

## BIOCONTRAPONTO

### Um enfoque bioacústico para a gênese do contraponto e das técnicas de estruturação polifônica

Tato Taborda

**RESUMO:** Este texto estabelece conexões entre técnicas de estruturação polifônica adotadas no âmbito da composição musical e estratégias empregadas na comunicação de criaturas de hábitos noturnos, como sapos, grilos e vaga-lumes. A justaposição de procedimentos de diferenciação e inteligibilidade, praticados nos dois contextos, expõe uma grande semelhança no manejo dos aspectos rítmico, freqüencial, espectral, dinâmico e espacial da comunicação sonora, acendendo luzes sobre uma possível origem bioacústica na base do desenvolvimento daquelas técnicas musicais.

#### Como o homem aprendeu contraponto com os sapos

O valor fundamental subjacente ao conceito de contraponto, extensivo ao conjunto de formas de estruturação polifônica, é o da inteligibilidade de cada uma de suas partes constituintes. Administrar a multiplicidade de linhas melódicas ou a superposição de fluxos sonoros dotados de cunho próprio pressupõe o desenvolvimento de técnicas de controle de cada uma dessas vias, de forma que as partículas de sentido, de que essas vozes individuais são portadoras, possam emergir à superfície do fluxo resultante no momento desejado, livres de obstruções e superposições mascaradoras, aptas a tornar inteligível sua mensagem, ou, segundo um pressuposto biológico, passar seus genes adiante.

No universo da estruturação musical, diversas são as técnicas empregadas para promover o encaixe complementar de contornos melódico-rítmicos articulados em vozes diferentes. Na música ocidental, as primeiras manifestações documentadas desses procedimentos surgem a partir da *Ars Nova*, como consequência da expansão dos recursos rítmicos proporcionada pelo conceito de *contrapunctus diminutus*. O efeito prático da aplicação desse conceito foi o surgimento de relações de complementaridade entre os valores prolongados do canto firme (breves e semibreves) e os valores fracionados do contraponto, que passaram a preencher os intervalos entre os ataques daqueles. A partir desse momento ampliava-se o conceito basicamente vertical do *punctus contra punctus* herdado do discanto, com a incorporação de estratégias de coordenação do fluxo horizontal das vias simultâneas, que favoreçam o encaixe entre as figurações de cada voz.

Algumas técnicas de estruturação polifônica, entretanto, realizam esse encaixe de forma ainda mais explícita, como o *hoquetus*, onde a melodia resulta do encaixe complementar de distintas vozes.<sup>1</sup> O conceito de ritmo-polifônico-to-

<sup>1</sup> Técnica empregada não apenas no âmbito da música européia a partir da *Ars Nova*, mas também em outras culturas musicais, como na música para *sikus* do altiplano andino, no *kecak* balinês ou na complementaridade das notas que integram a melodia produzida pela *kalimba* africana.

tal,<sup>2</sup> amplamente empregado como ferramenta pré-composicional por diversos autores da segunda metade do século XX para organização das durações globais de uma obra, também reproduz esse comportamento, ao promover o encaixe de intrincadas figurações, praticadas em diferentes vozes, que tornam-se parte de um mesmo fluxo horizontal, contínuo e uniforme. Da mesma forma a polimetria, superposição de pulsos e metros de diferentes durações, também acaba gerando uma maior individualização de cada uma das partículas constituintes, tornando os seus impulsos, pela quase inexistência de simultaneidade deliberada, mais inteligíveis na superfície da textura que integram.

Procedimentos análogos também estendem ao eixo das alturas esse sentido de encaixe complementar e a realização mais simples desse princípio pode ser observada na composição de conjuntos instrumentais, como a orquestra sinfônica, quarteto de cordas, quintetos de sopro e de metais, coro a quatro vozes, etc. O agrupamento dos instrumentos de cada um desses conjuntos é uma função direta da complementaridade de suas tessituras, favorecendo uma maior transparência dos desenhos situados em seus registros prioritários, na superposição com os demais. Esse recurso também possibilita uma ocupação criteriosa da banda total de frequências, com cada instrumento ou grupo de instrumentos ocupando uma faixa semi-exclusiva do espectro total, onde possa se fazer ouvir com menor interferência dos demais, como estações de rádio no espectro do dial. A própria disposição espacial dos instrumentos nesses conjuntos, fruto de um longo processo de sedimentação, experiências e observação das características físicas de cada instrumento, expressas em seu registro, potência e conteúdo espectral, também traduz a busca de uma maior inteligibilidade de cada indivíduo, quando soando coletivamente.

Os processos de harmonização, instrumentação e distribuição das alturas no espectro possível, representam outras possibilidades de aplicar esse princípio ao eixo de alturas. Se o objetivo é a inteligibilidade de um determinado grupamento de alturas ou parcela do campo harmônico, é necessário que sua exposição não se sobreponha a outros grupamentos ou campos na mesma região. De novo, a mensagem não será passada adiante se não puder ser ouvida.

O objetivo de todos esses procedimentos, no âmbito da estruturação musical, é simplesmente o de gerar clareza no discurso através de uma organização complementar das diferenças, evitando superposições indesejadas e dispêndio infrutífero de energia. Nada mais trágico na escrita contrapontística do que inserir uma informação importante em uma das vozes, simultaneamente a um movimento conflitante, sem qualquer traço de complementaridade, em outra voz. A mensagem de que ela é portadora jamais chegará ao destino. Não passou de um esforço inútil do compositor que a gerou, do intérprete que a executou e da percepção de

---

<sup>2</sup> Total de ataques rítmicos de uma obra ou trecho, resultado da superposição das figurações rítmicas de distintas vozes. Esse mecanismo permite identificar a ocupação global do eixo do tempo, fornecendo uma imagem precisa do fluxo da densidade rítmica. Nos exemplos musicais será representado pela sigla RPT.

quem a quisesse escutar. Superpor,<sup>3</sup> na escrita contrapontística, implica em uma enorme responsabilidade no gerenciamento dos desejos e vocações de cada camada, ou ainda, utilizando um termo deleuziano<sup>4</sup>, no cuidadoso agenciamento de seus afetos.

Todos esses procedimentos técnicos e estilísticos, que serão a partir de agora denominados procedimentos de individuação, podem perfeitamente ser entendidos apenas como ferramentas úteis ao estilo do autor que as usa, artifícios técnicos dotados da mesma abstração que a linguagem a que se destinam, frutos de um processo eminentemente mental, nascido, criado e orientado pelas necessidades do próprio discurso sonoro. Entretanto, não apenas esses procedimentos, como o próprio conceito que os subsidia, encontram um impressionante paralelo no universo bioacústico, mais particularmente no comportamento sonoro de criaturas de hábitos noturnos de comunicação, como sapos, rãs, grilos, morcegos e vaga-lumes, agentes de uma paisagem sonora onde a precisão e clareza de articulação dos parâmetros sonoros pode significar a diferença entre passar os genes adiante ou gritar inutilmente aos ventos.

Muitos são os exemplos, fartamente documentados por diversos bioacústicos e especialistas na comunicação animal, de procedimentos de individuação bastante semelhantes aos da linguagem musical expostos acima, adotados por um número significativo de espécies, em praticamente todas as regiões do planeta. Esses procedimentos, que buscam fazer com que seus impulsos comunicativos sejam claramente identificáveis para quem se destinam, manipulam exatamente os mesmos níveis de articulação da matéria sonora que aqueles manipulados na escrita polifônica, ou seja, articulam o tempo, frequências, dinâmicas, conteúdo espectral e posição no espaço.

Para essas criaturas noturnas, tornar suas mensagens claramente inteligíveis significa, em termos práticos:

- 1) Buscar posições precisas no eixo do tempo para inserir as intervenções, evitando superposições que possam mascarar sua identidade.
- 2) Ocupar faixas desimpedidas no espectro total de frequências, evitando ocupar campos frequenciais que se encontrem congestionados, em determinado habitat acústico.
- 3) Modular com precisão os níveis dinâmicos, buscando a fronteira ideal entre os ouvidos da fêmea ou competidor direto e os ouvidos de seus predadores mais próximos, tão interessados em localizá-lo quanto ele em passar os genes.
- 4) Modular o conteúdo espectral de suas vocalizações, ora para se diferenciar entre semelhantes ora para assumir uma outra identidade e desbancar um competidor.

---

<sup>3</sup> Obviamente essas considerações sobre superposição indesejada servem apenas a obras que adotem uma escrita contrapontística ou polifônica, no sentido de superposição integradora de diferentes camadas sonoras. Isso não vale para aquelas em que a superposição, ao contrário de integradora e complementar, é cumulativa, como acontece na *IV Sinfonia* ou no *Central Park in the Dark*, de Charles Ives, ou em *Fontana Mix* e as *Européras* de John Cage.

<sup>4</sup> Deleuze, 1980.

- 5) Assumir distintas posições no espaço, vocalizando a partir de regiões sonoramente desobstruídas e tomando partido dos aspectos físicos do terreno que ocupam.

O conjunto desses procedimentos de individuação não possui outra motivação que a mais básica de todas as motivações: atrair uma parceira, passar adiante seu material genético, sobreviver a sua própria extinção física, chegar ao futuro.

Partindo de um evidente paralelismo entre procedimentos de individuação adotados nos dois campos, pretendo aqui relacionar alguns aspectos da estruturação polifônica, em diversos contextos culturais, com o conjunto de motivações e propósitos que mobilizam aquelas criaturas noturnas a se expressar sonoramente, em busca de justificativas de natureza mais vital para uma série de procedimentos no âmbito da linguagem musical, até então tidos como extremamente abstratos e descolados do *modus operandi* das forças naturais.

Parece-me extremamente revelador supor que, quando uma determinada figuração em uma das vozes de um contraponto busca inteligibilidade, precisa vir à tona como quem necessita respirar, tomar fôlego antes de submergir outra vez, ou ainda, como se precisasse transmitir seus genes adiante, gerar subprodutos, gerar prole. Encobrir ou criar obstáculos a esse impulso vital significa, além do óbvio desperdício energético, condená-lo à morte.

É perfeitamente plausível, então, supor que os motivos que impulsionaram os processos de individuação e complementaridade em distintos códigos musicais, de diferentes culturas, sejam exatamente os mesmos que geraram os comportamentos existentes no meio natural, que seguramente lhes foram precedentes. Igualmente plausível é, também, supor que a escuta continuada desses procedimentos naturais possa ter criado na espécie humana um arcabouço de parâmetros, acabando por influenciar decisivamente o desenvolvimento de todas as suas formas de linguagem, inclusive a musical. Mesmo assim, a comprovação dessa vinculação causal não será o objeto principal deste trabalho.

Os objetivos do projeto Biocontraponto, do qual este ensaio é um resumo, podem ser agrupados em duas linhas de trabalho intercomunicantes: de um lado, a tentativa de re-significar alguns dos processos de estruturação polifônica, normalmente tidos como ferramentas abstratas, passando a associá-los a um conjunto de motivações, valores e propósitos mais próximos aos pressupostos biológicos elementares, de sobrevivência e perpetuação da espécie, e de outro, a possibilidade de extração de modelos composicionais, proporcionada pela observação atenta daqueles comportamentos no âmbito natural e apoiada nos aspectos específicos de manipulação dos parâmetros sonoros, operados por aquelas criaturas.

## **Procedimentos de individuação no universo bioacústico**

### **Harmonia horizontal**

Se o conceito ocidental de harmonia refere-se a um conjunto de normas e meios de estruturação vertical das alturas e de seus encadeamentos, a noção de

harmonia horizontal transpõe aquele conceito para o eixo do tempo. Harmonizar-se horizontalmente significa, então, administrar o momento preciso para intervir em uma determinada trama polifônica, resguardando ao mesmo tempo a sua própria inteligibilidade e aproveitando os espaços deixados nos interstícios de outras intervenções.

A disposição de assegurar a própria identidade em um meio de diversidade implica, em primeiro lugar, na percepção de todas as vias polifônicas ao seu redor, ou seja: estar ciente de quais criaturas estão vocalizando naquele momento, com que periodicidade, qual dinâmica, posição no espaço, etc. Emitidas a partir do firme propósito de se criar um “acordo” horizontal com as outras criaturas que disputam o mesmo espaço-tempo, a soma dessas diferentes intervenções passa a constituir-se em um discurso sonoro à parte, um fluxo sucessivo e permanente de ataques, que permanentemente se aproximam e afastam uns dos outros, mas quase nunca se superpõem.

### **Alternância e complementaridade no eixo do tempo**

Os primeiros registros de procedimentos de individuação em criaturas de hábitos noturnos de comunicação se dão a partir de 1908, pelo biólogo alemão J. Regen, ao estudar o canto alternado no grilo *Pholidoptera aptera*. Ele observou que machos sonoramente ativos buscavam alternar seus cantos de forma regular com outros que estivessem dentro dos seus limites audíveis. O método usado para essa conclusão foi um pouco drástico: a destruição do órgão auditivo de machos cantantes fez com que passassem a emitir seus cantos de forma independente, ignorando os demais. Para comprovar que a comunicação entre eles se dava principalmente através do ar e da escuta e não através da percepção tátil das vibrações via solo, ele suspendeu dois grilos em balões, observando que a alternância persistia (Regen, 1908).

A partir desse estudo pioneiro, a literatura biológica e bioacústica passou a acumular uma enorme quantidade de evidências (Baier, 1930; Dumortier, 1964; Jones, 1966; Greenfield, 1994; Narins, 1995) de que em um grande número de espécies de criaturas noturnas, entre anfíbios, mamíferos e insetos, existe uma constante busca por janelas temporais disponíveis nos intervalos das intervenções de seus competidores intra-específicos e interespecíficos, para que possam inserir as suas próprias sem o risco de superposições. Essa preocupação se justifica na medida em que entendemos que a emissão sonora nessas criaturas possui o claro objetivo de transmissão genética, seja pela sinalização para atração das fêmeas ou para delimitar um território e desbancar possíveis competidores.

Jones observou que a ocorrência de cantos simultâneos entre grilos de jardim (*Pholidoptera griseoptera*) pode ser considerada como um evento casual e indesejado pelos dois ou mais machos que estejam intercalando suas vocalizações. Quando isso acontece, por descuido de algum deles, podem manter o sincronismo por alguns ataques mais, até que um deles decida retardar ou adiantar sua vocalização, retomando a alternância.

Para detectar com que grau de precisão os sapos podem intercalar suas vocalizações, P. Narins observou analisou um pequeno anfíbio de Porto Rico

chamado coqui (*Eleutherodactylus coqui*), para determinar qual a fração mínima de tempo necessária para inserir uma vocalização sem gerar *overlap*. Foi apresentada a uma comunidade de coquis<sup>5</sup> uma sucessão regular de senóides curtas pré-gravadas, repetidas a cada 2,5 segundos, aproximadamente o índice de repetição dos coquis. Gradualmente a duração das senóides foi sendo aumentada, diminuindo o espaço de silêncio entre elas. Mesmo se a emissão artificial tomasse 90% do tempo disponível, os sapos eram ainda capazes de inserir suas vocalizações no pequeno silêncio (relativo) restante, o que significa utilizar uma janela temporal de dois décimos de segundo (Narins, 1995).

Estudos feitos com gafanhotos mostram que a alternância e sincronismo podem coexistir como estratégias de atração das fêmeas. Quatro comportamentos principais foram detectados no gafanhoto *Syrbula* (Otte e Hills, 1979), considerados como exemplares para outros tipos de insetos e anfíbios que utilizam sinais acústicos para atrair fêmeas:

- a) As vocalizações de dois machos podem ser mais ou menos independentes mas uma competição indireta existe se ambos os machos tentam atrair a mesma fêmea.
- b) As vocalizações de machos podem se alternar com as de outros. Tal alternância acontece quando os machos vocalizam nas pausas silenciosas entre as vocalizações de seus competidores, assegurando que os elementos portadores de informações críticas das vocalizações se mantenham intactos e inteligíveis.
- c) Machos podem vocalizar sincronicamente, minimizando dessa forma a relação sinal-ruído e reduzindo a interferência mútua.
- d) Em algumas espécies, longos períodos de silêncio podem alternar com períodos de grande densidade sonora.

Duellman observa, a respeito desse último item, que a súbita explosão de vocalizações depois de um longo período de silêncio é também uma estratégia para atração de fêmeas a uma determinada região, utilizando o forte potencial informativo que essa súbita eclosão representa em um contexto de inatividade sonora prolongada (Duellman, 1966). Da mesma forma que na estruturação da forma musical, a administração cuidadosa dos índices de informação e redundância das mensagens, com a utilização de contrastes dinâmicos e de densidade, além do uso informativo da pausa, é também fundamental para a sobrevivência genética no âmbito bioacústico.

O princípio da alternância de vocalizações é possivelmente uma resposta evolutiva ao comportamento seletivo das fêmeas, sendo também uma estratégia para evitar o dispêndio energético inútil. Sapos machos possuem manifesta prefe-

---

<sup>5</sup> O nome desse minúsculo anfíbio (36 milímetros) vem do som que produz, composto de duas alturas, de aproximadamente 1.100 Hz (a nota "co") e 2.000 Hz ("qui"). A intensidade alcançada nas vocalizações é espantosa se comparada a suas dimensões corporais. A meio metro de distância atinge 95 dB SPL, próximo ao limiar humano da dor.

rência por congregarem-se às margens de lagoas ou outros sítios similares de acasalamento, vocalizando em grupo. Quaisquer que sejam as vantagens seletivas desse comportamento, grandes grupamentos trazem, como consequência, um risco maior de interferência acústica. Uma solução para esse problema é vocalizar com intensidade maior que seus competidores. O potencial dinâmico de alguns sapos sugere que essa é uma vantagem seletiva entre espécies. Essa solução, entretanto, apresenta um segundo problema: gerar uma maior intensidade significa um dispêndio exponencial de energia e o custo desse exagero é uma exaustão precoce. Alternar vocalizações surge então como um recurso mais econômico para manter a integridade das mensagens, justificando e estimulando o desenvolvimento de complexas estratégias de interação rítmica, que se aproximam muito dos processos de estruturação e diferenciação rítmica adotados em diversas técnicas polifônicas.

### **Audiobioespectro – Utilização complementar do eixo de frequências**

Outra forma de aplicação do princípio de complementaridade no meio natural é através da utilização de parcelas desocupadas no espectro total de frequências. Esse procedimento se assemelha à utilização de distintas bandas de frequência por estações de rádio. A integridade das mensagens fica então condicionada à percepção do total frequencial ocupado e à existência de eventuais janelas vagas. Se, eventualmente, a frequência prioritária ou fisiologicamente possível para determinada criatura estiver congestionada, ela buscará alguma área contígua que apresente disponibilidade naquela banda específica. Ao contrário, se alguma outra criatura disponibiliza uma banda frequencial, por deslocamento ou por haver atingido seu objetivo comunicacional, essa banda será prontamente ocupada por alguma outra criatura cujas vocalizações se adaptem ao âmbito disponível.

Esse procedimento foi observado por Peter Narins (Narins, 1995), em seus estudos sobre diversidade acústica em florestas tropicais. Segundo ele, sonogramas extraídos de gravações realizadas no pico El Yunque, em Porto Rico, comprovam que as diversas espécies de anfíbios que vocalizam nessa região parecem utilizar canais privados no eixo de frequências, bandas seletivas exclusivas, não compartilhadas pelas demais espécies.

A capacidade demonstrada por diversas espécies de auto-organização frequencial em ambientes acústicos com grande diversidade, foi também observada por Bernie Krause, documentada em seu texto *The Niche Hypothesis: How Animals Taught Us to Dance and Sing*. Krause observa que em paisagens sonoras naturais, ainda não invadidas pela presença humana, nota-se a existência de diversos nichos sonoros, com identidade acústica bem definida, ainda que as características de relevo e vegetação entre esses nichos sejam idênticas. Cada um desses nichos se caracteriza por uma sonoridade própria, uma voz, resultado de um determinado equilíbrio estatístico entre as criaturas que ali vocalizam. Esse equilíbrio é obtido através da percepção que cada uma das criaturas que o integra faz sobre a identidade sonora de seus vizinhos. Essa percepção é constantemente atualizada, registrando a chegada de um visitante ou a saída de algum vizinho. Criaturas com baixo potencial dinâmico procuram bandas disponíveis mais am-

plas para que seu sinal seja mais facilmente identificável, enquanto outras, com maior capacidade dinâmica, disputam pequenas faixas do audiobioespectro.

A utilização de faixas exclusivas de frequências tem sido extensamente verificada através de sonogramas extraídos de gravações de diversos nichos acústicos, como as realizadas por Krause nas selvas de Bornéu, Riede na Amazônia equatorial e Narins em florestas nativas de Porto Rico<sup>6</sup>. K. Riede considera que o perfil sonoro de cada nicho representa uma “impressão digital acústica” da biodiversidade, permitindo um mapeamento não-invasivo e considerações a respeito da estrutura daquela comunidade acústica.

Duellman<sup>7</sup> também identifica a existência de nichos acústicos e de processos de diferenciação relativos à utilização de bandas de frequências exclusivas e inserção de vocalizações em janelas temporais. Estudos em diversas comunidades multiespecíficas em distintas partes do planeta, compreendendo 9 espécies na Flórida, 10 na Costa Rica, 7 na Austrália, 20 no Equador Amazônico e 13 no Peru, mostram que a ocorrência de sincronismo de vocalizações está sempre associada a algum outro fator de diferenciação nos outros parâmetros sonoros. Entre 15 espécies de anfíbios dos igarapés perto de Manaus, apenas 4 apresentam alguma forma de *overlap*, mas essas possuem diferenças acentuadas nas propriedades temporais do canto. Em uma escala decrescente de funções discriminantes para identificação das mensagens por indivíduos da mesma espécie, Duellman aponta a frequência fundamental como o fator mais importante, seguido da frequência dominante,<sup>8</sup> velocidade do pulso e número de notas. Entre anfíbios, a otimização da eficiência na comunicação e a redução da interferência acústica pode ser alcançada das seguintes formas:

- 1) Estratificação espectral através do fracionamento da banda de frequências em canais privados.
- 2) Separação espacial através do agrupamento de indivíduos em comunidades monoespecíficas ou da utilização de localidades de vocalização próprias de uma determinada espécie.
- 3) Fracionamento temporal das vocalizações, através de mecanismos de alternância e antífonía.
- 4) Diferenciação dos padrões sonoros e conteúdo espectral típicos de cada espécie, quando as bandas de frequência e o eixo do tempo estão muito congestionados.

Todos esses procedimentos apontam para a existência de um processo de auto-orquestração por parte das criaturas que integram um determinado ambiente acústico, tácito e recíproco, com uma utilização criteriosa dos parâmetros de

---

<sup>6</sup> Krause, 1998; Riede, 1993 e Narins, 1995.

<sup>7</sup> Duellman, 1966.

<sup>8</sup> Algumas espécies possuem uma prevalência de alguns dos parciais harmônicos em relação à fundamental. As vezes a frequência dominante pode ser o segundo (oitava) ou terceiro (quinta) harmônico.

expressão sonora muito similar àquelas existentes, por exemplo, na divisão dos registros instrumentais por naipes, nas técnicas de harmonização e instrumentação, na distribuição de alturas ao longo do espectro instrumental ou na constituição de campos harmônicos claramente diferenciados.

### **Modulação dinâmica**

A capacidade de modular a amplitude das vocalizações é também um recurso diferenciador bastante empregado por diversas espécies. A absoluta desproporção entre as dimensões de alguns insetos e anfíbios e a potência sonora de que são capazes mostra que falar mais alto também pode ser um fator vencedor no processo de seleção natural. Se a capacidade de se fazer ouvir a distância pode trazer muitas vantagens no processo de transmissão genética, pode também trazer alguns efeitos colaterais perigosos: quanto mais forte for o sinal emitido, mais facilmente percebido ele vai ser, não apenas por uma fêmea distante, mas também por um potencial predador, tão interessado em encerrar a carreira de reprodutor do inseto em questão, quanto ele em arranjar uma namorada. A modulação dinâmica caminha então por essa trilha estreita entre o limiar de audição da amada e do algoz, em busca de um equilíbrio vantajoso entre os dois extremos. Da mesma forma, o índice de complexidade e variação de suas vocalizações precisa encontrar esse meio-termo. Mesmo sendo a invenção um valor preponderante no processo de diferenciação sonora, quanto mais o teor da vocalização se afastar do padrão corrente, ou seja, quanto mais talentoso for o instinto compositivo da criatura vocalizante, maior será o teor informativo que alcançará em relação ao seu ambiente acústico, o que acabará também por despertar a atenção de seus predadores (Duellman, 1966). De novo, o que se busca é a justa medida entre informação e redundância. Esse equilíbrio justo, que na obra musical é um critério absoluto de valor e excelência compositiva, no meio natural é uma questão de vida ou morte.

### **Sincronismo – Epifenômeno ou estratégia deliberada?**

A ocorrência de sincronismo nos impulsos comunicativos de criaturas noturnas é, na maior parte dos casos, encarada como um acidente de percurso, prontamente corrigido e restituído aos seus habituais mecanismos de alternância e diferenciação temporal. Em algumas espécies, entretanto, o sincronismo passa a ser uma estratégia deliberada. Esse é o caso, por exemplo, de alguns anfíbios, como o *Bufo americanus* (Wells, 1977), *Bombina bombina* e *B. variegata* (Lörcher, 1969), que utilizam a soma das amplitudes que ocorre com o sincronismo para aumentar a potência e o alcance do chamado. O primeiro objetivo passa a ser então atrair fêmeas distantes, para o qual consideram vantajoso agir em cooperação com seus potenciais competidores. No momento em que essas fêmeas se aproximam, rompe-se o acordo de cooperação, retomando a alternância de vocalizações e outros mecanismos de diferenciação, ou seja: objetivo inicial alcançado, é cada um por si outra vez. Outro objetivo do sincronismo, especialmente quando realizado por criaturas distantes umas das outras, é o de dificultar o trabalho de predadores, confundindo os seus mecanismos de localização.

Sincronismo também é estratégia deliberada em uma grande quantidade de espécies de vaga-lumes, especialmente no sudoeste asiático. Os relatos sobre sincronismo na luminescência de vaga-lumes existem há mais de trezentos anos, através dos escritos de viajantes e naturalistas. Apesar disso, apenas recentemente os aspectos funcionais desse fenômeno têm sido investigados mais a fundo.

A luminescência desempenha para os vaga-lumes o mesmo papel de instrumento de comunicação e atração de parceiras que as vocalizações, para anfíbios e insetos. Por serem silenciosos e beneficiados por uma transmissão mais rápida do sinal no espaço, acabam estabelecendo um outro sistema de prioridades para a utilização dos parâmetros físicos como ferramentas reprodutivas. Se por um lado a emissão de luz não vai gerar informações relativas ao espectro de frequências, como acontece com uma emissão sonora, por outro amplifica a importância dos aspectos rítmicos, dinâmicos e espaciais da comunicação.

A maior parte das espécies de vaga-lumes estudadas (Buck, 1978, 1988; Carlson, 1985), em florestas da Nova Guiné, Filipinas, Indonésia e Tailândia, reúne-se em grandes comunidades, normalmente localizadas em uma mesma árvore. Nesses grandes agrupamentos luminosos, o ato de sincronizar luminescências com seus competidores possui uma dupla função: por um lado reforça os laços comunitários e define os limites de um território comum e, por outro, utiliza o mesmo efeito de amplificação dinâmica que o dos anfíbios acima, gerando uma concentração maior de luminosidade capaz de atrair fêmeas mais distantes. A diferença com o comportamento dos anfíbios é que entre os vaga-lumes o sincronismo não é apenas o plano A para atração do sexo oposto, mas um princípio mantido de forma consistente até a escolha final da fêmea. Entre vaga-lumes, a capacidade de adotar mecanismos de cooperação e executá-los com precisão é um critério de valor no processo de escolha feito pela fêmea, que vai optar por aquele que realizar o labor cooperativo com maior precisão e abnegação.

O processo utilizado para atingir o sincronismo parte de um pulso luminoso inicial, que pode se originar em qualquer indivíduo, sem qualquer conotação na hierarquia social do grupo. Os pulsos luminescentes vão sendo então progressivamente sincronizados, em cascata, através da percepção que cada indivíduo faz da frequência do pulso de seu vizinho. Constantes atualizações rítmicas vão sendo feitas por cada indivíduo para retomar o sincronismo, se quebrado por algum descuido. O resultado global, entretanto, assimila esses pequenos desvios de andamento e apresenta um efeito sincrônico bastante intenso, demarcando claramente um território de ocupação e tornando-o visível a uma grande distância.

Considera-se que os vaga-lumes são a única espécie natural, além da humana, capaz de sincronizar deliberadamente sua comunicação, com padrões de comportamento e objetivos estratégicos bem definidos. Talvez por isso, estudar os mecanismos por trás desse comportamento pode, sem trocadilhos, acender algumas lâmpadas sobre aspectos da nossa própria linguagem sonora, enriquecendo alguns processos de estruturação rítmica, se não com algoritmos precisos, ao menos com alguma fantasia.

## Espaço como parâmetro

Quando se pensa em parâmetro sonoro, pensa-se em uma característica inalienável do som. Algum aspecto físico que, sem o qual, o som não resultaria. Assim, não existe um som sem duração, dinâmica, frequência (ou bloco de frequências) ou conteúdo espectral. A inexistência de qualquer um desses aspectos significa um não-som.

A observação do comportamento sonoro de criaturas noturnas deixa claro que a localização espacial é também uma característica inalienável do som (ou da rítmica luminosa, no caso dos vaga-lumes) constituindo-se em um quinto parâmetro sonoro. Quando uma criatura emite um sinal sonoro, tão importante quanto a duração, frequência, timbre e dinâmica desse sinal é a sua procedência espacial. Essa informação é extraída da mensagem e registrada da mesma forma que as quatro anteriores, constituindo-se em fonte de informação referencial sobre a criatura que a emitiu.

Em comunidades densamente ocupadas, a busca por localidades sonoramente desobstruídas de onde lançar os chamados é uma preocupação constante. Posições de maior projeção sonora, como pequenas elevações e poleiros naturais, são normalmente ocupadas por machos dominantes. Machos subordinados costumam posicionar-se nas imediações desses locais, esperando silêncios que o macho dominante se desloque, para então ocupar sua tribuna privilegiada (Fellers, 1979).

Além da utilização de deslocamentos como fator de individuação, insetos e anfíbios tiram proveito de diversos outros aspectos da percepção do espaço. Sapos em habitats abertos (desertos e pradarias), tendem a ter vocalizações mais graves e longas. Baixas frequências viajam mais longe do que as altas, que entretanto são mais fáceis de serem localizadas. Ao contrário, sapos em habitats de florestas fechadas, tendem a emitir sons mais curtos, agudos e irregulares (Duellman, 1966). Nesses locais, a possibilidade de obstrução e atenuação do sinal pela vegetação também é levada em conta na escolha do lugar ideal para vocalizar.

Sapos que acasalam perto de cursos de água torrenciais ou cachoeiras devem competir acusticamente com esse ruído de fundo. Isso implica que, no processo de seleção natural, permaneçam nesses lugares apenas aquelas espécies capazes de operar em uma banda de frequências e níveis dinâmicos que superem a banda de ruído ocupada pela água em movimento.

Outras espécies, nas mesmas circunstâncias de ruído, optam pelo silêncio, desenvolvendo em maior medida os mecanismos visuais de reconhecimento (Duellman, 1970). Esse silêncio voluntário, face a impossibilidade de competir com um nível sonoro de tal magnitude, é mais uma manifestação da sabedoria acústica anfíbia, o que não deixa de ser extremamente instrutivo se aplicado a nós, faladores e geradores de ruído compulsivos, tão inconscientes quanto despreocupados com o lixo sonoro que despejamos abundante e permanentemente no ar que nos envolve.

### 3 - Processos de individuação na linguagem musical

#### *Contrapunctus diminutus*

O conceito ocidental de contraponto, herdeiro das estratégias de simultaneidade e sucessão intervalar aplicadas nas técnicas do *discanto* do século XIII, se solidifica a partir das primeiras décadas do século XIV, no período conhecido como *Ars Nova*. Mais do que um novo estilo musical, esse período representa uma verdadeira mudança de paradigma, tanto na composição quanto na escuta da música de seu tempo. O impacto causado pelas inovações estilísticas, técnicas e culturais propostas pelos compositores e teóricos do período, como Phillipe de Vitry, Jehan de Murs, Johannes de Grocheo e Guillaume de Machault, pode ser medido pela intensidade da polêmica entre defensores e detratores da *Ars Nova*, endossados até mesmo por uma bula papal de 1322, onde o papa João XXII condenava as novas tendências modernistas:

Alguns discípulos de uma nova escola, empregando toda sua atenção em medir (*misurare*) o tempo, buscando com novos sons exprimirem músicas (*arie*) inventadas por eles mesmos, se afastaram dos cantos antigos, substituindo os valores de breve e semibreve por outros quase intangíveis. Assim interromperam a melodia, tornando-a afeminada com o uso de discantos (...) ignorando os próprios fundamentos sobre os quais constroem, confundindo os sons sem os conhecer. (Fubini, 1976, 97-98)

Jehan de Murs, um dos principais teóricos da nova ordem, em seu *Ars Nova Musice* (1320), resume os aportes conceituais e técnicos do novo estilo: “O tempo pertence ao genus das coisas contínuas, por isso, pode ser dividido em qualquer número de partes iguais.” (In Palisca, 1956)

Esse sentido emergente, de uma arte nova, referia-se à magnífica vertigem rítmica e intervalar, surgida como efeito prático do fracionamento dos valores de duração, resultando nos primeiros passos dados em direção à emancipação efetiva das vozes do contraponto então praticado, do *punctus contra punctus*. O que se propunha, fundamentalmente, era a sistematização de um novo repertório de valores rítmicos à disposição da composição, através do estabelecimento de relações fixas de fracionamento dos dois valores de duração correntes: a breve e a semibreve. Essas subdivisões passam a ser organizadas em fórmulas de valores rítmicos, ou *taleas*, sobre as quais se superpunham figuras melódicas, ou *colors*, normalmente mais extensas que as *taleas*. Dessa forma, a quatro repetições da *talea*, por exemplo, podem corresponder duas e meia repetições da *color*, o que possibilita o surgimento de configurações rítmicas, melódicas e mesmo harmônicas de maior complexidade.

A observação dos efeitos desse desdobramento multidimensional do discurso sonoro gera a fundamentação teórica e técnica necessária ao surgimento de um novo território criativo, onde os estreitos limites de condução vertical e horizontal aplicados anteriormente expandiam-se consideravelmente, graças ao aparecimento residual de inevitáveis dissonâncias entre cada um dos valores fracionados e a nota do canto firme que lhes corresponde. As figuras geradas a partir desse

fracionamento da unidade temporal em duas, três e quatro ou mais partes iguais (sempre múltiplos de 2 ou 3), passaram então a preencher, por interpolação, os lapsos temporais existentes entre os ataques das breves e semibreves do canto firme. Surge então um sentido de convivência complementar entre as vias da polifonia, um encaixe de movimentos, que o sentido plano e fortemente unitário do *punctus contra punctus* da *Ars Antiqua* não estimulava. Cada voz passa a agir como um indivíduo emancipado, com desejos e velocidades próprias, tornando-se indispensável o desenvolvimento de métodos eficazes para a coordenação dessas individualidades.

### Ritmo polifônico total

O efeito global resultante do acumulo de distintas vias polifônicas, articulando divisões rítmicas independentes, pode ser melhor entendido se submetermos essa superposição a uma redução rítmica. Esse procedimento será aqui chamado de Ritmo Polifônico Total (RPT). O Exemplo 1 apresenta um trecho do *Sanctus* da *Missa de Notre Dame* de Machault. A complexidade das configurações de tempo e alturas e a complementaridade de ataques originados em vozes diferentes geram diversos novos fluxos, além dos quatro preexistentes, que se movem por diferentes percursos entre as vozes, com combinatórias que excedem em muito a pura soma das partes.

Ex. 1: Guillaume de Machault: *Messe Notre Dame*, final do *Sanctus*.

The image displays a musical score for four voices (Soprano, Alto, Tenor, Bass) and a RPT (Ritmo Polifônico Total) diagram. The score is in 3/4 time and consists of four measures. The lyrics are: "cel - sis", "ex - cel - sis", "ex - cel - sis", and "ex - cel - sis". The RPT diagram at the bottom shows the rhythmic patterns of each voice, illustrating the complex interlocking of rhythms.

Observa-se nesse exemplo que o fato de que cada voz ataca suas notas em pontos diferentes no eixo do tempo, gera uma grande complementaridade entre os desenhos rítmico-melódicos de cada uma delas. O ritmo polifônico total (RPT), apresentado na via inferior do exemplo anterior, mostra o efeito rítmico global resultante da superposição das diferentes camadas rítmicas.

Um salto de seis séculos nos leva à Viena de 1928, ano em que Anton Webern conclui sua *Sinfonia op. 21*. Curiosamente, as duas principais características da obra de Machault, o isorritmo e o encaixe complementar das vozes, estão presentes no primeiro movimento da obra de Webern de forma explícita. No caso do isorritmo, em uma ampliação do conceito original, normalmente aplicado a cada uma das vozes, para um isorritmo global, resultado da soma das figurações rítmicas de todas as vozes. Aqui, o potencial de individuação das configurações é ainda maior, com a utilização do total cromático, variação dinâmica e instrumental (e dentro dela, diferenciação dos modos de execução e ataque). A única invariante nessa teia de diferenças é justamente o ritmo polifônico total, claramente isoritmico.

Ex. 2: A. Webern: *Sinfonia op. 21* (1928) – 1º Movimento (comp. 1-6).

Se os autores seriais, impulsionados pela busca de clareza, recuperaram as técnicas de contraponto postas de lado pela verticalidade tonal e desenvolveram técnicas notáveis de diferenciação, como o conceito de *Klangfarbenmelodie*,<sup>9</sup> os autores pós-seriais levam ainda mais adiante o desenvolvimento de processos geradores de inteligibilidade e diferenciação, dessa vez aplicáveis a todos os parâmetros sonoros. No âmbito do serialismo integral,<sup>10</sup> a busca de clareza e inteligibilidade de cada figuração passa a assumir um papel vital no sistema composicional, equivalente aquele desempenhado pelas técnicas contrapontísticas, quando da expansão dos recursos rítmicos durante a *Ars Nova*. Tendo como fonte primeira de parâmetros, no passado recente, a escritura de Webern, os autores

<sup>9</sup> Melodía de timbres, onde um grupo de alturas, acordes, ou mesmo o unísono, transitam por diferentes instrumentos.

<sup>10</sup> Mesmo que essa integralidade seja mais uma utopia orientadora que um fato estético consumado.

pós-seriais entenderam que depois da transparência weberniana ficou muito mais difícil admitir gorduras ou excessos no texto polifônico: cada impulso tem de falar por si.

**Ex. 3: K. Stockhausen: *Kontra-Punkte* (1952), comp. 1-6.**

O segundo movimento da obra de Luigi Nono, *Polifonica-Monodia-Ritmica* (1951), adota de forma absoluta o encaixe complementar das vozes: não existe um contraponto explícito, apenas um fluxo melódico que transita pelos instrumentos melódicos, em uma extensão do conceito de *Klangfarbenmelodie*. Alguns fragmentos são maiores, outros apenas uma nota, mas todos igualmente sócios de uma espécie de corrida de revezamento onde o bastão vai sendo passado de mão em mão, sem que se perca o passo.

**Ex. 4: Luigi Nono: *Monodia***  
 (segundo movimento de *Polifonica-Monodia-Ritmica*), comp. 22-29.

continua

### Contraponto anfíbio

Modelos composicionais extraídos a partir do comportamento de criaturas noturnas subsidiaram grande parte do material utilizado em minha obra *Pequena música noturna* (1998-99),<sup>11</sup> para 11 instrumentistas. Os dois trechos da obra apresentados a seguir exemplificam o encaixe complementar de figurações realizadas em diferentes vozes, gerando, especialmente no segundo trecho, um contraponto bastante espesso, onde não existem superposições de ataques mas um total aproveitamento de janelas temporais. Todos os ataques alcançam a superfície audível, tornando-se inteligíveis no todo polifônico, soando nos interstícios de outros, integrando-se com eles e preenchendo os espaços entre seus ataques no eixo do tempo.

Ex. 5: Tato Taborda: *Pequena música noturna* (1999), comp. 132-3.

<sup>11</sup> Obra composta com a Bolsa RioArte de composição.

Ex. 6: T. Taborda: *Pequena música noturna* (1999), comp. 181-2.

The musical score for Ex. 6 is a page from a manuscript, numbered 60 in the top left. It features seven staves, each representing a different instrument: fl (flute), cl (clarinet), tp (trumpet), tr (trombone), vn (violin), va (viola), and vc (cello). The music is written in 4/4 time and includes various dynamic markings such as *f* (forte), *p* (piano), and *fp* (fortissimo piano). There are also articulation marks like accents and slurs, and some fingerings are indicated with numbers 1-5. The score shows a complex interplay of textures and dynamics across the instruments.

O aproveitamento de minúsculas janelas temporais também pode ser observado no exemplo seguinte, extraído de minha obra *Organismo* (1989), para quatro violões. Aqui a inserção de ataques nos pequenos espaços deixados por outras vozes é ainda mais precisa, mais exposta pela inexistência de prolongações de sons, como ocorria no exemplo anterior.

Ex 7: T. Taborda: *Organismo* (1989), F – 1-3.

The musical score for Ex. 7 is a page from a manuscript, numbered 60 in the top left. It features three staves, each representing a guitar part (guit 1, guit 2, and guit 3). The music is written in 4/4 time and includes various dynamic markings such as *p* (piano), *f* (forte), and *ff* (fortissimo). There are also articulation marks like accents and slurs, and some fingerings are indicated with numbers 1-5. The score shows a complex interplay of textures and dynamics across the three guitars.

## Hoquetus

O *Hoquetus* é a técnica de estruturação polifônica que melhor expressa esse pensamento de encaixe complementar entre distintas vias. Aqui, duas ou mais vozes encaixam seus valores de som e silêncio uma nas outras, resultando como uma única voz.

Ex. 8: *Hoquetus* de moteto inglês do século XIV.<sup>12</sup>



O jogo de lateralidade (ou multilateralidades) que se estabelece entre os dois grupos de executantes, faz com que o espaço se constitua em um quinto parâmetro sonoro. Manifestações dessa técnica ocorrem nas mais variadas regiões do planeta, em culturas tão diversas quanto os xavantes do Alto Xingu, os aymarás, o coro do *kecak* de Bali e os venda, da África do Sul.

A música do altiplano boliviano de tradição aymarà reflete naturalmente o conceito básico que permeia toda aquela cultura: a *unidade de dois*. Nessa forma de pensamento não dual, elementos opostos não se conflituam, mas se integram e auxiliam. Uma das mais evidentes manifestações desse conceito se encontra na música escrita para *sikus* (flautas de pan). As tropas<sup>13</sup> de *sikus* se subdividem em dois grandes grupos: *iras* (o que vai na frente) e *arcas* (o que segue). Os tubos de cada grupo são afinados em terças sucessivas, separadas por uma segunda, de modo que os instrumentos de um grupo não possuam as notas do outro. Juntos, eles completam o total de alturas do modo e por esse motivo, são instrumentos que não se devem tocar desacompanhados, sendo preciso pelo menos dois músicos para tocar as frases completas.

Os aymarás são exímios *lutiens* de uma variedade impressionante de aerófonos.<sup>14</sup> Além dos diversos tipos de *sikus*, que diferem em função do construtor, do material ou região de origem, existem flautas de embocadura fechada, como os *pinkillos* e *mocoños* e de embocadura aberta, como os pífanos e quenás. Alguns de seus instrumentos de percussão de função acompanhadora, como o *wanqara*, possuem

<sup>12</sup> Citado no *New Groves* (1980). Índice de referência Gb – Lbm, Add.24138, F.1v.

<sup>13</sup> Grupo de instrumentos, divididos em vários registros, que juntos cobrem o total do espectro de frequências.

<sup>14</sup> Parece impressionante que a 4.000 metros de altitude, onde o ar começa a rarear, praticamente todos os instrumentos aymarás sejam de sopro. Parece uma tentativa do homem em domesticar o ar, mantendo o oxigênio por perto.



Os cantores-dançarinos do drama balinês *Sanghyang dedari*, também chamado de *Kecak* ou *Dança do macaco*, tem um papel fundamental na criação da atmosfera de transe dramático que cerca a dança ritual. Em uma parte do drama um coro, formado exclusivamente por homens sentados em círculo, realiza uma versão extremamente poderosa do princípio de encaixe complementar. O momento de maior impacto sonoro acontece durante os refrãos cantados-gritados entre os recitativos que descrevem a cena e a dança. Nesses refrãos, que pontuam toda a estrutura da *performance*, cada segmento do coro executa uma fórmula rítmica diferente construída a partir do fonema *chak* (tchá). Quando as diferentes fórmulas são cantadas ao mesmo tempo, os desenhos se encaixam e formam um pulso uniforme, de tal forma regular e energizado que parece ser executado por um só grupo.

A terceira seção da obra *Samba do crioulo doido* (1993) também é estruturada como *hoquetus*. Nela, os dois percussionistas realizam um encaixe rítmico a partir de um jogo de lateralidade. Entre os dois músicos existe um tímpano, tocado pelas mãos direita de um e esquerda de outro músico, ficando a mão restante de cada um livre para tocar um *set* de latas e membranas. Esses *sets* são ordenados em um sentido crescente de alturas (ou região de alturas) e depois dividido entre os músicos. Um recebe as peças pares e o outro as ímpares, de forma que a escala (não-temperada e alternando alturas e sons complexos) resulte do encaixe dos dois grupos. Quando o encaixe acontece, formam-se dois pulsos regulares superpostos, no tímpano e nas latas/membranas.

Ex. 11: T. Taborda: *Samba do Crioulo Doido* (1993), C 7-10.

The image shows a musical score for percussion instruments. It consists of six staves. The top two staves are for Percussion I, with 'latas' (cans) on the top staff and 'peles' (skins) on the bottom staff. The middle two staves are for Percussion II, with 'timp.' (tympan) on the top staff and 'peles' on the bottom staff. The bottom two staves are for Percussion II, with 'peles' on the top staff and 'latas' on the bottom staff. The score shows a complex rhythmic pattern with various notes and rests, indicating a 'hoquetus' structure. Dynamics include 'p' (piano) and '7' (seventh note).

A *kalimba* ou *sanza*, é um dos mais originais instrumentos africanos, encontrado em distintas partes do continente com variações de materiais e dimensões. É um instrumento de teclas pinçadas feitas de tiras finas de bambu ou metal presas a um cavalete, fixo em um tampo harmônico de madeira fina sobre uma caixa de ressonância semi-esférica feita de madeira escavada. As teclas são tocadas com os

dois polegares, criando frases que resultam do encaixe das notas do polegar direito com as do esquerdo. O exemplo a seguir foi recolhido pelo etnomusicólogo John Blacking (Blacking, 1973) e refere-se a melodias tocadas pelos nsenga de Petauke, no Zâmbia. O primeiro pentagrama (no alto) mostra a melodia resultante do encaixe das notas tocadas pelos polegares direito e esquerdo do executante.

Ex. 12: Melodia nsenga para *kalimba*, recolhida e transcrita por J. Blacking.

The image shows a musical score for a kalimba. It consists of three staves. The top staff is labeled 'resultante' and contains a melodic line in 8/8 time, starting with a double bar line and a repeat sign. The middle staff is labeled 'dir' and the bottom staff is labeled 'esq'. Both the middle and bottom staves contain rhythmic patterns that, when combined, produce the melody in the top staff. The score is divided into four measures. Above the first measure, there is a tempo marking:  $\text{♩} = 176$ .

### Polimetrias

Outro processo rítmico adotado para evitar simultaneidade de ataques é a polimetria, ou superposição de pulsos com diferentes velocidades. Essa técnica realiza de forma radical o sentido de individuação, na medida em que cada via polifônica é portadora de uma unidade de tempo própria, independente das demais. Isso ocasiona uma defasagem progressiva dos pulsos, uns em relação aos outros, levando os pulsos eventualmente a um unísono fugaz de ataques, que logo voltam a se defasar.

Sempre fui um admirador dos sapos-martelo, em sua habilidade de constituir coros que superpõem pulsos de metro diferentes, administrando não apenas a frequência de suas próprias intervenções como também as de seus competidores mais próximos. A iminência de uma superposição de ataques, faz com que façam uma correção do pulso, que é então discretamente adiantado ou atrasado para evitar a colisão. Eu ficava sentado horas junto a eles, imaginando se seria estatisticamente possível que, em algum momento, todos os diferentes pulsos convergissem para um ataque simultâneo, para depois saírem de fase outra vez. Obviamente, a possibilidade de que tal sincronismo fugaz aconteça supera em alguns séculos a minha expectativa de vida. Decidi então compor uma peça para promover essa utopia, “*in vitro*”: o *Samba do crioulo doido* (1993). O primeiro passo foi a elaboração de um conjunto de pulsos de diferentes comprimentos. Em seguida, iniciei a escrita da polimetria justamente pelo ataque sincrônico dos pulsos e fui desenrolando os pulsos para trás até o ponto que me conviesse, como se estivesse voltando um filme. Ao executar o que havia sido escrito, ouve-se uma complexa polimetria, cujos pulsos pouco a pouco convergem para um ataque simultâneo. A duração desse processo de convergência depende apenas de quanto se decidir voltar o filme.

Nessa obra, os dois percussionistas são solicitados a utilizar diversas partes do corpo para fazer soar os instrumentos: mãos, pés, joelhos, calcanhares, quadris, cabeça, além de um apito na boca. Cada uma dessas partes seria responsável por realizar um pulso diferente. O trecho da obra citado no Exemplo 12 mostra uma polimetria integrada por dez pulsos diferentes: cinco para cada músico. O tímpano, percutido com uma maraca no lugar da baqueta, executa dois pulsos: um em semicolcheias, que funciona como referência para todos os outros pulsos e um outro, com acentos a cada 17 batidas. Os instrumentos empregados nessa seção são (de cima para baixo):

Percussionista I – apito, prato de choque na cabeça golpeado contra um outro, preso atrás, queixada, ganzá suspenso chutado e caxixi médio;

Percussionista II – tímpano percutido através de maracas, apito, caxixi agudo e gongo golpeado com o calcanhar.

O início do compasso 5/4 que se seguiria ao exemplo é precisamente o ponto de convergência dos nove pulsos.

Ex. 13: T. Taborda: *Samba do crioulo doido* (1993), p. 3, comp. 24-27.

The image displays a musical score for two percussionists, Percussionist I (perc I) and Percussionist II (perc II), in 5/4 time. The score is organized into two systems, each containing five staves. The top two staves in each system are for Percussionist I, and the bottom three are for Percussionist II. The notation includes various rhythmic values, including eighth and sixteenth notes, rests, and dynamic markings such as *p* (piano) and *f* (forte). There are also accents and slurs. The score shows a complex rhythmic structure with multiple pulses for each musician, as indicated by the text above. The time signature is 5/4, and the key signature has one sharp (F#).

Polimetrias extremamente complexas são encontradas com frequência em obras do compositor húngaro Gyorgy Ligeti. O Exemplo 13 mostra um excerto do seu *Kammerkonzert* para 13 instrumentistas, com uma polimetria composta por nove pulsos distintos sobre uma textura de pizzicatos rapidíssimos nas cordas. A superposição de duas diferentes indicações metronômicas (MM 60 e 80), além de uma flutuação do andamento de alguns instrumentos a partir do terceiro compasso, tornam o efeito polimétrico ainda mais complexo.

Ex. 14: Gyorgy Ligeti, *Kammerkonzert* (1969-70), terceiro movimento, comp. 46-48.

The musical score for Ex. 14, Gyorgy Ligeti's *Kammerkonzert*, third movement, measures 46-48, is presented for a 13-piece ensemble. The score is written in 4/4 time and features complex polyrhythms. The instruments and their parts are as follows:

- picc**: Piccolo, marked *ff*, with a tempo of  $J = 80$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- ob**: Oboe, marked *ff*, with a tempo of  $J = 80$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 5 and 7.
- cl 1**: Clarinet 1, marked *ff*, with a tempo of  $J = 80$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- cl 2**: Clarinet 2, marked *ff*, with a tempo of  $J = 80$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- tr**: Trumpet, marked *p*, with a tempo of  $J = 60$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- tb**: Trombone, marked *p*, with a tempo of  $J = 60$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- cymb**: Cymbals, marked *ff*, with a tempo of  $J = 80$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- pn**: Piano, marked *ff*, with a tempo of  $J = 80$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.
- cordas**: Strings, marked *pp*, with a tempo of  $J = 60$ . They play a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7. A specific instruction for the strings is "pizzicato" and "repetir continuamente o mais rápido possível".
- cb**: Double Bass, marked *p*, with a tempo of  $J = 60$ . It plays a rhythmic pattern of eighth notes with groupings of 3 and 7.

## Conclusão

Alternância de vocalizações e outros procedimentos de individualização sonora, ainda que exemplares em criaturas noturnas, são também comuns a diversas outras espécies, como cigarras e, particularmente, aves. Pássaros que acasalam no mesmo território ajustam os padrões temporais do seu canto para evitar superposição com outros, da mesma ou de outras espécies. O vireo-de-olhos-vermelhos (*Vireo olivaceus*) costuma intercalar seu canto com o do pega-moscas (*Empidonax minimus*), em florestas da América do Norte onde ambos acasalam. Como as frases do vireo são mais longas (aproximadamente 40 csec) do que as do pega-mosca (10 csec, em média), este intercala pequenos fragmentos de seu canto nos intervalos das frases daquele (Ficken, 1973). Também o *Parus major*, que tem seu hábitat nas florestas perto de Nottingham, Inglaterra, adota a alternância e aproveitamento de janelas temporais, tanto em relação aos seus coespecíficos quanto em experimentos feitos com *playbacks* estáveis e interativos (McGregor, 1992).

Criaturas que se comunicam acusticamente necessitam, como prioridade, obter a maior inteligibilidade possível de suas mensagens, manipulando para isso todos os parâmetros sonoros. A análise de sonogramas extraídos de paisagens sonoras naturais mostra que táticas de complementaridade rítmica e freqüencial não se realizam apenas entre indivíduos de uma mesma espécie, mas também por quaisquer habitantes de um mesmo nicho acústico. Essas táticas são criadas e aperfeiçoadas através de um processo de seleção natural, com o claro objetivo de perpetuação da espécie.

Como algumas dessas estratégias de diferenciação no meio bioacústico apresentam impressionantes paralelos com processos de individualização utilizados em distintas formas de estruturação polifônica realizadas pelo homem, torna-se natural estender algumas pontes entre esses dois territórios, em busca de bases biológicas para esses procedimentos estruturais.

Mais importante do que identificar a gênese do contraponto e da polifonia na bioacústica, me parece importante apontar os evidentes paralelos entre os dois campos, esperando que a análise de comportamentos motivados por impulsos vitais possa acender algumas luzes sobre práticas musicais que até então são consideradas como ferramentas extremamente abstratas e descoladas da lógica natural. Portanto, o espírito que anima esse estudo não é outro que o de acreditar que o processo comparativo entre essas linguagens, que se articulam no tempo e no espaço, possa não apenas ajudar a re-significar o uso que historicamente tem sido feito dessas técnicas musicais de estruturação polifônica, como subsidiar com novos conceitos e ferramentas a análise e a composição da obra musical atual.