esses espectros definem o que também chamamos de *som complexo*. Nesse tipo de som, ouvimos várias frequências que não se fundem em uma nota fundamental. Dentre os exemplos de sons complexos ou de espectro inarmônico temos os sons de sinos.

Já o som formado por muitos parciais saturando uma determinada faixa de frequência de seu espectro (por exemplo: 100 Hz, 210 Hz, 220 Hz, 235 Hz, 250 Hz, 300 Hz etc.) é conhecido como um *ruído*. (ZUBEN, 2004, p. 16)

Com as análises do Gráfico 2, percebe-se a presença de uma faixa saturada de harmônicos, denominada como ruído. Logo, essa prática leva à presença de ruídos no som do instrumento.

CONCLUSÕES

Pode se concluir que, se por um lado cavaletes alterados aumentam a intensidade sonora do violino, por outro prejudicam a qualidade sonora do instrumento, com a evidencia de ruídos, que podem até mesmo serem prejudiciais à saúde.

Destarte, é necessário que haja cuidados com as peças desse instrumento, motivo pelo qual se indica um *luthier* para auxílio especializado nas manutenções e ajustes nas peças.

REFERÊNCIAS

CURTIN, J.; ROSSING, T. D. Violin. In: ROSSING, T. D. (Org.). *The science of string instruments*. Stanford: Springer, 2010. p. 209-244.

MATSUTANI, A. *Study on bridge of violin by photoelastic observation and frequency analysis*. Tokyo, 2002. p.3.

ZUBEN, P. *Música e tecnologia: o som e seus novos instrumentos*. São Paulo: Irmãos Vitale, 2004. E-book. Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=sYThLKpiC2EC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 17 ago. 2019.