

## UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DA ACÚSTICA MUSICAL

PACS: 43.75.-z

Maria Lúcia Grillo e Luiz Roberto Baptista  
Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rua São Francisco Xavier 524, sala 3034 D,  
Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP 20.550-013,  
Tel.: 55-21-23340844, Fax: 55-21-23340379,  
E-mail: [mluciag@uerj.br](mailto:mluciag@uerj.br) e [maestroluizroberto@ig.com.br](mailto:maestroluizroberto@ig.com.br)

### ABSTRACT

Music in general is heard as fun and hobby, but behind it there is much more than that. It is itself the object of intense scientific observation and we have Mathematics and Physics hovering over one of the art forms that most enchant the human being. We propose the interdisciplinary study of Musical Acoustics, mainly from bowed string instruments, and thus we can contribute to the improvement in education and culture, creating new horizons in the labor market in the fields of Physics, Mathematics, History, Philosophy, Biology and Music, thus helping to combat the problems of a globalized economy.

### RESUMO

A Música, em geral, é escutada como divertimento e passatempo, mas por trás dela há muito mais que isso. Ela é em si objeto intenso de observação científica e temos Matemática e Física pairando sobre uma das formas de arte que mais encantam o ser humano. Propomos então o estudo interdisciplinar da Acústica Musical, principalmente dos cordofones friccionados, e dessa forma podemos colaborar com a melhora na educação e na cultura, gerando novos horizontes no mercado de trabalho nas áreas de Física, Matemática, História, Filosofia, Biologia e Música, ajudando a combater assim os problemas de uma economia globalizada.

### ORIGENS DA ACÚSTICA MUSICAL

A música, como a consideramos (com suas regras e convenções), é uma invenção humana que envolve muitas áreas do conhecimento: Física (o fenômeno sonoro), Matemática (o ritmo e regras em geral), História (posicionamento do fenômeno no tempo), Antropologia (as origens do homem e sua música), Línguas (nas Óperas), Geografia (cada lugar do planeta propicia um tipo de música), Química (as substâncias que o cérebro produz), Psicologia (como influencia nosso comportamento individual e social), Biologia (pode alterar nossa musculatura por

exemplo na escolha do instrumento musical), Medicina (na Musicoterapia), Filosofia (como as ideias musicais alteram nossa forma de ver o mundo), Engenharia (construção de instrumentos musicais e salas de concertos e teatros) e Arquitetura (acústica de salas e formas musicais) estão envolvidas como elemento componente ou como resultante da música.

É graças ao ar que respiramos que as ondas sonoras chegam até nossos ouvidos. A acústica musical é um vasto campo de pesquisa que vai desde os espaços, através dos tempos, utilizados para se ouvir música (anfiteatros, igrejas, salas de concerto e mesmo ao ar livre) até a construção e desenvolvimento dos instrumentos musicais e a própria evolução da voz humana (com a técnica vocal e projeção sonora). Os instrumentos musicais podem ser de 3 espécies: Cordas, Sopros e Percussão. Os espaços para a prática da música podem ser de 2 espécies: os que envolvem a propagação sonora (teatros, igrejas, salas de concerto, etc) e os que precisam inibir a propagação sonora para não perturbar o meio ambiente (locais de ensaio de bandas e boates) ou não serem perturbados por ele (estúdios de gravação, salas de concerto, etc).

A Acústica, entendida como Ciência que estuda o som, tem suas origens no estudo da Música. Então foi a Acústica Musical a primeira área da Acústica a ser sistematizada. Os teóricos da Acústica Musical eram músicos e em geral foram alunos de eminentes músicos. Um importante centro de desenvolvimento foi a Igreja de São Marcos, em Veneza, onde alguns foram mestres de capela. Muitos personagens ao longo de muitos séculos contribuíram para o seu desenvolvimento. Podemos considerar que sua origem ocorreu no final do século XVI e início do século XVII, no período conhecido como Renascimento, com importantes contribuições principalmente de Gioseffe Zarlino (1517-1590), Vincenzo Galilei (1520-1591), Marin Mersenne (1588-1648), Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630), René Decartes (1596-1650), Christian Huygens (1629-1695) e Joseph Saveur (1653-1716).

## A MÚSICA NA ANTIGUIDADE

“Observando as nossas origens podemos classificar os instrumentos musicais das culturas primitivas como:

- Idiófonos - feitos com material que por si só produzem som. Não têm cordas ou peles esticadas. Um simples pedaço de madeira vira uma placa do futuro Xilofone.
- Membranófonos - também são de percussão, mas têm uma pele esticada, num crânio humano ou num vaso.
- Cordófonos - têm cordas esticadas. Podiam ser de tripas de macacos ou de baleia.
- Aerófonos - a flauta (de cana, osso humano ou chifre de veado) e a trombeta (feita de madeira e uma concha de caracol como bocal).

Os primitivos aprenderam que a flauta feita com um tubo pequeno de cana produzia um som agudo. Um tubo maior produzia um som mais grave. Depois descobriram que o mesmo acontecia quando se batia num pedaço de madeira e mais tarde numa lâmina de metal. A descoberta se estendeu em relação ao tamanho das cordas esticadas. Daí aumentou-se o número de sons dos instrumentos, colocando-se mais cordas na Lira, amarrando-se mais pedaços de cana de tamanhos diferentes na Flauta ou juntando-se pedaços de madeira de tamanhos e sons diferentes para fazer um Xilofone (Xilo, em grego, significa madeira). Os instrumentos eram fabricados para se obter ‘fins mágicos’”. (FREDERICO, 1999)

Desde a Antiguidade já há sinais do uso da música e seus instrumentos. Conforme Maslinkiewicz e Coelho (2012), “As primeiras evidências da música foram transmitidas por representações pictóricas em pedras, nas quais foram gravadas figuras de instrumentos musicais. Esse material foi encontrado de modo particular na Grécia”. No final do século V a música teve importantes contribuições de Pitágoras e Platão.

Para os gregos da Antiguidade a música estava ligada à disseminação de sua cultura social e moralidade, ligada aos deuses e aos escritos de grandes filósofos. Pitágoras, filósofo nascido

na ilha grega de Samos, por volta do século VI a. C., buscava expressões matemáticas que seriam então expressão da própria divindade. Segundo Grillo e outros (2012): “O número um, por exemplo, refletia a razão e seria gerador dos demais. O número dois era o primeiro par, feminino. O três é o primeiro com propriedades masculinas verdadeiras, o da harmonia. O algarismo quatro representava a justiça ou o ajuste de contas, e o cinco era a união entre os primeiros números, feminino e masculino. Seis, o número da criação. Assim, os ímpares eram masculinos em suas qualidades, e os elementos pares, femininos (conceito muito em voga até a Idade Média).” O Filósofo de Samos estabeleceu, assim, uma relação entre o tamanho da corda e a nota emitida por ela quando vibrada. Acreditava que a mesma relação entre o som obtido em seus instrumentos de corda e o tamanho dessa corda valeria para qualquer outro corpo, conclusão mais tarde confrontada por Vincenzo Galilei. As proporções eram:

Nome	Proporção do tamanho da corda
Quarta	3:4
Quinta	2:3
Oitava	1:2
Tônica	1:1

O Renascimento viria muito tempo depois confrontar a validade da universalização dessa proposta. Porém, evidencia-se a importância de Pitágoras pelo grande intervalo de tempo entre a sua época e a época pós-Idade Média. A matemática era mais importante que o som e determinava todas as relações musicais, inclusive os intervalos.

“A canção antiga era monódica ou monótona. Monofonia é a melodia de uma só voz, ou uníssona, sem harmonização. Discute-se a prática da Polifonia (várias vozes diferentes executadas simultaneamente) em antigas civilizações. A Tonalidade só começou a se manifestar com as culturas agrícolas primárias. Com as culturas agrícolas mais adiantadas surgiram as canções de trabalho e a formação das escalas e dos modos. Ao alcançar um intervalo de cinco notas (dó-ré-mi-fá-sol) o ser humano conseguiu o que se considera o maior avanço da percepção sonora”. (KÁROLYI, 2002)

“Hoje sabemos que existem 4 aptidões musicais (por enquanto): 1) capacidade de reconhecer as sensações auditivas (timbres); 2) capacidade de reter a música escutada (memória musical); 3) capacidade de reproduzir o que se ouviu (provar a capacidade de memória); 4) capacidade de combinar as imagens sonoras (como na fuga ou na orquestração)”. (DE LA GUARDIA, 1945).

“A música se desenvolveu na China (o império chinês durou mais de 5.000 anos), no Japão, na Índia, no Egito, na Mesopotâmia, na Pérsia, na Fenícia, na Síria, na Palestina, na Arábia, na Grécia (mãe da nossa civilização ocidental) onde viveu Pitágoras (585-500 a.C.) que criou a escola Matemática da Música, Euclides - geometra, foi o primeiro a supor que o som era um fenômeno vibratório, Platão (427-347 a.C.) primeiro filósofo grego a se tornar um teórico da música e Aristóteles (383-320 a. C.) - filósofo e músico ‘harmonicista’ (anti-pitagórico e não matemático).” (FREDERICO, 1999)

## A MÚSICA NA IDADE MÉDIA

A Música da Idade Média teve seu desenvolvimento principalmente na Igreja Católica, com o cantochão. Segundo Riemann (1913): “No ano de 476 começou a Idade Média, com o término, no Ocidente, do Império Romano. O Órgão passou a ser considerado o instrumento-rei de todos os instrumentos musicais da Idade Média. O som se adequava ao ambiente religioso dando a sensação confortável de segurança sonora e equilíbrio”. O Papa Gregório I (Magno) (540-604) foi a autoridade suprema, na época, do canto eclesiástico. Reformou a música Sacra. Ele juntou o Antifonário com os cantos Ambrosianos e daí surgiram os novos cantos que, segundo Chaim (2006), em 1903 foram chamados de Cantos Gregorianos pelo Papa Pio

X. “Os mosteiros passam a ser verdadeiros centros culturais e dentro deles vivem os monges mais eruditos da Idade Média. Guido d’Arezzo (990-1050), monge, teórico, é considerado o pai da música na Idade Média. Dá nome às notas musicais (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si) a partir do Hino a São João Batista de Pablo Diácono. O órgão é o único instrumento musical admitido dentro da igreja”. (RIEMANN, 1913)

Os principais estilos musicais ficaram conhecidos mais tarde como “ars antiqua” e “ars nova”. O primeiro consistia de uma única voz (monotônico) e era caracterizado pelo imobilismo. Usavam 4 linhas na notação musical e não havia distinção de valores. A música seguia o texto. Ainda nessa época surgiram os melismos, que não seguiam exatamente os textos. Surgiram as primeiras músicas a duas vozes, onde uma seguia fielmente o texto e a outra era um pouco independente, como um ornamento.

A ars nova teve início por volta do século XII, com notas longas e curtas, e foi muito influenciada pela Música profana. Guillaume de Machaut (1310-1377) foi um importante compositor da época e escolheu 5 partes fixas do texto da missa e colocou em música. Esse estilo musical ficou conhecido por Missa, primeiro conhecido do Ocidente, e já introduzia certas características desenvolvidas no período seguinte da história, o Renascimento. Esse estilo é conhecido até nossos dias e é composto de: Senhor tende piedade – o kyrie, o glória, o credo, o santo e o cordeiro de Deus – o agnus dei. Nas outras partes da missa eram cantados os motetos, com textos tirados da Bíblia.

## O RENASCIMENTO

O Renascimento na Europa é considerado como tendo seu início no século XIV, porém o Renascimento da Música teve início nos séculos XV e XVI. O início de um maior desenvolvimento se deu na região flamenga: “de Paris e Dijon, através de Reims e Cambrai e Mons até Bruxelas, Bruges e Antuérpia, quer dizer, a Bélgica e o norte da França” (CARPEAUX, 2009:23). Segundo Chaim (2006) a palavra Renascença foi criada por Jules Michelet, no ano de 1855.

Todas as áreas de conhecimento ganharam uma nova abordagem no Renascimento, uma nova epistemologia, caracterizada por processos de matematização, experimentação e mecanização. O Renascimento conheceu 3 grandes escolas: de Borgonha, franco-flamenga e de Veneza.

**escola de Borgonha:** predomínio da composição vocal a 3 vozes; maior liberdade rítmica e melódica da voz superior; intervalo consonante de terça prevalece no contraponto; imitação de fragmentos melódicos por outras vozes; cadência ao final de uma frase - determinada sequência harmônica; poucos fragmentos musicais básicos já existentes, extraídos do canto gregoriano; compositores: Guillaume Dufay, Gilles Binchois, Henry V (rei da Inglaterra), Camett, Lionel Power e John Dunstable

**escola franco-flamenga: (final do século XV)** apoio à composição religiosa; verdadeiros matemáticos da música, malabaristas do contraponto; estabeleceram as bases estruturais da criação renascentista; usavam contrapontos às vezes de dezenas de vozes autônomas superpostas; pouco desenvolvimento da música profana - cantada geralmente em uníssono, sem acompanhamento, *chanson* na França, *villota*, *canzonetta* e *balletto* na Itália - influência de ritmos dançantes; na Alemanha surgiu a canção polifônica profana; compositores: Jacob Obrecht, Pierre de la Rue, Heinrich Isaac, Jean Ockeghem e Josquin Deprez

**escola de Veneza:** considerada de criação bastante ousada que, de certa forma, previa o brilho da música da região no estilo seguinte, o barroco; faziam uso constante de diversas massas corais espalhadas pelas naves da igreja e criaram efeitos antifonais, ou seja, a prática de coros e de vozes isoladas dialogarem entre si nos diversos pontos do templo. Criava-se

uma estereofonia musical; compositores: Adrian Willaert, Andrea Gabrieli e seu sobrinho Giovanni Gabrieli. Essa influência foi importante no final do século XVI e início do séc. XVII.

“No Renascimento, em 1500, Otaviano Petrucci emprega pela primeira vez a invenção de Gutenberg na impressão das notas musicais. O grande nome da Renascença Musical e inovador na acústica musical foi Cláudio Monteverdi (1567-1643). (Foi dirigente da Basílica de São Marcos, em Veneza – autor de Vespro dela Beata Vergine, um conjunto de obras de música sacra publicado em 1610). Ele usa efeitos de eco e distanciamento dos instrumentos (um trompete longe do grupo musical) que provoca sonoridades novas e inusitadas tanto na intensidade como no timbre. É considerado o criador do Drama Musical (Ópera) e também o primeiro músico barroco. Começa a haver uma preocupação maior com a construção dos instrumentos musicais, com medidas mais precisas na construção, busca por sonoridades mais equilibradas e ricas. A figura do Luthier começa a aparecer. Temos Marin Mersenne (1588-1648), músico e teórico em acústica”. (FREDERICO, 1999)

No século XVI a liderança na Música desloca-se da escola franco-flamenga para a Itália. É considerado o auge do Renascimento, a “época de ouro” da polifonia. O contraponto e a música profana ganham mais importância, surge um estilo próprio na música instrumental, a linguagem tonal se aperfeiçoa com a criação das 2 escalas: maior e menor. A música foi divulgada por toda a Europa através da edição musical. A fuga torna-se o estilo mais comum. As composições tornam-se horizontais e verticais, evitando as dissonâncias. São compostas muitas músicas religiosas para coro e capela. Os grandes compositores, ainda “vivos” hoje, são: Giovanni Pierluigi da Palestrina (Roma - 1525-1594), Orlando di Lasso (Alemanha - escola franco-flamenga - 1532-1594) e Thomás Luis de Victoria (Espanha - 1548-1611). (CARPEAUX, 2009)

Um dos maiores teóricos musicais da época foi Gioseffo Zarlino (1517-1590). Baseado nos trabalhos de Ludovico Fogliani (1470-1539) publicou um livro em 1558, que, segundo Abdounur (2003), foi a base da educação científico-cultural em toda a Europa durante 2 séculos. Foi aluno de Adrian Willaert, então mestre de capela da Igreja de São Marcos, em Veneza e mais tarde tornou-se também mestre de capela dessa igreja, até sua morte. Vincenzo Galilei foi seu aluno. O espanhol Francisco Salinas e um pouco depois Marin Mersenne, padre e matemático francês e René Descartes, filósofo francês (1596-1650) continuaram e aprimoraram seus trabalhos.

Como o Renascimento era uma retomada dos documentos clássicos da Antiguidade, dentre eles encontram-se os trabalhos de Pitágoras. Apesar de Pitágoras não ter deixado nada escrito, seus trabalhos são conhecidos através das obras de Aristóteles (384-322 a.C.) e Platão (c. 429-347 a.C.) e pelo filósofo romano Boécio (480-524), que traduziu e comentou as obras de Aristóteles (HENRIQUE, 2007:15-16).

Segundo Bromberg e Alfonso-Goldfarb (2009), o repertório do século XIV na Europa Ocidental foi alargado por composições com intervalos de terças e sextas, que não eram considerados consonantes nas teorias de Pitágoras. Zarlino então amplia o conceito pitagórico integrando esses dois intervalos e introduzindo 2 números inteiros na Música. Cria assim o chamado senário, o conjunto dos números inteiros de um a seis (HENRIQUE, 2007:19). Apesar da novidade dos novos intervalos, Zarlino manteve a visão antiga sobre a Música como número e razão (BROMBERG e ALFONSO-GOLDFARB, 2009:2). A Camerata Florentina, dirigida por Vincenzo Galilei, trouxe uma nova visão e interpretação do que é Música, levando em conta não apenas a Matemática e a fonte sonora, mas o som emitido e como era ouvido e aceito de formas diferentes por diferentes povos.

Vincenzo adotou uma postura crítica com relação aos comprimentos de corda e os intervalos musicais estabelecidos como consonantes pelos pitagóricos, ele fez experimentos e provou que “as relações variavam não somente segundo o parâmetro medido na corda – tensão, densidade linear, etc – mas também de maneira geral, segundo o parâmetro medido em

qualquer fonte sonora.” (PEREIRA, 2010:28) Tal postura, foi significativa para o desenvolvimento da acústica musical posteriormente, pois, o experimento ganhava destaque, bem ao encontro do processo da Revolução Científica. “A crítica de Vincenzo Galilei é representativa de um novo paradigma científico, no qual o dogmatismo aritmético presente na tradição pitagórica é substituído por uma prática científica vinculada à análise experimental.” (Ibidem)

Vincenzo teve uma importância fundamental para o desenvolvimento no estudo dos fenômenos sonoros, tanto que “no século XVII o desenvolvimento da acústica deu um salto qualitativo na medida em que a visão da ciência mudou sua perspectiva, deixando mais de lado os dogmas aritméticos e dando mais enfoque às evidências experimentais.” (PEREIRA, 2010:28) Dentre os que contribuíram está inclusive seu filho Galileu, que talvez influenciado pelo pai, tomou gosto por experimentos. Galileu descobriu que a altura musical se relacionava com o conceito de frequência e segundo Abdounur, “marca o início da física da música em sua concepção atual.” (ABDOUNUR, 2003:29) A partir daí a Acústica teve um desenvolvimento significativo, com isso, afirmamos que a importância de Vincenzo é muito maior do que a dada até então. Sua atitude de contestação em relação ao dogmatismo dos pitagóricos é sem dúvida um espírito que remete à Revolução Científica tornando-se um dos paradigmas para a Ciência Moderna. Segundo Abdounur (2007), Marin Mersenne, matemático francês, diante do mistério dos harmônicos do som, estabelece o paradoxo: “Como poderia uma corda - portanto um comprimento de corda - produzir mais que uma altura ao mesmo tempo?”, que foi explicado por Joseph Sauveur (1653-1716), matemático francês, que conseguiu calcular a frequência dos batimentos resultantes de duas notas.

## O BARROCO

“O Barroco (termo que só aparece no Romantismo) na música vai até 1750, com a morte de J.S.Bach (1685-1750). É o primeiro compositor a escrever um concerto para Cravo e Orquestra. A afinação dos cravos e teclados ganha o cromatismo temperado, igual. As 7 notas da escala (dó, ré, mi, fá, sol, lá, si) são somadas às 5 alterações cromáticas (sustenidos e bemóis) formando uma escala de 12 graus iguais. A divisão matematicamente exata dessas 12 notas mantém o valor constante de 1,0594 para semitom diatônico natural (a distância de um Si-Dó, por exemplo), uma diferença de 0,0072 da antiga (escala natural). Exigindo a nova afinação, Bach escreve ‘Das Wohltemperierte Klavier’ (O cravo bem temperado). O italiano Cristófori, em 1711, constrói o Forte Piano (forte suave em italiano) que tem um ataque forte ou piano de acordo com a energia empregada pelo executante que o tornava diferente do cravo. O instrumento é aperfeiçoado por Silbermann em Dresden e fica conhecido como Piano Forte e logo passa a ser chamado de Piano”. (DE LA GUARDIA, 1945)

Conforme Frederico (1999) a partir do século XVI, na Europa, formam-se orquestras imensas para determinados eventos, o que acaba resultando numa “massa sonora” que não combina com o estilo. Em geral a Orquestra Barroca tem cerca de 17 músicos. Em Leipzig, 1730, Bach usa uma formação com 5 violinos, 2 violas, 2 violoncelos, 2 oboés, 2 fagotes, 3 trombones e 1 par de tímpanos. Em 1749, Rameau e Gluck introduzem o clarinete, derivado do antigo Chalumeau, na orquestra de Ópera. Há também o surgimento dos famosos até hoje luthiers como: Guarnerius (1600-1650), Stradivarius (1645-1704), ambos de Cremona na Itália. Suspeitava-se que o segredo dos violinos Stradivarius fosse, o verniz o que é certamente um grande equívoco. Os segredos acústicos nunca foram revelados, mas sabe-se que é um conjunto de fatores que dão a sonoridade penetrante e suave do afamado violino Stradivarius. Há construtores de instrumentos de cordas friccionadas atualmente que fazem ótimos instrumentos, mas não têm o tempo de uso nas mãos de grandes instrumentistas como os antigos instrumentos. Os segredos acústicos nunca revelados tornaram os violinos, principalmente, valiosíssimos.

“O Barroco tem figuras importantes como: Lully (1632-1687), Corelli (1653-1713), Purcell (1658-1695), Couperin (1668-1733) - sua técnica inclui o uso do polegar, uma inovação revolucionária

para a época, pois até então são usados 4 dedos das mãos nos teclados, Vivaldi (1675-1743) e o mais importante de todos J.S.Bach (1685-1750) - órfão de mãe e pai aos 10 anos de idade, abraçou a música e a religião luterana como ideal de vida. Todos eles sabiam usar as vantagens acústicas do ambiente de igreja que possuíam um grau avantajado de reverberação” (SADIE, 1994)

## O CLASSICISMO

“O Classicismo na música começa em 1750 e termina em 1830. É considerado o gênero galante que, por ser elegante e propiciar o fazer a corte, agrada e faz muito sucesso com as damas da época. A Arquitetura é Rococó, a estética criada por Baumgarten. Temos o Enciclopedismo francês e o Iluminismo alemão (Aufklärung - luzes). Na Filosofia surge Montesquieu (1689-1755), na Pintura, Hogarth (1697-1764) e na Literatura, Goeth (1749-1832). Neste período se cultiva a música de Câmara: Duos, Trios, Quartetos, etc. Na Alemanha, a Sonata Clássica de Felipe Manuel Bach (filho de J.S. Bach) tem no máximo 4 movimentos e abandona a obrigação de que sejam escritas na mesma tonalidade, com exceção do primeiro movimento e do último. É escrita no estilo galante. Surgem o Minueto de Sonata (Mozart) e o Rondó de Sonata (Beethoven). J. Haydn cria a Sonata Orquestral (Sinfonia), com 4 movimentos e introduz nela o Minueto (que sempre foi uma dança)”. (RIEMANN, 1913)

Sob o ponto de vista da Acústica Musical houve avanços consideráveis nos instrumentos musicais e nas vozes, através dos corais. Havia mais investimentos por parte dos nobres, pois lhes trazia diversão ou prestígio e quanto ao clero atraía as pessoas para as igrejas com as Missas e Cantatas. Os cordofones friccionados que conhecemos hoje foram aperfeiçoados nessa época. Apresentamos, alguns espectros do violino e da viola, que possuem 3 cordas com frequências em comum, porém os timbres são claramente diferentes: a relação de intensidades é diferente, a vibração de oitava ocorre mais na corda sol do violino, a vibração de torção é mais significativa na viola, na corda lá. Os modos de ressonância das caixas dos dois instrumentos são diferentes uma vez que a viola é maior e não acompanha a proporção das medidas do violino. A corda lá da viola apresenta sons parciais de pouca intensidade, não presentes no violino.

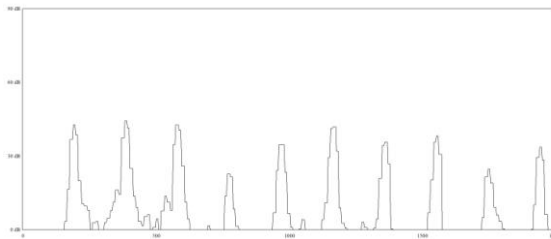


Figura 1: corda sol viola

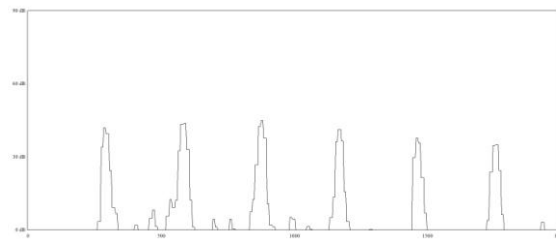


Figura 2: corda sol violino

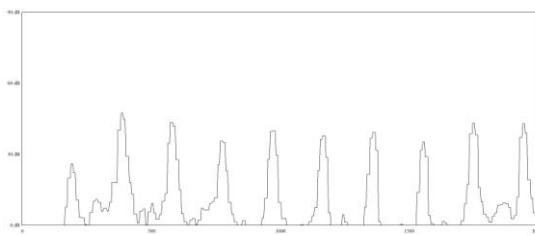


Figura 3: corda ré viola

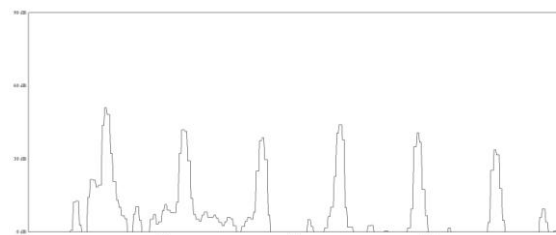


Figura 4: corda ré violino

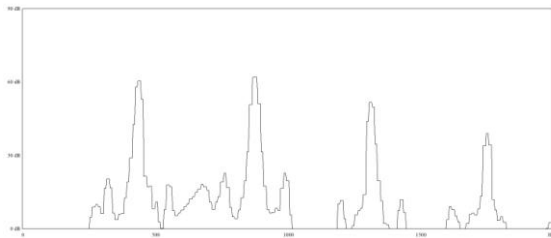


Figura 5: corda lá viola

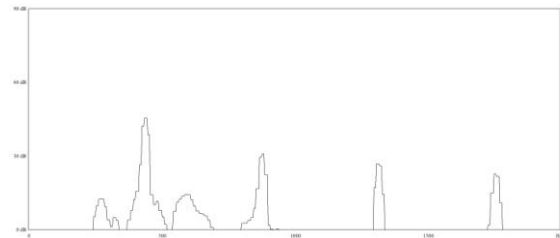


Figura 6: corda lá violino

“O Protestantismo alemão continua cantando o coral de Bach, mas sua música é golpeada pela ópera italiana que começa a reinar em toda a Europa. Veneza já conta com 7 teatros líricos, Nápoles com 5 e Roma com 8. A orquestra clássica tem cerca de 46 músicos. A Escola de Música de Mannheim, em 1756, trabalha com a formação de: 20 violinos, 4 violas, 4 violoncelos, 2 contrabaixos, 4 flautas, 2 oboés, 2 clarinetes, 2 fagotes, 4 trompas, 1 trombone e 1 par de tímpanos. Para a estreia de uma Ópera de Mozart em Milão, 1770, é usada uma orquestra de 57 músicos: 28 violinos, 6 violas, 2 violoncelos, 2 contrabaixos, 6 flautas, 2 oboés, 2 clarinetes, 2 fagotes, 4 trompas, 2 trombones, 1 par de tímpanos. Haydn, em 1783, trabalha com uma orquestra de 24 figuras: 11 violinos, 2 violas, 2 violoncelos, 2 flautas, 2 oboés, 2 fagotes, 2 trompas e 1 par de tímpanos. Como podemos observar o número de músicos varia bastante e isso influencia diretamente na forma como os ouvintes percebem a música, ou seja há efeitos acústicos diferentes não só no sentido de massa sonora mas privilégio de um ou outro timbre. Na realidade a causa disto é mais oportunista que outra qualquer, pois os músicos corriam para onde se pagava mais dignamente então num momento e outro se fazia música com o que tinham em mãos naturalmente.” (FREDERICO, 1999)

Como forma de exemplificar o período clássico selecionamos um aspecto acústico importante: a Orquestração. No caso a orquestração de W. A. Mozart (1756-1791) na Sinfonia nº 41 (Köchel nº 551) em Dó Maior, denominada mais tarde como Sinfonia Júpiter (uma obra prima do período clássico composta no verão de 1788 e sendo a última sinfonia dele) onde faremos uma breve análise e escuta abordando forma e instrumentação, demonstrando o estilo galante e sofisticado de Mozart no 1º Movimento Allegro Vivace (reprodução sonora no local).

A Forma é Sonata (Exposição com 2 temas /do compasso 1 ao 120, Desenvolvimento do 121 ao 188 e Re-exposição do 189 ao 313). A tonalidade é Dó Maior com 2 temas: o 1º em Dó Maior e o 2º em Sol Maior começando no compasso 101. Este movimento Allegro Vivace, em compasso 4/4 com dinâmica Forte, abre com um desenho pomposo de: semínima, pausa de colcheia, tercina de semicolcheias, semínima, pausa de colcheia e tercina de semicolcheias, levando à conclusão no compasso seguinte numa semínima (afirmando Dó Maior). A isto se dá uma resposta, em dinâmica Piano nas cordas, que responde ao motivo principal. Mozart então faz o mesmo motivo, agora em Sol Maior e com um ritmo diferente executa uma cadência perfeita (T, Sd, D e T). Ele trabalha com motivos secundários que enriquecem este movimento da Sinfonia. Para completar só ouvindo a obra numa gravação de 1988, com a orquestra Filarmônica de Berlin e regência de Riccardo Muti.

## REFERÊNCIAS

- ABDOUNUR, O. J. *Matemática e Música – O pensamento analógico na construção de significados*, São Paulo: Escrituras, 2003.
- BROMBERG, C. e ALFONSO-GOLDFARB, A.M. *Vincenzo Galilei and Music: Some Socio-Cultural and Acoustical Discussions*, Circunscribere, vol. 6, p. 1-11, 2009.
- CARPEAUX, O. M., *O Livro de Ouro da História da Música*, Rio de Janeiro: Ediouro Publicações, 2009.



- CHAIM, I. A., *A Música Erudita da Idade Média ao Século XX*, São Paulo: Letras e Letras, 2006.
- DE LA GUARDIA, E. *Compêndio de história de la musica*. Buenos Aires: Ricordi Americana, 1945.
- FREDERICO, E. *Música: breve história*, São Paulo: Irmãos Vitale, 1999.
- GRILLO e outros, *A acústica musical no renascimento da música*, Anais do Scientiarum Historia V, HCTE/UFRJ, 2012.
- HENRIQUE, L. L. *Acústica Musical*, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.
- KÁROLYI, O. *Introdução à Música*, São Paulo: Martins Fontes, 2002.
- MASLINKIEWICZ, S. e COELHO, S. M. *Música, Acústica e Saúde Fonoauditiva*, Ed. Mundo das Óperas, Porto Alegre, RS, 2012.
- PEREIRA, R. A. *A física da música no renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica*. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). São Paulo: USP, 2010.
- RIEMANN, H. *Dictionnaire de musique*, Payot, Paris, 1913.
- SADIE, S. *Dicionário Grove de Música*, Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994.