

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Curso de Física

Física do Violão

Autor: André Luiz de Macedo Couto

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito

BRASÍLIA

2006

ANDRÉ LUIZ DE MACEDO COUTO

FÍSICA DO VIOLÃO
Análise Qualitativa do Som de Violões

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
disciplina de TCCII, Do curso de Física da
Universidade Católica de Brasília.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Eduardo de Brito

BRASÍLIA,
MAIO DE 2006

FÍSICA DO VIOLÃO

RESUMO

A vontade de se entender a diferente sonoridade entre diversos violões, assim como os diferentes sons produzidos por cada um, foi o que inspirou a realização do presente trabalho. Sendo assim, tornou-se possível sua concretização devido a análises feitas através de software e equipamentos devidamente apropriados, os quais permitem a “visualização do som”, tal qual a sua composição, através da chamada transformada de Fourier. As análises foram feitas baseadas nas interpretações dos gráficos, desenvolvidos pelo próprio software, a partir dos “dados” fornecidos pelas ondas sonoras emitidas pelo instrumento ao ser tocado e coletados pelo equipamento. Foram feitos experimentos, coletando e analisando dados, em quatro tipos de violões sendo que, em um deles, a análise foi mais aprofundada, com o objetivo de se entender as características de algumas partes em particular e do violão como um todo. O motivo de se analisar violões diferentes está em perceber, espectralmente, as particularidades e semelhanças de cada um. Antes das análises, foi realizada uma entrevista com um luthier, para possibilitar ampliação do conhecimento sobre as características de violões relacionadas ao formato e aos materiais constituintes.

PALAVRAS-CHAVE: violão, assinatura, espectro, análise de Fourier, luthier.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Quanto à origem

Não se sabe ao certo qual a origem do violão. Sabe-se que o nome é, possivelmente, derivado da palavra viola, um instrumento de origem portuguesa (o qual originou a “viola caipira”) com formato semelhante ao do violão, porém de tamanho menor e com diferente número de cordas. Em outras culturas, o instrumento o qual chamamos de violão é conhecido como guitarra, nome que damos à versão elétrica do instrumento. A palavra guitarra provém do termo grego “khetara” ou “khitara”, mesmo termo que dá nome a outro instrumento de cordas, a cítara. Portanto, acredita-se que o violão, ou guitarra, seja derivado de algum instrumento de origem grega, embora existam ainda, segundo musicólogos, outras possibilidades para sua origem, como a Árabe e a Egípcia, não comentadas aqui.

1.2 Quanto ao instrumento

Os violões são instrumentos de corda comuns em várias culturas e estilos musicais. Pode-se notar, sem grandes dificuldades, uma enorme variedade de violões existentes em diversos países e nas inúmeras lojas de instrumentos musicais. Tal variedade vai desde o tipo de cordas ou material do instrumento a forma deste após ser confeccionado. Quando quaisquer dois violões diferentes são tocados simultaneamente, é possível de se perceber variações sonoras entres os instrumentos até mesmo quando a música, ou trecho musical, a ser tocado é o mesmo. A facilidade de se perceber essas diferenças no som se torna maior quando o ouvinte é também um músico, pois estes geralmente possuem, por diversos fatores, sensibilidade maior em notar os diferentes sons.

Normalmente quando se observa um violão, se considera principalmente a beleza, ou não, do formato de seu corpo e do som emitido. Para um físico, porém, a beleza se encontra, ainda, além destes aspectos. Sabe-se que, na natureza, diversos materiais se comportam, ou reagem a estímulos, diferentemente entre si. No caso do violão, seus diferentes materiais possibilitam a formação, ou surgimento, de diferentes sons. O estudo (científico) destes sons, a beleza vista pelo físico, é o foco deste trabalho.

1.2.1 Estrutura do vilão

O violão é formado por diversas partes como se pode observar na figura que se segue.

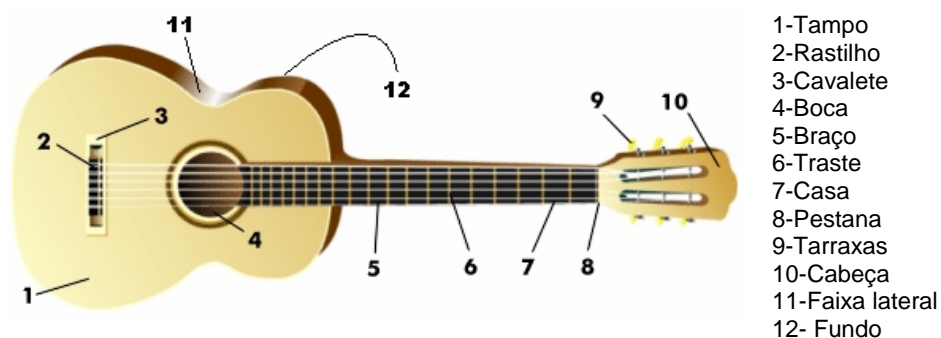


Figura 1-1: Partes componentes do violão

Todas essas partes, mostradas anteriormente, são feitas dos mais variados materiais para atender as necessidades referentes a cada componente conforme suas funções a serem desempenhadas no instrumento.

Como já foi mencionado, materiais diferentes respondem de formas diferentes a estímulos semelhantes. Portanto, além da forma física, o que irá caracterizar o som produzido por um violão é a escolha do tipo de material de cada componente. O violão é construído essencialmente de madeira. Porém, cada madeira traz consigo algumas características específicas. Algumas absorvem bem o som, outras o refletem com relativa facilidade, tendo como resultado uma maior ou menor “sustentação” da nota musical tocada, ou uma característica mais grave ou aguda, ou ainda, um som aveludado ou estridente. Algumas madeiras, em oposição a outras, tem menor resistência a fortes tensões (como as exercidas pelas cordas) podendo deformar o formato original do violão encurvando seu braço, deixando-o na forma de um arco. Desse modo, além de uma maior dificuldade, por parte do violonista, de se tocar o instrumento, o empenamento poderá acarretar num instrumento desafinado. Isso porque a corda será tencionada (esticada) além do limite para a nota referente àquela casa, ao ser pressionada contra o traste, alterando a configuração da afinação entre as casas. Existem ainda, dentre outras características, madeiras que possuem maior sensibilidade a mudanças de temperatura, resultando também na deformação do instrumento.

Contudo, se torna necessária a escolha correta do material de cada parte componente do violão conforme o estilo que se deseja tocar com o instrumento. A má escolha do material pode, provavelmente, resultar num instrumento inapropriado para o estilo musical escolhido, quando não defeituoso.

Tem-se a seguir os materiais mais utilizados para cada parte componente de um violão dispostos numa tabela.

Tabela 1: Materiais mais utilizados em cada parte de um violão

Parte do instrumento	Materiais mais utilizados
Cabeça ou Paleta	mogno
Braço	mogno
Escala	ébano
Pestana	osso, plástico ou madrepérola
Trastes	alpaca, liga de níquel
Faixas	jacarandá da Índia ou do Brasil
Fundo	jacarandá da Índia ou do Brasil
Tampo	pinho sueco
Rastilho	osso, plástico

Embora existam outras possibilidades de escolha de materiais para a confecção de um instrumento de boa qualidade, os citados na tabela anterior é um exemplo de relação de materiais que melhor satisfazem os itens qualidade sonora, qualidade estrutural e estética.

1.2.2 Notas no braço do violão

As cordas de um violão são contadas a partir da mais fina (mais aguda), ou seja, de baixo para cima, e são equivalentes (na afinação mais comum) às notas: mi, si, sol, ré, lá, mi, respectivamente. Nota-se a existência de duas cordas “mi”, porém, a que se refere à primeira corda é mais aguda que a referente à sexta corda. Já as casas, são contadas da esquerda para a direita, no sentido da cabeça ao corpo do violão. Veja a ilustração na figura abaixo.

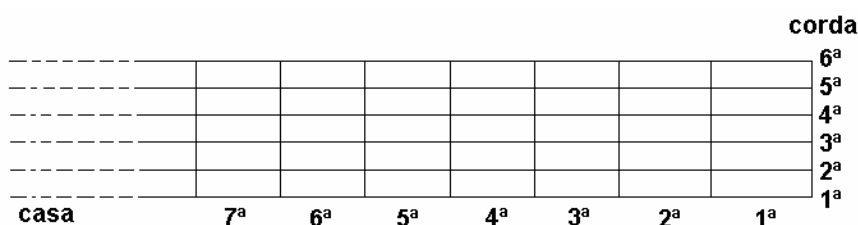


Figura 1-2: Regiões de ressonância do corpo de um violão

Sendo assim, para maior praticidade, quando se desejar referir a uma determinada nota do violão (o que ocorrerá mais adiante), se expressará o número da corda e, em seguida, a casa correspondente. Desse modo, obedecendo a este padrão, pode-se referir a uma nota sem precisar dizer sua freqüência ou oitava em que se encontra. Isso é bastante útil num instrumento como o violão que possui várias notas de mesmo nome, porém de freqüências diferentes, ao longo de seu braço. Assim, as notas de freqüência 82,5 Hz, 165 Hz e 330 Hz que são chamadas de “mi”, embora tenham freqüências diferentes (portanto, soam diferentes), poderão ser expressas no violão como: nota 6-0, nota 5-7 e nota 1-0, respectivamente. Chama-se a atenção pelo uso do número zero em dois dos exemplos anteriores, embora não exista a “casa 0”, este número é empregado para indicar corda solta, ou seja, não pressionada sobre nenhuma das casas do braço.

1.3 O som como onda

Cientificamente, se sabe que o som se comporta como uma onda, ou conjunto de ondas distintas. Sabe-se também que este possui algumas características intrínsecas chamadas de qualidades fisiológicas do som. São elas, a intensidade, a altura e o timbre. Tais características são as responsáveis pela possibilidade de distinção entre os sons.

A intensidade está relacionada à amplitude das oscilações de pressão no ar (ou noutro meio), em outras palavras, refere-se ao volume do som. Já a altura, se refere à frequência com que essas oscilações ocorrem. Quanto maior o número de oscilações por unidade de tempo, ou, de forma mais simples, quanto maior a frequência, mais alto (agudo) é o som. Em contrapartida, o som será mais baixo (grave) quanto menor for sua frequência. Interessante é o fato de que o ser humano apenas consegue perceber (e, por conseqüência, distinguir) sons de frequências entre 20 Hz e 20000 Hz, por maior que sejam suas respectivas intensidades. Sons de frequência abaixo do limite inferior e acima do limite superior são, respectivamente, chamados infra-sons e ultra-sons. Devido a suas características fisiológicas, alguns animais são capazes de escutar infra-sons e outros capazes de escutar ultra-sons. Na verdade, os valores mencionados acima são os resultados de uma “média” feita entre várias pessoas, o que implica que, devido às características fisiológicas particulares de cada ser, nem todos conseguem ouvir todos os sons de frequências entre esses limites, ao passo que alguns, conseguem perceber além dessas “fronteiras”.

Se dois sons possuem mesma intensidade e frequência, ainda assim é possível a distinção, desde que não possuam mesmo timbre. O som de um instrumento melódico ou harmônico, como o violão, por exemplo, é na verdade formado pela junção de vários sons (ondas de frequências diferentes), ou várias “ondas sonoras primitivas”. O modo com que essa junção ocorre, a seleção de sons de frequências bem definidas e suas diferentes intensidades e durabilidades, é o que nos permite diferenciar o som de um violão de cordas de aço e um de cordas de nylon, ou, dois violões de nylon feitos com materiais diferentes, ou ainda, dois ou mais violões de mesmo tipo de corda e material, porém de formato diferenciado. Isso sem falar na diferenciação de dois instrumentos completamente diferentes, como uma guitarra e um piano, ou como uma flauta e a voz de um cantor, que se torna bem mais fácil. Ao conjunto de todas essas características dá-se o nome de timbre, o que foi, em maior veemência, pesquisado e analisado neste trabalho com os diferentes tipos de violão.

Ao refletir sobre o ser humano, pode-se concluir que este é diferenciado por suas diversas características, porém, o que melhor o caracteriza é sua alma, única, particular e inerente a cada pessoa. De maneira análoga, para melhor entendimento, pode-se entender

o timbre de um instrumento como se fosse sua “alma”, ou “assinatura”, como relata Oliveira ao dizer que: “Cada tipo de instrumento musical tem uma espécie de ‘assinatura’: um conjunto de características sonoras associadas que têm uma descrição matemática extremamente precisa, embora possam parecer subjetivas” (OLIVEIRA, 2004). A figura 1-3, logo em seguida, demonstra, de maneira visual, o timbre de um violão.

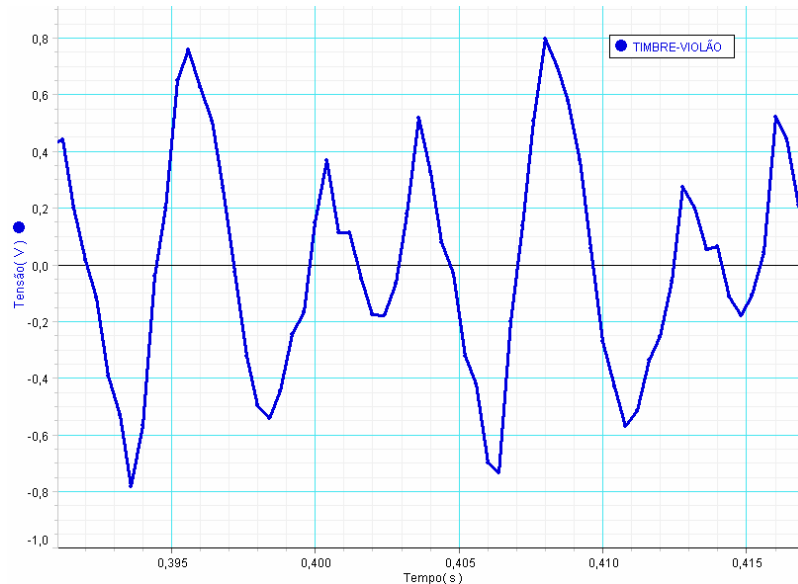


Figura 1-3: Timbre, ou assinatura, de um violão

Através da próxima figura pode-se notar os diferentes sons entre outros instrumentos por meio de comparação entre suas respectivas assinaturas.

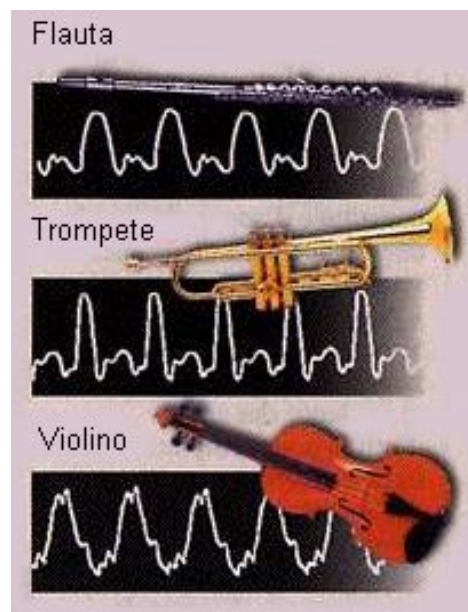


Figura 1-4: “Assinatura” da flauta, trompete e violino. Retirado de: http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_25/musica.html

1.3.1 A onda pela perspectiva de Jean Batiste Fourier

Como já foi dito, o som é uma onda. Por ser uma onda, pode-se analisá-lo através das teorias de Fourier, onde mostram que uma onda qualquer é, na verdade, formada pela somatória de varias outras ondas de formato senoidal (ou co-senoidal), denominadas componentes de Fourier. Os sons de freqüência fundamental e os harmônicos, os sons de freqüências bem definidas comentadas anteriormente, são ondas com o formato de uma senóide que, quando reunidas (o que ocorre naturalmente na emissão sonora de uma corda ao ser excitada), formam o som (resultante), bastante característico, do instrumento. O que chama mais atenção na teoria de Fourier é o fato de que as freqüências dos harmônicos são todas múltiplas inteiras de uma freqüência fundamental (a mais baixa), de acordo com o gráfico situado logo abaixo.

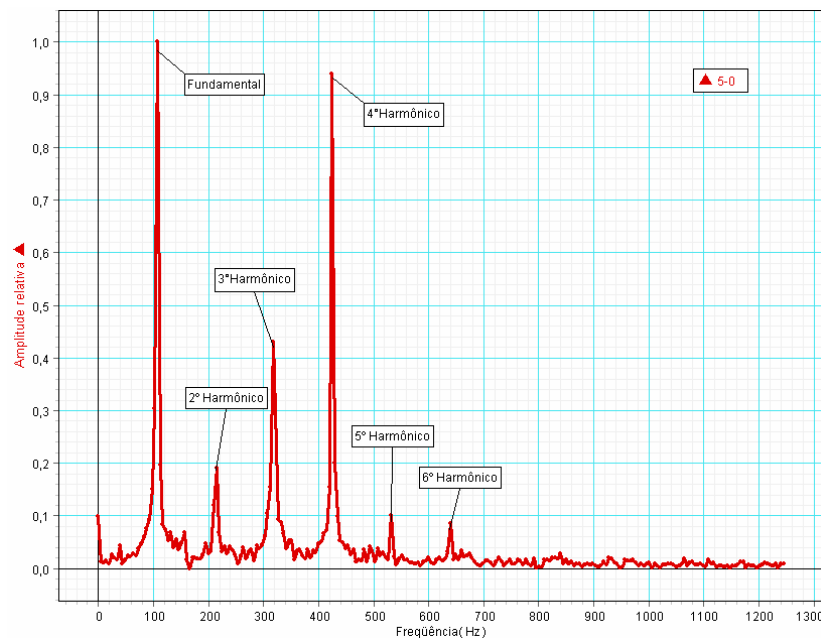


Figura 1-5: Gráfico da amplitude relativa x freqüência referente à nota “lá” (5-0).

O gráfico da figura 1-5 se refere à nota “lá” 5-0 (5ª corda solta) de um dos violões analisados. Cada uma das freqüências bem definidas dispostas no gráfico se referem a cada “onda primária” constituinte da onda resultante. Sua freqüência fundamental, ou primeiro harmônico, é em torno de 109 Hz e os harmônicos subseqüentes são de aproximadamente, 218 Hz, 327 Hz, 436 Hz, 545 Hz e 654 Hz respectivamente. Ou seja, todos de acordo com a teoria de Fourier, onde os harmônicos são múltiplos da freqüência fundamental.

A teoria proposta por Fourier, citada anteriormente, também poderá ser notada nas análises feitas em seção posterior.

1.4 Escalas musicais

Ut queant laxis	Para que possam
RE sonare fibris	ressoar as maravilhas
MI ra gestorum	de teus feitos
FA muli tuorum	Com largos cantos
SOL ve polluti	apaga os erros
LAB ii reatum	Dos lábios manchados
S ancte Ioannes.	Ó São João.

Figura 1-6: Hino a São João Batista escrito originalmente em latim (à esquerda) e traduzido para o português (à direita).

O hino o qual deu início a esta seção, escrito pelo monge Guido d'Arezzo (995-1050), é o responsável pelo surgimento dos nomes das notas musicais dó, ré, mi, fá, sol, lá si, as quais hoje se tem conhecimento. D'Arezzo nomeou as notas conforme as sílabas em destaque, como se pode ver no hino a São João Batista. Pode-se notar que a primeira sílaba, "Ut", não se assemelha a nenhuma das notas musicais citadas anteriormente. Porém, esta é a equivalente a nota "Dó". Não se sabe muito bem o motivo de se batizar a primeira nota de Dó. Existem, porém, historiadores que definem a hipótese desta nota ter sido rebatizada em homenagem a Giovanni Baptista Doni (devido à primeira sílaba de seu sobrenome), por ter proposto dó, em vez de Ut, para melhor soar o hino a São João Batista.

Entretanto, as notas musicais ainda recebem algumas variações. A cada uma pode ser acrescentado o símbolo "*b*" (bemol) ou "#" (sustenido), tendo como resultado uma diminuição ou aumento de tonalidade (frequência), respectivamente. Desse modo, em vez de uma escala de apenas sete notas, dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, pode-se ter a escala:

dó, dó_#, ré_b, ré, ré_#, mi_b, mi, mi_#, fá_b, fá, fá_#, sol_b, sol, sol_#, lá_b, lá, lá_#, si_b, si, si_#, dó_b,

chamada escala natural.

Os trastes afixados no braço de um violão, assim como de outros instrumentos de corda, são colocados de forma que possa definir uma escala musical, a escala igualmente temperada. Nessa escala, diferentemente da escala natural, a cada doze trastes (doze intervalos, ou doze notas consecutivas) tem-se uma oitava e a frequência equivalente à posição desse traste (o décimo segundo) é o dobro da frequência do traste que se escolheu ser o primeiro. Talvez a principal particularidade dessa escala seja o fato de que o intervalo entre quaisquer duas notas é sempre o mesmo (daí o nome igualmente temperada) e pode ser calculado da seguinte forma:

$$f \cdot i^{12} = f \cdot 2 \quad (1)$$

$$i^{12} = 2$$

$$i = 2^{1/12}$$

$$i = 1,0594630943592952645618252949463$$

ou

$$i \approx 1,059$$

onde “i” é o intervalo entre duas “notas” subseqüentes. O motivo da forma de dedução deste valor se explica pelo fato de que, como já mencionado, a cada doze intervalos consecutivos a freqüência é dobrada. Em outras palavras, se o valor de uma freqüência qualquer for multiplicado por “i” doze vezes seguidas, se terá como resultado o dobro dessa freqüência original.

Sendo assim, duas freqüências subseqüentes na escala temperada se relacionam pela fórmula:

$$f_2 = i \cdot f_1 \quad (2)$$

onde $f_2 > f_1$.

Podemos tomar como exemplo a freqüência de 440 Hz, referente ao Lá₃ (nota Lá da terceira oitava). Para se determinar a freqüência do Lá#₃, próxima nota da escala temperada, deve-se fazer $f_1 = 440$ Hz na equação (2). Observe:

$$f_2 = i \cdot f_1$$

$$f_2 = 1,059 \cdot 440 \text{ Hz}$$

$$f_2 \approx 466,164 \text{ hz}$$

Portanto, a freqüência equivalente ao Lá#₃ é de aproximadamente 466,164Hz.

Se em vez de se determinar a próxima freqüência da escala temperada se desejar descobrir a freqüência anterior, deve-se então dividir a freqüência de que se tem conhecimento pelo valor de “i”, como se pode inferir também através da equação (2).

A escala temperada é então representada da seguinte forma:

dó, dó# ou ré_b, ré, ré# ou mi_b, mi, fá, fá# ou sol_b, sol, sol# ou lá_b, lá, lá# ou si_b, si

Para isso, portanto, se tornou necessária a junção de algumas notas próximas como, por exemplo, dó# e ré_b, em uma única nota. O intervalo entre cada duas notas quaisquer dessa escala é igual a “i” e é chamado de semitom, e a cada dois intervalos se tem um tom. Este fato tem como resultado a diferença de freqüência, para uma nota de mesmo nome, entre a escala natural e a escala temperada.

É posta a seguir uma tabela onde se pode notar a diferença de freqüência entre as escalas natural e temperada. Os dados da freqüência da escala temperada são obtidos sem

dificuldades pela fórmula (2) (conforme mostrado em exemplo anterior) a partir do conhecimento da nota Dó, de frequência 132,000 Hz.

Tabela 2: Comparação entre as escalas natural e temperada

Nota	Intervalo com a nota básica	Afinação natural	Freq (Hz)	Afinação temperada	Freq (Hz)
Dó	Unísono	1=1,000	132,000	1,000	132,000
Dó #	Semitom	25/24=1,042	137,544	1,059	139,788
Ré _b	Segunda diminuta	27/25=1,080	142,560	1,059	139,788
Ré	Segunda maior	9/8=1,125	148,500	1,122	148,104
Ré #	Segunda aumentada	76/64=1,172	154,704	1,189	156,948
Mi _b	Terça menor	6/5=1,200	158,400	1,189	156,948
Mi	Terça maior	5/4=1,250	165,000	1,260	166,320
Fá _b	Quarta diminuta	32/25=1,280	168,96	1,260	166,320
Mi #	Terça aumentada	125/96=1,302	171,864	1,335	176,220
Fá	Quarta perfeita	4/3=1,333	175,956	1,335	176,220
Fá #	Quarta aumentada	25/18=1,389	183,348	1,414	186,648
Sol _b	Quinta diminuta	36/25=1,440	190,080	1,414	186,648
Sol	Quinta perfeita	3/2=1,500	198,000	1,498	197,736
Sol #	Quinta aumentada	25/16=1,563	206,316	1,587	209,484
Lá _b	Sexta menor	8/5=1,600	211,200	1,587	209,484
Lá	Sexta maior	5/3=1,667	220,044	1,682	222,024
Lá #	Sexta aumentada	125/72=1,737	229,284	1,782	235,224
Si _b	Sétima menor	9/5=1,800	237,600	1,782	235,224
Si	Sétima maior	15/8=1,875	247,50	1,888	249,216
Dó _b	Oitava diminuta	48/25=1,920	253,440	1,888	249,216
Si #	Sétima aumentada	125/64=1,953	257,796	2,000	264,000
Dó	Oitava perfeita	2=2,000	264,000	2,000	264,000

Adaptado de: <http://greenfield.fortunecity.com/hawks/235/ciencias/fisica/musica/fisicadamusica.htm>

1.4.1 Cálculo da distância entre os trastes do violão

É importante deixar claro que a igualdade na escala temperada se refere ao intervalo entre duas frequências consecutivas, e não a distância entre os trastes do instrumento, pois esses se relacionam de forma logarítmica.

A distância ΔL entre os trastes pode ser calculada através da equação:

$$\Delta L = L_n - L_{n+1} \quad (3)$$

Como

$$L_n = \frac{L}{2^{n/12}} \quad \text{e} \quad i = 2^{1/12},$$

a equação 3 fica da seguinte forma:

$$\Delta L = \frac{L}{2^{n/12}} - \frac{L}{2^{(n+1)/12}}$$

$$\Delta L = \frac{L}{i^n} - \frac{L}{i^{n+1}}$$

$$\Delta L = L(i^{-n} - i^{-(n+1)}) \quad (4)$$

onde L é o comprimento entre as duas extremidades fixadoras das cordas e equivale aproximadamente 65,5 cm, L_n é a distancia entre o enésimo traste e o cavalete, n é o “número do traste” contado a partir da extremidade próxima à cabeça do violão e i é o intervalo calculado anteriormente.

Então, para se calcular a distância entre os trastes 5 e 6, por exemplo, basta apenas fazer n igual a 5 na equação 4, veja:

$$\Delta L = 65,5 \text{ cm} (i^{-5} - i^{-6}) = 2,75 \text{ cm}$$

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para a realização da parte experimental do trabalho foram os que se encontram logo a seguir:

- Violões
 - Modelo: Signorina (Comum)
 - Marca: DI GIORGIO
 - Cordas: nylon
 - Modelo: Clássico
 - Marca: PHOENIX
 - Cordas: nylon
 - Modelo: Folk
 - Marca: HYUNDAI
 - Cordas: AÇO
 - Modelo: Fiber
 - Marca: DESCONHECIDA
 - Cordas: nylon

- Micro-computador – PENTIUM III 800MHz
 - Marca: TOSHIBA
 - Modelo: LINCE
 - Memória Ram: 130MB
 - Disco rígido: 30GB

- Interface – SCIENCE WORKSHOP 750
 - Marca: PASCO
 - Modelo: CL-7500

- Sensor de som - SCIENCE WORKSHOP SENSOR
 - Marca: PASCO
 - Modelo: CI-6506B

- Software – DATA STUDIO 1.9.5
 - Marca: PASCO

Para a coleta de dados foram feitas as conexões; sensor de som – interface e interface – CPU, utilizando o Data-Estúdio como software de análise. Essa configuração é a responsável pela “tradução” de som em imagem para análise. A figura abaixo ilustra bem a montagem experimental:

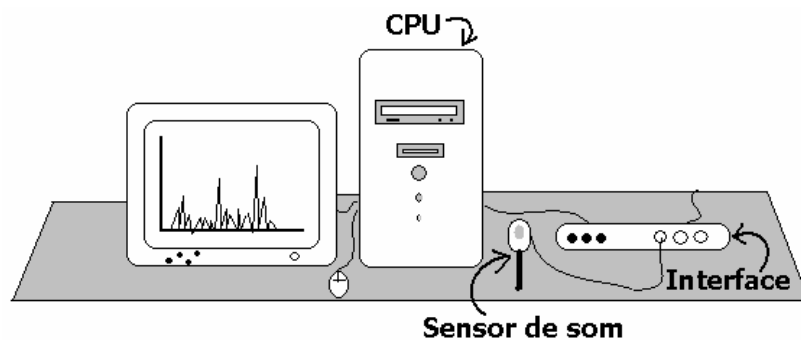


Figura 2-1: Montagem experimental para coleta de dados

Sendo assim, posicionava-se o instrumento nas proximidades do sensor sonoro para uma melhor captação, tocava-se a corda pressionada sobre a casa a qual se desejava analisar o espectro do som emitido e “congelava-se” a imagem do espectro (disposta num gráfico da frequência pela intensidade), até então visualizada em tempo real, traduzida pelo software a partir da “nota” e harmônicos produzidos pelo violão ao se fazer a vibração da corda.

Ao “capturar” cada imagem, armazenava-se o gráfico, um por um, em arquivo para melhor análise posteriormente. Para o violão comum, primeiro a ser analisado, foram armazenados dados de todas as cordas e casas para uma melhor análise, possibilitando assim, a obtenção de uma maior noção quanto à variação de espectro no violão como um todo (em cada corda e casa do braço do instrumento).

Para uma análise mais aprofundada, foram coletados dados desse mesmo instrumento fazendo-se abafamento, utilizando-se de estopas, nas partes inferior e superior simultaneamente. Uma outra análise ainda foi feita através dos dados coletados quando se tocava a corda do violão, pressionada sobre a mesma casa, em dois lugares diferentes, nas proximidades da boca do violão e nas proximidades do cavalete.

Por fim, foram feitas coletas de dados dos demais violões para uma análise entre violões. Nestes, porém, por não se julgar necessária a análise “em todo o braço”, foram coletados dados de apenas algumas casas. As notas analisadas são as equivalentes às “cordas soltas” e às casas 1^a, 5^a, 7^a, 12^a, 15^a, 19^a e, no violão folk, 21^a, de todas as cordas. Não se teve nenhuma razão especial para a escolha destas casas.

Antes das análises se fez uma entrevista com um luthier, reforçando a idéia que se tinha de que a qualidade do som produzido pelo violão depende de vários fatores, tais como formato, materiais, cordas e outros. Portanto, ao fazer as análises, já se tinha noção do que esperar.

A entrevista se encontra logo a seguir:

2.1 Entrevista ao luthier

Luthier entrevistado: Mozart Carvalho Carmo

Entrevistador: André Luiz M. Couto

1) Como é o processo de criação de um violão (fases ou passos a serem seguidos)?

- Primeiramente é feito um projeto, eu penso no design do instrumento e depois o desenho. Em seguida deve-se escolher a madeira adequada para sua confecção. Por final, a montagem do instrumento, que não segue nenhuma ordem. As vezes eu até aproveito alguma parte de um instrumento e confecciono somente o restante.

Comentário - O Mozart também é desenhista, portanto acredita ter algumas vantagens na criação de um instrumento. Possivelmente, com um projeto bastante “claro” em mãos, diminuem-se as chances de erro na confecção.

2) Quais os tipos de materiais utilizados para a confecção? Por quê?

- A madeira mais comum de se achar e de boa qualidade para a confecção de violões são o “Pinho Sueco” maciço, para o tampo, e o “Jacarandá da Bahia”, para as faixas laterais e o fundo.

Comentário - Também existem outras matérias primas, porém, a melhor relação com a qualidade sonora e estrutural, é obtida com as madeiras citadas acima, encontrada e comercializada facilmente no Brasil.

3) Que cuidados devem ser tomados para que não resulte num instrumento defeituoso?

- Cada passo deve ser dado com o máximo de cuidado pois, depois que o instrumento está feito, fica muito mais difícil de corrigi-lo. É preciso saber escolher a madeira pois, se não for uma madeira de boa qualidade, ou, se ainda não estiver na época certa de ser utilizada, o violão poderá abrir ou empenar posteriormente. Se a madeira não for a mais indicada também trará prejuízos à acústica e ao timbre, deixando um som não muito agradável de ser ouvido. Um outro fator é quanto ao centro de gravidade de violão. O peso do material utilizado na parte superior do violão (na cabeça) deve ser relativo ao material utilizado no corpo em si pois, dependendo do peso (das tarraxas principalmente), fará com que o violão pese mais do lado do “braço”, o que causará um grande desconforto para o músico que o estiver tocando, pois, à todo instante deverá segurar o braço para que o violão não gire.

Comentário – Segundo o luthier, não basta apenas escolher uma madeira bonita e que traga um bom timbre, também existe a época certa de retirar a madeira, caso contrário, poderá empenar facilmente.

4) O que influencia as diversas formas do instrumento? Comente a relação formato-som.

- O formato do instrumento, além de caracterizar a questão visual, influencia diretamente no som.

O corpo do violão pode ser dividido em três partes: inferior, intermediária e superior. A parte inferior é responsável pela ressonância dos sons graves. A parte superior ressoa os sons agudos. E, entre os dois, existe a parte intermediária, onde os sons médios são ressoados. À medida que qualquer uma dessas partes é variada (aumentando ou diminuindo o seu tamanho), o violão passa a emitir com maior ou menor intensidade, dependendo do quanto é variado.

Comentário – A figura abaixo ilustra o relatado pelo luthier a respeito das regiões de ressonância do corpo do violão.



Figura 2-2: Regiões de ressonância do corpo de um violão

5) Qual a dependência entre forma do instrumento e tipo de corda?

- Quanto à espessura da corda: Se o violão possuir a parte inferior “avantajada” (normalmente os violões grandes), é indicado o uso de cordas de grande espessura, dessa forma se irá explorar da melhor maneira os sons graves fornecidos pelas cordas grossas. Por outro lado, se a parte avantajada (em relação aos violões comuns) for a parte superior, deve-se usar cordas de menor diâmetro.

- Quanto à natureza da corda: As cordas de aço “geram” um timbre mais estridente ao se comparar com as cordas de nylon. Isso faz com que as cordas de aço tenham o som mais agudo, portanto, se o músico quiser um timbre mais “metálico” ou “estridente” e ainda assim não perder a característica grave, o violão deverá ter a região inferior maior, caso contrário o instrumento possuirá um timbre relativamente agudo.

Comentário – É por esses fatores citados acima que geralmente se encontra, em lojas de instrumentos, “violões de aço” com modelos bem diferenciados (ora com a parte inferior maior, ora menor), para que o músico escolha conforme o gosto pessoal e o estilo de música preferido.

6) Os violões de mais de seis cordas exigem formato de corpo diferenciado?

-Exigem uma estrutura totalmente diferenciada, pois a tensão no cavalete irá aumentar à medida que se aumenta o número de cordas, dessa forma é preciso uma boa estrutura para não sobrecarregar o instrumento. Um outro fator é quanto ao formato do corpo do violão. Se o corpo não fosse mudado o som da corda (ou as cordas) acrescentada seria abafado pelas demais. No caso de um violão de sete cordas, onde a corda acrescentada é mais grave, deve-se ter a parte inferior maior que a dos demais violões, dessa forma se explora melhor a “nova” corda, pois permite que ela seja ressoada tanto quanto as outras. De forma análoga acontece com os violões de doze cordas. O corpo deve

ser feito de tal forma que possa ressoar todas as cordas em níveis aproximados para que o ouvinte às ouça.

7) O som do violão elétrico depende do formato tanto quanto o violão acústico?

- Depende do tipo de captação utilizada no violão elétrico. Se a captação for feita diretamente nas cordas, não terá muita influência. Porém, se a captação ocorrer na caixa de ressonância, ou nas proximidades da boca, a dependência do formato do corpo será maior.

8) É possível captar (eletricamente) todo o som emitido pelo violão?

-A tecnologia de captadores já está bastante evoluída, portanto o som “elétrico” do violão é praticamente o mesmo se estiver desligado (acústico).

Comentário – O som do violão elétrico ligado, embora praticamente igual ao som original (violão desligado), pode ser modificado através da equalização ou através de pedais (espécie de sintetizadores de som) conforme o gosto do músico.

9) É possível fazer um violão sem os trastes? Que resultados isso traria?

-Sim, na verdade já até existem. Alguns luthiers já fizeram instrumentos dessa forma. O resultado é um instrumento bem mais “macio” e de som mais aveludado. Eu mesmo tenho um projeto de fazer um contra-baixo onde irei colocar trastes apenas na metade superior do braço. Tive essa idéia depois de perceber certa divisão por parte dos contra-baixistas em escolher entre o som do baixo comum (com trastes) e o baixo fretless (sem trastes).

Comentário - O fato de se colocar trastes apenas na parte superior do braço é devido ao fato de que no baixo fretless, costuma-se usar mais a parte mais aguda do braço do instrumento. Dessa forma, pode-se “sintetizar” em um só instrumento o som de dois contra-baixos.

10) Quais são os padrões de construção do violão? O que acontece se forem variados?

- O padrão (medidas) utilizado na construção do braço é o que obedece a escala temperada. Se forem variados resulta num instrumento desafinado.

Um violão bem feito deve obedecer ao seguinte padrão:

- ter o tampo, assim como o fundo, feitos de uma única peça,*
- as faixas laterais devem ser simétricas,*
- as “flechas” detrás do braço devem apontar para a mão.*

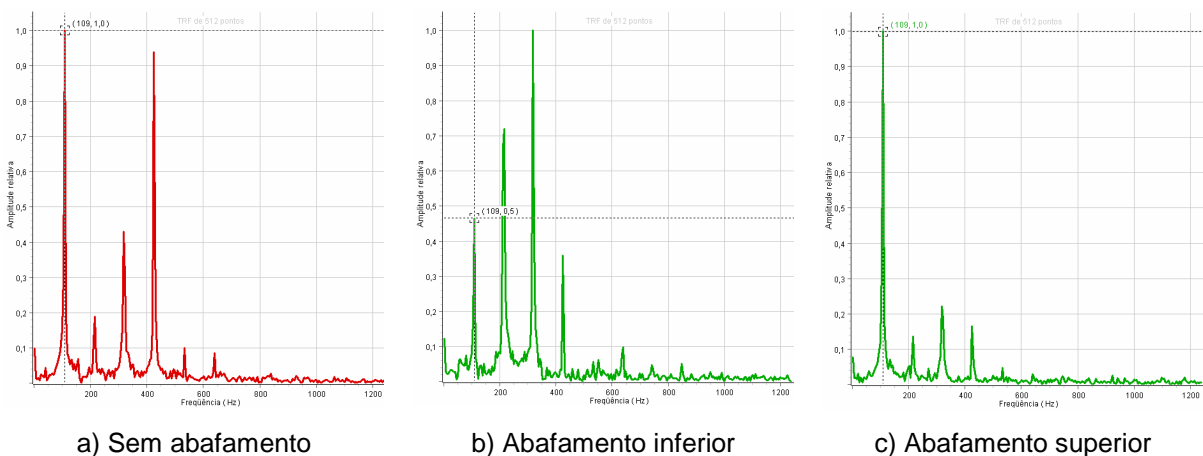
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção se encontram os resultados obtidos ao fazer a análise dos gráficos, referentes ao som dos violões, obtidos por meio da coleta de dados.

3.1 Análise do violão comum

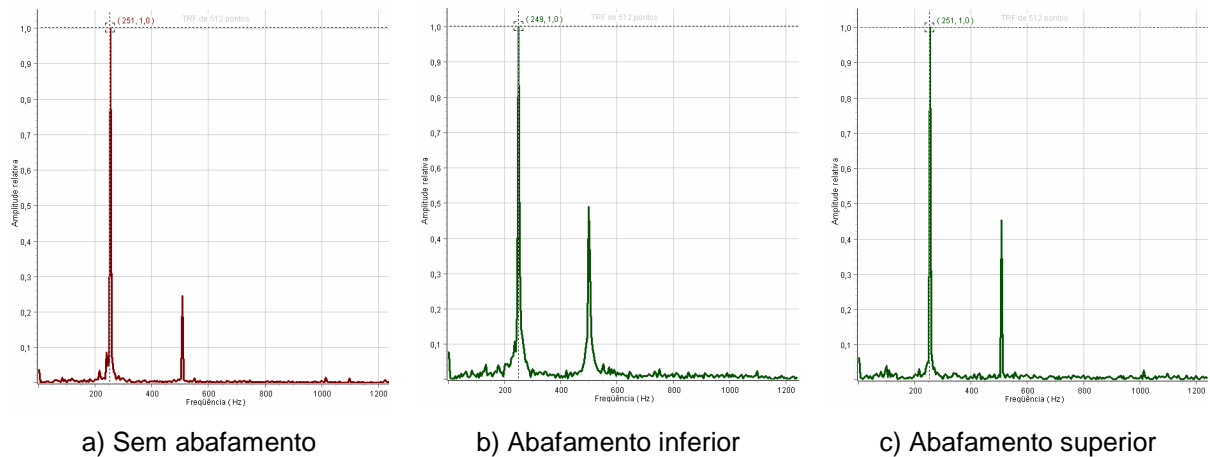
3.1.1 Abafamento inferior e superior

Conforme previsto, os gráficos de espectro sonoro variam quando se elimina (abafa) as regiões de ressonância superior ou inferior do corpo do violão. Os gráficos obtidos se encontram em seguida dispostos na figura 3.1. Ao analisá-los, percebe-se a diminuição da freqüência fundamental quando é abafada a parte inferior do corpo, assim como a diminuição dos harmônicos mais agudos quando a parte abafada é a parte superior. Isso é explicado pelo fato de que a parte inferior é a responsável pela ressonância do som grave, portanto, ao “eliminá-la” se extingue automaticamente a possibilidade de ressonância dos harmônicos mais graves como o primeiro. De maneira análoga se explica a diminuição das freqüências altas quando a parte abafada é a superior, responsável pela ressonância do som agudo.



a) Sem abafamento b) Abafamento inferior c) Abafamento superior
Figura 3-1: Comparação do som emitido pelo violão quando abafado nas partes b)inferior, c) superior e a) sem abafamento. Nota 5-0 (lá)

Quando a nota tocada é mais aguda (diferentemente da nota anterior), não se observa grandes variações entre os espectros. A figura 3.2a) e a figura 3.2b) ilustram a ocorrência deste fenômeno:

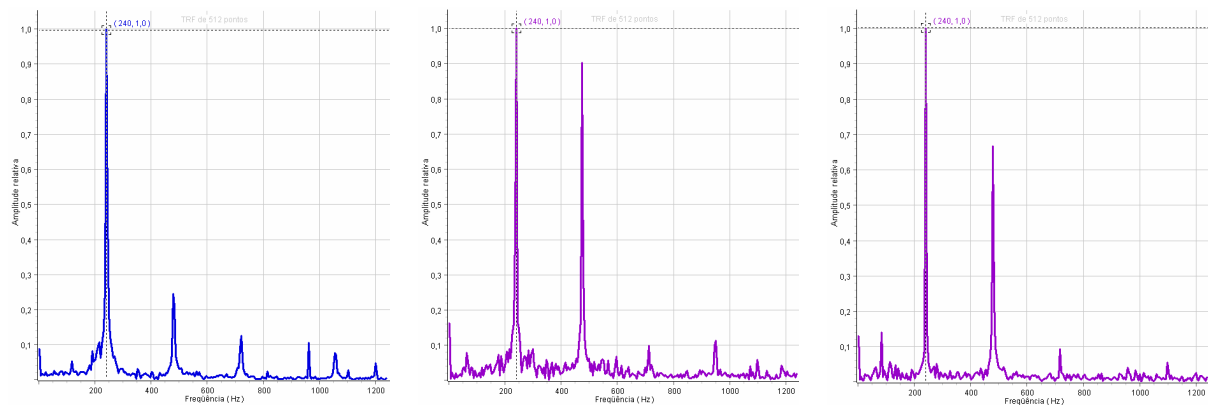


a) Sem abafamento

b) Abafamento inferior

c) Abafamento superior

Figura 3-2 a: Comparação do som emitido pelo violão quando abafado nas partes b) inferior, c) superior e a) sem abafamento. Nota 3-5 (si)



a) Sem abafamento

b) Abafamento inferior

c) Abafamento superior

Figura 3-2 b: Comparação do som emitido pelo violão quando abafado nas partes b) inferior, c) superior e a) sem abafamento. Nota 2-0 (si)

Embora não exista muita variação quanto aos harmônicos, percebe-se em ambas as figuras, uma tendência de elevação do segundo harmônico nas situações em que o violão se encontra abafado. Pode-se tentar explicar a ocorrência desse fenômeno ao considerar que, quando se abafa o violão, inserindo estopas em seu interior, ocorre consequentemente uma diminuição de seu volume (espaço) interno, onde o som é ressoado. Portanto, haverá uma maior densidade de energia por unidade de volume, resultando num crescimento do segundo harmônico. Essa “teoria” é reforçada quando se compara, em particular, os espectros “b” e “c” de cada figura, onde o violão se encontra abafado, respectivamente, nas partes inferior e superior. Ao observar qualquer violão, como o ilustrado na figura 2-2, nota-se claramente um grande volume da parte inferior, em relação à parte superior. Portanto, o abafamento da parte inferior, implica num maior volume interno abafado, resultando numa menor região interna (parte superior) de ressonância e, por conseguinte, maior densidade de “energia a ser ressoada”.

3.1.2 Comparação boca-cavelete

Foram coletados dados tocando a corda do violão em duas posições diferentes, nas proximidades do cavalete e sobre a boca. Os gráficos referentes a essas posições se encontram logo a seguir. Ao analisá-los, pode-se perceber a extinção de alguns harmônicos quando se toca a corda próximo a boca. Essa característica trás um som de timbre mais “aveludado” se considerado quando tocado na outra posição.

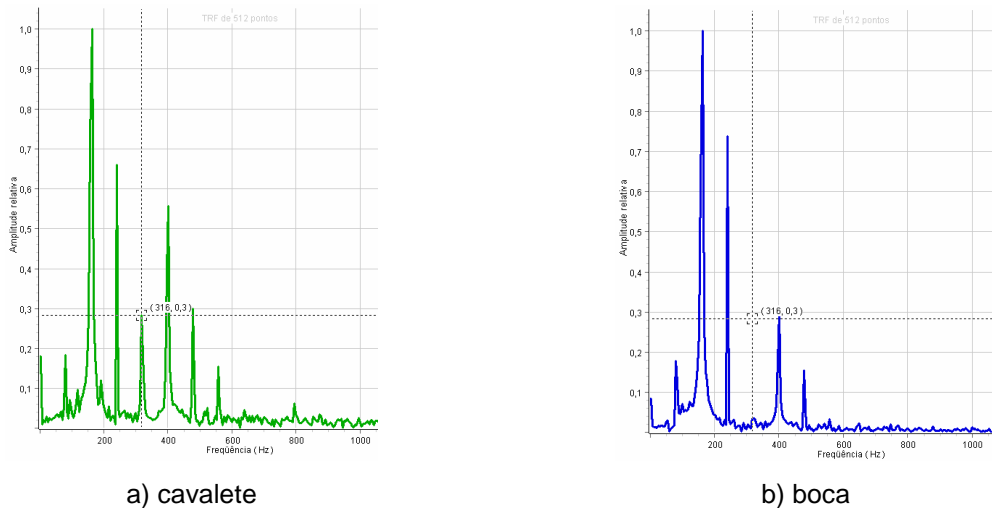


Figura 3-3: Comparação do som emitido pelo violão quando tocado em duas posições diferentes, próximo ao cavalete a) e próximo à boca b). Nota 6-0 (mi)

Essa característica se faz presente tanto nas cordas mais grossas quanto nas de menor calibre, conforme pode-se notar nos gráficos referentes a casa 2-0 que se seguem.

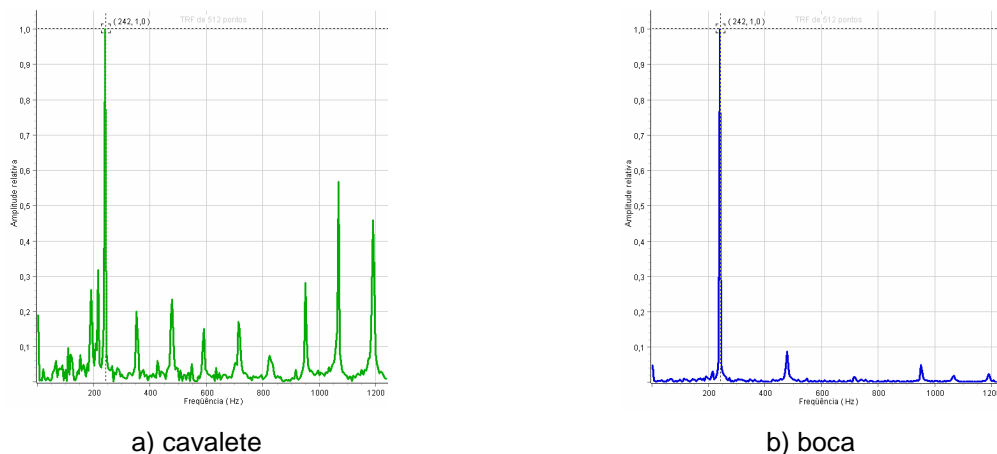


Figura 3-4: Comparação do som emitido pelo violão quando tocado em duas posições diferentes, próximo ao cavalete a) e próximo à boca b). Nota 2-0 (si)

3.1.3 Comparação da mesma nota em posições diferentes

Também foi feita uma análise de uma mesma nota (mesma frequência) tocada em cordas diferentes. É possível notar que os harmônicos vão surgindo à medida que a “casa da nota” se aproxima da pestana, próximo à cabeça do violão. Veja a figura 3-5:

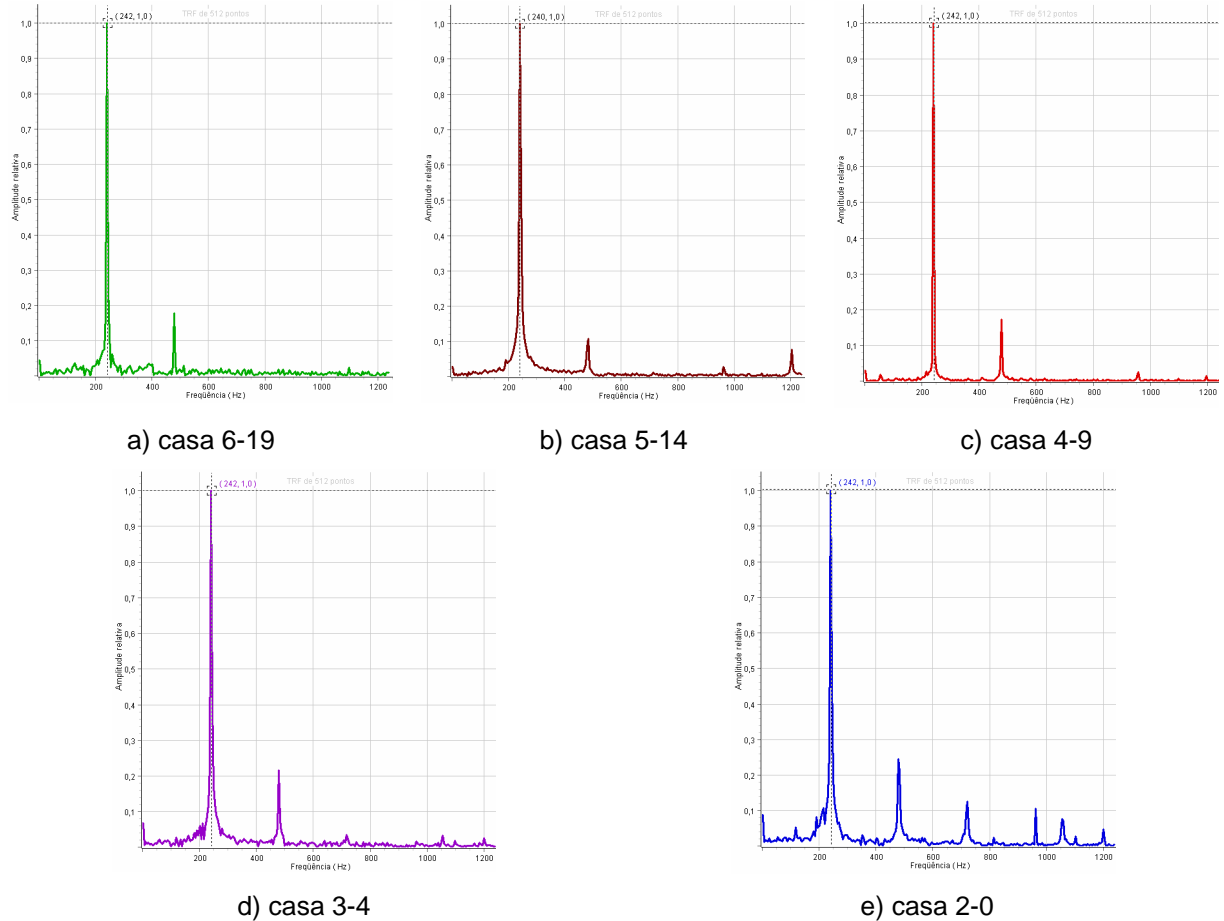


Figura 3-5: Comparação do som emitido pelo violão quando tocada a mesma nota (si) em cinco posições diferentes a) casa 6-19, b) casa 5-14, c) casa 4-9, d) casa 3-4, e e) casa 2-0.

Ao visualizar os gráficos da última figura, poderia se pensar que o motivo do aparecimento dos harmônicos se deve ao fato do menor diâmetro das cordas. Porém, como se pode ver na figura 3-6 a seguir, onde são analisadas notas de mesmo nome e frequências diferentes (com uma oitava de diferença) o número de harmônico realmente está relacionado ao comprimento da corda vibrante.

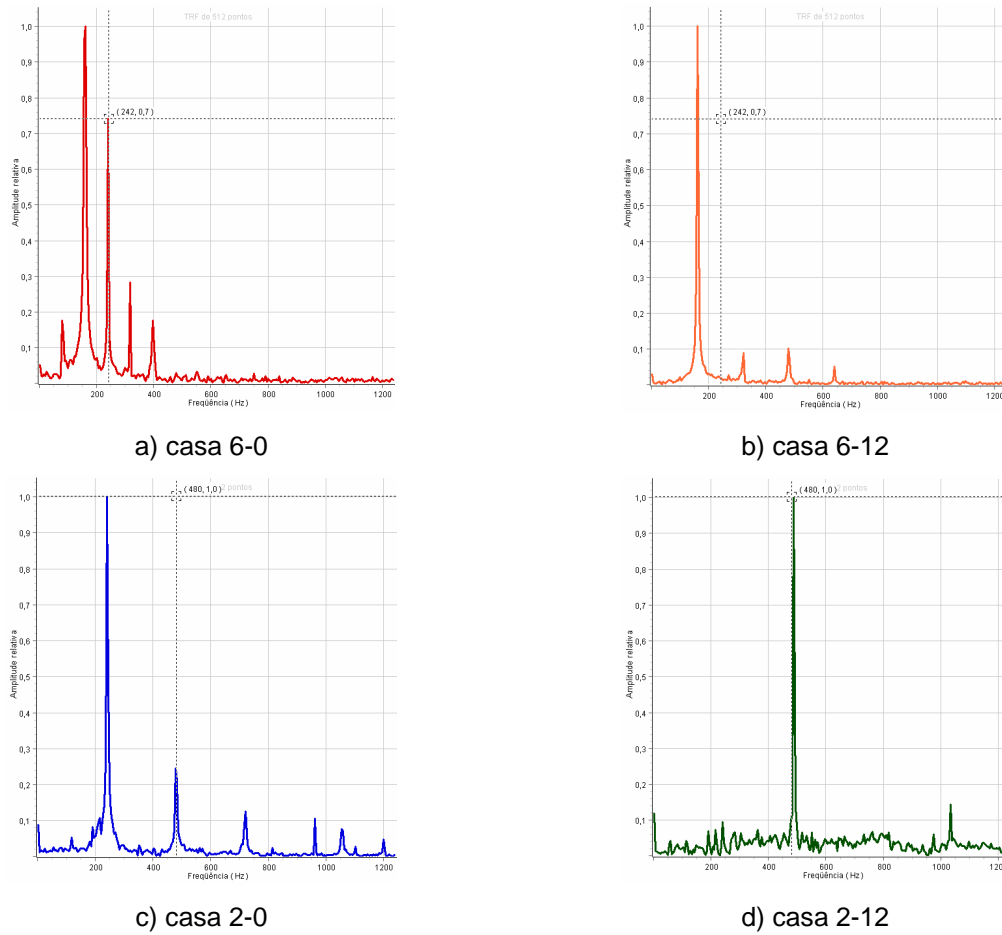


Figura 3-6: Comparação entre notas de mesmo nome com uma oitava de diferença. a) nota mi (6-0) b) nota mi oitava acima (6-12), c) nota si (2-0), d) nota si oitava acima (2-12).

Como já discutido, as notas tocadas em casas próximas à boca do violão apresentam pouca variedade de harmônicos. Porém, ao fazer a análise de todas as casas componentes do braço, observou-se um fato curioso. O espectro da casa 6-17 apresentava o segundo valor com grande intensidade deixando praticamente impossível a identificação da frequência fundamental. Não se sabe ao certo a explicação deste fenômeno, portanto existe a possibilidade de ser um erro na estrutura do instrumento ou erro experimental, tendo em vista que a imagem captada pelo equipamento era fornecida em tempo real e depois colocada estática. Veja o comentado na figura 3-7:

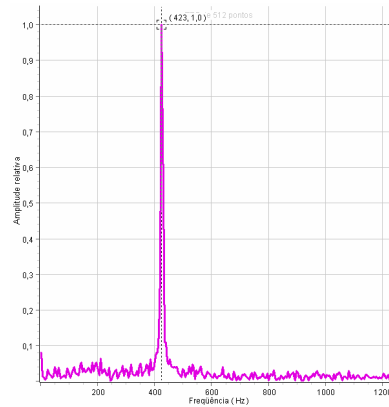
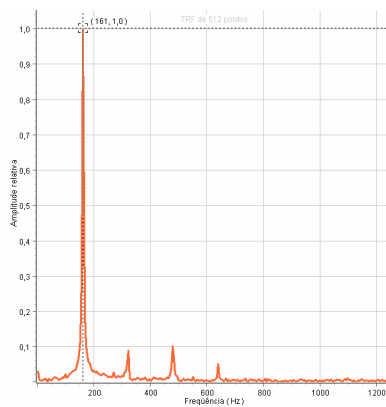
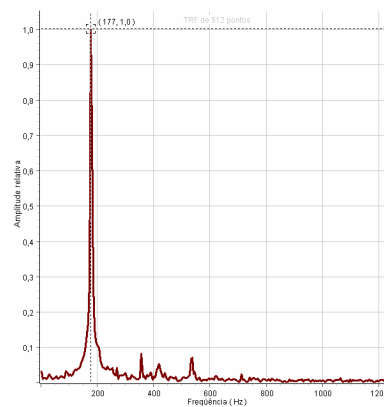


Figura 3-7: nota 6-17

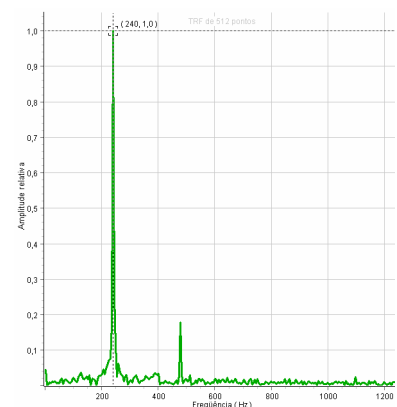
Na figura 3-8 a seguir são colocados alguns gráficos para comparação para se ter idéia de como deveria ser a forma do gráfico da nota 6-17.



a) nota 6-12



b) nota 6-14



c) nota 6-19

Figura 3-8: Exemplos de espectros de notas relativamente agudas da 6ª corda.

3.2 Análise entre violões

Quando os violões foram comparados, um em relação ao outro, foi possível perceber algumas características particulares a cada um. Dentre os quatro violões analisados, os que mais se assemelham são o fiber e o comum, embora estes também se assemelhem com os demais em alguns outros aspectos. Os gráficos seguintes, escolhidos com bastante critério para revelar a realidade do timbre de cada violão, representam bem as particularidades de cada um. As características mais marcantes observadas nas análises feitas, assim como mostrado nos gráficos a seguir, são as grandes quantidades de harmônicos presentes no espectros do violão folk e a pequena amplitude da nota fundamental do violão clássico.

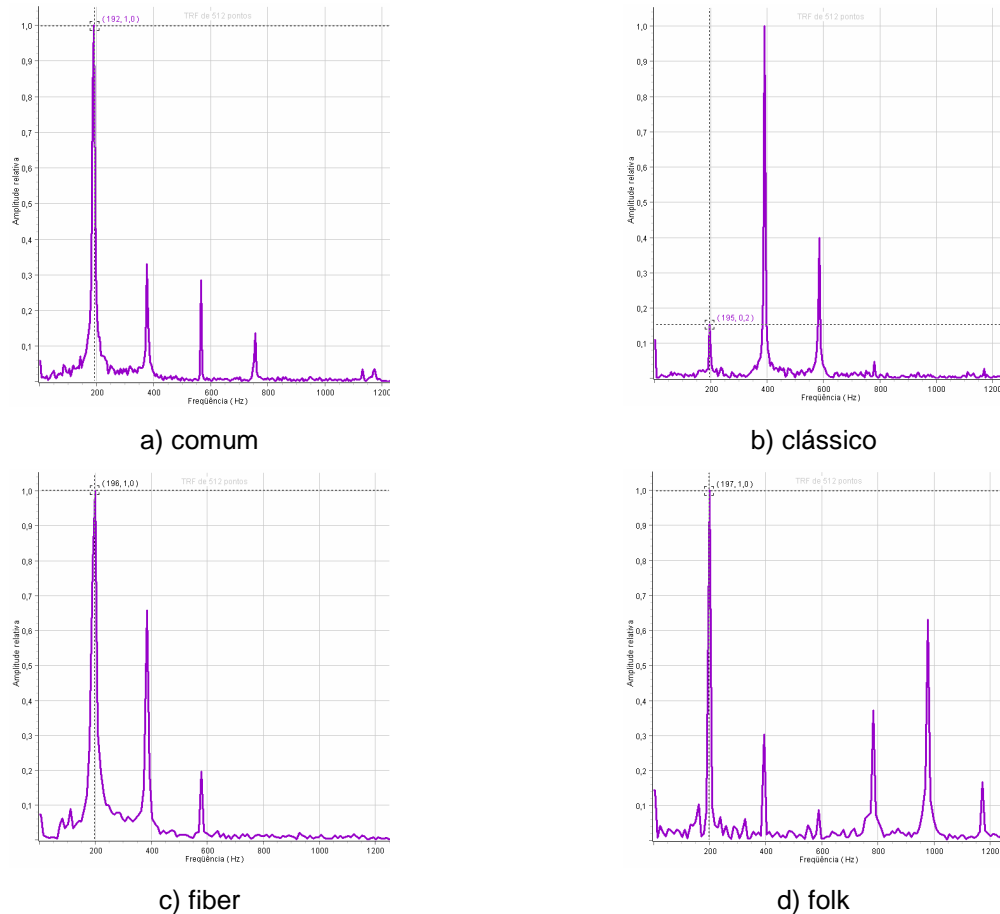


Figura 3-9: Diferença de espectro entre os violões a) comum, b) clássico, c) fiber e d) folk.

Nota sol (3-0).

É importante mencionar que os gráficos e características comentados anteriormente na comparação entre violões fazem alusão às três primeiras cordas dos instrumentos. As demais não obedecem ao mesmo rigor e por isso optou-se por não se colocar gráficos para comparação. Não foi possível entender o porquê da ocorrência deste fato, embora exista a possibilidade da causa ser explicada pela qualidade do equipamento.

4 CONCLUSÃO

A realização deste trabalho permitiu um aumento da noção do comportamento físico do som emitido por um violão, assim como a causa das particularidades de cada um. Talvez, se tivesse à disposição equipamentos mais modernos, alcançaria-se resultados ainda mais precisos e instigantes, sem menosprezar os equipamentos disponíveis e resultados alcançados, que foram de enorme importância, ou valor.

Os gráficos presentes no trabalho foram selecionados dentre centenas de gráficos obtidos sendo, portanto, possível a realização de outras análises e conseqüentemente conclusões ainda mais precisas. Diversas análises poderiam ainda ser feitas. Como

exemplo pode-se citar a análise feita em diversos violões mudando a natureza e diâmetro da corda em cada um, e tirando como conclusão, devido à análise dos espectros, o melhor tipo de corda para cada formato e/ou materiais do instrumento, possibilitando assim, uma maior exploração das qualidades oferecidas pela corda.

Através dos resultados adquiridos, também, tornou-se possível a abertura do campo de visão quanto à realização de novos experimentos com o objetivo de se desenvolver projetos para a construção de violões diferentes dos mais comuns. Um exemplo seria a confecção de um instrumento onde se colocaria “cordas extras” em alguma parte (ainda não definida) apenas para entrar em ressonância com os harmônicos produzidos pelas demais cordas, surgindo então um som mais característico, possivelmente mais harmônico. Acredita-se que, para que essas “novas cordas” entrem em ressonância, seja necessário que suas frequências sejam iguais às frequências dos harmônicos das “cordas comuns”, portanto, mais altas. Pôde-se inferir tudo isso após a comparação feita entre os espectros de notas mais graves e notas mais agudas, como os mostrados nas figuras 3-1 e 3-2, por exemplo. É possível notar que o espectro de notas mais graves apresentam grande variedade de harmônicos, em relação às cordas mais agudas. Estima-se que isso ocorra devido à presença das cordas agudas que entram em ressonância com os harmônicos das notas graves, amplificando, assim, o som (de tais frequências) emitido pelo violão. É óbvio que serão necessárias várias experimentações para se chegar a um resultado considerável.

Enfim, havendo a possibilidade e disponibilidade de equipamentos, materiais e violões, muitos experimentos poderiam, ainda, surgir, assim como novas idéias.

BIBLIOGRAFIA

FREITAS, Aníbal. Física: 3º livro ciclo colegial, Edições Melhoramentos, Rio de Janeiro, 1957.

HSU, Hwei P. Análise de Fourier, LTC, Rio de Janeiro, 1973.

JULIANI, Juliana Pimentel. Matemática e Música. São Carlos, 2003. Dissertação (Graduação em Matemática) – Departamento de Matemática, Universidade Federal de São Carlos.

ROEDERER, Juan G. Introdução à física e psicofísica da música, 1ª. Edição, Edusp, São Paulo, 2002.

DA SILVA NETTO, Luiz. Dimensionamento das Distancias Entre os Trastes nos Instrumentos Musicais de Cordas. Disponível em: <<http://members.tripod.com/caraipora/dimtrastes01.htm>> Acesso em: 19 mai.2006

FERRAZ NETTO, Luiz. Acústica (parte I). Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala10/10_T01.asp> Acesso em: 19 mai.2006

LACERDA, Renan. Origem do Nome dos Sons Musicais. Disponível em: <http://www.guitarx.com.br/index.asp?url=library_html/outros/curiosidadesmusicais.htm> Acesso em: 22 mai.2006

NOGUEIRA, Eduardo Fleury. História do Violão. Disponível em: <<http://www.violao.hpg.ig.com.br/historiadoviolaio.html>> Acesso em: 19 mai.2006

OLIVEIRA, L. M. Instrumentos e Timbre. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/som/>> Acesso em: 19 mai.2006

OIVEIRA, Naylor. A Física da Música. Disponível em: <http://www.cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art_25/musica.html> Acesso em: 19 mai.2006

RATTON, Miguel. Escalas musicais - quando a matemática rege a música. Disponível em: <<http://www.music-center.com.br/escalas.htm>> Acesso em: 22 mai.2006

WIKIPEDIA. Violão. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Viol%C3%A3o>> Acesso em: 19 mai.2006

WUENSCHÉ, Carlos Alexandre. A Física da Música. Disponível em: <<http://greenfield.fortunecity.com/hawks/235/ciencias/fisica/musica/fiscadamusica.htm>> Acesso em: 19 fev.2006

ZEN, Antonelli. História do Violão. Disponível em: <http://www.encontromusical.com.br/instrumentos/historia_violao/historia_violao.htm> Acesso em: 19 mai.2006