

Considerações sobre o timbre do violino

B. S. R. Santos[✉] e T. C. Freitas

Tecnologia em Luteria, Universidade Federal do Paraná. Rua Doutor Alcides Vieira Arcoverde, 1225, Jardim das Américas, Curitiba, PR.

[✉]bogdanskorupa@gmail.com

1 Introdução

O funcionamento acústico de instrumentos musicais é tema recorrente em estudos realizados por físicos, matemáticos, além de eventuais curiosos. O violino, Figura 1, apresenta evidente preferência na realização destes estudos, o que acontece por algumas características atribuídas à sua sonoridade, propriedades físicas e estéticas que disponibilizam uma boa gama de informações a serem retiradas. Boa parte desta atribuição é devida à possibilidade de grande versatilidade de execução. Com o violino consegue-se um bom controle de intensidades, agilidade e variações de timbre, Figura 2, que podem ser produzidas, assim como técnicas estendidas ao explorar novos sons por meio do arco e da corda. Contendo tantos conhecimentos, a conformação do som é um atrativo para a cooperação de diversas áreas; além da curiosidade, pode oferecer ferramentas úteis ao planejamento e construção de instrumentos musicais, ou seja, na aplicação. [1, 2]

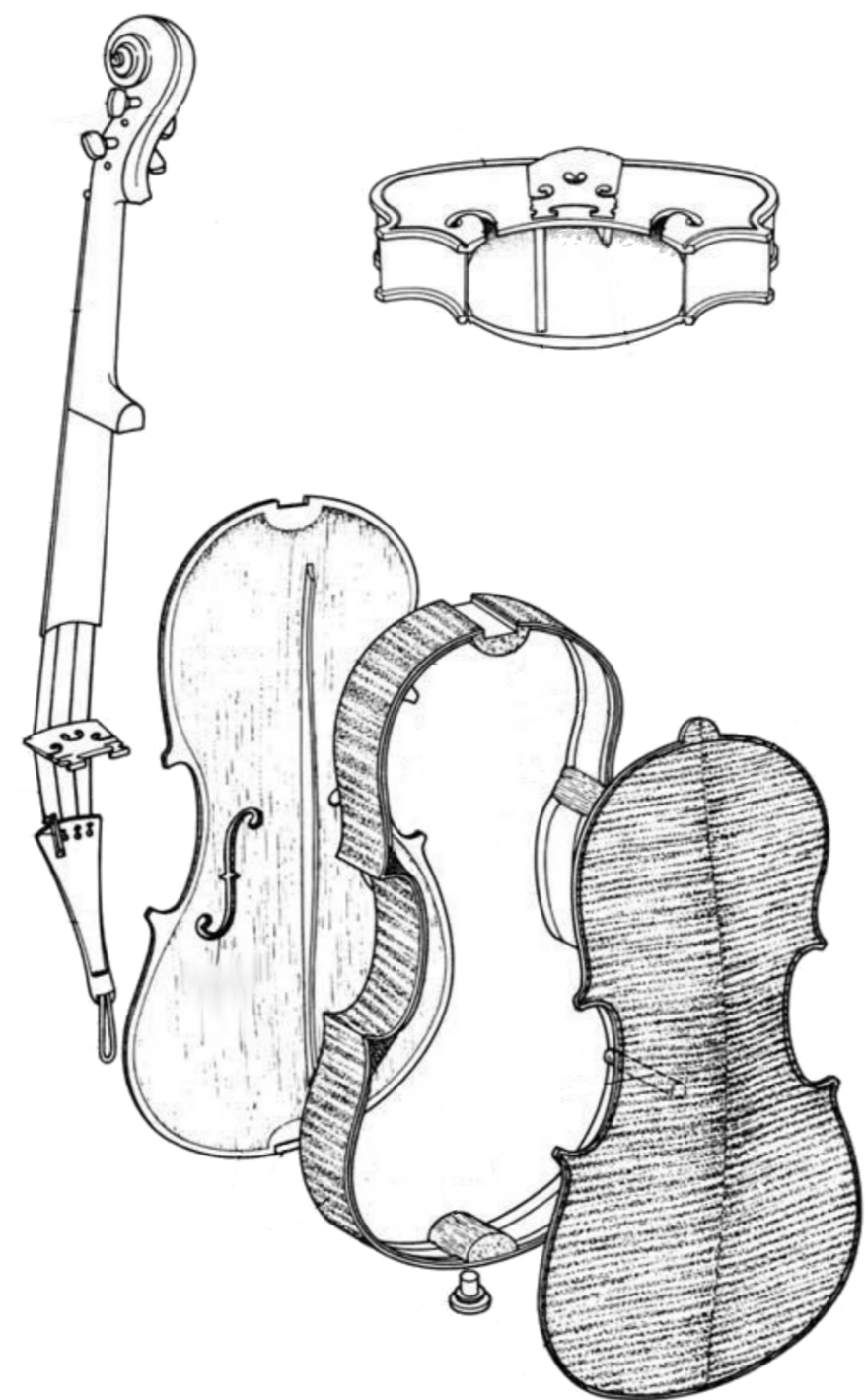


Figura 1: Violino explodido, mostrando todas as peças [3].

2 Referencial Teórico

O princípio das pesquisas mais importantes em questão do conhecimento da acústica do violino podem ser tomadas pelo marco daquelas realizadas no início do século XIX. Em especial, o estudo da ressonância de placas retas de metal e vidro, de Ernst F. Chladni (1756-1827) em 1809, possui grande importância por resultar em métodos de análise da vibração das placas de madeira de instrumentos acústicos com caixa de ressonância (violino, violão, etc.). De forma pioneira, o físico francês Félix Savart (1791-1841) utilizou os métodos acústicos diretamente a estudos com o violino [4].

Hermann von Helmholtz (1821-1894) observou o fenômeno produzido pela interação do arco com a corda, descrevendo um formato de onda chamado, posteriormente, de dente de serra, mostrada na Figura 3 [4]. Claramente a vibração proveniente deste sistema passará ainda por transformações no cavalete e no corpo do violino em que surgirão diferentes composições de frequências em conjunto com a nota fundamental. As variadas composições de frequências em diferentes instrumentos são perceptíveis ao ouvi-los separadamente quando executam a mesma nota musical (mesma frequência fundamental) e com a mesma intensidade; em suma, a qualidade sonora diferenciada denomina-se timbre [2, 5, 6].

Helmholtz (1862) estudou também o fenômeno das frequências de vibração próprias, ressonâncias, ligadas diretamente à geometria de corpos sólidos ou fluidos (quando acondicionados) [2]. Por este princípio, Alfred Mayer realizou em 1876 o acoplamento de diversos ressonadores num gerador de som (como uma corda, palheta, etc.), fazendo-os entrar em ressonância com as frequências correspondentes ao seu modo fundamental de vibração. Com isto foi possível demonstrar experimentalmente a presença de diversas frequências numa amostra sonora. Galgou-se um passo importante na associação do timbre com a presença dos parciais e harmônicos [1, 4, 7].

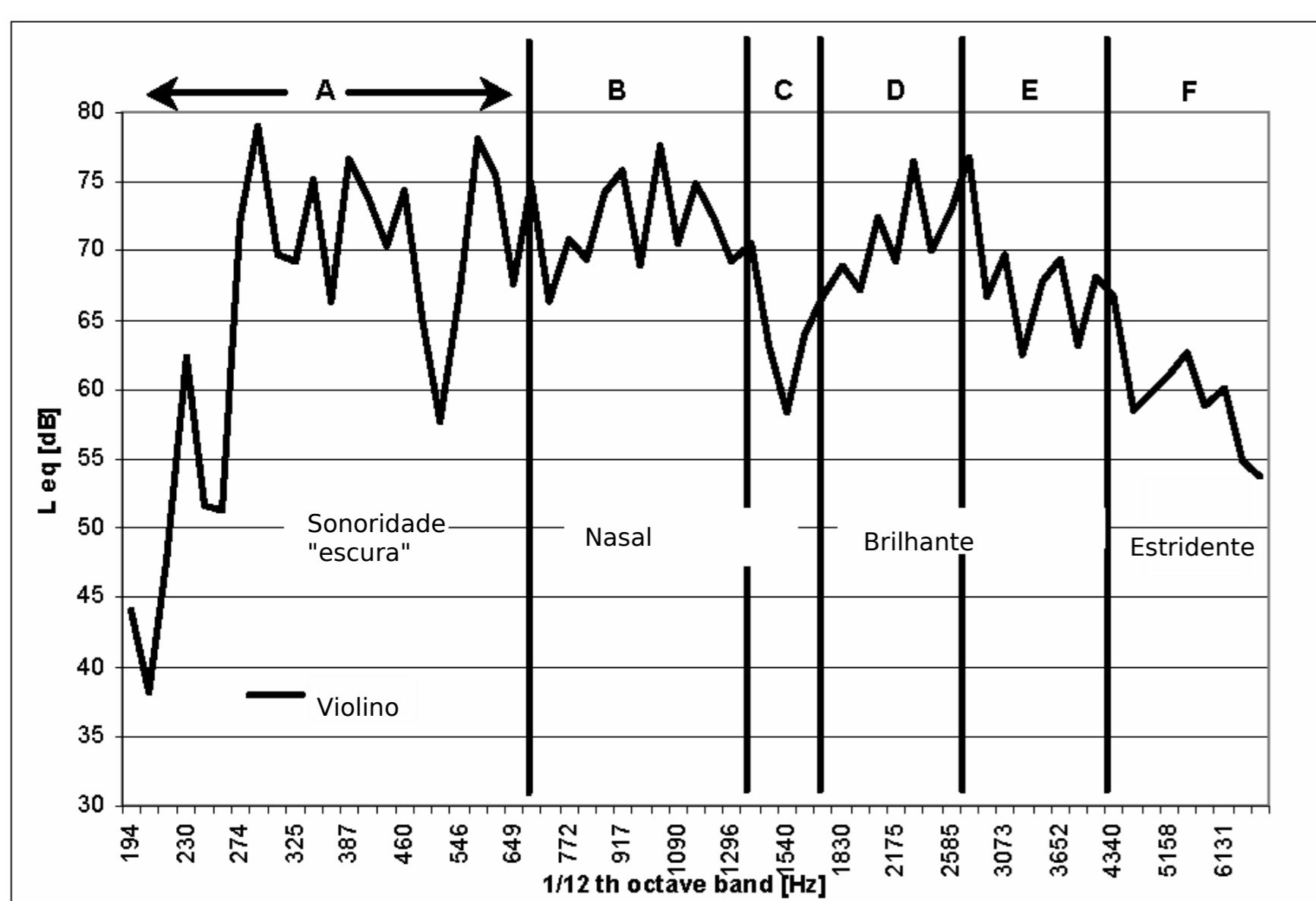


Figura 2: Forma comum dos picos do nível de intensidade sonora em função da frequência do espectro sonoro do violino. Com respectivas percepções de timbre a cada banda de frequência [7].

Posteriormente, com o advento da eletrônica e computação, o uso de métodos gráficos tomou lugar dos engenhos mecânicos

na visualização do espectro de frequências. Erwin Meyer (1899-1972) foi pioneiro na análise de frequências por meio eletrônico, publicando em 1931 avaliações de diversos instrumentos da orquestra ocidental, incluindo violinos, violas e violoncelos [4]. Compreendendo os instrumentos musicais como sistemas que acoplam diversos componentes, Schelleng (1962) sistematizou o funcionamento do violino na forma de um circuito eletrônico, portanto, suscetível à efeitos de impedância e outras interações de ressonância e interferência [2, 8].

Hermann Meinel (1904-1977) partiu dos resultados das análises de espectros sonoros de violinos, realizando associações com as características físicas [4, 7]. Cada etapa de construção foi acompanhada por medições, permitindo observar as influências das variações da geometria nos padrões de vibração, frequências, amplitude de ressonância, estrutura harmônica e a sonoridade final [4]. Este tipo de acompanhamento tem se tornado recorrente no estudo sistemático do violino, que considera também o funcionamento circuitivo. Schleske (1965-), pesquisador e luthier, reuniu dados correspondentes à geometria e comportamento acústico de instrumentos que construiu, restaurou ou ajustou [1, 9]. Por meio destes conhecimentos, a comparação entre instrumentos musicais (como entre violinos) demonstra quais as características de construção são associadas ao timbre. Tal associação necessita de grande amostragem para definir parâmetros de diferenciação [10, 11, 12]. Métodos experimentais e modelagens também podem oferecer resultados originais ou complementares [7].

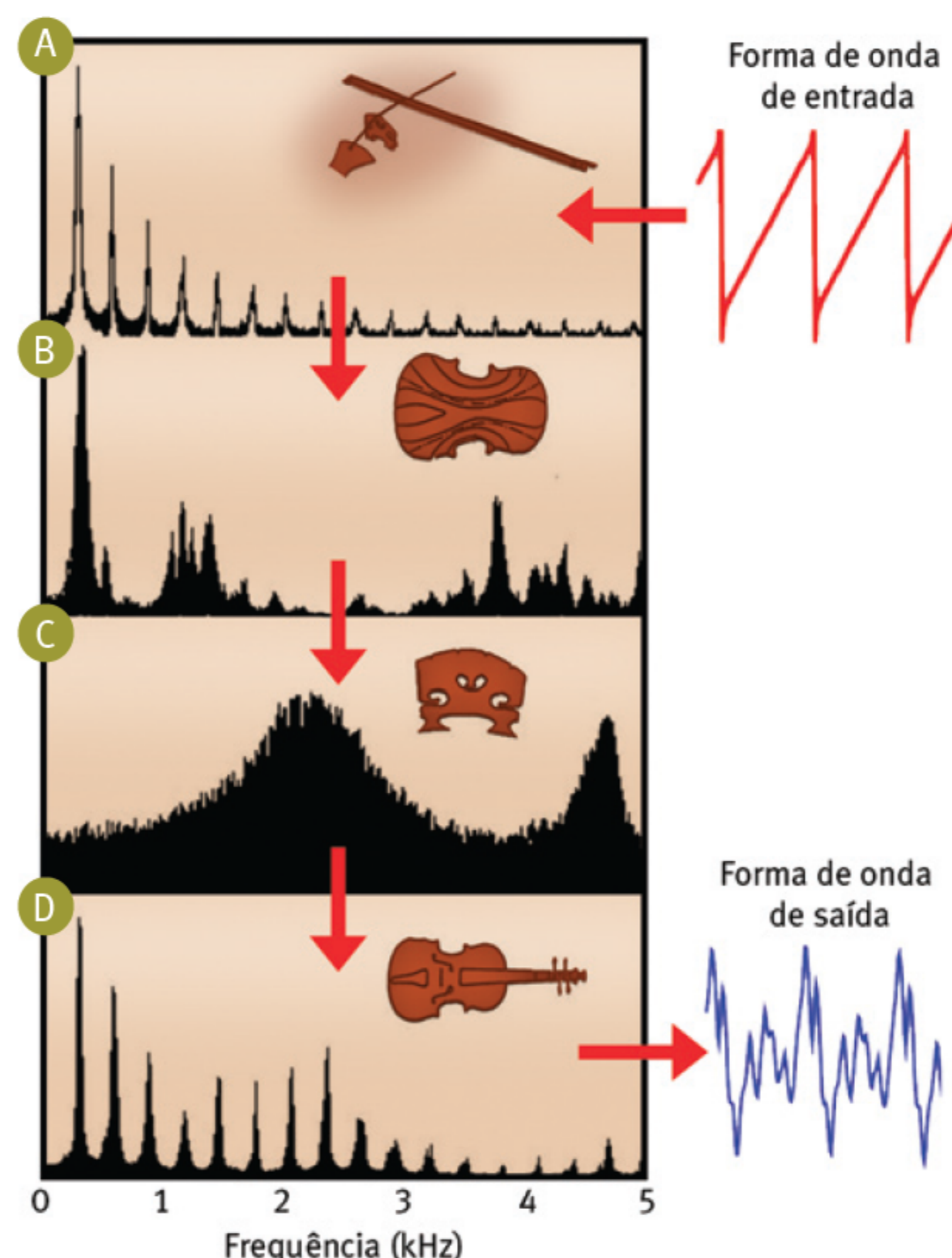


Figura 3: Sequência de transformação da onda produzida pela interação arco-corda até o som final [2].

3 Teoria e Método

Na avaliação das propriedades do violino, considera-se o nível de intensidade sonora de cada frequência do espectro de harmônicos, que são medidos em todas as notas da extensão musical do violino. Os valores são tomados pela média da radiação sonora ao ambiente, especificamente quanto à qualidade sonora de cada nota. Há suficiente detalhamento relativo ao timbre nesta sistemática de análise de instrumentos finalizados [1, 9]. Em conjunção à acústica, são reunidas as informações sobre a geometria do violino, em que deve ser obtida a formatação tridimensional. Para isto, reúne-se informações da fotografia do contorno e tipo da curvatura do tampo e do fundo (em cortes transversais e longitudinais, assim como tridimensionalmente), volume interno de ar, geometria do espelho, do cavalete, da alma, das aberturas sonoras do tampo e do braço [1, 7, 13].

Os métodos de Análise Modal e o Método dos Elementos Finitos mostram-se úteis para a modelagem física do comportamento das partes do violino, como mostrado na Figura 4. Estes modelos mostram os modos de vibração do instrumento em associação à situação avaliada pela mensuração acústica e geométrica. Ambos oferecem informações precisas, porém, dispõem o funcionamento do violino de forma matemática proporciona uma modelagem quantitativa. Tendo-se a composição do instrumento em uma malha, delimitada por condições de contorno de acordo com as áreas de vibração, consegue-se a associação direta do comportamento vibratório em relação à geometria da área delimitada. O reagrupamento das situações simplificadas na malha resultará na modelagem do comportamento complexo do instrumento como um todo. Durante os passos de montagem do comportamento simplificado na malha, a Análise Modal é um aparato relevante para a comparação de resultados e correções do modelo [3, 7].

4 Resultados Esperados

A sistemática de avaliação do timbre do violino pode ser composta com as informações teóricas e experimentais já elaboradas por es-

tudos anteriores. Considerando que a análise de espectro sonoro fornece a composição de frequências, ao que pode ser associado o timbre, de forma geral, as características geométricas poderão ser associadas às qualidades sonoras analisadas.

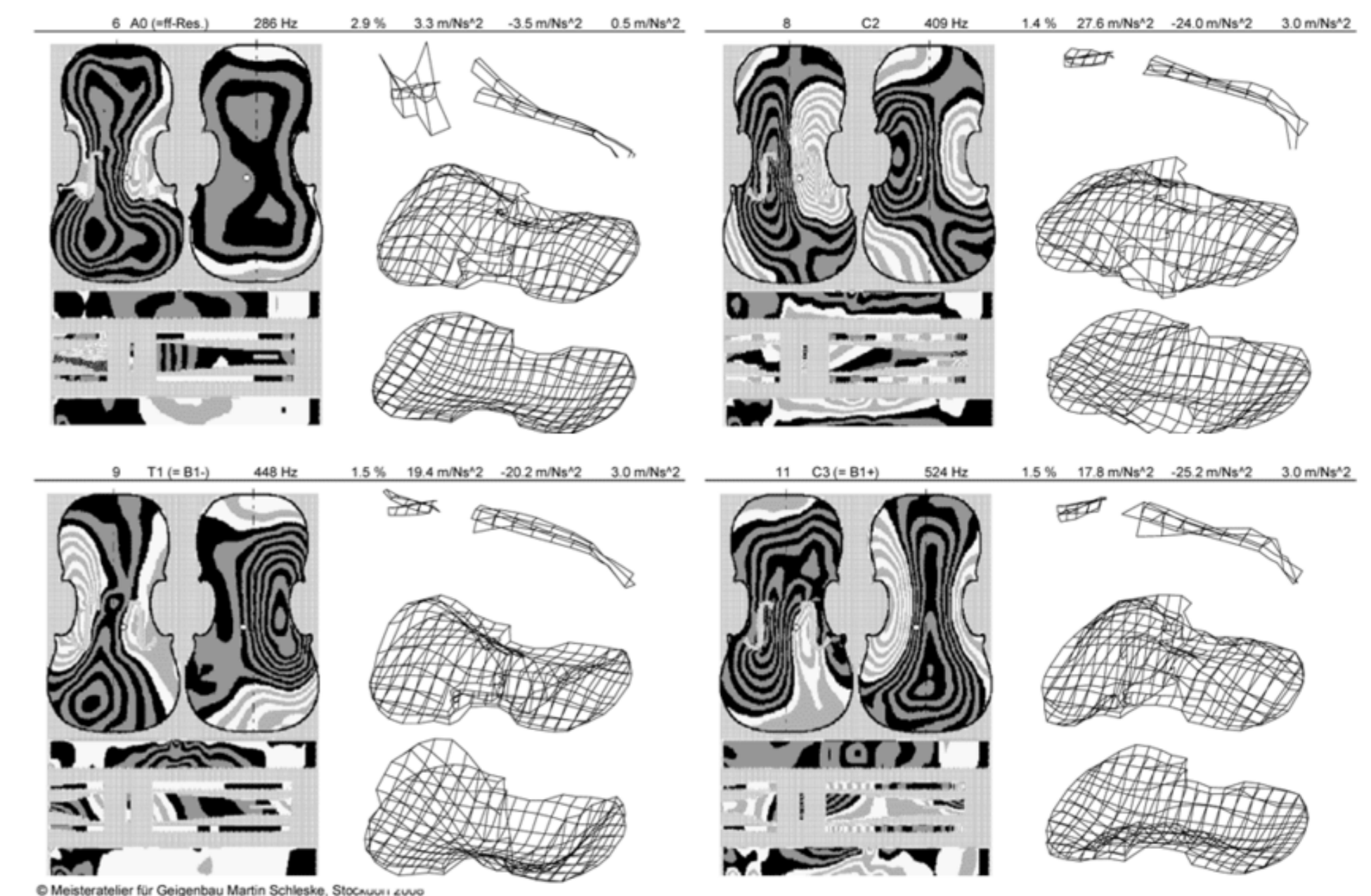


Figura 4: Comportamento acústico das placas de madeira do violino, com demonstração do movimento por análise modal e por simulação via método dos elementos finitos. [1, 9].

Com os devidos métodos, após a organização dos dados necessários, o comportamento acústico do instrumento pode ser analisado em elementos de menor complexidade. A utilização de elementos com delimitação das condições de contorno adequadas e de suficiente facilidade de modelagem, permite a associação direta deste comportamento com a geometria. A junção dos elementos seguindo-se o padrão mais próximo da realidade fará com que a geometria total corresponda à sonoridade final. A isto deve ser incluída a interação entre os elementos e a interseção de diversas áreas muitas vezes correlacionadas. Como resultado, será possível alterar a geometria de cada peça com influência conhecida no espectro sonoro e consequentemente timbre, tanto teoricamente (em simulações) como na prática [14]. Também espera-se que a forma sistemática dos procedimentos disponham informações mais avançadas à acústica aplicada a instrumentos musicais, sendo uma forma de aprofundamento teórico no entendimento dos sons complexos do violino.

5 Conclusão

É possível conhecer, pelo menos em teoria, todos os aspectos sonoros de um instrumento musical se consideradas as propriedades geométricas e de comportamento acústico. Por causa disto, os desenvolvimentos da área da acústica apontam à possibilidade de quantificação do timbre a partir da contribuição das partes que formam o violino.

A diversidade de comportamentos vibratórios, decorrentes dos modos de vibração dos elementos e dos seus acoplamentos podem ser estudados mais a fundo se forem avaliados de forma sistemática e por métodos com suficiente detalhamento e precisão. Esta área dispõe de grande aprofundamento, principalmente diante da falta de estudos sistemáticos e descontinuidade das pesquisas.

Referências

- [1] M. Schleske, *Catgut Acoustical Society Journal* **4**, 43 (2002).
- [2] J. P. Donoso, A. Tannús, F. Guimarães e T. C. Freitas, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **30**, 2305 (2008).
- [3] Y. Lu, Tese: *Comparison of Finite Element Method and Modal Analysis of Violin Top Plate*, Music Technology Area, Department of Music Research Schulich School of Music McGill University Montreal (2013).
- [4] C. M. Hutchins, *Journal Acoustical Society of America* **73**, 1421 (1983).
- [5] M. A. Loureiro e H. B. de Paula, *Per Musi* **14**, 57 (2006).
- [6] C. M. Hutchins, *Scientific American* **245**, 170 (1981).
- [7] A. Buen, *Joint Baltic-Nordic Acoustics Meeting*, 8 a 10 Novembro de 2006, Gothenburg, Suécia.
- [8] J. C. Schelleng, *Journal Acoustic Society of America* **35**, 326 (1963).
- [9] M. Schleske, *Catgut Acoustical Society Journal Series 2* **4**, 50 (2002).
- [10] E. Jansson, *Acustica* **83**, 337 (1997).
- [11] H. Dünnwald, *Catgut Acoustical Society Journal Series 2* **1**, 1 (1991).
- [12] A. Westerkamp, Tese: *Die Geigen gestrichen uns verglichen*, Geschichtswissenschaft der Technischen Universität Berlin, Berlin (1990).
- [13] H. Meinel, *Journal Acoustic Society of America* **29**, 817 (1957).
- [14] M. Cone, Palestra: *Practical Acoustics*, GAL Convention Lecture (2008).