Impasses no uso de estruturas microtonais na composição eletroacústica

Felipe de Almeida Ribeiro
Universidade Estadual do Paraná, Curitiba-PR

Charles K. Neimog
Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora-MG

Resumo: Neste texto, investigamos como estruturas microtonais foram organizadas por compositores em obras eletroacústicas. Mais que uma análise musical, nos interessa explorar os problemas composicionais emergentes quando nos deparamos com os conceitos e terminologias de classificação de alturas (microtonalidade, temperamento, timbre etc.). Exploramos, portanto, como é e como foi aplicado o parâmetro da altura dentro de obras do repertório, mais especificamente suas qualidades e potenciais dentro da temática da microtonalidade. Para isso, baseamos nossas análises nos estudos de Franck Jedrzejewski, Peter Manning, Curtis Roads, Harry Partch, entre outros. Como resultado, buscamos incentivar a discussão e produção artística acerca do tema, destacando o ofício do compositor em ambientes com suporte tecnológico digital.

Palavras-chave: Microtonalidade. Composição Musical. Música Eletroacústica. Sistemas de Afinação. Computação Musical.

Impasses in the use of microtonal structures in electroacoustic composition

Abstract: *In this text, we investigate how microtonal structures were organized by composers in electroacoustic works. More than a musical analysis, we are interested in exploring the emerging compositional issues when we come across concepts and terminologies of pitch classification (microtonality, temperament, timbre, etc.). Therefore, we explore its aspects and how the parameter of pitch was applied within works of the repertoire, more specifically the pitch qualities and potential within the theme of microtonality. To this end, we base our analyses on the studies of Franck Jedrzejewski, Peter Manning, Curtis Roads, Harry Partch, among others. As a result, we seek to encourage discussion and artistic production on the theme, highlighting the composer's craft in environments with digital technological support.*

Keywords: *Microtonality. Musical composition. Electroacoustic music. Tuning systems. Computer Music.*

RIBEIRO, Felipe de Almeida; NEIMOG, Charles K. Impasses no uso de estruturas microtonais na composição eletroacústica. *Opus*, v. 26 n. 3, p. 1-24, set/dez. 2020.
http://dx.doi.org/10.20504/opus2020c2615

Recebido em 7/8/2020, aprovado em 3/11/2020

Desde o início da música eletroacústica, por volta de 1948, com os experimentos de Pierre Schaeffer, foi possível fazer música microtonal contornando os grandes obstáculos tradicionais da performance microtonal instrumental (ROADS, 2015: 216). O armazenamento em fita magnética, assim como as possibilidades de execução do material em diferentes velocidades, já era o mínimo suficiente para se gerar amostras de sons fora do sistema temperado. Afinal, Schoenberg já afirmava que "Nunca deveríamos ter esquecido que o sistema temperado era somente uma trégua, a qual não deveria prolongar-se mais tempo do que o tornado necessário pela imperfeição de nossos instrumentos." (1999: 442). De certa forma, pode-se até afirmar que o ambiente microtonal é parâmetro próprio da composição eletroacústica. E com essa tese identificamos um problema: a (re)definição de microtonalidade dentro da música eletroacústica. Afinal, havendo hoje precisão na afinação e, consequentemente, a possibilidade do uso de qualquer altura (via sistemas digitais) – erradicando-se assim a polaridade entre temperamento e microtonalismo –, o que significa compor hoje uma peça eletroacústica microtonal? E como os compositores de música eletroacústica trabalham suas estratégias de organização de alturas?

Tendo em vista esses questionamentos, sabemos do anseio de muitos compositores do início do século XX pela expansão das escalas e afinações. Citamos alguns exemplos: Arnold Schoenberg disserta em seu *Harmonielehre* (1999: 449) sobre a necessidade de se ampliar as possibilidades sônicas fora do sistema temperado:

> Permanece, portanto, como objetivo a ser almejado, todo o resto: o correto alojamento de todos os harmônicos superiores, as suas relações com as fundamentais, eventualmente a construção de um novo sistema e daí as combinações destas novas relações, a invenção de instrumentos que pudessem executá-las etc.

Edgar Varèse fez similar declaração em 1939, apontando as necessidades da "[...] libertação do sistema temperado arbitrário e paralisante; a possibilidade de obter qualquer número de ciclos [frequência, Hz] ou, se ainda assim desejado, subdivisões da oitava, consequentemente a formação de qualquer escala desejada [...]"[1] (VARÈSE *apud* APPLETON, 1989: 3, tradução nossa). Iannis Xenakis, por sua vez, canaliza sua crítica à escola composicional fundamentada no uso de escalas como pilar de uma composição: "As escalas são uma base, especialmente para a música instrumental. Mas o importante é o que você faz com os sons, os instrumentos, como você [os combina] e sua evolução. As escalas não são tão importantes como costumavam ser... Por isso fiz um estudo teórico [de escalas usando a teoria das *sieves*], porque era o fim delas"[2] (XENAKIS, 1995 *apud* ROADS, 2015: 237, tradução nossa). Por último, Igor Stravinsky, em conversa com Robert Craft (1960: 115-116, tradução nossa), afirma:

[1] "[...] liberation from the arbitrary, paralysing tempered system; the possibility of obtaining any number of cycles or if still desired subdivisions of the octave, consequently the formation of any desired scale [...]" (VARÈSE *apud* APPLETON, 1989: 3).

[2] "The scales are a basis, especially for instrumental music. But what is important is what you do with the sounds, the instruments, how you [combine them] and their evolution. The scales are not so important as they used to be... This is why I made a theoretical study [of scales using sieve theory], because it was the end of them" (XENAKIS, 1995 *apud* ROADS, 2015: 237).

> Robert Craft: Existiria algum elemento musical ainda suscetível à exploração e desenvolvimento radicais?
> Igor Stravinsky: Sim, altura [*pitch*]. Até arrisco uma previsão de que [o parâmetro da] altura será a principal diferença entre a "música do futuro" e a nossa música, e considero que o aspecto mais importante da música eletrônica é o fato de que ela pode fabricar alturas. Nossa situação de meados do século XX, em relação à altura [tom], talvez pudesse ser comparada à de meados do século XVI, quando, após Willaert e outros terem demonstrado a necessidade de temperamento igual, começaram os grandes experimentos com alturas – o instrumento com quartos-de-tom de Zarlino, o archicembalo de trinta e nove tons da oitava de Vicentino e outros. Esses instrumentos falharam, é claro, e o cravo bem-temperado foi estabelecido (embora pelo menos trezentos anos antes de Bach), mas nossos ouvidos estão mais prontos para tais experimentos agora – os meus estão, com certeza[3].

A busca pela viabilidade de execução de estruturas microtonais foi, portanto, uma grande preocupação por parte dos compositores de música instrumental. Com o desenvolvimento do instrumental eletroacústico, sabemos que esse problema foi parcialmente remediado. Muitas técnicas de síntese sonora já incorporam, "naturalmente", estruturas microtonais. Analisando diferentes obras eletroacústicas do repertório, verificamos que *Mixtur* (1964) e *Mantra* (1970), de Stockhausen, por exemplo, fazem uso de modulação por anel. Porém, dado o potencial inarmônico desta técnica, poderíamos afirmar que isso é suficiente para classificarmos essas peças como microtonais? Sobre *Mixtur* (1964), o próprio Stockhausen afirma que "[...] todos os instrumentos que tocam constantemente notas com notação cromática também realizam livremente graus microtonais e *glissandi*; isto resulta da modulação do anel"[4] (STOCKHAUSEN, 1996: 89, tradução nossa). Abaixo, um exemplo do procedimento de modulação por anel, como encontrado em *Mantra* e *Mixtur*:

[3] "R.C. Is any musical element still susceptible to radical exploitation and development?
I.S. Yes: pitch. I even risk a prediction that pitch will comprise the main difference between the "music of the future" and our music, and I consider that the most important aspect of electronic music is the fact that it can manufacture pitch. Our mid-twentieth-century situation, in regard to pitch, might perhaps be compared to that of the mid-sixteenth century, when, after Willaert and others had proved the necessity of equal temperament, the great pitch experiments began – Zarlino's quarter-tone instrument, Vicentino's thirty-nine-tones-to-the-octave archicembalo, and others. These instruments failed, of course, and the well-tempered clavier was established (though at least three hundred years before Bach), but our ears are more ready for such experiments now–mine are, at any rate" (STRAVINSKY; CRAFT, 1960: 115-116).

[4] "What's more, in Mixtur all the instruments which constantly play pitches with chromatic notation, also freely realize microtonal degrees and glissandos; this results from the ring-modulation" (STOCKHAUSEN, 1996: 89).

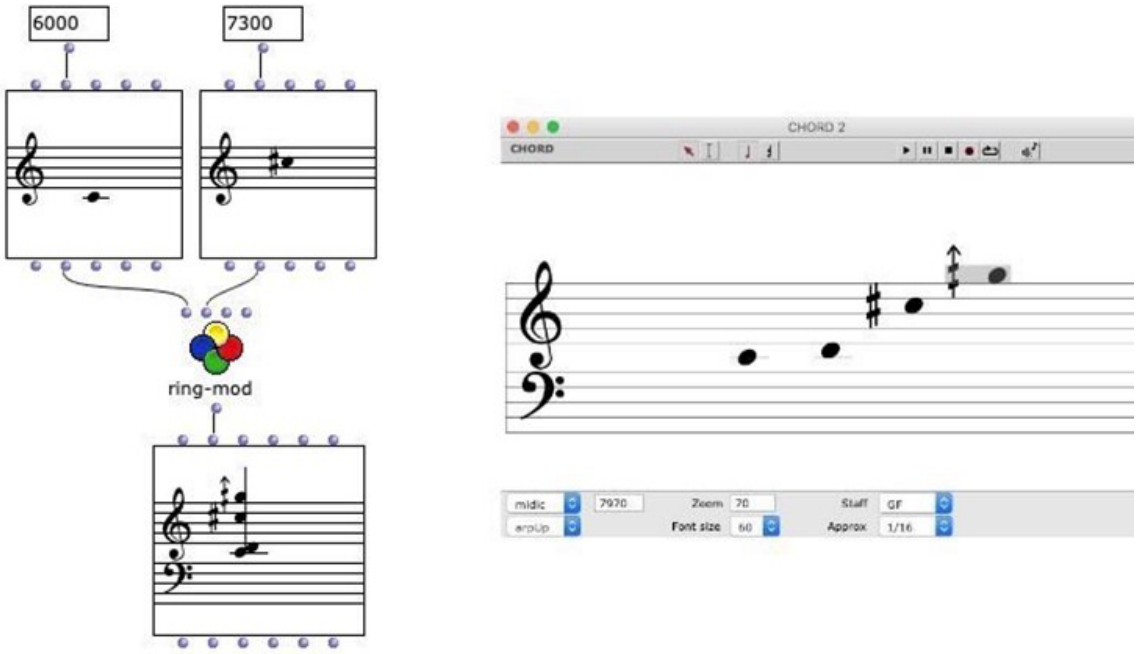


Fig. 1: Modulação por anel entre Dó central (6000 *midicents*) e Dó# oitava acima (7300 *midicents*)[5]. As bandas laterais (*sidebands*) geradas são um Ré -6 cents (6194 *midicents*) e um Sol +70 cents (7970 *midicents*). Fonte: Exemplo dos autores realizado em OpenMusic.

Outros exemplos são *Songes* (1979), de Jean-Claude Risset, e *Mortuos plango, vivos voco* (1980), de Jonathan Harvey, que têm resultados microtonais similares, porém alcançam tal resposta via modulação de frequência (FM). Poderíamos afirmar que essas obras são exemplos de música microtonal dentro do repertório do século XX? Sabemos pela literatura que tal terminologia não é frequentemente utilizada para catalogar tais obras. Estamos acostumados a associar Risset com o uso de técnica FM (MANNING, 2004: 198-200) e Harvey como um compositor espectral (BOSSIS, 2004: 143). Porém não estamos habituados a associar essas técnicas como novas estratégias de estruturação harmônica (microtonal). Griffiths, Lindley e Zannos (2001) afirmam que

> O principal problema na música microtonal – para além da construção e afinação de instrumentos – é talvez o da harmonia; isto pode ter encorajado os compositores a olhar em outras direções a partir dos anos 1970.
> [...]
> A questão harmônica é diferentemente estabelecida, é claro, quando os microtons são concebidos não como adições ao sistema cromático de igual temperamento, mas como intervalos básicos em outras afinações – afinações que costumam ser desenvolvidas não para disponibilizar intervalos menores que um semitom, mas para encontrar melhores aproximações à afinação justa do que o temperamento igual de 12 notas pode proporcionar.

[5] O *software* OpenMusic foi desenvolvido pelo Ircam e trabalha com o conceito de *midicents*. Ex.: 6000 representa o dó central (60 para Dó MIDI e 00 indicando "bequadro"), enquanto 6050 é o dó central um quarto de tom (50 cents) acima. A nota 6025 seria um dó central com um oitavo de tom acima, e assim por diante. Disponível em: http://support.ircam.fr/docs/om/om6-manual/co/Score-Objects-Intro.html. Acesso em: 7 fev. 2020.

> Harry Partch foi pioneiro nesta abordagem, empregando uma oitava com 43 intervalos que disponibilizou razões de frequência envolvendo números primos de até 11 e seus múltiplos (sua escala ascendente começa em 1:1, 81:80, 33:32, 21:20, 16:15, 12:11), e construindo seus próprios instrumentos[6] (GRIFFITHS; LINDLEY; ZANNOS, 2001, tradução nossa).

Com a popularização da disciplina de acústica nos atuais currículos composicionais, talvez associemos a microtonalidade hoje mais com o conceito de expansão de timbre. Nesse sentido, Martin Bartlett explica a importância da síntese FM na ressignificação da relação entre afinação e timbre: "Além disso, métodos de síntese timbral, como a Modulação de Frequência, abriram os ouvidos dos músicos à relação entre afinação e timbre, onde mais uma vez a terminologia mais útil é a linguagem das proporções"[7] (BARTLETT, 1991: 71, tradução nossa). Infelizmente, afirma[8] ainda que "[...] quase todos os equipamentos de síntese disponíveis comercialmente consagraram a tradição de temperamento igual. Só recentemente os fabricantes fizeram *hardware* que permite uma escolha de capacidades de afinação disponíveis para os usuários"[9] (BARTLETT, 1991: 71, tradução nossa).

Essas e outras questões nos levam a uma reflexão sobre a (nova) relação entre compositor e sistemas de afinação na música eletroacústica, assunto esse demasiadamente abordado na história da música instrumental nos séculos XV, XVI e XVII. Entretanto, percebemos que a questão do uso da microtonalidade hoje é pouco abordada, principalmente dentro do âmbito eletroacústico[10]. Por isso, nas próximas seções, examinaremos os estudos de Jedrzejewski (2002, 2014), Werntz (2001), Holmes (2008), Keislar *et al.* (1991), Bosseur (2014), Bancquart, Agon e Andreatta (2008), Schoenberg (1999) e Tenney (2015), além dos pensamentos de compositores como John Cage, Iannis Xenakis, Karlheinz Stockhausen, Jonathan Harvey, Harry Partch e Alois Hába. Nosso objetivo é retomar essa antiga discussão em torno da microtonalidade. Entretanto, não está em nossa agenda abordar, necessariamente, as inúmeras técnicas de síntese sonora para gerar estruturas microtonais ou mesmo de realizar análises musicais completas (em que o parâmetro de altura é reinante). Deste modo, buscamos entender o desenvolvimento e as estratégias composicionais por trás da problemática do microtonalismo dentro do âmbito da música eletroacústica.

---

[6] "The foremost problem in microtonal music – beyond the making and tuning of instruments – is perhaps that of harmony; this may have encouraged composers to look in other directions from the 1970s onwards.

[...]

The harmonic question is differently settled, of course, when microtones are conceived not as additions to the equal-tempered chromatic system but as basic intervals in other tunings – tunings which have customarily been developed not in order to make available intervals smaller than a semitone but to find better approximations to just intonation than 12-note equal temperament can deliver. Harry Partch pioneered this approach, employing a 43-interval octave which made available frequency ratios involving the primes up to 11 and their multiples (his ascending scale begins 1:1, 81:80, 33:32, 21:20, 16:15, 12:11), and building his own instruments" (GRIFFITHS; LINDLEY; ZANNOS, 2001).

[7] "Furthermore, such timbral synthesis methods as Frequency Modulation have opened musicians' ears to the relationship between tuning and timbre, where once again the most useful terminology is the language of ratios" (BARTLETT, 1991: 71).

[8] Importante comunicar que existe uma cena paralela na música comercial eletrônica que busca o uso de afinações alternativas. Exemplo disso é o álbum *Next xen* (2016), que reúne 20 artistas de música microtonal, além de outros artistas já consagrados, como é o caso de Aphex Twin (ver HART, 2016: 244).

[9] "[...] almost all commercially available synthesis equipment has enshrined the tradition of equal temperament. Only recently have manufacturers made hardware that allows a choice of tuning capabilities available to users" (BARTLETT, 1991: 71).

[10] Nosso grupo de pesquisa, Núcleo Música Nova (Unespar, CNPq), fez em 2018 uma chamada de obras eletroacústicas microtonais para compor um CD. Pelo baixíssimo número de inscrições, cancelamos a chamada e tivemos que lançar um novo projeto somente com convidados. Resultado disso foi o CD *microFOLIA*. Isso nos chama a atenção, pois a chamada original foi amplamente divulgada em diversos canais de tradicional comunicação entre compositores (*sites*, redes sociais etc.). Mesmo assim, o interesse foi escasso.

1. Definição de microtonalidade e suas problemáticas ao longo da história

Para adentrar em uma possível discussão sobre o problema da microtonalidade na música eletroacústica, iniciamos nossa argumentação com uma simples definição de microtonalidade. As diversas descrições encontradas perpassam declarações mais gerais, como a de Charles Ives, que afirma que "[...] os microtons são as 'notas entre as fendas' do piano"[11] (IVES *apud* HIGGINS, 2009: 123, tradução nossa). Jedrzejewski, todavia, afirma o seguinte a respeito do termo "microtom" (2014: 150, tradução nossa):

> A definição mais aceita do microintervalo é um intervalo menor que o semitom. Essa definição é um pouco restritiva, pois exclui determinados intervalos, como 3/4 de um tom. Na realidade, existem pelo menos três significados diferentes do microintervalo. Para alguns, o microintervalo refere-se a qualquer múltiplo de uma fração inteira do tom temperado (1/3, 1/4, 2/7 etc.). Essa é a definição adotada pelos seguidores da música microtonal. Ela exclui intervalos como o coma zarliniano ou a quinta pitagórica e leva a uma generalização do temperamento em intervalos equidistantes. Esta é a definição fracionária de microintervalo. Para outros, o microintervalo refere-se a qualquer intervalo que difere das frequências próximas à ressonância natural. Esta é a definição dos seguidores da afinação justa. Ela compartilha o *continuum* em um conjunto de frequências comparáveis às notas naturais da ressonância e um conjunto externo de microintervalos. Isso leva à introdução de dois polos, como anteriormente consonância e dissonância, e procura circunscrevê-los. Esta é a definição equilibrada do microintervalo. Para outros, finalmente, o microintervalo refere-se a qualquer frequência que não pertença ao sistema temperado. Esta é a definição de frequência do microintervalo adotado por certos compositores de música espectral[12].

Alguns são mais abrangentes em suas definições, como é o caso do verbete *Microtone* do Dicionário Grove (GRIFFITHS; LINDLEY; ZANNOS, 2001: 624, tradução nossa):

> Qualquer intervalo musical ou diferença de tom nitidamente menor do que um semitom. Alguns escritores restringem o termo a quantidades inferiores a meio semitom; outros estendem-no para se referir a todas as músicas com intervalos marcadamente diferentes da 12ª parte (logarítmica)

[11] "As composer Charles Ives famously put it, microtones are the 'notes between the cracks' of the piano" (IVES *apud* HIGGINS, 2009: 123).

[12] "La définition la plus communément admise du micro-intervalle est un intervalle plus petit que le demi-ton. Cette définition est un peu restrictive puisqu'elle exclut certains intervalles comme le 3/4 de ton. En réalité, il existe au moins trois acceptions différentes du micro-intervalle. Pour certains, le micro- intervalle désigne tout multiple d'une fraction entière du ton tempéré (1/3, 1/4, 2/7 etc.). C'est la définition adoptée par les adeptes de la musique microtonale. Elle exclut des intervalles comme le comma zarlinien ou la quinte pythagoricienne et conduit à une généralisation du tempérament en intervalles équirépartis. C'est la définition fractionnaire du micro-intervalle. Pour d'autres, le micro-intervalle désigne tout intervalle qui se différencie des fréquences voisines de la résonance naturelle. C'est la définition des adeptes de l'intonation juste. Elle partage le continuum en un ensemble de fréquences assimilables à des notes naturelles issues de la résonance et un ensemble extérieur formé de micro-intervalles. Elle conduit à introduire deux pôles, comme autrefois consonance et dissonance et à chercher à les circonscrire. C'est la définition équilibrée du micro-intervalle. Pour d'autres enfin, le micro-intervalle désigne toute fréquence qui n'appartient pas au système tempéré. C'est la définition fréquentielle du micro-intervalle adoptée par certains compositeurs de musique spectrale" (JEDRZEJEWSKI, 2014: 150).

> da oitava e seus múltiplos, incluindo as escalas com menos de 12 graus que são usadas, por exemplo, no sudeste asiático[13]

Ainda assim, segundo o próprio Jedrzejewski (2002), a reflexão em torno da afinação e da microtonalidade durante o século XX tinha propósitos diferentes daqueles anteriormente vistos na história. Ele afirma (JEDRZEJEWSKI, 2002: 19, tradução nossa):

> No século XX, a questão da escolha de acordes e das frequências reapareceu em uma nova problemática. Não se trata mais de construir um temperamento capaz de modular em todas as tonalidades sem notas desagradáveis, mas de estender os recursos do temperamento igual, adicionando novas frequências ou usando sistemas acústicos mais próximos da ressonância natural ou respondendo a certos critérios fixados pelo compositor.[14]

Finalmente, na esfera da música eletroacústica, Curtis Roads coloca microtonalismo simplesmente como algo "[...] comumente definido como qualquer afinação que não seja de 12-notas de temperamento igual [...]"[15] (ROADS, 2015: 219, tradução nossa). Ao comparar as afirmações de teóricos e compositores, percebemos que é comum que a definição de microtonalidade e microtons gire em torno do sistema temperado como referência. Portanto, ainda que haja incoerências e problemas em relação ao termo, concluímos que a definição majoritária de microtonalidade e microtom se fundamenta nas categorias de frequências e proporções que fogem do padrão de temperamento igual ($\sqrt[12]{2}$).

Mesmo dentro dos inúmeros temperamentos existentes (como os históricos de Werckmeister ou Rameau), percebemos que a microtonalidade é inerente ao problema de afinação, isto é, qualquer escala ou afinação que difere do temperamento igual (e, portanto, de sua notação) apresenta inevitavelmente microtons. Nesse sentido, segundo Bancquart, Agon e Andreatta (2008: 279-280), o sistema tonal dava indícios de sua dissolução no final do século XIX, emergindo gradualmente uma necessidade de reconstrução do sistema de organização das alturas. Isto se deu pela própria saturação do sistema tonal, ou seja, "[...] a 'melhoria' do sistema tonal, provocada pela crescente generalização do cromatismo, erodiu seus próprios alicerces"[16] (BANCQUART; AGON; ANDREATTA, 2008: 279, tradução nossa). Surgiram então dois caminhos: o dodecafonismo, este um direto "descendente" do sistema tonal, e a microtonalidade, antigo conceito que remete a Pitágoras e que estabeleceu os alicerces da música ocidental. Por isso, discutiremos a seguir o peso da tradição do pensamento microtonal e do conceito de afinação e seu impacto em questões de notação, de harmonia e de linguagem.

[13] "Any musical interval or difference of pitch distinctly smaller than a semitone. Some writers restrict the term to quantities of less than half a semitone; others extend it to refer to all music with intervals markedly different from the (logarithmic) 12th part of the octave and its multiples, including such scales with fewer than 12 pitches as are used, for example, in south-east Asia" (GRIFFITHS; LINDLEY; ZANNOS, 2001: 624).

[14] "Au XX siècle, la question du choix de l'accord et des fréquences reapparait dans une nouvelle problematique. Il ne s'agit plus de construire un temperament capable de moduler dans toutes les tonalites sans notes disgracieuses, mais de prolonger les ressources du tempérament egal par ajout de nouvelles frequences ou d'utiliser des systèmes acoustiques plus proches de la resonance naturelle ou repondant a certains criteres fixes par le compositeur" (JEDRZEJEWSKI, 2002: 19).

[15] "[...] commonly defined as any tuning that is not 12-note ET [...]" (ROADS, 2015: 219).

[16] "[...] the 'amelioration' of the tonal system brought about by the increasing generalisation of chromaticism eroded its very foundations" (BANCQUART; AGON; ANDREATTA, 2008: 279).

2. O peso da tradição; herança cultural

Uma discussão sobre o uso da microtonalidade dentro do universo da música eletroacústica possui forte relação com os estudos de microtonalidade no universo instrumental como um todo, uma vez que o meio eletrônico é, em si, um instrumento. Logo, consideramos importante, neste momento, recuperar um histórico das críticas e contribuições em torno das teorias de afinação feitas por diferentes compositores e pesquisadores.

Apesar de os termos serem recentes, as reflexões e os questionamentos sobre afinação não o são. Basta observar a vasta quantidade de escritos de teóricos e compositores como Tenney (1934-2006), Johnston (1926-2019), Partch (1901-1974), Busoni (1866-1924), Helmholtz (1821-1894), Kirnberger (1721-1783), Werckmeister (1645-1706), entre diversos outros, muitos deles resgatando teorias que remetem ao tempo de Pitágoras. Porém, mesmo em ampla discussão durante toda a história da música, tópicos relacionados à afinação são pouco considerados em livros de história da música. Etimologicamente falando, verificamos que a terminologia acerca de microtonalidade é algo muito recente. Segundo Kirnbauer (2015: 64, tradução nossa),

> [...] o *Riemann Musik-Lexikon* de 1967 não reconhece o termo, por exemplo, e "Mikrotöne" só apareceu na primeira edição de *Musik in Geschichte und Gegenwart* da Bärenreiter como uma tradução do termo inglês "*microtones*" (em referência às obras de Edgard Varèse, entre outros)[17].

Podemos então afirmar que a temática da afinação é algo ainda estranho mesmo para músicos de formação universitária ou de conservatório, pois simplesmente boa parte dos currículos acadêmicos atuais não aborda a temática, pelo menos não de forma profunda e direta. O atual ensino das disciplinas de contraponto e harmonia, por exemplo, é profundamente enraizado no sistema temperado. Tal fato dificulta, para o músico, o desvencilhamento do temperamento da noção de linguagem harmônica. Há, porém, indícios de mudanças nessa hegemonia, como aponta Rodolfo Coelho de Souza (2020: 13, tradução nossa):

> Serão um dia consideradas obsoletas para a educação de novos compositores a antiga metodologia de Mestre de Capela ou mesmo as disciplinas como contraponto e harmonia? É preciso considerar que as instituições acadêmicas são muito resistentes às mudanças. Portanto, esta mudança pode ocorrer lentamente, talvez emergindo um novo paradigma (e eu acho que já está acontecendo). A harmonia, como uma disciplina, não tende a tornar-se obsoleta, porque a persistência de modelos tonais preserva a necessidade de ensiná-la. Com o contraponto é diferente, considerando que já está em declínio em muitos currículos ao redor do mundo, sendo às vezes incorporado em livros de curso de harmonia. Veja, por exemplo, o excelente livro de Roig-Francoli (2003). Isto também acontece porque o princípio da independência

[17] "[...] the 1967 Riemann Musik-Lexikon does not recognise the term, for example, and 'Mikrotöne' only appears in the first edition of Bärenreiter's Musik in Geschichte und Gegenwart as a translation of the English term 'microtones' (in reference to the works of Edgard Varèse, among others)" (KIRNBAUER, 2015: 64).

> de vozes ocorre em vários modelos computacionais de modelagem de som, desde editores de som e mixagem até a composição algorítmica.[18]

Outra importante perspectiva vem de Schoenberg, com seu célebre *Harmonielehere.* Nele, dentre muitos outros temas, o compositor austríaco reflete acerca da afinação, sobre temperamentos e principalmente o impacto na linguagem tonal. Podemos ali encontrar afirmações como:

> Mas tal redução [temperamento] das relações naturais não poderá deter por muito tempo a evolução musical. E o ouvido terá que dedicar-se a estes problemas porque *ele próprio*, o ouvido, assim o deseja. Aí a nossa escala será absorvida numa organização superior, conforme aconteceu aos modos eclesiásticos ao fundirem-se nos modos maior e menor. E não podemos prever se haverá quartos, oitavos, terços ou (como pensa Busoni) sextos de tom, ou se iremos diretamente a uma escala de 53 sons, como a estabelecida pelo Dr. Robert Neumann. (SCHOENBERG, 1999: 64).

Mas, em especial, nos interessa a seguinte afirmação: "Provavelmente, quando tanto o ouvido quanto a fantasia criadora estiverem maduros para isso, tanto a escala quanto os instrumentos surgirão de um só golpe" (SCHOENBERG, 1999: 66). Apesar da postura progressista, Schoenberg não concretizou obras microtonais, mas é interessante, de todo modo, verificar sua preocupação com realização de projetos microtonais: "As vezes surgem intenções para compor com quartos ou terços de tom. Porém, de momento, isto não tem suficiente serventia, visto existirem poucos instrumentos que podem executar tal música." (SCHOENBERG, 1999: 66).

Outros compositores contribuíram diretamente para o desenvolvimento da música microtonal, como é o caso do tcheco Alois Hába (1893-1973). Apesar da grande contribuição teórica, a música de Hába teve pouco impacto na comunidade da época, em especial se comparado a Schoenberg. Uma primeira justificativa pode ser encontrada em Werntz. Para ela, a estética microtonal (no caso específico dos quartos de tom) não teve aceitação devido ao:

> [...] desafio desconcertante de fazer sentido musical das alturas adicionadas [ao temperamento], um desafio que em grande parte não foi cumprido por esses compositores [Alois Hába], que não deixaram nenhum repertório substancial de trabalhos inspiradores para afirmar os méritos e o potencial artístico dessa abordagem para as gerações futuras[19]. (WERNTZ, 2001: 160, tradução nossa)

[18] "Will the old Chapel-Master methodology or even courses such as counterpoint and harmony be one day considered as obsolete for the education of new composers? One has to consider that academic institutions are very resistant to changes. So, this shift might slowly occur, perhaps by emerging a new paradigm (and I think it is already happening). Harmony, as a course, does not tend to become obsolete, because the persistence of tonal models preserves the need of teaching it. With counterpoint it is different, considering that it is already in decline in many curricula around the world, being sometimes incorporated in harmony course books. See, for instance, the excellent textbook of Roig-Francoli (2003). This also happens because the principle of voice independence occurs in several computer models of sound modelling, from sound editors and mixing, to algorithmic composition" (COELHO DE SOUZA, 2020: 13).

[19] "This is surely due largely to the bewildering challenge of making musical sense out of the added pitches, a challenge that largely was not met by these composers, who left no substantial repertoire of inspirational works to affirm the merits and artistic potential of this approach to future generations" (WERNTZ, 2001: 160).

Já para Harry Partch (1974: 197) e Bancquart, Agon e Andreatta (2008: 281), nosso sistema de notação é outro problema crucial. Keislar *et al.* (1991: 189) deixam evidente a grande variedade de opiniões acerca da notação microtonal. Vemos que não há concordância entre os compositores abordados em sua análise no uso de apenas um sistema de notação microtonal. Todos desenvolveram seu próprio método e somente Eaton e Mandelbaum acreditam que algum dia possa existir uma notação geral para a microtonalidade. Os outros quatro compositores analisados por Keislar não acreditam em um sistema de notação microtonal geral. Segundo o compositor Schottstaedt (*apud* KEISLAR *et al.*, 1991: 189), na música eletrônica tal sistema de notação poderia até existir, mas não no ambiente da música instrumental. Nesse sentido, Bosseur nos lembra que, "de fato, o sistema tradicional [de notação] reflete em prioridade os privilégios melódicos e harmônicos ligados à ordem tonal" (2014: 96, tradução nossa). Nessa mesma direção, o compositor James Tenney (2015: 281-282) associa o problema da microtonalidade na música com a definição de harmonia. Segundo ele, o termo impacta na aplicabilidade de outros sistemas de afinação, pois "[...] o próprio *significado* da palavra 'harmonia' passou a ser definido de forma tão restrita que só se pode pensar em aplicá-la aos materiais e procedimentos do sistema tonal diatónico/triádico dos últimos dois ou três séculos"[20] (TENNEY, 2015: 281, tradução nossa). Desta forma a teoria harmônica ocidental não daria conta de sistemas não tonais, não diatônicos e, portanto, não temperados, de tal modo que Tenney sugere que harmonia deveria se basear em uma teoria da percepção (psicoacústica e acústica); ela deveria ser neutra, culturalmente e estilisticamente geral e por último quantitativa (TENNEY, 2015: 281).

Com o surgimento dos primeiros instrumentos elétricos no século XX e posteriormente com o desenvolvimento da música eletrônica, Holmes (2008: 121) afirma que, com o advento da eletrônica, a invenção de novos sistemas de afinação é facilitada, assim como seu uso. Porém, para o autor, este fato teve outras implicações, pois potencializou a utilização do ruído como material musical, o que de certa forma vai em direção contrária (ou paralela) ao uso de escalas ou sistemas de altura definida. Em consequência ao crescente uso de ruído na música, John Cage afirma: "Ruídos são tão úteis para a nova música como os chamados tons musicais, pela simples razão que eles são sons"[21] (*apud* HOLMES, 2008: 121, tradução nossa). E continua: "Esta decisão altera a visão da história, de modo que não se trata mais de tonalidade ou atonalidade, Schoenberg ou Stravinsky [...], nem de consonância e dissonância, mas sim de Edgard Varèse, que foi pai do ruído na música do século XX"[22]. Para completar, Cage compara seu trabalho com o de Harry Partch e Lou Harrison, afirmando que, enquanto ambos se interessavam por afinação justa e controle da microtonalidade, ele "[...] tomava o ruído como base"[23] (*apud* ROADS, 2015: 97, tradução nossa). De tal modo, com base em Biehl (2011) percebe-se um ponto em comum na abordagem de Cage e Partch (e demais compositores microtonais), pois, de uma forma ou de outra, ambos tentavam desprender-se do sistema temperado.

[20] "[...] the very *meaning* of the word 'harmony' has come to be so narrowly defined that it can only be thought of as applying to the materials and procedures of the diatonic/ triadic tonal system of the last two or three centuries" (TENNEY, 2015: 281-282).

[21] "Noises are as useful to new music as so-called musical tones, for the simple reason that they are sounds" (CAGE *apud* HOLMES, 2008: 121).

[22] "This decision alters the view of history, so that one is no longer concerned with tonality or atonality, Schoenberg or Stravinsky [...], nor with consonance and dissonance, but rather with Edgard Varèse who fathered forth noise into twentieth-century music" (CAGE *apud* HOLMES, 2008: 121).

[23] "In 1980, Cage wrote: One difference between Harry Partch and myself – also a difference between me and Lou Harrison – is that they became interested in intonation and the control of microtones, whereas I went from the twelve tones into the whole territory of sound. I took noise as the basis" (CAGE *apud* ROADS, 2015: 97).

Porém, "diferente de Partch, Cage escolheu uma fuga não sistemática do sistema temperado"[24] (BIEHL, 2011: 171, tradução nossa) ao extrair sonoridades com espectros microtonais (e não controláveis) em suas obras para piano preparado.

Com todo esse histórico, nos vem à mente o seguinte questionamento: se hoje dispomos de tecnologias capazes de lidar com a microtonalidade com tanta facilidade, o que impediria uma explosão no surgimento de novas obras com tal recurso? Temos vários exemplos na história da música eletroacústica de obras que adentram no mundo da microtonalidade, como veremos a seguir. Entretanto, é interessante notar que o problema conceitual e prático da microtonalidade saiu da agenda de preocupações dos compositores de hoje – se compararmos com os pioneiros Varèse, Schoenberg ou mesmo Russolo –, que adentraram com muito mais força no mundo dos timbres e das temporalidades. Seria isso ainda uma fase jovem da história da música eletroacústica? Estaríamos esperando, talvez, por um "Renascimento" e por usos mais radicais de estruturas microtonais? Ou estaríamos justamente presos a um sistema conservador, que pensa as alturas em primeiro plano fortemente atreladas ao sistema de temperamento (igual)? Teríamos, portanto, herdado toda estrutura de organização das alturas da música instrumental antiga a ponto de não conseguirmos nos desvencilhar? O que nos parece, nessa pesquisa, é que muitas vezes os compositores de música eletroacústica apresentam dificuldades no "devaneio" das ideias e se apoiam nas estruturas existentes em *softwares* e *hardwares* mais comerciais, como apontado por Caesar (2016: 197). Um exemplo disso é a dificuldade em se usar microtons em ambiente MIDI, como em alguns teclados sintetizadores comerciais. Em ambientes mais experimentais, como no OpenMusic do Ircam, temos o conceito de *midicents*, que resolve o obstáculo de incorporação de microtons. Nesse contexto todo, nos parece, às vezes, que a música eletroacústica ainda sofre do mito do Leito de Procusto. Retomaremos essa discussão mais adiante.

3. Repertório e soluções

Frente aos diversos problemas apresentados, demonstraremos brevemente nesta seção como alguns compositores trataram a composição microtonal em ambiente eletroacústico. Veremos suas estratégias tanto no plano notacional quanto no aspecto prático, de criar e executar estruturas microtonais. Nosso estudo se restringe, portanto, a observar e apontar as estratégias composicionais empregadas em algumas peças, no sentido amplo de **analisar**, como declarado por Curtis Roads (2015: xxi, tradução nossa):

> Eu faço uma distinção entre análise musical e estratégia de composição. A análise musical é um esforço problemático. A tarefa de análise baseada em uma partitura impressa é bastante direta, embora dificilmente seja uma ciência. O ponto de partida – uma partitura – já é uma representação simbólica simplificada de alto nível de um fenômeno mais complexo: um padrão de vibrações do ar. Em contraste, ao analisar a música eletrônica, um objetivo principal é precisamente tentar encontrar uma partitura (um repertório de símbolos) nas formas de onda. Na prática, isto é difícil, pois muitas vezes não existem na música eletrônica unidades padronizadas

[24] "Unlike Partch, Cage thereby chose a non-systematic escape from equal temperament" (BIEHL, 2011: 171).

> e homogêneas como as notas (Bossis 2006). Muitas análises de música eletrônica tendem para o anedótico ou o filosófico.[25]

3.1 Observações em *Studie II* de Karlheinz Stockhausen

Em *Studie II* (1954) de Karlheinz Stockhausen, temos uma das primeiras peças eletroacústicas na qual há registro gráfico documentado. Parte da construção da peça se deu na combinação de tabelas e gráficos de montagem, portanto sem o suporte de uma partitura tradicional (TOOP, 1981: 169). A documentação impressa de *Studie II* permite recriar a obra em outros ambientes (que não a fita magnética), como é o caso da realização feita por Georg Hajdu[26] em Max ou por Joachim Heintz[27] em Csound. Aqui encontramos um primeiro aspecto interessante: seria a documentação a própria partitura?

Esta obra é baseada na divisão do quinto harmônico (5:1) em 25 partes iguais (5 x 5). Tal cálculo é representado pela equação $\sqrt[25]{5}$, resultando em um temperamento com intervalos de aproximadamente 112 cents[28]. Segundo Toop (1981: 170), este processo se estende de 100 Hz (G1 + 34 ¢) até 17200 Hz (C10 -8 ¢)[29], totalizando 81 sons organizados de forma serial. Porém, Williams (2016: 452) evidencia problemas de execução de tais alturas nos osciladores da época. O primeiro deles é que nenhuma frequência acima de 11 kHz é encontrada, sugerindo que frequências mais agudas não eram praticáveis nesses osciladores. Além disso, Williams (2016: 452, tradução nossa) aponta que,

> Na partitura, os valores de frequência de onda sinusoidal acima de 1 kHz são arredondados para os 10 Hz mais próximos, enquanto os valores acima de 10 kHz são arredondados para os 100 Hz mais próximos. Isto sugere fortemente o uso de um oscilador com três controles decenais e um multiplicador de três posições 10x[30].

Observamos isso de forma prática ao comparar os valores de frequência obtidos no *patch* de Georg Hajdu (baseado na partitura) e os valores calculados seguindo as equações do temperamento. Por exemplo, 1082.6 Hz é arredondado para 1080 Hz, 1592.9 para 1590 e 2343.9 para 2340 Hz. Ademais, é importante lembrar que escalas de frequências são logarítmicas,

[25] "I draw a distinction between music analysis and composition strategy. Music analysis is a problematic endeavor. The task of analysis based on a printed score is fairly straightforward, though it is hardly a science. The starting point – a score – is already a simplified high-level symbolic representation of a more complex phenomenon: a pattern of air vibrations. In contrast, when analyzing electronic music, a main goal is precisely to try to find a score (a repertoire of symbols) in the waveforms. In practice, this is difficult, as there are often no standardized, homogenous units like notes in electronic music (Bossis 2006). Many analytical accounts of electronic music tend toward the anectodal or philosohical" (ROADS, 2015: xxi).

[26] Disponível em: http://georghajdu.de/6-2/studie-ii/. Acesso em: 7 fev. 2020

[27] Disponível em: http://csound.1045644.n5.nabble.com/Stockhausen-s-quot-Studie-II-quot-generated-in-Csound-td1122099.html. Acesso em: 28 nov. 2019.

[28] (1200/*log*2) * *log*(5/(1)) = 111,452548 *cents*.

[29] De 100 Hz até 500 Hz teremos 25 divisões, de 500 até 2500 Hz (o quinto harmônico de 500, ou 500 x 5 = 2500) outras 25 divisões, até chegarmos a 17200 Hz.

[30] "In the score, the sine-wave frequency values above 1 kHz are rounded to the nearest 10 Hz, whilst values above 10 kHz are rounded to the nearest 100 Hz. This strongly suggests the use of an oscillator with three decade controls and a three-position 10x multiplier" (WILLIAMS, 2016: 452).

ao contrário do sistema de pauta/notação, que é linear, e que os próprios alto-falantes apresentavam seus limites, como aponta Daniel Teruggi (2001: 2, tradução nossa):

> [...] é importante saber que os alto-falantes, nos quais as primeiras obras da *Musique concrète* foram compostas, tinham uma largura de banda que variava de 80 a 10.000 Hertz. Ouvir o trabalho com alto-falantes modernos pode revelar frequências indesejadas, que o autor não podia ouvir. Portanto, esses problemas foram levados em consideração desde que as cópias foram feitas após a composição das obras[31].

Formalmente, Toop (1981: 170) afirma que tudo em *Studie II* é baseado no número cinco (ver Fig. 2, 3 e 4). Cinco sinusoides formam um *Tongemisch* (mistura de tons). Existem cinco tipos de *Tongemisch*, cada um com uma sobreposição diferente de intervalos. No *Tongemisch I* temos cinco intervalos de 112 ¢ sobrepostos (em cinza na Fig. 4). Ou seja, tendo C4 como nota mais grave, teríamos a seguinte ordem: C4, C#4 +12 ¢, D4+24 ¢, D#4 +36 ¢, E4 + 48 ¢. O *Tongemisch II* (em amarelo na Fig. 4) temos cinco intervalos de 224 ¢, ou seja, C4, D4 + 24 ¢, E4 + 48, F# +72 ¢, assim por diante. No *Tongemisch III* (em verde na figura 4) temos sobreposições de 5 intervalos de 336 ¢. Nas *Tongemisch IV* (em azul na Fig. 4) temos cinco intervalos de 448 ¢ e no *Tongemisch V* (em vermelho na Fig. 4) temos cinco intervalos de 560 ¢. É interessante notar que Maconie (2005) não menciona a alteração da afinação em relação ao temperamento e, portanto, deixa dúbio em sua análise o caráter microtonal desta peça. O leitor desavisado poderá interpretar que tais *Tongemisch* ou *Group*, na terminologia de Maconie, são temperados, porém ressaltamos que não são.

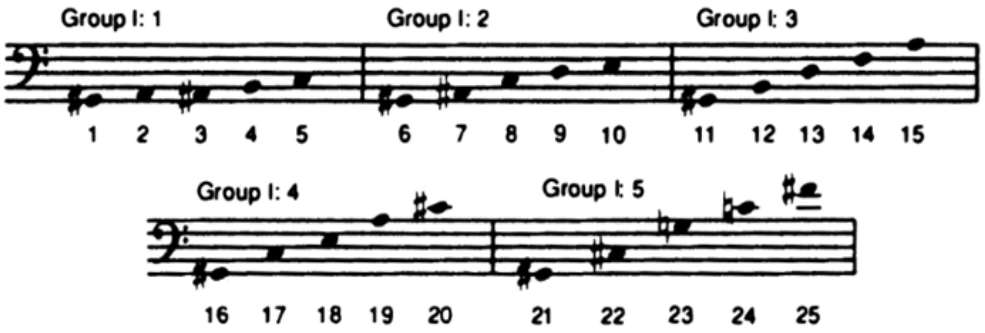


Fig. 2: Representação de Maconie para os grupos de nota (*Tongemisch*) utilizados em *Studie II*.
Fonte: Maconie (2005: 134).

[31] "[...] it is important to know that the loudspeakers, on which the first works of *Musique concrète* were composed, had a bandwidth that ranged from 80 to 10000 Hertz. Listening to the work with modern loudspeakers may reveal unwanted frequencies, which the author could not listen to. So these problems have been taken under consideration ever since copies have been made after the composition of the works" (TERUGGI, 2001: 2).

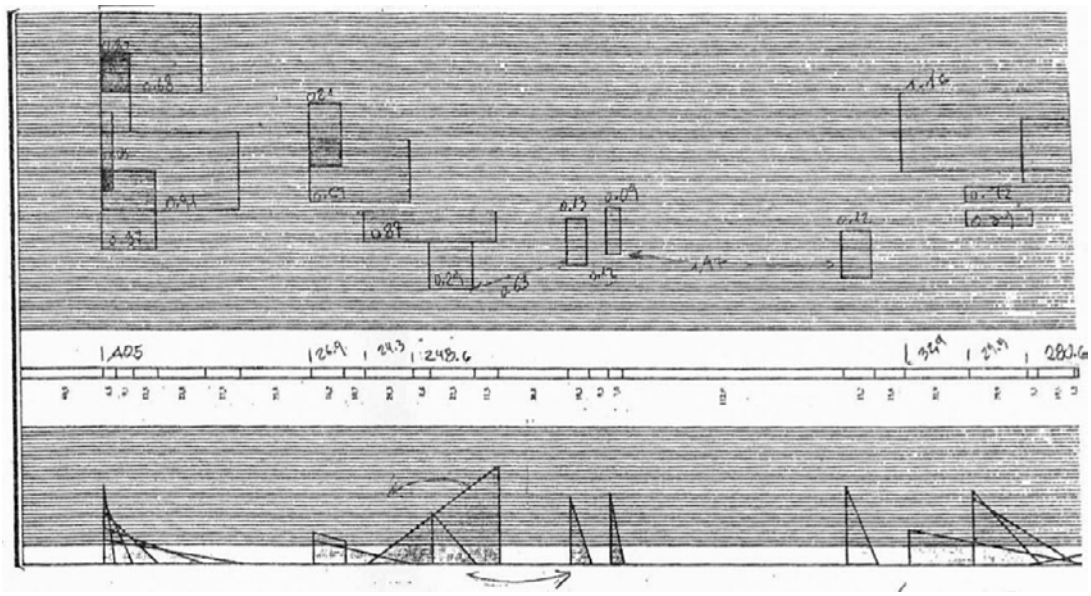


Fig. 3: Trecho de *Studie II* de Stockhausen, com notação gráfica paramétrica (STOCKHAUSEN, 1956).
Fonte: Universal Edition Ltd.

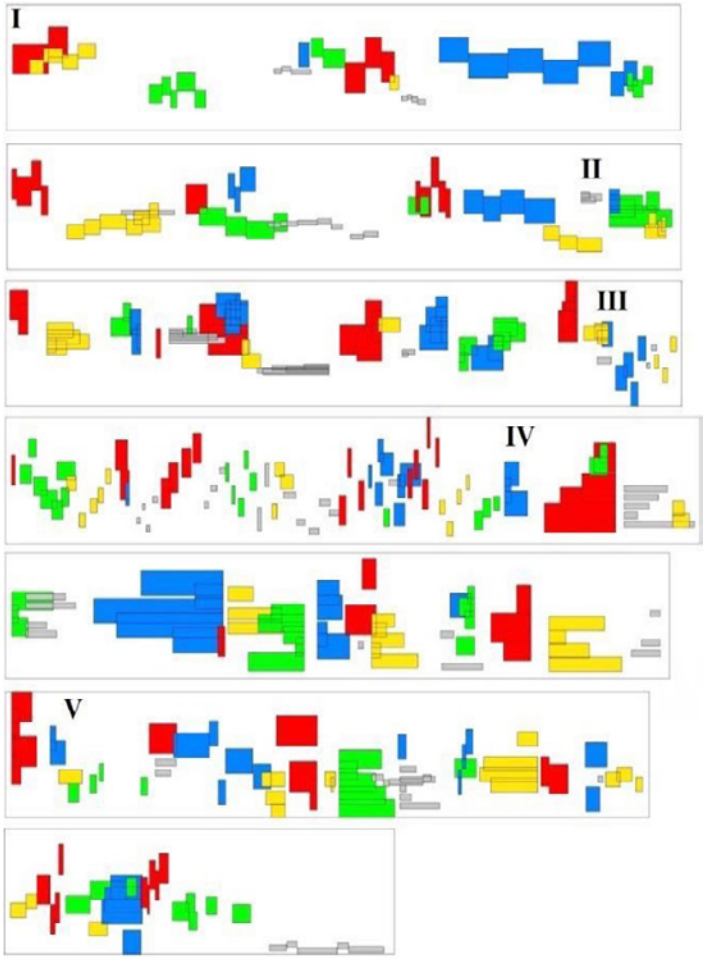


Fig. 4: Análise das seções de *Studie II* por Hubert Wißkirchen.
Fonte: Wißkirchen (2005: 3).

Segundo Toop, "cada subseção da obra consiste em cinco 'frases', contendo de 1 a 5 sons. Cada grande seção da obra contém cinco subseções. Finalmente, a obra como um todo consiste em cinco grandes seções"[32] (TOOP, 1981: 170, tradução nossa). Wißkirchen (2005: 2) classifica essas cinco grandes seções da seguinte forma: 1) primeira seção com sons longos e conectados; 2) na segunda com sobreposições (acordes) de *Tongemisch*, tendo durações mais curtas; 3) na terceira seção temos sons pontilhistas e curtos, organizados de forma irregular[33]; 4) na quarta temos novamente sobreposições (acordes) de *Tongemisch*, porém com durações mais longas; 5) e na quinta seção temos os quatro momentos anteriores misturados, como uma recapitulação.

3.2 Observações em *Mortuos Plango, Vivas Voco*, de Jonathan Harvey

Analisemos agora *Mortuos Plango, Vivas Voco* (1980), de Jonathan Harvey, uma obra considerada espectral. Composta com o auxílio técnico de Stanley Haynes, é uma obra encomendada pelo Centre George Pompidou em Paris e realizada no Ircam. Segundo Bossis (2004: 125), Harvey utilizou procedimentos de Fast Fourier Transform (FFT) e o notável *software* Music V de Max Matthews – ambas ferramentas de crucial importância para a construção e concepção da obra. Bossis ainda afirma que "as interfaces gráficas ainda não eram generalizadas em 1980, as manipulações no *software* da época eram muitas vezes tediosas pelo uso de uma sintaxe complexa"[34] (BOSSIS, 2004: 125, tradução nossa). Por isso o papel importante de Stanley Haynes de implantar os procedimentos elaborados por Harvey. Bossis destaca que o FFT era responsável por decompor o som complexo, "[...] determinando a localização e amplitude da frequência fundamental e dos parciais"[35] (BOSSIS, 2004: 125, tradução nossa). Já o Music V era responsável pela gravação e reprodução dos arquivos de som, permitindo a leitura em *loop*, transposições, *glissandi* e a modificação do envelope e da amplitude, além de fazer a síntese, a mixagem e distribuir para os oito canais da peça.

Esta obra tem suas notas baseadas no espectro do sino da Catedral de Winchester, do qual a estrutura formal e as alturas são majoritariamente retiradas. Segundo Bossis (2004: 123), o espectro inicial do sino é 130 Hz, 260 Hz, 311 Hz, 392 Hz, 523 Hz, 690 Hz, 700 Hz, 783 Hz, 870 Hz, 987 Hz, 1060 Hz etc.[36] Porém, Harvey percebe que uma segunda fundamental é perceptível, então ele inclui os parciais desta no espectro. Abaixo temos o espectro completo utilizado para a peça (Fig. 5), no qual as notas apontadas pelos quadrados advêm da segunda fundamental, no caso Fá (indicado pela seta). Segundo as frequências fornecidas por Bossis, este Fá está para Dó (130 Hz) numa distância de 498 cents.

[32] "Each subsection of the work consists of 5 'phrases' containing 1-5 sounds. Each major section of the work contains 5 subsections. Finally, the work itself consists of 5 major sections" (TOOP, 1981: 170).

[33] Para informações precisas do uso do tempo na obra ver o artigo de Kogelheide (2016: 69).

[34] "Les interfaces graphiques n'étant pas encore généralisées en 1980, les manipulations sur les logiciels de l'époque étaient souvent rendues fastidieuses par l'emploi d'une syntaxe complexe" (BOSSIS, 2004: 125).

[35] "Le premier outil technologique utilisé permet l'analyse spectrale du son en déterminant l'emplacement et l'amplitude de sa fréquence fondamentale et de ses partiels" (BOSSIS, 2004: 125).

[36] Respectivamente (em *midicents*): 4790, 5990, 6300, 6700, 7200, 7678, 7704, 7898, 8080, 8298, 8422 etc.

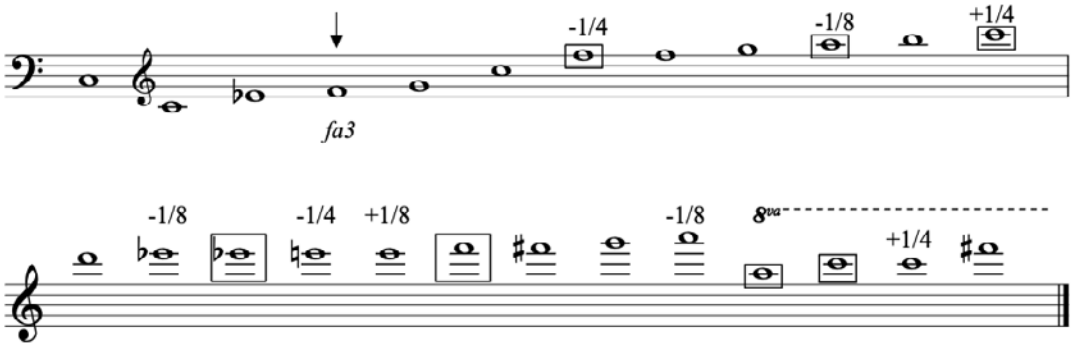


Fig. 5: Espectro inarmônico do sino, com a fundamental C2, com inclusão de parciais de F4.
Fonte: Bossis (2004: 124); ilustração refeita pelos autores.

Nem Harvey, Bossis ou Dirks explicam de onde estes parciais sobre Fá são retirados. Mesmo assim, pela notação utilizada por Bossis (2004: 124), afirmamos que este Fá não segue o espectro do sino, nem a série harmônica.

Segundo Harvey (1981: 22), a peça tem oito seções, sendo que cada uma tem sua própria fundamental. Bossis (2004: 127) afirma que as oito fundamentais são retiradas dos nove primeiros parciais do sino, sendo depois reduzidas ao temperamento igual. A este respeito, nos perguntamos o porquê desta decisão, uma vez que Harvey trabalhou em um sistema digital, isto é, com grandes possibilidades microtonais. Apesar de a obra apresentar inúmeros espectros inarmônicos, isto é, com a presença de estruturas microtonais, no plano formal da obra Harvey ainda carrega uma certa herança da escrita musical fortemente impactada pelo temperamento igual. Ademais, podemos afirmar que o caráter microtonal existente nesta obra é um "efeito colateral" da construção da peça, isto é, manipulações sonoras com o uso de amostras de som de um sino, instrumento com caráter inarmônico, assim como processamento de sinal via FFT, de igual complexidade espectral.

3.3 Observações em *Gendy3* de Iannis Xenakis

Finalizamos com uma obra que se aventura por algoritmos randômicos – talvez a peça mais anti-humanista dessa nossa pequena seleção. *Gendy3* (1991) foi composta por Iannis Xenakis utilizando o programa Gendyn, desenvolvido pelo próprio compositor. Segundo Hoffmann, *Gendy3* é um exemplo de Composição Algorítmica Rígida (RAC – *Rigorous Algorithmic Composition*), e "uma vez que o fenômeno musical por inteiro é determinado completamente por um único algoritmo, a melhor teoria composicional concebível é o próprio algoritmo"[37] (HOFFMANN, 2004: 138, tradução nossa). É importante saber que o *software* Gendyn é nativo em ambiente microtonal, não se encaixando automaticamente no sistema temperado, como acontece com vários *softwares* comerciais. Nesta peça temos um exemplo do compositor enquanto *luthier* (RIBEIRO, 2018: 174), pensando no ambiente (instrumento) inerente à microtonalidade (HOFFMANN, 2009: 216). E mais, Xenakis não repete o bordão da microtonalidade com sistema harmônico estático e organizado, como visto em outros compositores. Segundo Hoffman, Xenakis faz uso de síntese FM estocástica "[...] em um senso mais geral que o usual, porque ele cobre

[37] "Since the entire musical phenomenon is completely determined by a single algorithm, the conceivably best theory of composition is this algorithm itself" (HOFFMANN, 2004: 138).

o *continuum* desde a altura estável (onde a modulação é nula) passando por estruturas de glissando de alturas e complexos de altura/timbre, até atingir puro ruído"[38] (2004: 138, tradução nossa). Ademais, Hoffman afirma que (2004: 140, tradução nossa):

> *Clusters* surgem como um resultado de uma combinação de várias camadas de som sintetizado, onde cada camada é um som com altura fixa. Escalas surgem quando o movimento da altura dentro de uma única camada é descontínuo, passo a passo (sem glissando), com saltos aleatórios entre uma coleção de alturas. *Noise* são, finalmente, como glissando de alturas, mas acelerados entre o limite de percepção de altura (*stochastic FM noise*)[39]

Esses três rápidos comentários sobre as peças de Stockhausen, Harvey e Xenakis nos mostram estratégias diferentes para a estruturação de alturas microtonais. Stockhausen se apoia no pensamento serial, dividindo o registro de forma igual – declarando, portanto, um pensamento microtonal "oficial" – e permitindo a expressividade se manifestar desse sistema. Harvey é um espectralista, isto é, busca na própria naturalidade do som as regras para sua composição. E, nessa aventura, emerge uma **harmonia ecológica** (GRISEY, 2000: 2), isto é, uma complexidade de frequências que extrapola o sistema temperado. Já com Xenakis, percebemos que ele se aproxima de Cage ao buscar integrar o ruído em sua linguagem musical. Mesmo com o alto nível de aleatoriedade, Xenakis construiu as estruturas para as alturas da peça com muito cuidado, visto seus esboços e cuidadosas fórmulas[40]. Das três obras examinadas, *Gendy3* é talvez a mais radical do ponto de vista do uso da microtonalidade, visto a complexidade da incorporação de estruturas microtonais desde sua concepção.

4. Reflexões finais e os problemas de música e linguagem na música eletroacústica

No início do século XX, vários compositores produziram obras com o uso de microtons, com diferentes perspectivas. São exemplos o chamado círculo de Berlin com Alois Hába, Ivan Wyschnegradsky, Jörg Mager, Willi Möllendorf e Richard Stein (PATTESON, 2016: 54), assim como os compositores americanos Pauline Oliveros, Julian Carrillo, Charles Ives, Lou Harrison, Terry Riley, LaMonte Young, os europeus Béla Bartók, Georgy Mikhailovich Rimsky-Korsakov, Henri Pousseur, Manfred Stahnke, Henk Badings, Hans Kox, Ton de Leeuw, Salvatore Sciarrino, Ernst Krenek, György Ligeti, Iannis Xenakis, Karlheinz Stockhausen, Krzysztof Penderecki, Witold Lutoslawski, Luigi Nono e até mesmo Pierre Boulez (KEISLAR *et al.*, 1991: 173), entre vários outros. Mesmo com vários compositores utilizando artifícios microtonais ao longo do século XX, tal procedimento ficou

[38] "The term FM is used here in more a general sense than usual, because it covers the entire continuum from stable musical tone (where modulation is nil) through glissando pitch structures and hybrid pitch/timbre complexes, to perfect noise" (HOFFMANN, 2004: 138).

[39] "Clusters come about as a result of a combination of several sound synthesis layers, where each such layer is a sound with fixed pitch. Scales emerge when the pitch movement within a single synthesis layer is discontinuous, stepwise, with aleatoric jumps between a collection of pitches. Noise, finally, is like glissando pitch, but accelerated beyond the threshold of pitch perception (stochastic FM noise)" (HOFFMANN, 2004: 140).

[40] A altura em si se baseia na seguinte fórmula: Altura = log2 (fs/n). Nela fs é equivalente a 44100 (frequência de amostragem de *Gendy3*) e n é equivalente ao tamanho da forma de onda em um pulso do sample (*sample ticks* = 1-44100 avos de segundo). Por sua vez, a forma de onda (n) é definida pela seguinte fórmula: n = mi, em que m é o número de *breakpoints* e i (=j) é o espaçamento para todos os *breakpoints*. O valor de i é definido seguindo processos estocásticos (ver HOFFMANN, 2004: 140, 215).

sempre marginalizado, mesmo dentre as estéticas composicionais de vanguarda, por motivos que foram previamente abordados. E, como dito anteriormente, muitas obras apresentam indiretamente uma natureza microtonal, como resíduos de algum processo composicional (como síntese cruzada FFT, síntese FM, amostras de sons com espectro inarmônico etc.).

É nesse sentido que ressaltamos o potencial natural do computador e dos demais meios eletrônicos para executar composições microtonais. As possibilidades são imensas, principalmente via sistema digital, como é afirmado por Curtis Roads: "O meio eletrônico facilita a composição microtonal. Com a síntese via *software* em particular, qualquer afinação é tão fácil de se obter quanto qualquer outra afinação"[41] (ROADS, 2015: 237, tradução nossa). Nessa mesma direção, Keislar *et al.* indaga (1991: 174, tradução nossa):

> Por que o interesse em novas afinações? Um fator contribuinte é tecnológico: computadores e instrumentos controlados por microprocessadores têm aliviado o problema de dificuldade de performance e boa parte da atividade recente está na área eletrônica. Muita música gerada com a eletrônica analógica era, por acaso e não sistemicamente, microtonal (com notáveis exceções, como as obras de Stockhausen), já que muitas vezes era mais fácil permitir frequências arbitrárias do que travar os osciladores em frequências fixas. A eletrônica digital, por outro lado, permite uma precisão e uma fixação de ajustes sem precedentes[42].

Reforçando a tese do potencial dos sistemas digitais, Larry Polansky (*apud* ROADS, 2015: 223, tradução nossa) afirma que

> A flexibilidade computacional da síntese digital torna possível experimentar livremente com estratégias adaptativas de afinação. Para começar, um computador pode memorizar as notas que foram tocadas. Este conhecimento contextual permite re-afinar em tempo real, a fim de redefinir a nota fundamental para a qual todos os intervalos são re-afinados, permitindo assim a modulação microtonal de tonalidades[43].

Ainda, segundo Wendy Carlos, "esta é a primeira vez que existe uma instrumentação suficientemente potente e conveniente para tornar prática a ideia de qualquer timbre possível, em qualquer afinação possível, com qualquer temporalidade possível[44] [...]" (CARLOS, 1987: 31,

[41] "The electronic medium facilitates microtonal composition. With software synthesis in particular, any tuning is as easy to achieve as exactly as any other tuning" (ROADS, 2015: 237).

[42] "Why the interest in new tunings? One contributing factor is technological: computers and microprocessor-controlled instruments have alleviated the problem of performance difficulty, and a good portion of the recent activity is in the electronic arena. Much music generated with analog electronics was incidentally and unsystematically microtonal (with notable exceptions such as Stockhausen's works), since it was often easier to allow arbitrary frequencies than to lock oscillators to fixed ones. Digital electronics, by contrast, permit unprecedented precision and fixity of tuning" (KEISLAR *et al.*, 1991: 174).

[43] "The computational flexibility of digital synthesis makes it possible to experiment freely with adaptive tuning strategies. To begin with, a computer can keep track of what notes have been played. This contextual knowledge enables retuning in real time in order to reset the root note to which all intervals are retuned, thereby enabling microtonal key modulation" (POLANSKY *apud* ROADS, 2015: 223).

[44] "This is the first time instrumentation exists that is both powerful enough and convenient enough to make practical the notion: any possible timbre, in any possible tuning, with any possible timing [...]" (CARLOS, 1987: 31).

tradução nossa). Apesar disso, Carlos destaca a presença dominante do temperamento igual em círculos de criação de Electronic Dance Music (EDM), como apontado por Hart (2016: 242).

Todavia, a composição com suporte tecnológico digital inaugura outros problemas. São problemas culturais, não mais de natureza técnica. Um deles é a prontidão de acesso e geração de som, que facilmente pode relegar questões formais e estruturais importantes para o compositor. Essa "facilidade" de hoje trouxe grandes soluções, como os rápidos processamentos de sinal ou a possibilidade de diversas horas de gravação de áudio – e, consequentemente, várias horas de edição –, como sabemos que acontece na composição de música concreta e paisagem sonora. Mas, nessa prontidão e rapidez, emergiram alguns vícios, como exemplificado no conceito de **marca tecnográfica** ou **ação forte**, de Rodolfo Caesar (2016: 239):

> A "ação forte" de dispositivos para a manipulação e a transformação de sons ocorre quando, impondo demasiadamente seus efeitos característicos, induzem compositores a acreditar que os resultados obtidos resultam de sua própria criatividade. O mesmo pode ser dito sobre o uso exagerado desses dispositivos, marcando sons e eventos com uma presença sobrepujante.

Nesse sentido, é comum encontrarmos compositores emergentes entusiasmados pelas facilidades das tecnologias atuais de *software*, principalmente aquelas com interface gráfica para usuários. Fica evidente, em alguns casos, o problema da **ação forte**: o vazamento da tecnologia e consequente impregnação na obra. Peter Manning já apontava para essa **ação forte**, ao descrever o "estilo Ircam" criado em Paris (MANNING, 2006: 82).

Ademais, também verificamos como problemático o fato de o compositor muitas vezes dispensar horas de trabalho na confecção do seu instrumental tecnológico, isto é, torna-se o *luthier* de seus próprios sons, além de compositor (no sentido tradicional do *métier*), mais uma vez distanciando-o da rotina tradicional composicional, como a imersão em questões contrapontísticas, formais e orquestrais – no sentido amplo desses termos, é claro. Dentro dessa atmosfera, desse ambiente, a microtonalidade corre o risco de ficar em *stand by*. Seria interessante para os compositores retomarem essa discussão e desenvolverem uma nova consciência em relação a essas questões, pois nos parece que a preocupação com a afinação musical foi um problema dado como resolvido na atualidade. Além disso, a possibilidade de manipular sons com *softwares* comerciais contribuiu para o afastamento do compositor em relação à tradição de organização das alturas, e o colocou em uma complicada posição passiva em relação à criação (a convenção MIDI e os *plug-ins* estilo *Melodyne* são bons exemplos desse "assentamento").

A comunidade de compositores há de passar por um período fértil de experimentação com novas alturas, uma vez que o mundo digital possibilita isso com muita facilidade. O período de pesquisa já está maduro o suficiente, possibilitando maior fluência nos processos de ensaios e descobertas. Fala-se muito hoje de microtonalidade como técnicas estendidas, ou às vezes de microtonalidade no sentido de atingir batimentos, efeitos, mas raramente falamos em termos de estrutura harmônica. Não se trata de "levantar a bandeira" para esta causa, mas é incomum na dita música nova encontrarmos discussões e exemplos nessa área. Isso se dá, possivelmente, pela redução nos currículos de disciplinas como contraponto e análise, e o aumento de disciplinas como edição e síntese sonora. Estamos hoje formando um compositor diferente, com novos conhecimentos (o que é excelente), porém correndo o risco de perder uma herança do mundo instrumental. Afinal, "[...] ninguém perde nada ao estudar as regras dos diferentes estilos de

contraponto"[45] (COELHO DE SOUZA, 2020: 13, tradução nossa). Sabemos que compositores como Berio, Stockhausen e Harvey, por exemplo, trouxeram suas habilidades de estruturação musical em obras instrumentais para o mundo da eletroacústica. Como diria Adorno (1993: 410), temos que cuidar para não nos tornarmos uma geração **alérgica** à organização das alturas, na tentativa de evitar uma postura conservadora. É justamente o contrário, pois entendemos que o enfrentamento causa discussão. De forma complementar, Curtis Roads nos provoca afirmando que (2015: 233, tradução nossa):

> Nos livros didáticos tradicionais, a construção de padrões de alturas melódicas é às vezes tratada como um subproblema de harmonia. Em contraste, a música eletrônica se abre a uma vasta gama de expressões quando trata a construção melódica a partir da perspectiva mais ampla da microtonalidade, das tensões entre os campos estáveis e flutuantes, do continuum do ruído de passo e do continuum da harmonia-timbre. Ou seja, considerar a altura como uma qualidade variável e emergente, em vez de uma constante estável, constrói a noção de melodia dentro de um contexto mais amplo. Uma enorme oportunidade se apresenta. Como Varèse (1925) observou: "Se a história nos ensinou uma coisa, é que o compositor que foi censurado pela ausência de melodia é talvez o que mais a desenvolveu". [A ideia de] Melodia está morta; vida longa à melodia.[46]

Por outro lado, a música eletroacústica possibilitou também que diversos artistas sem experiência com notação e teoria musical – justamente sem a tradição composicional da escola instrumental – pudessem compor. Segundo Rodolfo Coelho de Souza (2020: 8-9), há uma atual mudança na prática composicional ao utilizar mais a prática sonora eletroacústica, em vez de delegar tudo para o processo de notação musical (e, por consequência, também ao conhecimento de teoria musical tradicional). Outro exemplo é o próprio *Traité des objets musicaux*, de Pierre Schaeffer (2017), que foca na questão do objeto musical, ou seja, uma atitude que busca emergir uma linguagem (coerência) das próprias características do som. Laura Zattra explica (2005: 3, tradução nossa), por exemplo, que

> [...] [Schaeffer] faz um catálogo de objetos sonoros (solfejo) através de cinco operações: tipologia, morfologia, caracterologia, análise, síntese. Tipologia e morfologia são complementares: a morfologia indica a qualidade do som (descrição: massa, harmonia tímbrica, dinâmica, grão, sedução, perfil melódico, perfil da massa), a tipologia classifica-a (segundo alguns critérios: massa/factura, duração/variação, equilíbrio/originalidade)[47].

[45] "[...] nobody loses anything by studying the rules of different styles of counterpoint" (COELHO DE SOUZA, 2020: 13).

[46] "In traditional textbooks, the construction of melodic pitch patterns is sometimes treated as a sub-problem of harmony. In contrast, electronic music opens up to a vast range of expression when it treats melodic construction from the broader perspective of microtonality, tensions between stable and fluctuating pitches, the pitch-noise continuum, and the harmony-timbre continuum. That is, considering pitch as a variable and emergent quality rather than a stable constant construes the notion of melody within a broader context. A huge opportunity awaits. As Varèse (1925) observed: 'If history has taught us one thing, it is that the composer that one has reproached for absence of melody is perhaps the one that has developed it the most.' Melody is dead; long live melody" (ROADS, 2015: 233).

[47] "He makes a catalogue of sounds objects (solfège) through five operations: typology, morphology, characterology, analysis, synthesis. Typology and morphology are complementary: morphology indicates the quality of sound (description: mass, timbre harmony, dynamics, grain, allure, melodic profile, mass profile), typology classify it (according to some criteria: mass / facture, duration / variation, equilibrium / originality)" (ZATTRA, 2005: 3).

Há em Schaeffer um pouco da "alergia" da qual fala Adorno, pois o desejo de exploração do novo, próprio da época do pós-guerra com o ressurgimento da música nova na Europa, acaba muitas vezes por rejeitar uma trajetória passada. E é justamente nessa curta adolescência da música eletroacústica que surgem problemas de música e linguagem.

O problema da microtonalidade dentro deste ambiente é também um problema de linguagem musical. O conceito de *Kadenzklang* de Helmut Lachenmann nos ajuda a ilustrar isso (TSAO, 2014: 217). Com a adoção de inúmeros novos sistemas de afinação, a redefinição de uma linguagem como expressividade ficou pendente, isto é, estamos desprovidos de uma linguagem microtonal, e cada compositor compõe seu próprio **esperanto**. Resultado disso foi a pulverização dos microtons como meros adornos, ornamentos, de uma nota fundamental alicerçada a uma estrutura tonal (a tendência de frequentemente usarmos o gesto de **cadência**, conforme Lachenmann), assim como acontece parcialmente em *Mortuos Plango, Vivas Voco*. Outra forma de observar esta obra de Jonathan Harvey é sob a ótica de Roads: "As harmonias microtonais podem tornar-se tão complexas que se transformam em timbre e texturas. Com tantas peças em entonação livre, fica claro que o tom nem sempre precisa estar alinhado à grade de uma escala fixa ou entonação"[48] (ROADS, 2016: 237, tradução nossa), como é o caso em *Mortuos Plango*. Nessa questão, Stockhausen foi talvez mais radical. Encontrou na linguagem serial uma solução para organizar seu novo material, como visto em *Studie II*. O mundo serial permite uma estrutura artificial, mas com potencial para emergir lógica e ordem. A respeito da lógica na música serial, Adorno trata dessa estratégia como uma espécie de **desidentificação** quando analisa as ações de Pierre Boulez:

> [...] seu instinto parece levá-lo [Boulez] em direção à composição em segmentos. Uma tal reorganização da estrutura musical de acordo com as leis imanentes do material, à medida que se desdobra, alteraria também toda a linguagem da música. Mesmo as pequenas articulações mais sutis seriam o resultado de pequenas diferenciações dentro da série, juntamente com diferenciações igualmente tênues das várias formas da própria série, e a música serial não teria mais que falar como se sua sintaxe fosse aquela que herdou da tonalidade[49] (ADORNO, 1993: 413, tradução nossa).

É nesse mesmo sentido que Stockhausen apresenta uma possível solução ao problema de linguagem em música microtonal eletroacústica.

Finalizando, a tecnologia musical encerrou o problema de performance com diferentes afinações. Com os recursos disponíveis para a música eletroacústica hoje, podemos assumir que atingimos uma certa liberdade de expressão, fluência e execução de alturas. Nesse sentido, nos perguntamos se devemos simplesmente abolir a necessidade de se classificar uma obra eletroacústica enquanto microtonal (ou não). Faz sentido, hoje, alimentarmos essa polaridade? Caberia mais, talvez, argumentarmos hoje sobre a amplitude da estrutura de afinação de uma obra, em vez de simplesmente sustentarmos a polaridade entre temperamento igual *versus*

[48] "Microtonal harmonies can become so complex that they mutate into timbre and texture. With so many pieces in free intonation, it is clear that pitch need not always be aligned to the grid of a fixed scale or intonation" (ROADS, 2016: 237).

[49] "[...] his instinct seems to lead him toward composition in segments. Such a reorganization of the musical structure according to the immanent laws of the material, as it unfolds, would also alter the entire language of music. Even the subtlest small articulations would be the result of tiny differentiations within the series, along with equally fine differentiations of the various forms of the series itself, and serial music would no longer have to speak as if its syntax were the one it inherited from tonality" (ADORNO, 1993: 413).

microtonalismo? Enquanto compositores no início do século – como Varèse e Busoni, por exemplo – profetizavam sobre a implosão do sistema temperado, foi com a música de John Cage que caminhamos para além de uma simples "evolução", pois foi com ele que houve a incorporação do completo ruído como material musical. Concomitantemente, tivemos com Pierre Schaeffer uma atração com aquilo que ficou conhecido como objeto sonoro, que abraçou na composição musical os sons em suas totalidades. Entretanto, essa **libertação** de Cage e Schaeffer evita, ainda, uma discussão em relação ao problema original, isto é, em referência à **organização** de estruturas microtonais. Seria radical demais mencionarmos novamente a **alergia** abordada por Adorno, mas o acaso e o ruído geram, muitas vezes de forma colateral, sonoridades microtonais. Há de se encontrar novas soluções para estruturar isso. Contudo, esperamos ter elucidado com esta pesquisa as diferentes perspectivas acerca da microtonalidade, em especial aquela empregada na música eletroacústica, que, como mencionado anteriormente, é muitas vezes tida como ponto pacífico na história da música. Entretanto, entendemos que a música eletroacústica digital está apenas em seus primórdios, e, quem sabe, o século XXI não ficará conhecido também como um renascimento e resgate da exploração da microtonalidade.

Referências

ADORNO, Theodor W.; GILLESPIE, Susan. Music, Language, and Composition. *The Musical Quarterly*, v. 77, n. 3, p. 401-414, Autumn 1993.

APPLETON, Jon. *21st- Century Musical Instruments*: hardware and software. Brooklyn: Institute for Studies in American Music, 1989.

BANCQUART, Alain; AGON, Carlos; ANDREATTA, Moreno. Microtonal Composition. *In*: BRESON, Jean; AGON, Carlos; ASSAYAG, Gérard. *The OM composer's book.* Paris: Delatour France; Ircan-Centre Pompidou, 2008. v. 2, p. 279-302.

BARTLETT, Martin. Relative Ratio Tuning: an intonational strategy for performance systems. *Leonardo Music Journal*, v. 1, n. 1, p. 71-73, 1991.

BIEHL, Claes J. *Microtonality in the Post-Spectral Era*: developing new pitch hierarchies. [Great Britain]: Royal College of Music, 2011. Disponível em: https://claes-biehl.com/en. Acesso em: 7 fev. 2020.

BOSSEUR, Jean-Yves. *Do som ao sinal*: história da notação musical. Curitiba: Ed. UFPR, 2014.

BOSSIS, Bruno. Mortuos Plango, Vivos Voco de Jonathan Harvey ou le miroir de la spiritualité. *Musurgia* v. 11, n. 1/2, p. 119-144, 2004. Disponível em: http://www.jstor.org/stable/40591336. Acesso em: 7 fev. 2020.

CAESAR, Rodolfo. *O enigma de lupe*. Pequena Biblioteca de Ensaios. Rio de Janeiro: Zazie, 2016.

CARLOS, Wendy. Tuning: at the crossroads. *Computer Music Journal*, v. 11, n. 1, p. 29-43, Spring 1987. Microtonality.

COELHO DE SOUZA, Rodolfo. In the era of computers, internet and multimedia, are we still teaching composers to become chapel-masters? *Revista Vórtex*, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-14, 2020.

DIRKS, Patricia Lynn. An Analysis of Jonathan Harvey's Mortuos Plango, Vivos Voco. *eContact!*, 9.2, março 2007. Disponível em: http://cec.concordia.ca/econtact/9_2/dirks.html. Acesso em: 7 fev. 2020.

GRIFFITHS, Paul; LINDLEY, Mark; ZANNOS, Ioannis. Microtone. *In*: SADIE, Stanley (ed.). *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. New York: Madison Avenue, 2001. v. XV, p. 624-625.

GRISEY, Gérard. Did You Say Spectral? Trad. Joshua Fineberg. *Contemporary Music Review*, v. 19, Part 3, p. 1-3, 2000.

HART, Adam. Microtonal tunings in electronic dance music: a survey of precedent and potential. *Contemporary Music Review*, v. 35, n. 2, p. 242-262, 2016.

HARVEY, Jonathan. "Mortuos Plango, Vivos Voco": a realization at IRCAM. *Computer Music Journal*, v. 5, n. 4, p. 22-24, 1981.

HIGGINS, Hannah B. *The Grid Book*. Cambridge: MIT Press, 2009.

HOFFMANN, Peter. *Music Out of Nothing? A Rigorous Approach to Algorithmic Composition by Iannis Xenakis*. Tese (Doutorado em Música) – Technischen Universität Berlin, Alemanha, 2009.

HOFFMANN, Peter. Something rich and strange: exploring the pitch structure of GENDY3. *Journal of New Music Research*, v. 33, n. 2, p. 137-144, 2004.

HOLMES, Thon. *Electronic and Experimental Music*. New York: Routledge, 2008.

JEDRZEJEWSKI, Franck. *Dictionnaire des musiques microtonales (1892-2013)*. Paris: L'Harmattan, 2014.

JEDRZEJEWSKI, Franck. *Mathématiques des Systèmes Acoustiques*: Tempéraments et modèles contemporains. Paris: L'Harmattan, 2002.

KEISLAR, Douglas; BLACKWOOD, Easley; EATON, John; HARRISON, Lou; JOHNSTON, Ben; MANDELBAUM, Joel; SCHOTTSTAEDT, Willian. Six american composers on nonstandard tunings. *Perspectives of New Music*, v. 29, n. 1, p. 176-211, Winter 1991.

KIRNBAUER, Martin. "Vieltoenigkeit" instead of Microtonality: the Theory and Practice of Sixteenth-and Seventeenth-Century "Microtonal" Music. *In*: ASSIS, Paulo de (ed.). *Experimental Affinities in Music*. Leuven: Leuven University Press, 2015.

KOGELHEIDE, Ralph. Die Studie II von Karlheinz Stockhausen als Tonbandkomposition. *Archiv für Musikwissenschaft*, *73.* Jahrg., H. 1, p. 65-79, 2016.

MACONIE, Robin. *Other planets*: the music of Karlheinz Stockhausen. Lanham: Scarecrow Press, 2005.

MANNING, Peter. *Electronic and computer music*. New York: Oxford University Press, 2004.

MANNING, Peter. The significance of techné in understanding the art and practice of electroacoustic composition. *Organised Sound*, v. 11, p. 81-90, 2006.

PARTCH, Harry. *Genesis of a Music*. New York: Da Capo Press, 1974.

PATTESON, Thomas. *Instruments for new music: sound, technology, and modernism*. Berkeley: University of California Press, 2016.

RIBEIRO, Felipe de Almeida. O impacto dos sintetizadores no processo composicional. *Opus*, v. 24, n. 1, p. 167-186, jan./abr. 2018. http://dx.doi.org/10.20504/opus2018a2408

ROADS, Curtis. *Composing electronic music: a new aesthetic.* New York: Oxford University Press, 2015.

SCHAEFFER, Pierre. *Treatise on musical objects: an essay across disciplines*. Berkeley: University of California Press, 2017.

SCHOENBERG, Arnold. *Harmonia*. São Paulo: Ed. Unesp, 1999.

STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Nr.3 Elektronische Studien Studie II*. Londres: Universal, 1956. Partitura.

STOCKHAUSEN, Karlheinz; KOHL, Jerome. Electroacoustic Performance Practice. *Perspectives of New Music*, v. 34, n. 1, p. 74-105, Winter 1996.

STRAVINSKY, Igor; CRAFT, Robert. *Memories and commentaries*. Garden City, N.Y.: Doubleday & Company Inc., 1960.

TENNEY, James. *From scratch*: writings in music theory. Champaign: University of Illinois Press, 2015.

TERUGGI, Daniel. Preserving and Diffusing. *Journal of New Music Research*, v. 30, n. 4, p. 403-405, 2001.

TOOP, Richard. Stockhausen's electronic works; sketches and work-sheets from 1952-1967. *Interface*, v. 10, n. 3-4, p. 149-197, 1981.

TSAO, Ming. Helmut Lachenmann's "Sound Types". *Perspectives of New Music*, v. 52, n. 1, p. 217-238, Winter 2014.

WERNTZ, Julia. Adding Pitches: Some New Thoughts, Ten Years after Perspectives of New Music's "Forum: Microtonality Today". *Perspectives of New Music*, v. 39, n. 2, p. 159-210. 2001.

WILLIAMS, Sean. Interpretation and Performance Practice in Realizing Stockhausen's Studie II. *Journal of the Royal Musical Association*, v. 141, n. 2, p. 445-481, 2016.

WIßKIRCHEN, Hubert. *Karlheinz Stockhausen*: Studie II (1954). Disponível em: http://www.wisskirchen-online.de/downloads/stockhausenstudieii.pdf. Acesso em: 7 fev. 2020.

ZATTRA, Laura. Analysis and Analyses in Electroacoustic music. *CD Proceedings SMC 05 Sound and Music Computing 2005*. Salerno, 24-26. XI. 2005. Disponível em: https://lazattra.wordpress.com/publications/. Acesso em: 7 fev. 2020.

Felipe de Almeida Ribeiro é doutor em Composição Musical (Ph.D.) pela State University of New York at Buffalo (Estados Unidos), onde estudou composição e computação musical sob a orientação de Cort Lippe. É mestre pela University of Victoria (Canadá) estudando composição com Dániel Péter Biró e Gordon Mumma, além de computação musical com Andrew Schloss. Sua música tem sido executada e premiada em festivais e salas de concerto nos Estados Unidos, Canadá, Espanha, Alemanha, Hungria, Brasil, Inglaterra, México, Argentina. Atualmente é professor na Universidade Estadual do Paraná e realizou estágio de pós-doutorado com bolsa da Alexander von Humboldt Stiftung na Hochschule für Musik, Theater und Medien Hannover (Alemanha), sob supervisão de Ming Tsao. É líder do Grupo de Pesquisa Núcleo Música Nova (Unespar), membro do Laboratório de Música, Sonologia e Áudio (LaMuSA), editor da Revista Vórtex e coordenador geral do SiMN (Simpósio Internacional de Música Nova). Site: http://www.almeida-ribeiro.com/. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4490-6755. E-mail: felipe.ribeiro@unespar.edu.br

Charles K. Neimog, natural do interior do Espírito Santo, é mestrando em Interartes e Música pela UFJF orientado pelo Prof. Dr. Luiz Castelões. Desenvolve pesquisa sobre as teorias de afinação de Harry Partch, Erv Wilson e Ben Johnston, propondo organizá-las a partir das teorias de Iannis Xenakis no ambiente do OpenMusic. É bacharel em Composição e Regência pela Escola de Música e Belas Artes do Paraná (2018) e tem curso em Liderança Comunitária com ênfase em Música pela Associação Diacônica Luterana (2014). É membro do Grupo de Pesquisa Núcleo Música Nova (CNPq) e COMUS (Grupo de Pesquisa de Composição Musical da UFJF). Desenvolve pesquisa com ênfase em afinação, matemática e música e composição assistida por computador (CAC). Atua nas áreas de composição, música eletroacústica e musicologia. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-9780-0041. E-mail: charlesneimog@outlook.com