

A modulação em anel: tecnomorfismo e composição de harmonias em duas distintas correntes musicais europeias.

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

SUBÁREA: Teoria e Análise

Yuri Behr (USP)
yuribaer@gmail.com

Resumo. A modulação em anel nasceu, no início do século XX, como uma técnica para solucionar um problema de telecomunicação, e somente após os anos de 1950 passou a ser utilizada para síntese sonora. Adiante, através dos compositores da chamada Escola Espectralista, tornou-se como modelo capaz de gerar materiais composicionais voltados também para a escrita instrumental. Este procedimento resulta em estruturas sonoras formadas por quatro diferentes frequências (alturas) que funcionam à maneira de “acordes timbres”. O objetivo do presente trabalho é mostrar como o processo de modulação de anel difere em aplicação em dois distintos contextos composicionais. Para tanto servirão de análise dois exemplos pontuais nos quais a modulação em anel assume um papel preponderante dentro da composição. Primeiramente, ao abordar a peça *Mantra* composta em (1970) pelo compositor alemão Karlhainz Stockhausen (1928-2007) destaca-se o uso do referido processo de modulação como meio de processamento sonoro. No segundo exemplo, *Treize Couleurs du Soleil Couchant* (1978) de Tristan Murail, há a aplicação do conceito de tecnomorfismo no qual a partir de um modelo matemático são extraídas estruturas sonoras usadas sucessivamente em cada parte da peça.

Palavras-chave. Modulação em anel, Tecnomorfismo, Acorde-timbre, *Écriture*

Technomorphism and harmonies composition in two distinct European musical trends

Abstract. Ring modulation was born, at the beginning of the 20th century, as a technique to solve a telecommunication problem, and only after the 1950s it started to be used for sound synthesis. Later, through the composers of the so-called Spectralist School, it became a model capable of generating compositional materials also aimed at instrumental writing. This procedure results in sound structures formed by four different frequencies (pitches) that work in the manner of “timbral chords”. The aim of the present work is to show how the ring modulation process differs in two different compositional contexts. To this end, three specific examples will serve as an analysis in which ring modulation assumes a distinct role within the composition. First, when approaching the piece *Mantra* composed in (1970) by the German composer Karlhainz Stockhausen (1928-2007), the use of the aforementioned process of modulation as a means of sound processing stands out. In the second example to be treated, *Treize Couleurs du Soleil Couchant* (1978) by Tristan Murail, there is the application of the concept of technomorphism in which sound structures used successively in each part of the piece are extracted from a mathematical model.

Keywords: Ring Modulation, Tecnomorphism, Harmony, *Écriture*, *Formel*

Introdução

É fato de conhecimento geral a divisão entre a escola francesa e a alemã, tanto na performance quanto na composição, ao longo da história da música. Essa dicotomia permanece

ainda na música eletroacústica quando se separa a música concreta (francesa), e a música eletrônica (alemã). Este trabalho aborda a problemática e recontextualização da modulação em anel na composição musical tomando como exemplo duas obras de referência: *Mantra*¹, de Karheinz Stockhausen (1928-2007), e *Treize Couleurs du Soleil Couchant*, de Tristan Murail (1958). Para tanto se faz necessário, antes, definir alguns conceitos basilares que irão servir como suporte metodológicos. A seguir esses serão tratados individualmente, ainda que de maneira breve, para que se possa depois adentrar especificamente à questão da modulação em anel dentro do contexto composicional.

Tecnomorfismo

O conceito de *tecnomorfismo* no escopo deste artigo refere-se ao seu uso na atividade musical. Segundo HOLMES (2014, p.3), a palavra tecnomorfismo é derivada de mecanomorfismo. Porém deve-se destacar que no fundo se trata de uma alusão ao antropomorfismo, este, “inicialmente estaria associado às formas humanas atribuídas a entidades não-humanas” (idem). Ainda segundo HOLMES (2014), o primeiro a empregar tecnomorfismo no contexto musical brasileiro foi o compositor e pesquisador Silvio Ferraz no ano de 1999. São os casos em que o funcionamento de determinado dispositivo técnico é analisado para a partir da compreensão do seu funcionamento lógico criar um modelo que transporte este mesmo princípio para a música de maneira mais ou menos equivalente, em termos de relações entre parâmetros, como será descrito adiante na modulação em anel.

Écriture e modulação em anel em Tristan Murail:

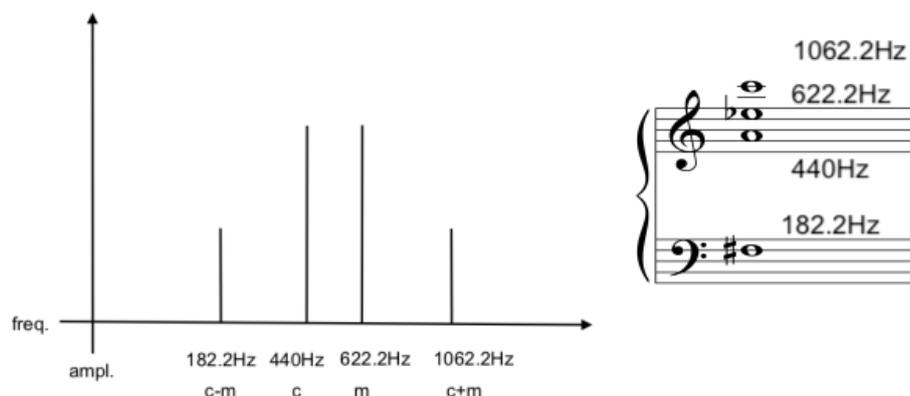
Já o conceito de *écriture* é um pouco mais complexo para se definir, isto porque possui diferentes acepções a depender do contexto. A palavra *écriture*, por si só, significa apenas “escrita”, e como tal não implica nada específico. Em música, porém, refere-se a notação musical, de tal forma que implica num tipo de música que possui um sistema de escrita e leitura. Num segundo momento, como consequência da definição anterior, *écriture* significa um conjunto sintagmático para a composição musical que, no caso da tradição francesa – onde este termo nasce e se desenvolve – implica no estudo e uso das leis da harmonia e do contraponto, tanto que no Conservatório de Paris *écriture* é o nome dado ao conjunto das duas referidas disciplinas. Posteriormente essa ideia é expandida de modo a abarcar todo um conjunto de

¹ Embora *Mixtur* (1964) seja bem anterior a *Mantra* (1970) esta última se insere no mesmo contexto da peça em questão de Tristan Murail, a música de câmara.

relações que o compositor estabelece através da escrita dentro do seu conjunto de princípios composicionais. É nesse sentido que o termo é utilizado neste artigo, e conserva a grafia francesa para designar sua origem histórica e estilística. Este dado é importante porque no presente trabalho este conceito cede lugar a uma abordagem para além deste contexto².

Após esta breve digressão sobre tecnomorfismo e *écriture* é possível descrever a modulação em anel através destes conceitos. Mas antes, compete descrever sucintamente o origem técnica deste sistema eletrônico. O dispositivo original usado para processamento de sinais era composto por dois transformadores e quatro diodos dispostos em forma de anel, daí o nome “modulação em anel”. Os componentes eletrônicos mencionados apresentam um funcionamento que requer conhecimentos que não estão em questão no momento, porém o resultado e raciocínio no domínio das frequências, que é o que interessa, no caso, é muito simples. Duas frequências são aplicadas neste dispositivo: *carrier* e *modulator*. O resultado desta modulação é soma e subtração de duas frequências³ como mostra a figura 1.

Figura 1 – Modulação em anel no domínio da frequência e sua notação musical aproximada no sistema temperado.



Fonte: elaboração do autor

Assim para realizarmos qualquer operação desta natureza operação basta saber o valor equivalente em Hz das alturas que queremos modular. Por exemplo, o Lá4, acima do Dó central, cuja frequência corresponde a 440Hz e o Mib4 que é igual a 622.2Hz. Sabendo esses dois valores procedemos a duas operações aritméticas elementares: soma e subtração. A

² Muito embora ao longo do texto irão surgir reiteradas referências a escola espectralista. Porém isso se faz necessário no sentido de creditar as realizações e trabalhos teóricos anteriores.

³ Entenda-se aqui frequência como sendo alturas definidas, em última análise: notas musicais.

primeira operação é $440+622.2=1062.2\text{Hz}$, a segunda operação $622.2-440=182.\text{Hz}$ (figura 1). Após estas operações pode-se retornar esses valores para a notação simbólica em nomes de notas. Que no caso será: Dó6 e Fá#3. Note-se que esses valores foram aproximados, isso porque na modulação em anel as operações poucas vezes coincidem com os valores equivalentes às notas no sistema temperado. Isso, no fundo, é muito interessante. Existe a opção de manter o som originalmente calculado a ser expresso em notação microtonal, ou mesmo em Hz; e ainda aproximar para o sistema temperado, tal como foi feito. Ambas as opções foram exploradas composicionalmente. Tristan Murail quando escreve para o piano, como em *Territoires de l'Oubli*, faz a aproximação para o sistema temperado para não ter de alterar a afinação do instrumento. Já em *Treize Couleurs du Soleil Couchant*, ao trabalhar com violino por exemplo, ele opta pela escrita em quartos de tons. Qualquer que seja a opção, está preservada a relação com o princípio da modulação em anel e sua origem tecnomorfica.

Murail (2005, p.128) analisa a estrutura de *Treize Couleurs du Soleil Couchant* em comparação a certas passagens de *Partiels* (1975), de Gérard Grisey (1946-1998) e descreve que o processo contém um som gerador que engendra seus próprios harmônicos que após estágios intermediários interferem um sobre o outro como em uma modulação em anel e produzem dois novos sons, sendo que o resultante da soma passa a ser um novo som gerador. Nesse caso, é possível observar que segundo a sua análise Tristan Murail entende que a modulação de anel, tanto em sua própria peça quanto em certos trechos de *Partiels*, atua não somente como um modelo para geração de alturas, mas como um processo contínuo de transformação. Essa ideia, de uma estrutura de timbres, é também corroborada por RISSET & WESSEL(1996, p.150) ao dizer que “a altura não é nada além do que o timbre medido em uma única direção”, assim “se é possível fazer estruturas composicionais a partir de timbres que diferem de acordo com a altura (pitch), então também deve ser possível criar tais estruturas a partir de outras dimensões de timbres”, ou seja, “aquilo que normalmente se chama apenas timbre⁴”. Esta é uma definição interessante porque mostra que uma melodia é o desdobramento de um timbre. No caso do spectralismo a ser entendido com parciais, mas que não se limita apenas a este contexto, de tal sorte que uma melodia quer soa através de qualquer meio sonoro pode ser ainda entendida como o desdobramento unidimensional do timbre. O compositor Tristan Murail entende da mesma forma ao afirmar que “Antes de mais nada, a harmonia e o

⁴ The pitch is nothing but timbre measured in one direction. If it is possible to make compositional structures from timbres which differ according to height (pitch), structures which we call melodies... then it must be also possible to create such sequences from the other dimension of the timbres, from what we normally and simply call timbre. (RISSET, WESSEL, 1996, p.150)

timbre são quase idênticos - um e o mesmo fenômeno que chamamos de harmonia ou timbre de acordo com o ponto da vista que temos, dependendo do contexto, etc³⁹. (MURAIL, apud SZENDY, 2002, p.40). Assim dentro da *écriture* deste compositor a modulação em anel é também um fenômeno harmônico, o que em última análise remete à definição primeira de *écriture* – harmonia e contraponto. Também é preciso considerar que em *Treize Couleurs du Soleil Couchant* Murail incorpora outros meios de produção sonora que tanto refinam a escuta das parciais geradas pelo cálculo – microtons – como também acrescentam transientes – técnicas estendidas, tal como fala o compositor a respeito da referida peça.

A escrita dos instrumentos usa os sons complexos (multifônicos, jogos com a pressão das arcadas, etc.) e busca integrá-los no discurso musical. Além do mais, o tratamento harmônico necessita da utilização de microintervalos (até o oitavo de tom) para soar de maneira “natural⁵” (MURAIL apud SZENDY, 2002, p.120)

Nesse sentido este tipo de recurso opera como uma resíntese instrumental, pois nesse, como em outros exemplos de Murail, “o processamento de espectro consiste em filtrar determinados componentes, removendo assim os parciais. Este é o princípio da síntese subtrativa e o trabalho da ressíntese do timbre⁶” (GARANT, 2001, p.74).

Quando, por sua vez, um timbre qualquer é decomposto em suas parciais ocorre aquilo que RISSET & WESSEL (idem) denominaram como sendo o seu desdobramento unidimensional. Ora, quer sejam essas parciais decorrentes de uma análise espectral ou de uma modulação em anel, o que está em questão é fazer com que o timbre – uma estrutura sonora complexa – seja ouvido como um acorde-timbre⁷, que trabalha no nível da *écriture*.

Formel e modulação em anel em Stockhausen:

Até aqui a discussão se manteve restrita à tradição francesa. Em contrapartida há uma outra abordagem da modulação em anel na corrente germânica, que embora conceitualmente diferente, não é totalmente oblíqua a francesa. Em Stockhausen, *Mantra* (1970), a ideia de modulação em anel é híbrida, o que ocasiona algo entre o tecnomorfismo e a

⁵ L’écriture des instruments utilise les sons complexes (multiphoniques, jeu sur la pression d’archet, etc.) et cherche à les intégrer dans le discours musical. Par ailleurs, le traitement harmonique nécessite l’utilisation de micro-intervalles (jusqu’au huitième de ton) qui sonnet pourtant de manière tout à fait « naturelle » (idem, p.120)

⁶ Le traitement du spectre consiste à filtrer certaines composantes, donc à enlever des partiels. C'est le principe de la synthèse soustractive et le travail de la re-synthèse du timbre. (GARANT, 2001, p.74)

⁷ Refere-se inicialmente ao que Messiaen, no tomo VII do *Traité de rythme de couleur et d’ornithologie* chama de “son-couleur”, noção que podemos ainda expandir, lembrando a importância do timbre na composição dos acordes que Messiaen expõe em seu *Technique de mon Langage Musical* (1948).

notação musical. Aqui deve-se destacar que não se aplica o conceito de *écriture*, visto que o compositor pertence a uma outra tradição, e, seu raciocínio é sobretudo estruturado através de um tipo de serialismo que ele denominou por *Formel*⁸; “(...) método que pretende, por um lado, dar uma base estrutural à composição e, por outro, ultrapassar algumas limitações que se podem encontrar, por exemplo, na composição serial ou na ‘forma momento’” (SARGENTI, 2013, p.553). Como se pode constatar o conceito de *Formel*¹⁰ é desenvolvido pelo próprio compositor, ao contrário de *écriture* que é usado como extensão de uma tradição. Não que a ideia de Stockhausen seja desvinculada desta, muito pelo contrário, já que é herdeira direta do serialismo. Mas o termo *Formel* foi cunhado diretamente por um compositor. Dito isto, observa-se se que em *Mantra* existe uma estrutura.

A chamada modulação em anel, que empreguei como processo técnico, possibilita um novo sistema de relações harmônicas. Para este fim, cada um dos pianistas tem um aparelho à sua esquerda no qual foi construído um amplificador de microfones, um compressor, um filtro, um modulador de anel, um gerador de onda senoidal escalonada e um controle de volume. Os sons de piano são amplificados por 2 microfones e modulados em anel por ondas senoidais. Atrás de cada piano há alto-falantes que projetam o som modulado simultaneamente com o som tocado. (STOCKHAUSEN, 2003, p. 7)

Essa estrutura, porém, não implica na utilização da modulação em anel como um processo de projeção de frequências a serem utilizadas na escrita musical, mas antes de tudo, num sistema onde o som é modificado por um aparato eletrônico que realiza modulações em anel em tempo real.

Modulação em anel e suas diferentes implicações na harmonia:

Após esta consideração sobre como os dois compositores em questão distam em relação ao conceito de estrutura deve-se considerar também como ambos partilham da ideia de harmonia no caso da modulação em anel.

Aqui se observa como o que está em questão para Stockhausen é este “novo sistema de relações harmônicas” decorrente do processo técnico – tecnomorfismo. Importante destacar também que em *Mantra* é usado um aparelho que realiza a modulação em anel do som produzido pelo piano que gera mais uma camada de harmonia. Na peça de Tristan Murail, *Treize Couleurs du Soleil Couchant*, este sistema aparece como *ad libitum*. Portanto, em

⁸ Não confundir com a peça de mesmo nome do referido compositor.

⁹ Method that intends, on the one hand, to provide a structural foundation to the composition and, on the other hand, to overcome some limitations that can be found, for example, in serial composition or in “moment form” (SARGENTI, 2013, p.553)

¹⁰ O termo permanece no original pelos mesmos motivos citados anteriormente em relação a *écriture*. E, sempre com a primeira letra maiúscula, porque assim são escritos os substantivos na língua alemã, impreterivelmente.

Stockhausen essas relações harmônicas são parte essencial da composição, ao passo que em Murail funciona mais como um efeito em relação ao espaço físico. Nesse sentido é clara a diferença na maneira como ambos os compositores entendem a resultante do processamento sonoro por modulação em anel em seus próprios contextos. Também colabora para enfatizar essa diferença o fato de que o próprio Tristan Murail se refere a processo de modulação em anel por ele utilizado como “modulações imaginárias” (MURAIL, 2005, p.144). E, ainda, entende que efeito de ressonância decorrente da projeção sonora no espaço das alturas geradas pela modulação em anel é capaz de gerar um espectro de sons não temperados.

O piano é um instrumento, em princípio, “temperado”; mas como tem se observado suas ressonâncias não são. É possível, portanto, fazer o piano soar bem diferente: ao tocar com suas ressonâncias, é possível fazer com que o ouvinte quase se esqueça que os sons que ele ouve são todos igualmente temperados. (MURAIL, 2005, p.245)

A partir desta concepção de Murail fica claro que para ele, neste caso – do uso de um instrumento temperado como o piano –, a escrita instrumental suplanta a necessidade do uso da eletrônica para se obter um espectro não temperado, característico do processamento por meios eletrônicos, no caso, da modulação em anel. Stockhausen também considera essa questão do temperamento e da projeção de harmônicos, mas para ele – em *Mantra* – este efeito é obtido através da modulação do som do piano, que ele tratou de cuidar para que apenas as parciais relevantes sejam ouvidas. Tal como descreve MACONIE (2016, p.304) “o som limpo em *Mantra* é o resultado da adição de um compressor e um filtro ao circuito de modulação em anel, suprimindo os ásperos segundo e terceiro harmônicos e filtrando o halo metálico de alta frequência gerado pelo piano¹¹”. Assim, Stockhausen interfere sobremaneira na ressonância resultante e, por consequência, no seu resultado como harmonia. De tal sorte que esta torna-se menos decorrente de um fenômeno acústico e passa a ser dependente de uma estrutura composicional, no caso a sua *Formel*.

Por outro lado, na música espectral, o entendimento da harmonia está mais relacionado a um processo de transformação progressiva, como analogia do fenômeno sonoro, que norteia o conceito de harmonia e timbre. Isso porque a fronteira entre ambos é muito sutil, tal como já foi explicitado anteriormente em RISSET & WESSEL (1998) e também através de Makis Solomos quando fala sobre a influência do processo de transformação gradativa na harmonia.

De uma maneira implícita, a questão da transformação progressiva já foi abordada no caso da música espectral no contexto da problemática harmonia-timbre, ou seja, do

¹¹ The cleaner sound of *Mantra* is the result of adding a compressor and a filter to the ring-modulating circuit, suppressing the rogue second and third harmonics, and filtering out the metallic high frequency halo generated by the piano. (MACONIE, 2016, p.304)

limite entre timbre e harmonia e, por consequência, de uma escrita do tipo “liminal”, para retomar a expressão de Gérard Grisey¹². (SOLOMOS, 2013, p.370)

Portanto, na música espectral, o conceito de harmonia compreende não somente o modelo tecnomórfico que resulta na projeção de frequências que constituem entidades verticais, mas também da própria estrutura do som. Paradoxalmente, em Stockhausen, o processamento sonoro em tempo real e sua projeção espectral é mais proeminente em termos de harmonia, porém menos estruturados em termos de escrita. Nesse sentido ele amarra a estrutura através de um sistema muito mais estrito.

Considerações Finais:

Apesar das diferenças entre as duas correntes pode-se verificar que harmonia timbre são o ponto central em ambos os casos quando se trata da modulação em anel. E que, ainda mais relevante, é o fato de que a harmonia é entendida enquanto timbre. Para Stockhausen o mais importante é a possibilidade de um novo jogo de relações harmônicas propiciada pela modulação em anel, ao passo que para Tristan Murail as relações harmônicas são dadas pelo mecanismo de cálculo (soma e subtração de frequências) da modulação em anel e utilizadas na escrita para retornar ao som como uma espécie de resíntese instrumental.

Passados quase meio século após os idos anos de 1970, quando ambas as obras elencadas foram compostas, torna-se evidente que ambas as correntes trataram de aproveitar a modulação em anel – um mecanismo bastante simples, mesmo para aqueles dias – como maneira de formular, reformular, escrever e reescrever uma harmonia a partir do timbre.

Referências

GARANT, Dominique. *Tristan Murail une expression modélisée*. Paris: L’Hatmattan, 2001.

HOLMES, Brian. Tecnomorfismo em música: surgimento do conceito e revisão bibliográfica. *Anais do XXIV Congresso Nacional da Associação nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música*. São Paulo, 2014.

MACONIE, Robin. *Other Planets*. London : Rowman & Littlefield, 2016.

¹² D’une manière implicite, la question de la transformation progressive a déjà été abordé à propos de la musique spectrale dans les cadres de la problématique de l’harmonie-timbre, c’est-à-dire du seuil entre timbre harmonie et, par conséquent, d’une écriture du type «liminal» pour reprendre l’expression de Gérard Grisey. (SOLOMOS, 2013, p.370)

MURAIL, Tristan. The Revolution of Complex Sounds. *Contemporary Music Review* vol.24, nº 2/3, April/June, 2005, pp.121-155

RISSET, Jean Claude, & WESSEL. in DEUTSCH, Diana. *Psychology of Music*: New York, 1996.

SARGENTI, Simonetta. Technique and Technology in the Composition Mantra: Some Analytical Considerations. *Journal of Literature and Art Studies*. September 2013, Vol. 3, No. 9, 553-567

SOLOMOS, Makis. *De la Musique au Son*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes, 2013.

STOCKHAUSEN, Karheinz. *Introduction to Mantra*. Kuerten: Stockhausen Verlag.

SZENDY, Peter. *Tristan Murail*. Paris: L'Hartmanttan, 2002.