

Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Instituto de Artes

ALEX KANTOROWICZ BUCK

FANTASIA ESSATA:
o Computador a Serviço da Música

São Paulo

2018

ALEX KANTOROWICZ BUCK

FANTASIA ESSATA:
o Computador a Serviço da Música

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Música, do Instituto de Artes da Universidade Estadual Paulista —UNESP, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Música, área de concentração: Composição.

Orientador: Prof. Dr. Florivaldo Menezes Filho

São Paulo
2018

Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do Instituto de Artes da UNESP

<p>B922f Buck, Alex Kantorowicz, 1980- Fantasia essata : o computador a serviço da música/ Alex Kantorowicz Buck. - São Paulo, 2018. 178 f. : il.</p> <hr/> <p>Orientador: Prof. Dr. Florivaldo Menezes Filho Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Artes</p> <hr/> <p>1. Música por computador. 2. Composição musical por computador. 3. Processamento de som por computador. 4. Inteligência artificial - Aplicações musicais. I. Menezes Filho, Florivaldo. II. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes. III. Título.</p> <hr/> <p style="text-align: right;">CDD 781.34</p>
--

ATESTADO DE APROVAÇÃO - DEFESA


Atestamos que **ALEX KANTOROWICZ BUCK**, RA nº: MUS160032, RG nº 28.365.633-5, expedido pela SSP, defendeu, no dia 17/09/2018, a dissertação intitulada **Fantasia Essata: o Computador a Serviço da Música**, junto ao Programa de Pós Graduação em Música, Curso de Mestrado Acadêmico, tendo sido 'APROVADO'.

Atestamos ainda que a obtenção do título dependerá de homologação pelo Órgão Colegiado competente.

Membros da banca:

Prof. Dr Florivaldo Menezes Filho. Prof. Dr. Mikhail Malt. Prof. Dr. Alexandre Lunsqui

São Paulo, 17 de setembro de 2018


Rodrigo Gutierrez Leão
Supervisor
Seção Técn. Pós-Graduação

Dedicatória

Para Letícia, Elisa e Maitê.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, em primeiro lugar, à minha parceira de mais de 10 anos de vida, Letícia Borges, por todo tempo que dedicou às nossas crias enquanto escrevia essa dissertação;

À Elisa e Maitê, minhas razões de ser, obrigado por me trazerem leveza nesses tempos tão duros;

À família e amigos que nos ajudam, cotidianamente, a cuidar afetivamente de nossas filhas (Lia, Sofia, Beatriz e Henrique Olival, Nena, meus sogros Cláudia e Fernando, minha mãe Vera e meus irmãos Nick e Babi);

À toda a comunidade da Emesp - Tom Jobim (professores, alunos e coordenadores), em especial aos amigos Paulo Braga, Rodrigo Lima, Valéria Bonafé, André Rodrigues, André Damião e Camila Bonfim;

À toda equipe pedagógica do colégio Oswald de Andrade, em especial ao colega e amigo Marcel Youssef;

Aos meus amigos e professores de programação Antônio Goulart e Paulo Barros a quem devo mais que agradecimentos, devo créditos por conteúdos da dissertação pelo desenvolvimento de *patches* em OpenMusic e SuperCollider presentes no corpo do texto;

Aos meus mestres da música instrumental brasileira, Arismar do Espírito Santo, Doiminguinhos, Nenê e Filó Machado;

Aos meus parceiros de mais de dez anos de Trio Ciclos, Edson Santanna e Bruno Migotto;

Aos meus parceiros do saudoso grupo Bamboo, Bernardo Ramos, Bruno “Cunhado” Aguil- lar, Josué Lopez e Vitor Gonçalves;

Ao meu querido amigo e mestre Marcus Siqueira, que me abriu as janelas e me ajudou a descobrir a música contemporânea;

Ao meu mestre e orientador neste trabalho, Flo Menezes, a quem agradeço por ter aberto os caminhos da música eletroacústica no Brasil e por ter batalhado pela construção do Studio Panaroma (minha segunda casa nesses últimos 5 anos entre graduação e pós).

Aos membros da minha banca de qualificação Mauricio Debonnis e Alexandre Lunsqui pelas generosas críticas e sugestões;

Aos membros da banca de defesa, Mikhail Malt e Alexandre Lunsqui.

Resumo

Durante o período renascentista, Leonardo da Vinci cunhou o termo *Fantasia Essata* para descrever processos nos quais *arte* e *ciência* estivessem integrados, quando dispositivos desenvolvidos pelo conhecimento científico se colocavam a serviço da invenção artística. O objetivo do primeiro capítulo da dissertação é apresentar uma discussão sobre os efeitos produzidos pela inserção dessas máquinas, desenvolvidas especificamente para o fazer musical, sobre o campo da composição. Para isso, parti da escolha de alguns exemplos de *máquinas musicais* respeitando uma linha cronológica que compreende o período de meados do século XIX, com a invenção dos autômatos de Jaques de Vaucanson, aos dias atuais, com o surgimento do computador e, mais recentemente, da inteligência artificial. No segundo capítulo, trato estritamente do processo de elaboração das duas obras acusmáticas que produzi durante o Mestrado — *Jazzex nº1* (octofônica) e *Fantasia Essata* (estéreo) — e apresento uma breve discussão sobre as particularidades do processo composicional acusmático, uma modalidade de composição que estrutura o discurso a partir de sons prontos (sons concretos). No terceiro capítulo, apresento alguns *patches* produzidos durante o Mestrado nas linguagens de programação *SuperCollider* e *OpenMusic*.

Palavras-chave: música eletroacústica, composição assistida por computador, música computacional, inteligência artificial, programação computacional.

Abstract

During Renaissance period, Leonardo da Vinci coined the term *Fantasia Essata* to describe processes in which *art* and *science* were integrated; when devices developed by scientific knowledge were used to serve artistic invention. First chapter's main goal is to present a discussion about effects produced by incorporation of these machines, developed specifically for musical making, into compositional field. To accomplish this goal, I arbitrarily chose some examples of those *musical machines*, respecting a chronological line that covers the mid-nineteenth century, with the invention of Jaques de Vaucanson's automata, to the present day, with the emergence of computer and, more recently, artificial intelligence. In the second chapter, I deal strictly with aspect concerning the elaborating of the two acousmatic works produced during my Master degree - *Jazzex n°1* (octophonic) and *Fantasia Essata* (stereo) - and a brief discussion on the particularities of *acousmatic* compositional process, a composition modality in which the discourse is constructed from ready-made sounds (concrete sounds). In the third chapter, I present some patches produced during my research in the programming languages *SuperCollider* and *OpenMusic*.

Key-words: electroacoustic music, computer assisted composition, artificial intelligence, computer music, computer programming.

Lista de Figuras

1.1	Os três autômatos de Vaucanson: O Flautista, O Pato e o Tamborinista	8
1.2	Pianola (ou Piano Pneumático)	8
1.3	Thomas Edison ao lado de sua invenção: o Fonógrafo	11
1.4	Gramofone	14
1.5	À esquerda o magnetofone de 4 pistas do estúdio alemão WDR; à direita o magnetofone do estúdio parisiense GRM.	21
1.6	Exemplo de representações imagéticas de um som: sonograma (acima) e representação de onda (abaixo)	41
1.7	Exemplo de uma seção de trabalho em <i>REAPER</i> , uma das muitas <i>DAW</i> s disponíveis no mercado.	58
1.8	Interface gráfica do programa <i>Autocousmatic</i>	73
1.9	À esquerda um exemplo de robô quadrúpede, desenvolvido pela empresa Boston Dynamics; À direita, Shimon, o robô marimbista.	81
1.10	A robô Sophia é capaz de conversar e responder com expressões faciais.	81
2.1	Imagem do funcionamento do software de síntese granular Freeze, desenvolvido pelo GRM (Group de Recherches Musicales - FR). A pequena faixa avermelhada é o fragmento de som selecionado.	116
2.2	Imagem de um arquivo octofônico aberto numa seção do software TwistedWave.	125
2.3	O mesmo trecho musical octofônico após as devidas edições.	125
2.4	Imagem da partitura com os seis primeiros acordes da peça.	128
2.5	À esquerda temos a representação de uma octofonia: oito caixas de som simetricamente dispostas em círculo. À direita, a representação de uma imagem estéreo: dois canais, esquerdo e direito.	130
3.1	Função genérica: ferneyhough-tree-rotation.	136
3.2	Segunda camada do patch.	137
3.3	Terceira camada: dentro do OmLoop.	137
3.4	Imagem escaneada do artigo de Alfred Müller com os comentários (em grafite) de Flo Menezes.	138
3.5	Imagem escaneada da segunda página do artigo de Alfred Müller.	139
3.6	Função genérica: freeze-index-rotation.	139
3.7	2ª camada da função genérica freeze-index-rotation.	140
3.8	2ª camada da função genérica freeze-index-rotation.	141

3.9	2 ^a camada da função genérica freeze-index-rotation.	141
3.10	2 ^a camada da função genérica freeze-index-rotation.	142
3.11	2 ^a camada da função genérica freeze-index-rotation.	142
3.12	Função interlock.	143
3.13	Função subs-posn.	144
3.14	À esquerda, as listas e a função genérica. À direita, a arquitetura interna da função.	144
3.15	Função menezes-retro-interlock.	145
3.16	Imagem de dentro da função genérica menezes-retro-interlock.	146
3.17	Arquitetura de dentro do ambiente OMloop sob o nome interlocking.	147
3.18	Pedais da harpa.	148
3.19	Função harp-pedal-chord-rand.	149
3.20	Dentro da função harp-pedal-chord-rand.	150
3.21	Método para comprimir intervalos de uma lista.	151
3.22	Adaptação manual à escrita da harpa.	152
3.23	Alguns resultados gerados pela função seg-alea-MinMax.	159
3.24	Alguns resultados gerados pela função segmentação-alea-list.	160

Sumário

1 Máquinas	1
1.1 Delimitando Territórios: 1ª parte	1
1.2 Homens e Máquinas: Passado, Presente e Futuro	4
1.2.1 Ferramentas-espelho: replicantes e robôs	5
1.2.2 As Máquinas Musculares	6
O Flautista autômato: máquina-muscular-replicante	7
A Pianola: máquina-muscular-robótica	7
1.2.3 Máquinas Sensoriais	9
Fonógrafo e Gramofone	10
O Sulco Fechado e o Nascimento da <i>Musique Concrète</i>	15
Magnetofone e a Fita Magnética: o Denominador Comum Entre as Poéticas Concreta e Eletrônica.	18
1.2.4 As Máquinas Cerebrais: o Engendramento do Computador	25
1937: Lógica Binária	28
1957: MUSIC N	30
1.2.5 O Computador e a Composição	33
A Era Digital: Uma Explosão Colorida de Fogos de Artifício	36
Análise Espectral, Síntese e Tratamento Sonoros: Três Lados de Uma Mesma Moeda	40

Centralizando as Operações	42
Emancipação do Timbre: Programando Leis Físicas Arbitrárias	46
Há Muito Espaço lá Embaixo	50
O Apogeu das Operações da <i>Musique Concrète</i> : o Processamento Sonoro em Ambiente Digital	53
Ugens: a Imoralidade Instituída	55
Da Montagem à Micromontagem: as Estações de Trabalho em Áudio Digital .	57
O Tempo Real: a Construção da Máquina Porosa	59
O Tempo Real na Música Eletroacústica Acusmática, ou Música Acusmática Aberta	64
Composição Algorítmica	69
<i>Autocoumatic</i> : Apontamentos Para Um Paradigma de Composição Futuro .	72
1.2.6 Máquinas Cerebrais: a Caminho da Pós-Humanidade	76
A Construção do Super-Frankenstein	79
A Composição na Pós-Humanidade	82
Os Desafios Colocados à Inteligência Artificial	84
O Impulso da Criação: Queremos Criar Máquinas que se Apaixonem?	86
O Imperativo Econômico como Força Motriz da Autodestruição	91
1.2.7 Relatos e Previsões de Um Compositor Progr(amador)	93
1.2.8 Montanhas são Máquinas	99
2 Composições	101
2.1 Materiais: Predileções, Tratamentos, Renúncias...	102
2.1.1 Predileções	102
2.1.2 As Duas Caras do Material: Constitutiva e Relacional	104
2.2 Forma: Memória, Ordenação e Ressignificação	109
2.2.1 De Baixo Para Cima, De Cima Para Baixo	109

2.2.2	Ordenação	111
2.2.3	Aproximações com o Realismo Mágico e a Poesia	113
2.3	Técnicas	115
2.3.1	Síntese Granular e Variações	115
	Produzindo Ressonâncias Artificiais e Sons-platô	115
	Passeando Com o Dedo Pelo Som	116
	<i>Séquence-Jeu</i> em Ambiente Digital	120
2.3.2	Múltiplos Monos e TwistedWave	124
2.3.3	Automação da Automação de <i>Plug-ins</i> : Aplicando <i>LFOs</i> a envelopes de controle de Parâmetros	126
2.4	Análises	127
2.4.1	<i>Jazzex n^o1</i>	127
2.4.2	<i>Fantasia Essata</i>	129
3	Programações	133
3.1	OpenMusic	133
3.1.1	As Rotações Rítmicas de Bryan Ferneyhough	135
3.1.2	O Desenvolvimento Horizontal de Pierre Boulez (ou seria de Igor Stravinsky? (Ou seria de Ernst Krenek?))	138
3.1.3	O <i>Interlocking</i> Retroativo de Flo Menezes	143
3.1.4	A Escritura da Harpa	148
3.2	SuperCollider	153
3.2.1	Exemplo: O Tempo Real na Música Eletroacústica Acusmática	153
	Segmentações Aleatórias	156
	Referências Bibliográficas	166

Introdução

O texto que apresento a seguir é consequência de um desejo de compreender melhor o processo criativo artístico na contemporaneidade. Mais especificamente, minha busca é por identificar os efeitos produzidos no campo da composição musical experimental decorrentes da incorporação do computador no processo composicional. A vontade de escrever sobre esse tema me apareceu já na fase intermediária do Mestrado que, a rigor, seguia um modelo voltado apenas à prática em composição eletroacústica. Ocorreu que durante esse período de elaboração das obras, vinha dedicando boa parte do tempo ao aprofundamento de conhecimentos em programação. Aos poucos, fui tomando consciência de como esse processo de aprendizagem estava sutilmente interferindo minha maneira de conceber música.

Acostumado com a prática da composição instrumental —em que é comum surgirem sons, texturas, gestos na mente do(a) compositor(a) —, fui surpreendido por pensamentos em que me apareciam, ao invés de sons, estruturas algorítmicas. Por vezes os algoritmos apareciam como soluções para criar determinado tipo de som; por outras os algoritmos apareciam como especulações: “que tipo de som o computador produzirá se eu escrever esse código?” Foi nesse momento que decidi interromper as composições que vinha elaborando para começar a investigar o tema. É importante salientar que essa pesquisa seguiu um itinerário muito particular, guiado majoritariamente por minha própria curiosidade.

O texto é dividido em três capítulos. No primeiro, escolhi arbitrariamente alguns exemplos de *máquinas musicais* e alguns interlocutores importantes para a história da composição musical. Com o objetivo de construir uma linha cronológica que desse conta de traçar *um* percurso que vai de meados do século XIX —com os autômatos de Vaucanson (1837) —ao ponto em que estamos atualmente na história —momento em que o computador tornou-se praticamente indispensável à produção musical em geral. No segundo capítulo, abordo questões concernentes à escritura eletroacústica e à estética acusmática e apresento considerações e as análises das duas composições que apresentei como produtos finais do Mestrado, a saber, *Jazzex n^o1* e *Fantasia Essata*. No terceiro e último capítulo, apresento os algoritmos que foram criados no decorrer desse processo. Alguns destes foram utilizados para a elaboração dessas obras, outros foram resultado de elucubrações pessoais e os restantes foram produtos de invenções de outros compositores e aparecem no texto como possibilidades de uso.

Antes de estudar o Zen, homens são homens e montanhas são montanhas. Enquanto estuda-se o Zen, as coisas ficam confusas. Depois de estudar o Zen, homens são homens e montanhas são montanhas. Após dizer isso, perguntaram ao doutor Suzuki “Qual a diferença entre antes e depois?” E ele disse: “Nenhuma, a não ser os pés que ficam um pouco fora do chão^a.”

^aBefore studying Zen, men are men and mountains are mountains. While studying Zen, things become confused. After studying Zen, men are men and mountains are mountains. After telling this, Dr. Suzuki was asked, “What is the difference between before and after?” He said, “No difference, only the feet are a little bit off the ground.”

John Cage [Cage, 1961, pg.87]

Capítulo 1

Máquinas

1.1 Delimitando Territórios: 1ª parte

Toda forma artística pode
perfeitamente ser encarada [...] como metáfora epistemológica: isso significa que, em cada século, o modo pelo qual as formas de arte se estruturam reflete —à guisa de similitude, de metaforização, resolução, justamente, do conceito em figura —o modo pelo qual a ciência ou, seja como for a cultura da época vêem a realidade.

Umberto Eco [Eco, 1962]

CAC é a sigla referente a Composição Assistida por Computador. Seu termo deriva do termo francês, tal como empregado pelo IRCAM (Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique) de Paris, fundado na década de 1970 por Pierre Boulez e celeiro das pesquisas em informática Musical na Europa: Composition Assistée pas Ordinateur (CAO). A utilização da assistência do computador em processos de criação musicais cresceu paralelamente à progressiva presença de computadores na sociedade —máquinas que atualmente atravessam, praticamente, todas as atividades e relações humanas. Desde os anos 1990 CAC tornou-se um campo específico de pesquisa e atuação por parte de compositores, estudantes e pesquisadores ligados ao campo da música experimental¹ [Bresson et al., 2006].

¹Assumimos, aqui, uma noção abrangente do conceito de música experimental, extenso o suficiente para abarcar

O filósofo francês Pierre Lévy, ao descrever esse processo de informatização do mundo, vale-se da terminologia “mutação antropológica” [Lévy, 1993, p.16], e compara os efeitos das transformações estruturais pelas quais a humanidade vem passando nos últimos cinquenta anos às que a humanidade passou no período neolítico, quando em poucos séculos “viu surgirem a agricultura, a criação de animais, a cidade, o Estado e a escrita”. Segundo o autor, o computador tornou-se um dispositivo técnico pelo qual, cada vez mais, a humanidade percebe o mundo, um filtro capaz de estruturar nossa experiência [Lévy, 1993, p.15]. De fato, desde que a tecnologia da informática computacional tornou-se mais acessível e se diluiu em formatos diversos—computadores de colo, *tablets*, celulares, relógios etc.—, parece ter assumido *status* de onipresença. Evidentemente, o campo da composição experimental não estaria alheio a este processo uma vez que é também produto desta mesma cultura.

Compositores utilizam o computador, atualmente, para diversas tarefas. Se valem de uma quantidade significativa de *softwares* e ambientes de programação concebidos especificamente para o fazer musical. *Softwares* de edição de partituras, orquestradores MIDI, sintetizadores, gravadores, *plug-ins*² para processamento e análise de espectros, afinadores, simuladores de instrumentos musicais, entre outras tantas ferramentas, são lançados cotidianamente no mercado de aplicativos [Collins and d Escriván, 2007]. Nesse cenário dificilmente encontraríamos um compositor, independentemente de sua área de atuação, que não se valesse da assistência do computador para a confecção de uma peça.

A sigla CAC, entretanto, designaria um campo menos abrangente. O inventor dos programas *Max/MSP* e *Pure Data*³, Miller Puckette, aprofunda a questão [Bresson et al., 2006, p.2]. Para delimitar o campo da CAC ele propõe uma segunda categoria e apresenta a sigla **MGC**—*Música Gerada por Computador*. A função do computador, nesta nova categoria, seria análoga à de um instrumento musical: produzir sons. Aproveitando o fato desta máquina ser capaz de criar sons singulares, impossíveis de serem gerados por outros meios, a MGC estaria mais ligada à prática da performance, de poéticas orientadas pela lógica do tempo real—ao vivo. Por outro lado, a função do computador em CAC seria a de potencializar e articular processos intelectuais humanos, liberando-os do tempo e precisão biológicas aos quais estavam sujeitos, mas, ainda assim, subordinados a uma

campos vizinhos e diversos como o são a música de concerto dos séculos XX e XXI, a improvisação livre, a música eletroacústica, enfim, métodos de criação musicais que essencialmente partem de especulações e experimentos orientados por um desejo de encontrar o novo, o desconhecido, de explorar territórios sonoros nunca antes visitados. Uma lógica diametralmente oposta à produção de música de consumo em massa, por exemplo.

²*plug-ins* são pequenos programas que executam determinadas tarefas que não constam na configuração inicial dos macro-*softwares*. Nesse sentido os *plug-ins* são considerados prolongamentos, extensões desses *softwares*.

³A versão em código aberto do Max/MSP

lógica da especulação, do engajamento intelectual que ocorre noutro tempo: o tempo diferido, o tempo do planejamento, enfim, o tempo da composição [Bresson et al., 2006, p.12].

O compositor e pesquisador David Cope [Bresson et al., 2008, p.4] dá continuidade ao pensamento de Puckette e realiza mais algumas distinções. Para Cope existiriam três categorias, em oposição às duas categorias elencadas por Miller Puckette:

- Sons Gerados por Computador [SGC]
- Composição Assistida por Computador [CAC]
- Composição Gerada por Computador [CGC]

Esse desmembramento em três categorias permite desvelar certas diferenças entre processos compositivos que não se faziam presentes na divisão binária proposta por Puckette. Uma delas é a diferença entre Composição **Assistida** por computador e a Composição **Gerada** por computador. Cope [Cope, 2004] lidera um dos principais grupos de pesquisa na área de criatividade artificial e inteligência musical. Sua pesquisa relaciona cognição musical, inteligência artificial e estética. Um dos objetivos de tal pesquisa é fazer com que o computador aprenda a tomar decisões (*machine-learning*) a partir do processamento de dados. Estas decisões manipulam os diversos parâmetros da composição: harmonia, melodia, forma, ritmo, textura, entre outros. Nesse modelo de interação entre homem e máquina cabe aos programadores a tarefa de fornecer as informações, restrições e comandos inerentes a cada composição, ou estilo de composição, para que, enfim, o computador possa percorrer a cadeia de decisões subsequentes relativas aos múltiplos parâmetros da peça e, assim, gerá-la autonomamente. Cope dá, a esse processo, o nome de *recombination* (recombinação).

Em seu livro intitulado *Virtual Music*, o autor começa sua narrativa provocando o leitor com uma proposta intrigante: adivinhar, entre partituras homogêneas e não nomeadas, quais seriam composições elaboradas por humanos, mais precisamente *Corais* de J. S. Bach e *Mazurkas* de F. Chopin, e quais seriam resultado de elaborações de um computador geradas pelo programa desenvolvido por Cope, apelidado por *Emmy* (nome que carrega a intenção de antropomorfizar o *software* criado pelo grupo de pesquisa em **E.M.I**—*Experiments in Music Intelligence*).

A despeito de o resultado da proposta inicial colocada pelo autor ser bem sucedida ou não, isto é, independentemente de o *software* ter conseguido criar músicas equiparáveis artisticamente às obras originais, de fato existem diferenças bastante relevantes entre os dois modelos de composição—CAC e CGC—, que são dignas de serem aqui mencionadas. Enquanto em CGC o aprendizado do computador parece constituir a finalidade última, o próprio objeto de estudo, e a música aparenta

assumir o papel de validação do próprio processo (um método avaliativo), no caso da CAC os compositores recorrem à assistência do computador pontualmente, quando surgem questões que conclamam o potencial de cálculo do computador. Neste caso, o computador é um meio, uma ferramenta para solucionar problemas locais de ordem estético-musical, o fim em si mesmo é a própria composição.

Enquanto a pesquisa em CGC desenvolvida por Cope se baseia em modelos compositivos do passado, na tentativa de reproduzir composições ao estilo de compositores de períodos mais antigos da história musical (Renascentista, Barroco, Clássico e Romântico), as pesquisas em CAC estão mais voltada à música experimental contemporânea, aos processos de criação inovadores, e são os próprios compositores, vivos e atuantes, os agentes os quais desenvolvem os conhecimentos desse modelo de interação entre computador e composição. Entretanto, existem evidentemente outras linhas de pesquisa em CGC, orientadas para a prática de música contemporânea, e alguns casos serão objeto de nosso enfoque na subseção denominada *Composição Algorítmica* 1.2.5.

Outra questão que aparece ao confrontarmos as duas propostas de categorização, apresentadas respectivamente por Miller Puckette e David Cope respectivamente, diz respeito à imprecisão, ou ambiguidade, da terminologia MGC (Música Gerada por Computador). Tal ambiguidade se dá pelo fato de frequentemente utilizarmos o termo “Música” como sinônimo de “Composição”. Nesse sentido, a substituição do termo “Música” pelo termo “Som” além de solver essa confusão ainda parece dar conta de manter os sentido e função da categoria proposta por Puckette, já que SGC também pressupõe o computador como um instrumento gerador de sons, função análoga à de um instrumento musical.

1.2 Homens e Máquinas: Passado, Presente e Futuro

Ao tomar contato com o novo campo de pesquisa em composição musical apresentado por David Cope, (CGC), fiquei particularmente incomodado com as consequências que se apresentam para o campo da composição num futuro, talvez, não muito distante. As experiências em Inteligência Musical e em Inteligência Artificial vêm colocando em xeque a condição de exclusividade que a

espécie humana tem frente à criação artística. Por essa razão, penso ser de suma importância o exercício de construção de uma perspectiva histórica, compreendendo a relação entre humanos e máquinas de maneira holística, com a finalidade de responder à pergunta: será, a máquina, capaz de compor genuinamente, em igual ou superior qualidade, como um humano?

A partir desta questão, salientamos que o recorte abaixo delinea, como apontado acima, uma *perspectiva* seletiva e de modo algum exaustiva com relação a determinados fatos históricos, os quais responderão ao modo como eu, pessoalmente, entendo a problemática da relação homem/-máquina na música. Tal recorte tem por principal escopo não uma exposição detalhada dos fatos históricos, mas antes chegarmos à abordagem do aspecto a que nos propomos, qual seja: examinar as condições atuais da relação homem/máquina no contexto da composição musical.

1.2.1 Ferramentas-espelho: replicantes e robôs

As máquinas necessariamente nascem de um desejo de imitar ou amplificar capacidades humanas [Santaella, 2010]. Nesse sentido o sociólogo Richard Sennett apresenta o conceito de *Ferramentas-espelho*, que seriam, nas palavras do autor, “utensílios que nos convidam a pensar sobre nós mesmos” [Sennett, 2008, p.101]. Segundo Sennett existiriam dois grupos de *ferramentas-espelho*, os *replicantes* e os *robôs*. Os *replicantes* seriam aquelas ferramentas que imitam processos orgânicos humanos e operam, portanto, dentro dos limites do corpo, dentro do que pode o homem. Um exemplo de máquina replicante seria o marca-passo, projetado para fornecer carga energética suficiente para que o coração desempenhe sua função como desempenharia biologicamente [Sennett, 2008, p.101]. Em oposição, as máquinas *robóticas* ampliariam nossas capacidades, são “mais fortes, trabalham com mais rapidez, e nunca se cansam”. Um exemplo de máquina robótica seria o *pendrive*, dispositivo portátil capaz de armazenar informações em quantidades significativamente maiores que o cérebro. Um aparelho desse tipo pode “armazenar trinta e cinco mil minutos de música, quase toda a produção de Bach, o que é mais do que seria capaz de lembrar qualquer cérebro humano” [Sennett, 2008, p.101]. Como o próprio autor pontua, “de maneira geral, o replicante nos mostra como somos, e o robô, como poderíamos ser”.

A semiotista Lúcia Santaella esclarece que as máquinas, tal como as ferramentas, “são

artefatos projetados como meio para se realizar um trabalho ou uma tarefa”, e se distinguem das mesmas por apresentarem um “certo nível de autonomia no seu funcionamento.” Em seu artigo intitulado “O Homem e as Máquinas” [Santaella, 2010, p.2], propõe a divisão em três períodos históricos que se delimitam a partir de três níveis de máquinas:

1. Nível muscular
2. Nível sensível
3. Nível cerebral

1.2.2 As Máquinas Musculares

O primeiro nível de máquinas —não coincidentemente, historicamente, aquele que emerge em primeiro lugar —, se deu no início no século XIX em meio à Revolução Industrial. As máquinas emergentes neste período tinham como característica principal amplificar os movimentos mecânicos humanos [Santaella, 2010, p.35]. Alguns exemplos de máquinas capazes de amplificar as predisposições físico-musculares humanas, apresentadas por Santaella, seriam os eletrodomésticos, os elevadores, os carros, as máquinas de cortar, entre inúmeras outras.

Desde o momento em que foram inseridas nas linhas de produção, as máquinas-musculares de tipo robô realizavam tarefas de maneira mais precisa, rápida e contínua, descondicionadas do esgotamento físico humano. Essa inovação trouxe consigo uma série de questões que afetaram as estruturas e as próprias relações sociais. Se por um lado liberaram os humanos de cumprirem tarefas repetitivas, exaustivas e meramente mecânicas, por outro interferiram dramaticamente nas relações trabalhistas existentes àquela época, o que nos leva à seguinte questão:

Seria [a máquina] uma ferramenta amistosa ou inimiga substituindo o trabalho da mão humana? Na história econômica do trabalho manual qualificado, a maquinaria que começou amistosamente muitas vezes acabou como inimiga. Tecelões, padeiros e metalúrgicos adotaram ferramentas que acabaram por se voltar contra eles [Sennett, 2008, p.97]

O autor da citação anterior, R. Sennett, refere-se, evidentemente, à substituição da mão-de-obra humana pela maquina, processo este que se espalhou por quase todos os segmentos de

produção humanos. Ao levantar essa pergunta sobre os benefícios e mazelas que a inserção da máquina, indubitavelmente, traz consigo, fica claro que, ainda que ambas as categorias de máquinas —*replicantes* e *robôs*—coexistam e desempenhem funções complementares, a máquina-robô é a que verdadeiramente revela o caráter substituível do ser humano⁴.

O Flautista autômato: máquina-muscular-replicante

Em 1737, o inventor mecânico Jacques de Vaucanson expôs numa loja em Paris um autômato de tamanho natural (1,67 metro) que tocava flauta. O autômato possuía um “complexo sistema de nove rugidos que passavam para o peito do robô através de três tubos que forneciam o fôlego; um conjunto de alavancas operava uma língua mecânica e um outro movimentava os lábios” [Sennett, 2008, p.102]. A proeza dessa invenção estava no fato de Vaucanson ter conseguido criar uma máquina-muscular que imitava os gestos da mão e do sistema respiratório de um flautista⁵. Ainda assim a máquina não teria, segundo Sennett, superado as capacidades humanas uma vez que “o autômato de Vaucanson não tocava com mais rapidez que um flautista humano. Como artista, era limitado, produzindo apenas contrastes simples entre sons fortes e fracos e revelando-se incapaz de legato que dissolve uma nota na seguinte. Era, portanto, um replicante tranquilizador; seu funcionamento podia ser avaliado pelos padrões da musicalidade humana” [Sennett, 2008, p.103].

A Pianola: máquina-muscular-robótica

A *Pianola*, em contrapartida, é um exemplo de máquina amplificadora das capacidades físico-mecânicas humanas. Trata-se de um piano acústico com um mecanismo atrelado que aciona a maquinária do instrumento e permite a execução de frases musicais em andamentos muito rápidos, humanamente inexequíveis. A *Pianola* aparece na França já ao final do século XIX, mais precisamente em 1863. Interessante notar como a própria ausência de uma réplica humana sentada ao banco do piano pneumático já aponta para uma lógica robótica, emancipada da figura do intérprete. Como consequência os compositores ganharam autonomia para conceber polifonias e texturas

⁴Nesse contexto seria pertinente uma discussão inclusive do ponto de vista ideológico sobre os malefícios que tal substituição acarretou, mas nos absteremos de enveredar por esse viés uma vez que foge ao propósito da presente pesquisa.

⁵O autômato original não resistiu ao tempo mas existem outros autômatos, construídos posteriormente ao flautista de Vaucanson, que servem como modelo para imaginarmos como devia sê-lo <https://www.youtube.com/watch?v=1TxrjpWGRXU>

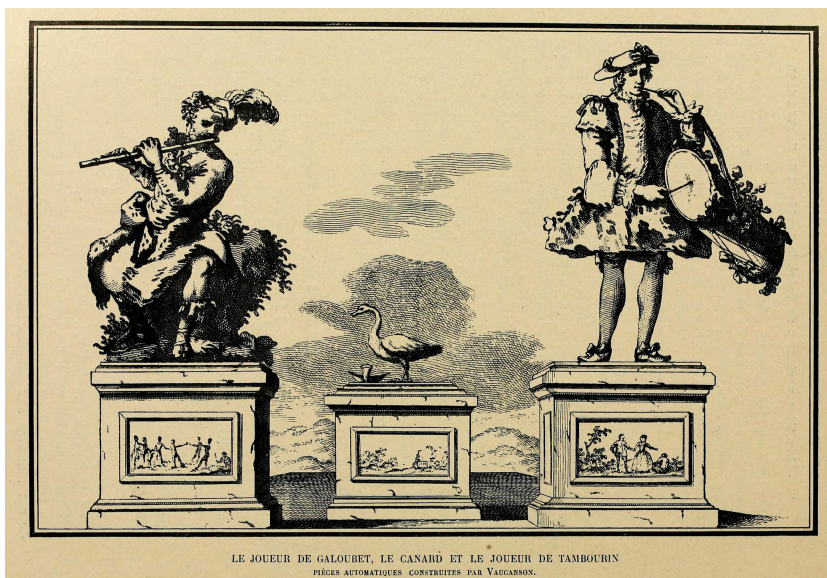


Figura 1.1: Os três autômatos de Vaucanson: O Flautista, O Pato e o Tamborinista

bastante mais complexas, fruto de superposições de métricas e andamentos múltiplos, com saltos intervalares que extrapolam as possibilidades humanas e percorrem toda extensão do instrumento.



Figura 1.2: Pianola (ou Piano Pneumático)

Talvez, pela primeira vez na história, compositores poderiam pensar o piano para além do que pode o corpo de um intérprete⁶. Só por este motivo a construção da Pianola já se constituiria

⁶O compositor Collon Nancarrow foi um dos compositores que mais explorou esse instrumento. São cinquenta e um estudos para *Player Piano* <https://www.youtube.com/watch?v=1GENsMqIDT0&pbjreload=10>

um feito revolucionário. Mas as conseqüentes ampliações de possibilidades não se reduzem ao campo da composição, na verdade atingem toda a cadeia musical (ouvintes, intérpretes, regentes etc.) já que, ao realizar a materialização de estruturas musicais que extrapolam os padrões da musicalidade humanas, outrora possíveis apenas no campo das ideias, no mundo abstrato, os ouvintes são confrontados com um conjunto de sonoridades que os impõem a criação de uma nova sensibilidade, uma escuta que dê conta de processar as informações musicais desferidas pelo piano. Processo similar viveram os intérpretes pianistas, uma vez que um novo patamar de excelência na execução foi estabelecido, invertendo uma lógica na relação de *mímesis* entre humanos e máquinas: se até então as construções maquinais procuravam imitar o homem, com o advento das máquinas-ideais (as máquinas robóticas) que superam as capacidades orgânicas é o próprio homem quem busca se aproximar da perfeição maquinal.

Outro aspecto interessante do instrumento, é o fato de ter antecipado uma lógica algorítmica de composição, visto que “o piano “toca a si mesmo” seguindo rolos de papel (chamados rolos de piano) com perfurações que representam os padrões a serem tocados. Esses rolos intercambiáveis podem ser vistos como programas simples que especificam explicitamente partituras musicais” [Wang, 2007].

1.2.3 Máquinas Sensoriais

As máquinas do segundo nível, o sensível, seriam aquelas que amplificam a potência sensorial do corpo humano, sobretudo no que tange aos sentidos auditivo e visual [Santaella, 2010]. As máquinas fotográficas, no campo da imagem, e os primeiros fonógrafos e gramofones, no campo sonoro, mudaram permanentemente a relação entre humanos e plano espaço-temporal: os *homo sapiens* passam a ser capazes de apreender acontecimentos efêmeros, registrá-los em suporte físico e reproduzi-los indefinidamente. A introdução dessas máquinas nas sociedades causou impactos importantes, possibilitou a criação e desenvolvimento de uma série de profissões, campos de pesquisa, gêneros e estilos artísticos, enfim, possibilitou uma verdadeira revolução.

São máquinas cuja atuação se avizinha do nível cerebral, uma vez que “são dotadas de uma inteligência sensível” pois “corporificam um certo nível de conhecimento teórico sobre o funciona-

mento do órgão que elas prolongam. São também máquinas cognitivas tanto quanto são cognitivos os órgãos sensoriais. Se os sentidos humanos funcionam como janelas para o mundo, canais de passagem, meios de conexão entre o mundo exterior e o interior, se algumas funções cerebrais já começam a ser executadas no nível do interior do olho e do ouvido, todos esses papéis também se incorporam aos aparelhos” [Santaella, 2010, p.17].

Tal como aconteceu com a aparição da pianola no século XIX, máquina que jogou para o campo da realidade estruturas musicais que só poderiam existir no campo das ideias, as máquinas sensoriais também produziram novas realidades acústicas e imagéticas: “Ao funcionarem como prolongamentos da visão e audição, os aparelhos extensores dos sentidos amplificam a capacidade humana de produzir signos, isto porque os aparelhos não são apenas extensões do processamento sensorial, mas também máquinas de registro e reprodução ou gravação daquilo que os sentidos captam” [Santaella, 2010, p.17].

Além das funções fundamentais de registro e reprodução de fenômenos sonoros e imagéticos inerentes a esses aparelhos, vale mencionar a subversão proposital destes mesmos recursos para fins de distorção do material capturado no plano real. Isso não apenas possibilitou a criação de sons e imagens “irreferenciáveis”, isto é, suficientemente distorcidos para impossibilitar o reconhecimento do fenômeno originário por detrás dos mesmos, mas, sobretudo, viabilizou a emergência de novas modalidades artísticas, modalidades estas que se valem da articulação destes novos signos para formação de sua sintaxe, como no caso da música eletroacústica dita *acusmática*⁷, para citarmos um exemplo.

Fonógrafo e Gramofone

Na virada do século XIX para o XX o fonógrafo apareceu para mudar definitivamente a relação entre música e sociedade, sons e humanos. Em 1877, Thomas Edison confeccionou um aparelho capaz de “gravar vibrações acústicas num cilindro rotativo coberto por uma folha de alumínio” [Kittler, 2012, p.320]. A possibilidade de registrar e reproduzir sons e as inúmeras implicações que esta inovação trouxe consigo fazem com que indiscutivelmente possa ser vista como uma das mais revolucionárias invenções da espécie humana. Evidentemente que o impacto sócio-cultural da capacidade adquirida —gravar e reproduzir sons—, só pôde ser observado tempos mais tarde, não imediatamente após a aparição da técnica em si. Passados exatos 140 anos da primeira bem suce-

⁷O termo de *acusmática*, derivada do grego, foi sugerido por Jérôme Peignot, adotado por Pierre Schaeffer e, posteriormente, sobretudo por François Bayle para descrever experiências de escuta em que as fontes sonoras originárias dos sons não estão presentes e nem visíveis pelo ouvinte.

didada gravação sonora, a técnica se aperfeiçoou, apresentou-se como método de registro alternativo ao sistema de notação musical e foi, por essa razão, determinante para o desenvolvimento de algumas correntes artísticas como o *jazz*, por exemplo. Mesmo a música historicamente orientada pela e engendrada a partir da escrita musical foi afetada pela nova modalidade de registro do campo sonoro.



Figura 1.3: *Thomas Edison ao lado de sua invenção: o Fonógrafo*

Em pesquisa sobre os impactos da tecnologia de gravação no campo musical [Katz, 1970], Mark Katz apresenta alguns tópicos que julgo serem de fundamental importância para o propósito da presente pesquisa:

- **Autonomia e repetibilidade:** com a oferta de discos, os ouvintes tornam-se consumidores. Levam para casa um produto e, de posse do mesmo, estão livres para acessá-lo quando e quantas vezes desejarem. A emancipação do ouvinte frente à necessária presença no acontecimento musical produz um novo tipo de experiência de escuta, a uma escuta de tipo *acusmático*⁸ —desvinculada do acontecimento, o ouvinte se depara com o resultado sonoro sem ver as fontes causadoras dos sons. Ao mesmo tempo, a escuta que se reporta sempre a um mesmo objeto permite, por exemplo, um intérprete a ouvir e reouvir, criticamente, sua interpretação

⁸Cabe aqui fazer uma distinção entre uma situação de escuta acusmática cotidiana - rádio, *streaming*, e outras - e uma escuta que se dá mediante uma estética acusmática - geralmente em teatros ou salas de concerto devidamente equipados por uma orquestra de falantes.

a fim de torná-la melhor; possibilita um estudante de composição escutar obras de outros compositores e comparar o resultado musical com o conteúdo registrado em partitura (experiência que certamente institui uma compreensão mais aprofundada das peças); permite a um ouvinte escutar inúmeras vezes uma mesma música e descobrir detalhes que seriam imperceptíveis numa única e efêmera performance ao vivo. A repetibilidade nos possibilitou escutar a nós mesmos detalhadamente, nos permitiu observar e corrigir erros, nos permitiu diagnosticar as diferenças entre o campo ideal e o real e, como consequência, buscar o aperfeiçoamento técnico, estético e artístico. Se as máquinas-espelho-robô nos fazem pensar sobre nós mesmos e têm como função nos mostrar como poderíamos ser (idealmente), as máquinas de gravação e reprodução sonoras mostram-nos como de fato somos, fornecem-nos elementos da realidade crua. Mostrar-nos a posição em que nos encontramos revelou-se tão impactante quanto estabelecer novos limites a serem alcançados, pois só a partir da exata noção do estado atual é possível assumir uma perspectiva precisa do trajeto a ser percorrido.

- **Tangibilidade e manipulabilidade:** pela primeira vez o ser humano consegue manipular fisicamente o som por meio de seu suporte. O disco e os formatos que o sucederam (fitas magnéticas, fitas cassetes, *compact discs* etc.) permitiram interações de outras ordens com o plano sonoro. Ainda que não diretamente atuando nos parâmetros isolados dos sons (altura, intensidade, duração), as transformações se davam sob um prisma global do som, sempre em decorrência de interferências nas próprias mídias e/ou aparelhos fonográficos⁹. Com os avanços da tecnologia de gravação —além das já mencionadas edições a partir de cortes e colagens da fita magnética—, e com o registro fonográfico em multipistas, que possibilita a gravação do sinal de dois ou mais microfones em canais diferentes, juntamente com a possibilidade de se gravarem elementos isolada e assincronicamente, surge uma prática, um modo de atuação que se tornaria específico do trabalho em estúdios: utilizar os melhores trechos de versões diferentes de uma mesma música. Compositores e intérpretes vêm se valendo dessa condição para registrar seus trabalhos, o que evidentemente produziu consequências à cadeia de produção musical: as gravações ideais produziram interpretações musicais que parecem estar além do homem. Atingiam um patamar de perfeição na execução irrealista. A tecnologia de gravação muda de *status*, passa de máquina-espelho-replicante à máquina-espelho-robô.
- **Portabilidade e acessibilidade:** com o advento dos discos a música torna-se uma comódi-te, uma mercadoria material como outra qualquer, de fácil mobilidade. A música é transportada

⁹Vale mencionar que, atualmente, essa tangibilidade mudou de ordem uma vez que o “*Streaming*” e as representações digitais de áudio surgiram como potencial paradigma de fruição musical do futuro.

de maneira mais ágil, menos custosa e a lugares que independem da existência de infraestrutura adequada para a realização de concertos, seja qual for o gênero de música. Muitos dos discos possuíam preços mais acessíveis que os ingressos de concertos ao vivo. Foi, definitivamente, o primeiro grande passo à lógica da acessibilidade, que atingiu seu apogeu com a rede cibernética [Santaella, 2003, p.19].

Todas essas mudanças transformaram profundamente o meio musical e, evidentemente, o campo que tratamos na presente pesquisa, o da composição. Voltando à fase incipiente dessa nova tecnologia, mais precisamente em 1923, um novo aparelho surgiria para substituir o fonógrafo e traria outras tantas implicações à praxis da composição: trata-se do gramofone, que despertou o interesse de alguns compositores, dentre eles Paul Hindemith e Ernst Toch, que se puseram a compor peças especificamente para a nova mídia. Em 1930 as peças *Trickaufnahmen*, (de Paul Hindemith) e as três micropeças reunidas sob o título de *Gesprochene Musik* (música falada, de Ernst Toch), encerraram a programação do Festival de Música Nova de Berlin. Nascia, então, o primeiro gênero a utilizar a tecnologia de gravação como ferramenta para composição: a *Grammophonmusik* (música gramofônica) [Katz, 1970, p. 99].

Interessante notar como várias das premissas levantadas pelas escolas que polarizaram os debates no início da década de 1950 sobre a música mecânica, como no caso da *musique concrète* (música concreta) e da *elektronische Musik* (música eletrônica), já estavam colocadas pelo menos duas décadas antes pelos compositores e teóricos da música gramofônica. A começar pelas motivações de se criar música pelo e para o novo aparelho, motivações estas bastante semelhantes às da música concreta em relação, inicialmente, ao disco e, posteriormente, à fita magnética. Em artigo publicado na mesma época do festival em Berlin, Ernst Toch esclarece:

Eu diria o seguinte: o conceito surgiu a partir da tentativa de *estender a função da máquina* [grifos nossos] —que até o momento havia sido projetada para reproduzir a música ao vivo o mais fielmente possível —explorando as peculiaridades de suas funções [...] consequentemente alterando os propósitos da máquina e criando um tipo de música em si mesmo [Katz, 1970, p. 102].

Mesmo antes da invenção do gramofone, especulava-se sobre a possibilidade de se criar música a partir da produção manual de ranhuras nos discos, que resultariam em composições especificamente concebidas para esta mídia. Trata-se de um conceito que parte de premissas muito semelhantes às da síntese sonora, que só viria a ser postulada e concretizada décadas depois pela



Figura 1.4: *Gramofone*

corrente alemã da *elektronische Musik* [Menezes, 2009, p.12]. Para os que vislumbravam a produção de músicas a partir desse método, de inscrições no disco, seria possível a criação de um novo alfabeto musical, desenhos que representariam sons específicos quando aplicados aos discos, resultando em um sistema de notação musical absolutamente novo, especificamente projetado para a música gramofônica e definitivamente desvinculado da notação musical tradicional [Katz, 1970, p. 105].

O eminente musicólogo H. H. Stuckenschmidt, então um jovem musicólogo, afirmaria, em texto publicado em 1925, sugere que “a diversidade dos sons [criados pela música gramofônica] faria com que os sons de uma orquestra tradicional parecessem primitivos. E a figura do intérprete ficaria, definitivamente, presa ao passado” [Katz, 1970, p. 106]. Tais promessas se assemelham em muito às apontadas por compositores e musicólogos europeus na década de 1950, época primordial da música eletroacústica, momento em que novos aparelhos e novas técnicas de síntese e processamento sonoro afloravam e estimulavam as projeções de cunho futurista dos envolvidos. Outro experimento marcante da *Gramophon-Musik*, que corrobora para o aumento da importância histórica do movimento, diz respeito às iniciativas que procuravam aumentar o campo timbrístico da música de concerto a partir da mistura de sons projetados por gramofone e sons de instrumentos orquestrais tradicionais, primeiras experiências dentro da modalidade que chamamos atualmente de música eletroacústica mista:

Se nós considerarmos praticamente qualquer inovação importante na música eletrônica do século XX tardio, constatamos a respectiva germinação e antecipação na música e no pensamento de Hindemith, Toch, Moholy-Nagy, Stuckenschmidt, e outros. [...] O Concerto para

gramofone (*Grammophonkonzert*), proposto por Hansjörg Dammert e a peça *Gesang über 4 Oktaven* (Canto para 4 oitavas) ambas combinavam música ao vivo e sons pré-gravados, antecipando o que viria a ser conhecido como *live-electronics*, situação em que os intérpretes interagem com gravações em fita ou sons gerados por computador (assim como uma variedade de equipamentos eletrônicos) [Katz, 1970, p.112].

Infelizmente várias das ideias criadas por compositores e musicólogos ligados à música gramofônica não saíram do campo teórico. Fosse pelo contexto géo-político —Alemanha pré 1^a Grande Guerra Mundial —, ou ainda pela precariedade da ferramenta, que prometia mais do que de fato proporcionava, ainda assim é notável a importância histórica da música gramofônica, sobretudo pelo que nos revela sobre a potência da relação entre homens e máquinas: ao mesmo tempo que as máquinas são produtos da imaginação, portanto uma extensão do cérebro humano, acabam por instigar ainda mais a dimensão especulativa do homem, formando um sistema de *feedback loop*.

O Sulco Fechado e o Nascimento da *Musique Concrète*

As contribuições da tecnologia gramofônica não se restringiram apenas à emergência da *Gramophon-Musik*. Uma das mais notáveis conquistas para o campo da composição musical se concretizaria a partir de uma inusitada maneira de manipular agulhas sobre discos: subvertendo o movimento espiralado da agulha —projetada para afastar-se das extremidades em direção ao centro dos discos (ao selo do *longplay*) —, Pierre Schaeffer, pioneiro e inventor da técnica, bloqueou a trajetória da agulha mantendo-a restrita a um mesmo sulco do disco. Foi a partir dessa, aparentemente, singela experiência sonora que uma nova modalidade de composição nasceu:

Uma nova técnica de composição constituída a partir da gravação de materiais sonoros brutos [ou concretos], possivelmente distorcidos e distribuídos no espaço. A ideia veio, para Schaeffer, em uma experiência perceptiva trivial —a escuta obstinada do mesmo fragmento de um disco de 78 RPM¹⁰ —que o fez perceber que a audição em *loop* de um fragmento de realidade, arrancado de seu contexto, causa um efeito imensurável. Apelando para um novo estado de espírito, Schaeffer endossa uma revolução na criação musical, uma vez que amplia sua definição, garantindo aos sons concretos uma legitimidade estética. Não se trata mais de escutar fenômenos sonoros para [extrair]

¹⁰Rotações por minuto

seu significado, mas de se apegar à sua própria substância. A partir de então, a composição musical torna-se o ato de agrupar *objetos sonoros* em estruturas, de modo que elas possam ser “esquecidas como objetos para trazer apenas um valor para o todo”¹¹ [ina, 1948].

À técnica de restrição da trajetória da agulha foi dado o nome de *sillon fermé*, ou *sulco fechado*. Foi, de fato, a partir desse “experimento de ruptura” [Chion, 1983, pg.2] que alguns dos preceitos mais importantes da música eletroacústica se fundamentaram:

A experiência do sulco fechado consistia, no momento em que esta música era ainda realizada em discos, em cerrar em si mesmo um fragmento gravado (como pode acontecer, acidentalmente, com um arranhão), criando assim um fenômeno periódico, [concebido] arbitrária ou premeditadamente, na continuidade de qualquer evento sonoro, permitindo repeti-lo indefinidamente. [...] Amplamente utilizado na música concreta daquela época, o sulco fechado levava a uma tomada de consciência sobre o *objeto sonoro* e sobre a *escuta reduzida*: como, de fato, descrever por si mesmo esse fragmento de som, sobre o qual, rapidamente, tem-se exaurida a percepção "causal" e anedótica, e que se apresenta ao ouvinte como um "objeto"—ao mesmo tempo sempre o mesmo e sempre capaz de revelar novos traços a uma observação indefinidamente repetida?¹² [Chion, 1983, pg.2]

A despeito da rudimentariedade do efeito, que, como pontua na citação anterior o compositor Michel Chion, poderia aparecer acidentalmente por meio de um arranhão no disco, o resultado sonoro produziu uma situação de escuta absolutamente ímpar na história da humanidade: até aquele momento, não teria sido possível ouvir exatamente o mesmo som repetidas vezes, numa só sequência, ininterrupta.

¹¹Une nouvelle technique de composition constituée à partir de matériaux sonores bruts enregistrés, éventuellement déformés et déplacés dans l'espace. L'idée est venue à Schaeffer lors d'une expérience perceptive triviale - l'écoute obstinée du même fragment de 78 tours rayé - qui lui fit réaliser que l'audition en boucle d'un fragment de réel arraché de son contexte provoquait un effet sans commune mesure. Appelant à un nouvel état d'esprit, Schaeffer entérine là une révolution dans la création musicale dans la mesure où il en élargit la définition, assurant aux sons bruts une légitimité esthétique. Il ne s'agit plus d'écouter les phénomènes sonores pour leur signification mais de s'attacher à leur substance propre. Dès lors la composition musicale devient l'acte de grouper des objets sonores en structures, afin qu'ils se fassent "oublier en tant qu'objets pour n'apporter chacun qu'une valeur à l'ensemble".

¹²L'expérience du sillon fermé consistait, un un temps où cette musique se faisait sur disque souple, à refermer un fragment enregistré sur lui-même (comme peut le faire, par accident, une rayure), créant ainsi un phénomène périodique prélevé, au hasard ou de façon préméditée, dans la continuité d'un événement sonore quelconque et pouvant le répéter indéfiniment. [...] Largement utilisé dans la musique concrète de cette époque, le sillon fermé menait à la prise de conscience de l'objet sonore et de l'écoute réduite: comment, en effet, décrire pour lui-même ce fragment sonore dont on avait vite fait d'épuiser la perception "causale" et anecdotique, et qui se présentait à l'auditeur comme un "objet", à la fois toujours le même et toujours susceptible de révéler de nouveaux traits à une observation indéfiniment répétée?

Essa condição acústica impôs, ao ouvinte, a criação de uma nova sensibilidade, uma outra maneira de se relacionar com o sonoro. Isso porque, por meio da escuta repetida e insistente de um mesmo fragmento, é possível, por parte de quem ouve, atingir um estado de *saturação semântica* sobre o conteúdo sonoro, isto é, um estado em que o som é desassociado de seu significado, desvinculado do acontecimento do qual é produto.

Somente a partir desse estado de saturação semântica seria possível, segundo Schaeffer, acessar o *objeto sonoro*, isto é, o conteúdo essencialmente sonoro do som. A esse modo de escuta —capaz de acessar o objeto sonoro —foi dado o nome de *escuta reduzida*, uma categoria de escuta que *reduz* um som ao que lhe há de essencialmente sonoro. [?, pg.46]

A escuta reduzida —termo que ele empresta da *redução fenomenológica* tal como esta noção emerge na filosofia de Edmund Husserl —seria o modo de escuta adequado para a fruição da música concreta, uma vez que seria imprescindível, ao ouvinte, abstrair as informações extra musicais contidas nos sons para que pudesse percebê-los como *objetos musicais*, isto é, como parte integrante de uma estrutura; como componentes de uma sintaxe musical.

A situação acústica promovida pela técnica *sillon fermé* constitui-se, também, como um prenúncio das técnicas baseadas em amostras *samples* [ina, 1948], amplamente utilizadas no âmbito digital. De certa maneira, a técnica do sulco fechado preparou a escuta humana para esse tipo de abordagem fragmentária do material sonoro e foi, portanto, determinante para o campo da composição, um verdadeiro marco:

É provável que, sem essa procedimento cirúrgico, a música concreta ficasse restrita ao campo dos efeitos sonoros eletrônicos, a enfeites e efeitos especiais. Mas o sulco fechado, que, em si, nada mais é que um procedimento, causou efeitos tão enormes, tão radicalmente opostos à lógica de qualquer discurso musical conhecido, que impunha um novo ponto de partida¹³ [Schaeffer, 1967, pg.21].

Esse novo *ponto de partida*, ao qual se refere Schaeffer, recebeu o nome de *Musique Concrète* ou música concreta. A escolha do nome foi feita por oposição e, ao mesmo tempo, delimitação de território em relação ao tipo de sonoridade e ao método de elaboração dos materiais sonoros musicais, até então, tradicionais: enquanto a música instrumental clássica baseava-se num paradigma de criação *abstrata e indireta* —abstrata porque, inequivocamente, os materiais musicais eram

¹³Il est probable que, sans cette chirurgie, la musique concrète aurait stagné dans les à-peu-près du bruitage électronique, les enjolivures, les trucages. Mais le sillon fermé qui, lui aussi, n'est qu'un procédé, avait des effets si énormes, si radicalement opposés à la logique de tout discours musical connu, qu'il imposait un nouveau point de départ

produto de abstrações intelectuais; indireta porque havia sempre um processo intermediário entre a elaboração da estrutura e a produção do resultado sonoro, no caso, a interpretação de uma partitura realizada por um instrumentista —, a música concreta propunha um modelo de criação *concreto* e *direto* —concreto porque partia-se de um som pronto, que existe concretamente registrado num suporte físico, manipulável; direto porque prescindia de qualquer tipo de mediação entre as etapas de elaboração e realização da obra.

A relevância histórica da *musique concrète* deve-se apenas em parte ao repertório musical produzido pelos compositores desta modalidade. Grande parte da importância atribuída a esse período embrionário da música eletroacústica é, também, fruto dos trabalhos teóricos do compositor Pierre Schaeffer, trabalhos estes que ora invadiam o campo da filosofia —vide a quantidade de conceitos cunhados por Schaeffer e a forte influência do pensamento fenomenológico de Merleau-Ponty e Edmund Husserl —, ora estavam orientados pelo método investigativo científico —vide os experimentos no campo da psicoacústica, a partir de experimentos com o campo sonoro, observação e relatos dos resultados percebidos.

Magnetofone e a Fita Magnética: o Denominador Comum Entre as Poéticas Concreta e Eletrônica.

A música eletroacústica radicalizou a segmentação sonora. Tornou sutil e meticulosa toda a operação abstrata, proporcionando ao compositor um eloquente paradoxo: a abstração levada às últimas consequências, liberta de toda limitação notacional, defronta-se potencial e imediatamente, a cada instante, com seu resultado concreto. A atitude experimental, laboratorial, vem plenamente à tona.

A técnica para registrar sons magneticamente surgiu quase concomitantemente à do registro em disco, ao final do século XIX. A máquina sensorial responsável pela efetiva aplicação da técnica, no entanto, foi desenvolvida posteriormente, na década de 1930, e, ao menos para o campo da composição, constituiu outro feito revolucionário. Em 1935, a *Allgemeine Elektrizität-Gesellschaft* (Companhia Elétrica Geral) apresentou “uma nova invenção chamada *magnetofone*, um dispositivo que convertia sinais sonoros em impulsos magnéticos que podiam ser armazenados indefinitivamente em uma fita revestida de óxido metálico, e posteriormente reconvertidos (ou tocados novamente) em sons” Taruskin [2010]. A nova técnica de gravação ampliou sensivelmente a qualidade das gravações —bem menos ruidosas quando comparadas às gravações em discos —, e expandiu sua duração —que, até então, estava condicionada aos limites temporais de um dos lados de um disco de 78 RPM (rotações por minuto).

Mas, talvez, a principal novidade que o magnetofone trouxe para o campo da composição experimental tenha sido a possibilidade de edição do material sonoro por meio de cortes e colagens de estruturas sonoras:

Segurar um pedaço de fita magnética em mãos era o equivalente a ver e a pegar os sons. Era possível manipular esse fenômeno, normalmente elusivo, de formas previamente inviáveis aos compositores. Essa foi uma descoberta tecnológica, psicológica e social sem precedentes no campo da música [Holmes, 2016, p.174].

Em 1981, o compositor John Cage, em entrevista ao musicólogo/compositor Tom Holmes, afirmou que a manipulação sobre a fita “viabilizou a tomada de consciência da equivalência entre *espaço e tempo*, uma vez que a fita visualmente existia no espaço, enquanto o som existia no tempo”, e essa materialidade permitiu ajustes milimétricos no campo durativo, o que “imediatamente mudou a notação musical. Nós não precisávamos nos preocupar mais em contar um-dois-três-quatro [...] nós podíamos colocar um som em qualquer ponto no tempo” [Holmes, 2016, p.174].

Cage refere-se aqui ao fato de que essa nova maneira de trabalhar estruturas sonoras, qual seja, a partir do ajuste fino das medidas de comprimento das fitas, de certa maneira emancipou os compositores das limitações do sistema métrico musical ocidental—vigente desde o período terminal da Idade Média (século XIII). A partir desse momento, a duração de uma estrutura sonora poderia ser definida a partir do livre comprimento de um suporte físico e não mais a partir de subdivisões de unidades de tempo em frações numéricas.

Outra característica dessa nova maneira de organizar sons no tempo é o fato de assemelhar-

se com o método de montagem cinematográfico:

A montagem é a própria essência da escrita em suporte, que permite as possibilidades musicais oferecidas pelo ato, muito determinado, de cortar, aderir, interromper, inserir, mudar de plano (no sentido cinematográfico), fazer aparecer ou desaparecer um evento sem aviso prévio e como que por magia. [...] A montagem sonora existe porque o suporte da fita magnética existe. É a técnica de escritura específica deste suporte. É, em muitos aspectos, semelhante à edição cinematográfica. [...] A escritura e a percepção morfológicas são, sem dúvida, uma das revoluções musicais do século XX. O fato de escrever diretamente sobre o suporte, de poder ouvir repetidas vezes sons muito curtos como sequências inteiras, nos faz perceber que um som não é entendido apenas como frequência, duração, espectro harmônico, mas também como desdobramento temporal, um envelope dinâmico: ataque, sustentação, extinção (forma), com sua vida interna e seus caracteres de grãos (matéria) [Gorne, 2017, pg.22–23].

O procedimento de *montagem* foi, possivelmente, o único denominador comum entre as práticas das correntes rivais que protagonizaram a cena na fase embrionária do que conhecemos hoje como música eletroacústica. Se, nos anos 1950, ambas as escolas —a francesa, da *musique concrète* e alemã da *elektronische Musik* —digladiavam-se sobre qual seria o método verdadeiramente relevante de se produzir música eletroacústica: se por meio da constituição dos materiais sonoros por meio eletrônico (*síntese sonora*) ou se a partir do processamento espectral de sons concretos capturados no plano fenomenológico (*tratamento*). Não se pode dizer o mesmo sobre o uso do magnetofone: foi a versatilidade dessa tecnologia que viabilizou o conseqüente desenvolvimento das duas correntes.

A *musique concrète*, gênero que surgiu ao final da década de 1940 (mais precisamente em 1948), partia de premissas muito semelhantes às da *Gramophone Musik*: produzir composições musicais subvertendo a função primordial do aparelho gravador, preservando e transpondo as técnicas herdadas do suporte em disco para o da fita magnética. Assim como aconteceu com o gramofone —ferramenta idealizada para registro e reprodução dos fenômenos sonoros naturais/sociais —, a função primordial do magnetofone também foi subvertida (ou ampliada): após os primeiros anos inaugurais do gênero, quando então a principal figura do movimento, o compositor Pierre Schaeffer, desbrava o terreno com experimentos realizados com o gravador de discos, com a chegada da fita magnética nos estúdios da música concreta, a partir de janeiro de 1950, passa a realizar experiências transformando o espectro dos sons gravados a partir de manipulações sobre fitas magnéticas.



Figura 1.5: À esquerda o magnetofone de 4 pistas do estúdio alemão WDR; à direita o magnetofone do estúdio parisiense GRM.

Tratava-se de técnicas simples, como cortar as fitas em partes diferentes e reorganizar os fragmentos em ordens diferentes da original, ou a inverter o sentido de leitura da fita, ou ainda alterar a velocidade de leitura da fita, misturando, por vezes, tais procedimentos. Como resultado, uma música que se valia de colagens e sobreposições de fragmentos de sons referenciais, isto é, sons cuja fonte causadora são reconhecíveis pelo ouvinte.

A corrente da *elektronische Musik*, por outro lado, produzia peças musicais cujo resultado sonoro não estabelecia qualquer relação com sons concretos (sons que existem concretamente no plano real, capturáveis por microfones). Ao contrário, os timbres que compunham a sintaxe da música eletrônica alemã eram totalmente sintetizados em laboratório, decorrentes do uso de equipamentos eletrônicos e da geração exclusivamente eletrônica a partir desses aparelhos, e, a partir de 1953, de sobreposições de ondas senoidais produzidas eletronicamente por osciladores em estúdio.

Em 1953, 4 anos após os primeiros experimentos conduzidos por Herbert Eimert, Robert Beyer e pelo fonetista e teórico da comunicação Werner Meyer-Eppler [Menezes, 2006, p.348], adentram em cena, a convite de Eimert, alguns compositores da nova geração — figuras fundamentais para a ampliação, projeção e relevância das pesquisas do Estúdio de Colônia. É o caso, por exemplo, do compositor alemão Karlheinz Stockhausen:

Stockhausen trouxe consigo para dentro do estúdio eletrônico o conceito de **música serial**, realizando a primeira peça de música eletroacústica que faz uso exclusivo do átomo de todos os sons existentes, possível de ser gerado apenas em laboratório: o som senoidal. Sobrepondo sons senoidais, dava-se início ao que chamamos de síntese sonora (mais precisamente, na forma de síntese aditiva) [Menezes,

2006, p.348].

Tais métodos de construção de novos sons —síntese e processamento —revelaram-se, posteriormente, complementares: fundiram-se numa mesma prática com vieses estéticos distintos, a que se da, a partir de 1958, a denominação, sugerida inicialmente por Pierre Schaffer, de *música eletroacústica*, a qual se diferenciava fundamentalmente do paradigma de criação da música instrumental de concerto também pelo fato de demandar dos compositores não apenas a construção da estrutura formal e articulação das estruturas musicais, mas também —e sobretudo —o a constituição dos próprios sons que serviriam como elementos da sintaxe musical. Tal condição demonstrou-se desafiadora, do ponto de vista de quem cria a música, pois o “material musical se apresentava pela primeira vez como um *continuum* maleável composto por todos os sons, conhecidos e desconhecidos, concebíveis e possíveis¹⁴” [Wörner, 1976, pg.123].

Se partirmos da premissa de que o ato de escrever não tem como função apenas o registro daquilo que já está devidamente elaborado e compreendido por parte de quem escreve, mas funciona sobretudo como um método de aprofundamento do conhecimento daquilo sobre o que se investiga, a fita magnética propôs um novo paradigma de escritura musical, mudança proporcionalmente impactante, ao menos para o campo da composição musical, ao advento da escrita verbal —tecnologia que permitiu à espécie humana se emancipar das tradições orais, ainda que destas não abrindo mão.

Compositores de música eletroacústica criam e articulam os sons, escutam, refazem, reouvem, regravam, recortam, reeditam, sempre acompanhando, em tempo real, o resultado final de suas peças —tal como fazemos quando elaboramos um texto: escrevemos, relemos, apagamos, corrigimos, refazemos, relemos, e assim por diante. Compositores de música instrumental passam, obviamente, pelo mesmo processo de reavaliação constante daquilo que escrevem; no entanto, diferentemente da escritura acusmática, suas correções se dão sempre indiretamente, por meio de alterações sobre a partitura, isto é, sobre as instruções aos intérpretes, e não sobre o som mesmo que o intérprete produz. Nesse sentido a música eletroacústica pura estaria para o texto literário —cuja finalidade é ser sorvido diretamente pelo leitor —, assim como a música instrumental estaria para um texto teatral —que é sempre mediado por atores —estes sim responsáveis pela transmissão das informações contidas no texto aos espectadores¹⁵. Em outras palavras, o magnetofone fez com que “compositores

¹⁴[Stockhausen] sees him self commanding a realm of sound in which the musical material appears for the first time as a malleable continuum of every known and unknown, every conceivable and possible sound.

¹⁵Aqui cabe uma consideração sobre a composição algorítmica. Dentro da modalidade algorítmica eletroacústica existem correntes “puristas”, nas quais compositores, ao invés de alterarem manualmente o **resultado** (*output*), acabam, por questões essencialmente ideológicas, optando por alterar **as instruções** (*input*), os próprios algoritmos a fim de adequar o resultado musical a suas exigências estéticas. Nesse sentido, tais músicos se aproximam da lógica operacional da música instrumental pura, uma vez que fazem do computador o seu intérprete musical.

se tornassem criadores independentes e diretos de seu próprio objeto comparável àqueles produzidos por pintores ou poetas” [Taruskin, 2010].

Além da nova modalidade de escritura musical, o magnetofone possibilitou a aparição de outros tipos de pesquisa relacionadas ao som. As inéditas operações sobre o suporte físico da fita —seccionamento do som em partes escolhidas; mudança de velocidade e sentido de leitura; repetições de um mesm som ou estrutura (*loop*), entre outras —abriram caminho para o campo de investigação que examina as relações entre o fenômeno sonoro e a percepção humana —a psicoacústica. Pierre Schaeffer foi, também nesta área, um dos pioneiros e tinha como projeto “construir uma nova taxonomia de sons, capaz de organizar e classificar não apenas os sons de instrumentos tradicionais, mas todo o universo sonoro” [Kane, 2014, p.29]. Há, por detrás de alguns dos mais importantes conceitos de Pierre Schaeffer¹⁶, um elemento latente que serviu como estímulo para a própria elaboração de conceitos como *escuta reduzida*, *música acusmática*, *objeto sonoro*, entre outros. Trata-se de uma característica inerente aos sons concretos —que de certa maneira já estava presente quando do surgimento da tecnologia de gravação em disco —, a *referencialidade* sonora:

(As) relações que os signos produzidos por esses aparelhos [sensoriais] estabelecem com a realidade centralizam-se em temas tais como fidelidade, infidelidade, imitação, cópia, simulacro, falseamento, verossimilhança. Uma fotografia, por exemplo, é uma imagem, uma visão do real, registrada num suporte, o negativo, que, além de duradouro, funciona como uma matriz de infinitas cópias. Nesse sentido, os *outputs* ou produtos sígnicos dos aparelhos são também formas de memória extra-somática da visão e da audição. Não há dúvida de que os registros fixados pelos aparelhos visuais e auditivos são signos roubados ao mundo, quer dizer, capturados da realidade para dentro de uma câmera ou gravador e devolvidos ao mundo como duplos, imagens e ecos daquilo que existe. Os aparelhos são por isso máquinas paradoxalmente usurpadoras e doadoras. De um lado, roubam pedaços da realidade, de outro, mandam esses pedaços de volta, cuspiendo-os para fora na forma de signos [Santaella, 2010, p.38].

Um som concreto é também uma fatia do plano real. Armazenado num suporte, carrega consigo informações de caráter indiciais acerca de sua origem. Todo som concreto é produto de algum evento que envolve transferência de energia, envolve movimento, atrito entre corpos que produzem,

¹⁶Foge do escopo da presente pesquisa discutir mais profundamente tais conceitos de Schaeffer, e o importante para nós, aqui, é revelar o impacto dessa nova máquina, o magnetofone ou gravador de fita magnética, e a relação absolutamente inédita que promoveu entre o homem e o fenômeno sonoro.

consequentemente, vibrações nos meios elásticos em que estão inseridos. A referencialidade de um som é este subproduto da inscrição das ondas sonoras em suporte e que só existe, ou só se efetua, quando encontra um ouvinte capaz de extrair dados sobre a causa geradora do som. A tecnologia de gravação permitiu, portanto, a criação de uma variedade dentro da composição musical cuja sintaxe se dá a partir de sons icônicos¹⁷, isto é, representações fiéis dos fenômenos sonoros capturados.

Segundo o compositor Ambrose Field, a referencialidade de um som é objeto de interesse e discussão no meio da composição eletroacústica desde os primórdios do movimento concreto. Inicialmente é apresentada por Pierre Schaeffer como algo a ser superado, um ruído desnecessário que atrapalharia a compreensão da sintaxe musical concreta, que se engendrava a partir da articulação de objetos sonoros:

Um som seria classificado como *objeto sonoro* se pudesse ser divorciado de qualquer associação extramusical que pudesse ter. A escuta reduzida seria o método pelo qual isso poderia ser conquistado, e envolvia um acordo tácito entre compositor e ouvinte no qual as implicações extramusicais sobre o que um som é, ou o que poderia representar no plano real, tinham de ser descartadas [Field, 2000, pg.36].

Segundo a teoria de Schaeffer, o conhecimento objetivo de um som dependeria ou seria conquistado por meio de uma habilidade subjetiva (*escuta reduzida*). Com o passar do tempo, o entendimento sobre a função da *referencialidade* sonora foi se deslocando, sobretudo pelo fato de, socialmente, sermos treinados a identificar a fonte dos sons desde os primórdios de nossa existência (inclusive enquanto espécie):

Sons do mundo real frequentemente carregam conotações de sobrevivência para a raça humana. Por exemplo, o som de animais se aproximando pode indicar tanto a possibilidade de comida quanto de perigo extremo. A teoria da *fonte-causadora* (*Source-cause theory*) presume que nós busquemos relacionar um som que ouvimos ao evento físico que traz esse som à existência [Field, 2000, pg.38].

O compositor Simon Emmerson explica que o “mecanismo de busca” responsável pela identificação da fonte causadora de um som, parte essencial do aparato perceptivo humano, encontrar-se-ia adormecido em contextos de música tradicionais realizados apenas por instrumentistas clássicos [Emerson, 2007, pg.5]. O mesmo não se pode dizer das situações nas quais os ouvintes se defrontam

¹⁷Aqui o termo *icônico* é uma referência à noção de ícone apresentada pelo filósofo Charles Peirce, como uma das três possíveis qualidades de signos: índice, ícone e símbolo.

com sons “não musicais”, sons que existem em ambientes fora das salas de concerto, sons do cotidiano produzidos por fontes diversas, como ruídos de aparelhos eletrodomésticos, ruídos de balanços de parques infantis, sons de veículos automotores, enfim, sons com os quais estamos frequentemente em contato e que, por essa razão, são identificáveis. Quando esse tipo de som é articulado com outros e transformado em discurso musical, tem a capacidade de desencadear, no ouvinte, uma série de outras relações subjetivas com a memória, conexões que acontecem em eixos para além dos essencialmente sintático-musicais. Caberia ao compositor, nesta condição, entender como esse material comunica, sonora e culturalmente [Field, 2000, pg. 42]:

Atualmente, muitos compositores eletroacústicos usam sons gravados do mundo real como materiais primários para suas peças, explorando algumas das características indefinidas e ambíguas que tais sons frequentemente exibem. Essa é uma característica poderosa e exclusiva da música eletroacústica—a realidade pode ser diretamente aludida, representada ou subvertida pelo compositor. A representação da realidade é agora um parâmetro da composição que pode ser encontrado na essência de várias abordagens eletroacústicas contemporâneas, sejam elas *acusmáticas*, *ecológicas/paisagens sonoras*, ou até *música concreta*. Não existe mais qualquer necessidade de compositores ou ouvintes ignorarem as conotações extra musicais dos sons eletroacústicos [Field, 2000, pg. 37].

A inclusão de um novo parâmetro no campo da criação musical foi, se não a maior, uma das grandes conquistas viabilizadas pela inédita tecnologia das máquinas sensoriais. E uma vez mais a história se repete: uma máquina é inventada com um objetivo inicial, esse objetivo é subvertido, novas sensibilidades produzidas e modalidades de conhecimento criadas. O mesmo viria acontecer com a criação das máquinas cerebrais—objeto de investigação do próximo capítulo.

1.2.4 As Máquinas Cerebrais: o Engendramento do Computador

Na década de 1950, o campo da composição experimental expandiu-se enormemente, não apenas por conta da entrada em cena das máquinas sensoriais, mas sobretudo pelas próprias refle-

xões e especulações de compositores acerca das recentes contribuições da segunda escola de Viena¹⁸ para o âmbito da composição. Como consequência direta do método de serialização das alturas, no sistema de composição para doze sons que ficou conhecido como *dodecafonismo*¹⁹, o *Serialismo Integral* nasceu da ideia de estender o princípio de organização serial a outros parâmetros sonoros—dinâmicas, durações, modos de ataque e outros. Em pouco tempo, este paradigma sob o qual composições são engendradas a partir da manipulação e articulação de séries de qualidades diversas tornar-se-ia a principal corrente de vanguarda da música de concerto ocidental—o modelo a ser seguido.

Não durou muito para que outras abordagens surgissem, até como reação ao movimento serial. O compositor Iannis Xenakis, por exemplo, em texto publicado em 1955 —intitulado “A crise da Música Serial” —, cunhou o termo *música estocástica* para descrever um método de composição alternativo à causalidade determinística do serialismo, um método baseado em operações aleatórias, introduzindo o indeterminismo e a organização de massas sonoras a partir de cálculos probabilísticos/estatísticos [Essl, 2007]. Uma outra iniciativa, desta vez advinda do compositor norte-americano John Cage, sugeria o engendramento de composições a partir de escolhas fortuitas, absolutamente ao acaso, literalmente a partir do resultado de “cara ou coroa”.

Esses três paradigmas de composição possuíam em comum o fato de não se valerem mais apenas de escolhas estéticas subjetivas, orientadas pela sensibilidade, gosto e imaginação do compositor. São, efetivamente, abordagens de composição que transferiam decisões artísticas a um princípio organizador autônomo e externo ao sujeito—função análoga à de um algoritmo [Essl, 2007]. Curiosamente neste mesmo período materializava-se o computador, máquina que funciona, fundamentalmente, a partir de uma lógica algorítmica e que vem, como efeito, atuando como reforço da dimensão cerebral humana.

Retomando, portanto, os três períodos maquinais, após a imitação e amplificação dos movimentos musculares, seguido da imitação e amplificação das funcionalidades dos órgãos sensoriais, as máquinas cerebrais aparecem com o objetivo de ampliar as capacidades mentais, notadamente as processadoras e as da memória:

Começou aí a investigação de processos humanos internos, nem sempre observáveis, que iria culminar no aparecimento, em meados do século XX, de um modo muito abstrato de se compreender mecanismo, quer dizer, mecanismo entendido no sentido computacional,

¹⁸Os membros dessa escola de composição são: Arnold Schoenberg, Alban Berg e Anton Webern.

¹⁹A. Schoenberg (1922).

tal como foi engendrado por Alan Turing, naquilo que ficou conhecido como a máquina de Turing. Diferentemente de uma máquina meramente física, Turing inventou uma máquina teórica, cujos propósitos são essencialmente teóricos. Trata-se de uma máquina que visava iluminar as noções de calculabilidade em geral, permitindo reduzir todos os métodos de cálculo a um conjunto subjacente, simples e básico de operações [Santaella, 2010, p.40].

Foi em 1936, quando da publicação do artigo revolucionário de Alan Turing, que o modelo teórico para a criação do computador se materializou. Modelos mais eficazes que aquele sugerido por Turing foram criados e adotados nas décadas que se seguiram, mas ainda assim a importância do pensamento do cientista britânico é preservada, uma vez que o princípio por detrás dos modelos subsequentes permanecera o mesmo: pressupunha uma máquina articuladora de dados, seguindo um modelo antropomórfico, no qual a memória desempenharia um papel fundamental, pois permitiria a renovação desses dados—escritos, lidos, apagados, reescritos. A Máquina de Turing seria um ambiente em que números ora *significariam*, ora *acionariam* processos. Uma máquina capaz de emular a si mesma e cuja estrutura (*hardware*) seria abrangente o suficiente para realizar qualquer qualidade de operações matemáticas (*software*):

Crucialmente, as máquinas de calcular ou de comutação dos anos 1930—e mesmo aquelas que seriam introduzidas nos anos seguintes—eram construídas cada uma para um propósito específico. Algumas dessas máquinas eram capazes de realizar operações matemáticas, outras davam conta de seguir sequências variáveis de instruções, mas cada máquina possuía um repertório finito de operações úteis. As máquinas não cumpriam propósitos gerais. Não eram programáveis. [...] Muitas das abordagens sobre a história da computação podem dar a impressão de que tal história tenha sido fruto de um conjunto linear de decisões de engenheiros, inicialmente utilizando cartões perfurados, em seguida relés, depois tubos e, finalmente, transistores para a construção de máquinas de computação. Mas não. As máquinas de uso geral exigiram a visão fundamental de Turing sobre como dados e código podem ser representados da mesma maneira [Garfinkel, 2018].

A partir de então, o caminho teórico para a sequência de acontecimentos que culminariam na concretização do computador estava aberto. É de suma importância a compreensão de duas realidades: a primeira diz respeito ao fato de que essa máquina é, antes de tudo, resultado de

pesquisas multidisciplinares, realizadas por mulheres e homens de diferentes épocas e nações. É antes de tudo uma conquista da humanidade. A segunda tem a ver com o fato de que, a partir do período pós segunda guerra mundial, a grande maioria das pesquisas e consequentes conquistas nesse campo se concentraram em território nacional de um só país. Aconteceram durante a consolidação de um novo modelo imperialista que se impunha perante outros estados-nação —o imperialismo econômico-militar norte-americano. Por esta razão, as inovações no campo da computação se deram sempre sob o controle das empresas e instituições daquele país.

1937: Lógica Binária

Um dos palcos principais desse roteiro foi o laboratório de pesquisa *Bell Telephone Laboratories*. Inicialmente criado para incentivar os desenvolvimentos na área das telecomunicações da empresa AT&T (American Telephone & Telegraph), em poucos anos de atividade o laboratório cresceu e, com isso, extrapolou suas funções para muito além dos objetivos originários:

No auge de sua reputação no final da década de 1960, Bell Labs empregava aproximadamente quinze mil pessoas, incluindo mil e duzentos PhDs. Suas posições eram preenchidas por algumas das mais brilhantes (e excêntricas) mulheres e homens. Por um longo período do século XX, Bell Labs foi a mais inventiva organização científica do mundo [Gertner, 2012].

Em 1937, um ano após a descoberta de Turing, outro cientista, o jovem Claude Elwood Shannon, iniciou um trabalho investigativo e “começou a perceber uma nova maneira de pensar a estrutura e o funcionamento de circuitos. Ele enxergou a possibilidade de extrair sentido dos mesmos, a partir de uma obscura teia matemática baseada em 0s e 1s—conhecida como álgebra Booleana²⁰”:

Shannon ficou particularmente intrigado com os retransmissores eletromagnéticos dos controles dos circuitos [do computador analógico **analyzer**²¹]. Estes [retransmissores] eram interruptores magnéticos

²⁰*Boolean Logic* é uma modalidade algébrica que reduz qualquer valor à verdadeiro ou falso.

²¹Tal máquina ocupava um quarto inteiro da M.I.T (Massachusetts Institute of Technology) e necessitava de uma equipe de operadores. Shannon era um destes.

que abriam ou fechavam quando uma corrente era aplicada ou desligada. A posição aberta ou fechada de um retransmissor poderia significar uma resposta **sim** ou **não** de uma questão. Ou uma rede de retransmissores poderia convergir a uma ou outra direção lógica, pelas quais as posições (abertas ou fechadas) significariam **E** ou **OU**. Isso permitiria obter respostas para problemas complicados ou ainda a execução de um complexo conjunto de comandos [Gertner, 2012, pg. 117].

A dissertação de mestrado em que demonstrava essa possibilidade viria a se tornar extremamente influente à época e serviu de modelo para arquitetura dos circuitos dos primeiros computadores, que estavam começando a existir. O matemático George Stibitz demonstrou ser possível aplicar as teorias contidas na tese de Shannon utilizando os retransmissores de telefones, capazes de direcionar os sinais pelos circuitos e, com isso, controlar o fluxo de informação dentro de um circuito certificando-se dos resultados finais com sinais de luz em lâmpadas. No mesmo ano, 1937, foi criado, então, o primeiro e mais primitivo computador digital [Gertner, 2012, pg. 123].

Shannon ganhou notoriedade com sua tese, mas foi com outro trabalho —“Uma Teoria Matemática sobre Criptografia” —que o cientista entrou para a história. O trabalho não pôde ser publicado no ano em que foi completado, 1945. Isso porque foi resultado de anos de pesquisa militar e, por essa razão, continha informações sigilosas. Foge do escopo da presente pesquisa abordar detalhadamente elementos daquilo que viria a ser conhecido como “A Teoria da Informação”; o importante é destacar que alguns dos pressupostos fundamentais para a representação de um conjunto de informações num sistema discreto, como é o digital, foram colocados neste trabalho; por exemplo:

- O conceito de *Bit*, abreviação de *Binary Digits* (dígitos binários), que corresponde à informação produzida a partir de uma escolha entre duas alternativas igualmente possíveis.
- A noção de que o sistema que transmite uma mensagem deve possuir uma quantidade igual ou maior de dígitos à informação que será transmitida para garantir que não haja perda de qualidade do sinal.
- A concepção de que quanto menos redundância você tem numa mensagem, mais difícil de decodificá-la. Isso implica no fato de que há maneiras mais eficazes e econômicas de se enviarem mensagens que outras.

1957: MUSIC N

Foi envolto nesse ambiente de pesquisas em áreas diversas, nesse ambiente efervescente do laboratório Bell que, após exatos vinte anos da construção do mais primitivo computador digital (1937), o cientista responsável pelo grupo de pesquisa em transmissão digital e acústica do laboratório, Max Mathews, fez o computador da instituição produzir os primeiros sons²². Não demorou muito para que o foco de pesquisa do cientista se dirigisse à música:

Mathews lembra que numa noite em 1957, durante um concerto de música clássica que havia estado junto com seu colega [John] Pierce²³, o mesmo disse: “É possível produzir sons com o computador, você extrai números dos sons, se você compilar um tipo de programa diferente, talvez você consiga fazer o computador produzir música. Deixe de lado um pouco seu trabalho atual com computador e tente fazer isso” [Gertner, 2012, pg. 326].

Mathews de fato conseguiu mudar totalmente o foco de sua pesquisa e dedicou-se à elaboração desse programa com a justificativa, para os gestores da AT&T, de que tal pesquisa forneceria *insights* sobre a síntese da fala por computador, o que poderia ser útil para o contínuo aprimoramento e ampliação do sistema de telefonia desenvolvido e gerenciado pela empresa [Gertner, 2012]. O programa desenvolvido por Mathews, conhecido como MUSIC N²⁴, tornou-se o mais importante e influente programa digital de música:

O programa MUSIC I e suas subsequentes versões não foram apenas as primeiras linguagens de programação amplamente adotadas por pesquisadores e compositores, mas sobretudo introduziram diversos conceitos-chave e ideias que continuam a influenciar diretamente as linguagens e os sistemas atuais. [...] Em seu núcleo, proviam um modelo para especificar módulos de síntese sonora, suas conexões e variações de controles no tempo. Esse modelo eventualmente deu origem, no MUSIC III [terceira versão do programa], ao conceito de Unidades Geradoras (*Unit Generators*), ou, abreviadamente, UGens [Wang, 2007].

²²A rigor, esses não foram os primeiros sons produzidos por computador. Os primeiros sons digitalmente produzidos por computador foram realizados pelo computador CSIRAC (1951), manufaturado na Austrália.

²³Uma das figuras mais importantes e inovadoras do laboratório, o tecnologista John Pierce foi um dos primeiros a sugerir satélites em órbita como meio para estreitar a comunicação a partir do uso de microondas. No final de sua vida foi professor visitante no Centro de Pesquisa Computacional em Música e Acústica (CCRMA) na universidade de Stanford onde ajudou a inventar uma escala alternativa à temperada, denominada escala Bohlen-Pierce <https://www.youtube.com/watch?v=FCOA9OhEcOw>.

²⁴A letra N é utilizada para englobar as versões I, II, III, IV, e V do mesmo programa.

Essas *unidades geradoras* são, geralmente, organizadas em cadeias. São, cada uma, blocos de códigos autônomos que desempenham uma função específica e que, quando conectados a outros blocos, formam estruturas mais complexas, capazes de gerar ou processar sinais de áudio. Uma UGen é, matematicamente, uma função que aceita argumentos (*control inputs*) que controlam parâmetros específicos dessa função. Exemplos de UGens são *osciladores*, *filtros*, *geradores de envelopes*, cada qual com suas entradas para controlar parâmetros específicos: a frequência de um oscilador, os valores limites de registros para o caso dos filtros, e assim por diante. Sobre essa lógica de programação, Mathews explica:

Eu queria que a complexidade do programa pudesse variar de acordo com a complexidade do que pretendia o músico [usuário]. Se o músico quisesse fazer algo simples, ela ou ele não deveriam ter que fazer muita coisa para atingir o resultado esperado. Se o músico desejasse algo sofisticado, existiria também a opção de se trabalhar mais para realizá-lo. A única resposta que eu enxergava era não produzir eu mesmo o instrumento —não impondo meu gosto e minhas ideias sobre instrumentos ao músico, mas, pelo contrário, construindo um conjunto de blocos de construção razoavelmente universais e atribuir ao músico a tarefa e a liberdade de conectá-los transformando-os em seus instrumentos [Roads, pg.16].

A visão de Mathews sobre a versatilidade de sua ferramenta foi determinante não somente para o seguimento da história dos ambientes de programação que sucederiam o *MUSIC N*, mas sobretudo porque viabilizou outros métodos de formalização informática voltada à música, ou seja, a outras ferramentas que viriam a responder pelos anseios advindos da evolução da própria escritura musical. Se é correto afirmar que a fita magnética constitui uma ferramenta de grande relevância no alargamento dos recursos escriturais, —ampliando as possibilidades do registro em suporte físico de uma composição para além da partitura, como experimentaram os compositores pioneiros das modalidades *concreta* e *eletrônica* na década de 1950—, é igualmente correto afirmar que, com o advento dos ambientes de programação concebidos para dar forma ao que os compositores desejassem, nascia, junto com a série de versões do *MUSIC N*, uma nova maneira de pensar e de conceber músicas:

Esse programas continham módulos que podiam ser montados à vontade, como Legos ou Erector Sets²⁵, para especificar o que Mathews chama de “instrumentos”, e em seguida acionar esses “instrumentos”

²⁵Tipo tradicional de brinquedo de construção metálica.

para tocarem “notas”. [...] Mas uma “nota” tocada pelo computador pode durar um milésimo de segundo ou cinco, dez minutos. Pode corresponder a diversas entidades audíveis ou podem ser mescladas a outras notas numa única entidade sonora. [...] As únicas implicações são as combinações de módulos em entidades mais complexas (como numa linguagem natural) e o recorte temporal dos objetos, ou melhor dos processos, que podem ser longos ou evolutivos quanto desejar o usuário. Músicas de estéticas extremamente diferentes foram criadas com o *software* MUSIC de Mathews [Meston and Risset, 2011, pg.36].

Ao optar por oferecer uma ferramenta versátil, que atendesse às demandas dos usuários, Mathews buscava uma “neutralidade”, isentando a ferramenta de suas próprias preferências estéticas. De fato, programas como OpenMusic, SuperCollider, CSound, PatchWork, e tantos outros, mesmo possuindo uma série de limitações, são ferramentas cujas combinações entre objetos são tão extensas que acabam por, efetivamente, atender a modalidades de composição da música erudita à música popular criativa.

Além dessa, outra importante característica da arquitetura do MUSIC N, que sobreviveu e orientou a construção das linguagens de programação que surgiram mais tarde, diz respeito ao fato de ter seguido um paradigma análogo ao da música instrumental, no qual existem duas etapas: a da confecção da partitura (instruções, planejamento) e a realização, ou execução das instruções por parte dos músicos (geração dos sons). É importante ressaltar que o MUSIC N não possuía, como pode-se imaginar, a mesma quantidade de recursos que as linguagens de programação mais modernas, tais como Max/MSP, SuperCollider ou CSound, apenas para citar algumas. O programa era escrito em cartuchos e era desenhado especificamente para o computador (hardware) sobre o qual Mathews trabalhava naquele momento no laboratório. A cada novo computador Mathews era obrigado a reescrever o programa e gerar uma nova versão do MUSIC.

Foi apenas em sua 5^a versão (MUSIC V), já em 1968, construída sobre a primeira linguagem de programação de alto nível²⁶ —FORTRAN—, que a história dos ambientes de programação musicais saíria de sua fase embrionária, reservada e confinada às dependências de instituições (rádios, laboratórios, empresas e universidades) e restrita aos cientistas e pesquisadores empregados por essas mesmas instituições. A partir dessa época, início da década de 1970, a história das máquinas

²⁶As linguagens de programação de alto nível são aquelas que se valem de uma linguagem mais acessível e semelhante à escrita verbal, em oposição às linguagens de baixo nível mais próximas da linguagem binária compreensível pela máquina.

cerebrais, no campo da música, se expande, acima de tudo por causa de outra conquista no campo da tecnologia da informática —a elaboração do microprocessador:

No início dos anos 1970, o paradigma da tecnologia computacional estava mudando de rumo radicalmente para componentes cada vez mais miniaturizados.[...] A introdução do microprocessador reduziu drasticamente o tamanho e o custo de manufatura dos computadores. Existem, usualmente, um ou mais microprocessadores num computador, cada um com potencialmente milhares de centenas de milhares de transistores embutidos. A dramática redução dos custos no poder de processamento trazida pelo microprocessador levou à introdução do microcomputador já no final dos anos 1970. Ao mesmo tempo, houve uma mudança no desenvolvimento da computação musical, de ambientes desenhados para computadores de grande porte para a mesa de trabalho dos compositores [Holmes, 2016, pg.315].

Os campos da CAC e da CGC finalmente chegariam ao usuário comum, não se restringiriam mais às dezenas de cientistas e compositores diretamente ligados às instituições, e serviriam às dezenas de milhares de compositores, instrumentistas, estudantes e pesquisadores distribuídos pelo globo, garantindo, assim, a ampliação das pesquisas e consequente aplicação das mesmas em diversas modalidades artísticas.

1.2.5 O Computador e a Composição

O conhecimento humano acerca do fenômeno “som” se intensificou sobremaneira, o que resultou num nível de controle e determinismo sobre o material sonoro sem precedentes na história da música

Richard Taruskin

A história da inserção do máquina computacional no processo criativo musical se inicia em meados da década de 1950, portanto logo na primeira década de existência do computador. Ambos

os campos —da **CAC** e da **CGC** —nascem exatamente nesse ponto da história.

A origem da composição *gerada* por computador confunde-se com a própria história da *Computer Music*, terminologia, adotada à época, que caiu em desuso pouco tempo após sua aparição —tal como aconteceu com os termos *Musique Concrète* e *elektronische Musik*. A nomenclatura *Computer Music* incluía ao menos duas variedades de **CGC**: a do tipo que se valia do computador para criar estruturas musicais, convertidas, subseqüentemente, em partituras convencionais; e a do tipo que se valia da máquina para criar estruturas convertidas em sinal de áudio [Holmes, 2016, pg.372].

No ambiente acadêmico da Universidade de Illinois, dois professores da instituição, Lejaren Hiller e Leonard Isaacson, conduziam os primeiros experimentos na primeira modalidade gerando partituras inteiramente por computador. Em 1957 finalizaram a primeira composição calculada totalmente pelo **ILLIAC** (*Illinois Automatic Computer*) e, por essa razão, deram o nome de *Illiad Suite* à composição—interpretada posteriormente por um quarteto de cordas²⁷.

Diferentemente da abordagem dos professores de Illinois, Max Mathews ocupava-se em fazer o computador, além de calcular e gerar as composições, produzir, também, seus respectivos produtos sonoros. Segundo Mathews, os resultados das primeiras composições não foram nada animadores, “soavam terríveis, por motivos diversos” [Chasalow, 2011]²⁸. Ainda assim, apesar da precariedade dos recursos para se obter resultados sonoros satisfatórios via computador, Mathews continuou sua empreitada desenvolvendo as versões posteriores do MUSIC 1, motivado por duas razões: a primeira, o teorema matemático desenvolvido por Claude Shannon que, basicamente, provava que qualquer som detectável pelo ouvido humano poderia ser sintetizado pelo computador; a outra razão teria sido o incentivo e o interesse de compositores, como Edgard Varèse e Milton Babbitt, que frequentemente colaboravam com as pesquisas no laboratório Bell e estavam, eles mesmos, entusiasmados com os avanços na área, pois anteviam, em alguma medida, as profundas mudanças no modo de fazer musical que a utilização da máquina traria [Chasalow, 2011].

O compositor francês radicado nos Estados Unidos, Edgard Varèse, em 1936 (portanto pelo menos vinte anos antes do contato com as pesquisas de Max Mathews), previa em seu clássico texto “Novos Instrumentos e Nova Música” a existência de uma máquina capaz de “emitir sons de qualquer frequência, estendendo os limites dos registros ultra-grave e ultra-agudo, [que] conduzir-nos-á por isso a uma nova organização das resultantes verticais: acordes, suas disposições, distâncias entre os

²⁷Trataremos mais especificamente deste caso na subseção *Composição Algorítmica* 1.2.5

²⁸É possível escutar algumas composições da fase inicial da *Computer Music* no site [musica informática](#)

sons que os constituem, em outras palavras, sua oxidação”. Varèse continua: “estou certo de que haverá um dia em que o compositor, uma vez realizada graficamente sua partitura, poderá confiá-la a uma máquina que se encarregará de transferir fiel e automaticamente o conteúdo ao ouvinte” [Varèse, 2009, pg. 58].

De fato, desde os primeiros anos de existência, essas, até então, gigantes máquinas de calcular chamavam a atenção de compositores, em especial, daqueles cujas práticas eram orientadas por uma lógica experimental, isto é, que buscavam o novo, o desconhecido. Para alguns destes compositores, amplamente acostumados a lidar com números e conscientes da dimensão intelectual no processo de elaboração musical, o computador não fez mais que otimizar o tempo de processos que seriam realizados manual e cerebralmente. Caso, por exemplo, do compositor grego Iannis Xenakis, um dos pioneiros da Composição Assistida por Computador que, “diferentemente de Hiller e Isaacson, [realizava] experimentos que não pressupunham o computador ele mesmo compondo música. Ao invés disso ele utilizava o computador para calcular valores para os complexos parâmetros de partituras de formações instrumentais diversas” [Holmes, 2016, pg. 129].

Portanto, desde os primórdios da relação entre composição musical e computador, já estavam colocados os dois paradigmas —CAC e CGC—que se valem da capacidade da máquina de calcular, como um autômato. **CAC** e **CGC** são modalidades diferentes, mas que preservam qualidades semelhantes, diferenciando-se, exclusivamente, pelo grau de importância conferida à máquina durante o processo de composição:

- **CGC**: o grosso do processo elaborativo da composição é legado à máquina. O compositor, não gostando do resultado, pode interferir manualmente sobre o resultado final (*output*) gerado pelo algoritmo—reescrevendo já em linguagem musical as alterações que julga necessárias—, ou pode realizar alterações na fonte (*input*), alterando os valores dos argumentos do algoritmo, responsáveis por determinar as escolhas da máquina, ou ainda reescrevendo detalhes do próprio algoritmo.
- **CAC**: o grosso do processo elaborativo da composição é realizado pelo compositor. A máquina é requisitada, por cada compositor, à medida que este sente a necessidade de utilizar o potencial do computador em pontos específicos do processo composicional.

A Era Digital: Uma Explosão Colorida de Fogos de Artifício

Nesta seção do texto me proponho a lançar um olhar sobre o que significou, para o campo da composição, o processo de digitalização informática. Mais especificamente, discuto como os campos da psicoacústica, da análise, da síntese e do processamento sonoro foram profundamente afetados com esse novo paradigma de registro e representação de fenômenos físicos. Como consequência direta, o campo da composição viu novas técnicas e modalidades emergirem. Para que fique claro como se deu tal processo é necessário compreendê-lo no que há de mais essencial:

O aspecto mais espetacular da era digital está no poder dos dígitos para tratar toda a informação, som, imagem, texto, programas informáticos, com a mesma linguagem universal, uma espécie de **esperanto das máquinas**. Graças à digitalização e compressão dos dados, todo e qualquer tipo de signo pode ser recebido, estocado, tratado e difundido, via computador [Santaella, 2003, pg.70].

O processo de digitalização consiste, basicamente, em dividir uma informação analógica —“uma grandeza física que varia e evolui no tempo de maneira contínua” [Santaella, 2003] —em pequenas frações de intervalos regulares, intervalos estes determinados por um índice de amostras. Posto de outra maneira, trata-se da compartimentação de um sinal contínuo com a finalidade de representá-lo no íntimo de um sistema discreto. A grande vantagem em se operar a partir de blocos fracionados, os chamados *samples*, reside no fato de ser possível realizar operações sobre esses ínfimos detalhes constituintes dos sons —algo que era impraticável com as tecnologias anteriores ao computador. Para se ter uma noção da grandeza de precisão a que estamos nos referindo, um *sample* numa taxa de amostragem (*Sample Rate*) de 96kilo-Hertz dura 0.000010416 segundos. O acesso a um nível durativo tão diminuto do som abriu um campo de investigação aos compositores absolutamente ímpar, de proporções revolucionárias, equivalentes ao que ocorreu nos campos da biologia e da medicina quando o acesso ao nível microscópico foi viabilizado por instrumentos ópticos. O alcance das minúsculas frações em ambos os domínios, frequencial e durativo, provocou uma verdadeira *revolução molecular* na percepção dos compositores sobre a matéria-som:

O tradicional modo de pensar a música a partir dos intervalos, circunscritos a escalas numéricas e proporções em parâmetros precisos como altura e duração, é posto de lado e substituído por um modo morfológico de pensamento, em que definições precisas são suplantadas por materiais ambíguos, flexíveis e difusos. Não é difícil enxergar essas ideias pelas lentes pós modernistas, ou compará-las a um uni-

verso Einsteiniano versus Newtoniano [Dean, 2009, pg.23]

Entre a visão de que a arte tenha sido influenciada pela ciência — neste caso específico, pelos enormes obstáculos e novos paradigmas suscitados pela Mecânica Quântica, que “desafiou as noções do senso comum da materialidade dos objetos e as possibilidades de uma observação objetiva” — e a perspectiva que sugere uma influência mútua entre essas mesmas áreas, permeadas por um *ethos* comum a uma mesma época [Wilson, 2007], o fato é que a conquista do universo *micro* transformou definitivamente a percepção do homem sobre seu meio, mudando a maneira com que enxergamos e ouvimos:

Assim como o mundo quântico dos *quarks*, *léptons*, *glúons* e *bósons*, a hierarquia microsonora estava, há muito, invisível. As ferramentas modernas nos permitem ver e manipular as camadas microssônicas das quais todos os fenômenos acústicos emergem. Além dessas escalas físicas temporais, a matemática define duas fronteiras temporais ideais — o infinito e o infinitesimal — que estão presentes na teoria dos processamentos de sinais musicais [Roads, 2001, pg.3].

O compositor grego, Iannis Xenakis, foi um dos primeiros compositores a incorporar esse novo olhar sobre a matéria sonora, o que cabalmente influenciou sua poética:

Todos os sons constituem-se por uma integração entre grãos, de partículas elementares de sons, de quantas sonoros. Cada um desses grãos elementares possuem uma natureza tripla: duração, frequência e intensidade. Todos os sons, incluindo todas as variações sonoras contínuas, são concebidas como uma associação de um grande número de grãos elementares adequadamente dispostos no tempo. Portanto, todo o complexo sonoro pode ser analisado como uma série de sons senoidais puros, mesmo que as variações destes sons senoidais sejam infinitamente próximas, curtas e complexas. [...] **Um som complexo pode ser imaginado como uma explosão colorida de fogos de artifício**, em que cada ponto de luz aparece e instantaneamente desaparece sobre um céu escuro. [...] Um faixo de luz seria criado a partir de uma suficiente multiplicidade de pontos aparecendo e desaparecendo instantaneamente [Xenakis, 1992, pg.43–44].

Em outra passagem de seu livro *Formalized Music*, o compositor grego pressente as profundas mudanças que se avizinhavam à práxis da composição, fruto direto da revolução granular recém herdada da informática digital, e aceita a condição de imprevisibilidade sobre os efeitos de

tal mudança:

Quais são os possíveis limites restritivos da fisiologia psíquica humana? Quais são as manipulações mais genéricas que podem ser impostas às nuvens e suas transformações que se alinham a esses limites psico-fisiológicos? A hipótese abstrata básica, que é a construção granular de todos os sons possíveis, oferece um profundo significado a essas duas questões. De fato, dentro dos limites humanos, utilizando todos os tipos de manipulações desses cachos (*clusters*) de grãos, nós podemos ter a esperança de produzir não apenas os sons de instrumentos clássicos e corpos elásticos, e aqueles sons geralmente preferidos pela música concreta, como também perturbações sonoras com evoluções inigualáveis e inimagináveis até agora. Os fundamentos das estruturas tímbricas e respectivas transformações não terão nada em comum com o que conhecemos até o momento [Xenakis, 1992, pg.45–47].

Xenakis utiliza o termo *grão* para se referir às menores frações de dois domínios distintos e absolutamente correlatos: frequencial e durativo. Ainda que o termo *grão*, como veremos mais adiante no texto, está conceitualmente mais atrelado ao domínio durativo do tempo, pode ser utilizado também para referir-se, no campo frequencial, à senóide. Isto porque, desde que o postulado matemático, colocado ainda no século XIX (1822) pelo físico-matemático Joseph Fourier, que “afirmou que uma função arbitrária pode ser representada como uma série infinita de senos e cossenos” [Briggs and Henson, 1995, pg.4], a onda senoidal é tida como o elemento constituinte mais básico de um som.

A analogia da onda senoidal com o “átomo” ou “quanta” musical, originada da *Transformada de Fourier*, tem sua origem, portanto, antes da própria existência do computador. Mas foi no ambiente digital do computador que esse postulado ganhou sentido prático, estético e científico —o que, talvez, não seja mera coincidência, dado que, nas essências da *Transformada de Fourier* e da conversão analógico-digital que ocorre no computador, reside a constante dialética entre o *contínuo* e o *discreto*²⁹. A representação discreta de sinais contínuos é, senão a maior, uma das grandes

²⁹Corroborando com a concepção de que, de fato, estamos lidando com uma mudança de paradigma que afeta as camadas mais profundas do conhecimento humano, essa dialética entre o contínuo e o discreto transcende, e muito, o domínio da informática digital. Existem teorias recentes no campo da física quântica que trabalham com a hipótese de um Universo finito, contrariando teorias mais antigas que apontavam para a condição infinita do Universo. Segundo a *Teoria da Gravidade Quântica*, “a mecânica quântica nos diz que entre cinco e seis centímetros existe um número finito de valores possíveis de amplitude [...], portanto, a primeira lição da mecânica quântica é o limite de informação que pode existir dentro de um sistema: um limite de números de estados distinguíveis em que um sistema pode aparecer. Essa limitação sobre o infinito —essa granularidade da natureza vislumbrada por Demócrito— é a primeira questão central da teoria. O mundo é uma sequência de eventos quânticos granulares. Estes são discretos, granulares e

contribuições do computador para o campo da música:

Um dos tipos mais reveladores de análise que podem ser feitos a um conjunto de dados, ou em qualquer “sinal” que se queira, é decompor os dados de acordo com suas várias frequências. Esse procedimento é frequentemente chamado de **análise espectral** ou **decomposição espectral** e provê uma leitura diferente dos dados no **âmbito das frequências**. Essa fotografia das frequências nos informam quanto da variabilidade de dados é composta de frequências graves de onda e quanto é produto de padrões de frequências agudas [Briggs and Henson, 1995, pg.7].

Poder decompor os sons em seus elementos constituintes foi de extrema importância para o aprofundamento do conhecimento sobre o fenômeno sonoro. A *Transformada de Fourier* foi determinante para o desenvolvimento da música por computador, uma vez que foi o método computacional adotado para realizar a decomposição do espectro dos sons, decomposição esta que já estava em curso por meio da manipulação de objetos sonoros por meios analógicos³⁰.

Duas são as principais modalidades de FT (*Fourrier Transform*), a saber: a DFT (*Discrete Fourier Transform*) e a FFT (*Fast Fourier Transform*). Não há praticamente nada no âmbito da música digital que não passe por estas duas variações mais aplicadas da Transformada de Fourier:

A medição espectral [é] um dos elementos-chave, junto com a filtragem digital, do processamento de sinais digitais. Essas são as poderosas ferramentas com as quais os sons musicais podem ser talhados, bajulados, persuadidos e acariciados, como nunca antes, pelo poder do computador em **transformar abstrações matemáticas em resultados audíveis**³¹ [Moore, 1990, pg.62].

A observação do autor Richard Moore não poderia ser mais pertinente para introduzir os assuntos abordados nas próximas duas seções do texto, pois coloca no centro da discussão o fato de todas as operações realizadas nos bastidores computador serem de uma grandeza só: matemática.

individuais” [Rovelli, 2014, pg.111-12]. Isso nos sugere que estejamos, nós, humanos, passando por uma mudança que opera em camadas muito mais profundas e sutis, uma revolução epistemológica de mesma grandeza das transições entre macro-períodos históricos como da Idade Média para o Renascimento, do Classicismo ao Romantismo e assim sucessivamente.

³⁰Esse aspecto foi claramente realçado por Stockhausen quando, de modo retrospectivo, abordou em conferência realizada em Londres em 1971, os *quatro critérios da música eletrônica*: 1º a estruturação unificada do tempo; 2º a decomposição do som; 3º a composição espacial de múltiplas camadas; 4º igualdade entre som (de altura definida) e ruído.

³¹Spectrum measurement [is] one of the key elements (with digital filtering) of digital signal processing. These are the power tools with which musical sound may be hewn, cajoled, coaxed, and caressed as never before by the power of computers to turn mathematical abstractions into audible results.

Análise Espectral, Síntese e Tratamento Sonoros: Três Lados de Uma Mesma Moeda

Havia, por parte do compositor e pesquisador, Pierre Schaeffer, uma intuição e uma intenção ao propor o conceito de *escuta reduzida*: a de criar um método de análise objetivo, capaz de extrair informações igualmente objetivas, contidas nos sons. Como discutimos anteriormente na seção 1.2.3, segundo o método de Schaeffer, seria possível atingir este objetivo a partir de uma escuta seletiva (ou reduzida), que deveria excluir tudo o que havia de extra-sonoro no som. Surge, então, na essência do método, uma contradição insolúvel: a busca por dados objetivos a partir de um filtro (escuta) subjetivo —o que é falível por natureza.

Somente com o advento do computador essa contradição pôde ser superada e os campos da psicoacústica e da análise puderam, genuinamente, se desenvolver. Como observa o compositor Jean-Claude Risset:

No GRM, a escuta reduzida acessava os objetos sonoros, classificava-os, sem verdadeiramente analisá-los, tornando explícitas suas estruturas objetivas. Ao passo que com a síntese por computador, compreendia-se a estrutura dos sons pela própria construção dos mesmos, e nós experimentávamos, ouvindo-os em seguida. Era possível, então, realizar experimentos relativos à relação entre o som “construído” e o som “percebido”, entre seus parâmetros objetivos e os efeitos perceptivos. [...] Quando se compara visualmente dois espectrogramas e percebe a diferença entre dois timbres, ainda não é possível ter certeza sobre o que realmente causa a diferença. Mas com a síntese, ao modificarmos um ou outro aspecto de um som, tem-se a prova do que está afetando sua percepção [Meston and Risset, 2011, pg. 36]

Os espectrogramas, ou sonogramas, aos quais se refere o compositor Risset, nos permitem enxergar a distribuição energética dos sons. Eles são capazes de representar as três dimensões de um fenômeno sonoro —duração, frequências e amplitude— numa tela plana, de duas dimensões, valendo-se de uma escala de cores e contraste de luz para representar o parâmetro da amplitude (mais escuro = menos intenso; mais claro/brilhante = mais intenso).

Poder observar o comportamento dos parciais de um som no decorrer do tempo foi uma conquista, evidentemente, indispensável para o campo da análise e da psicoacústica, e, confirmando o postulado aqui proposto —que afirma que cada novo aparelho inventado incita a criação de novas modalidades artísticas³²—foi determinante para a aparição, na década de 1970, de uma nova abor-

³²Não se trata, aqui, de fazer uma apologia cega de toda e qualquer nova tecnologia. Sabemos que todo novo

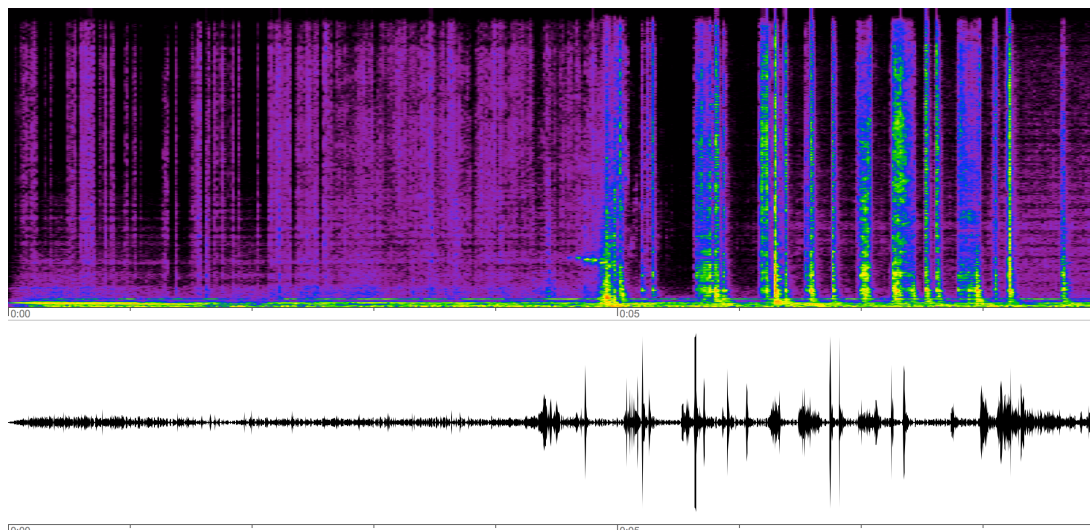


Figura 1.6: Exemplo de representações imagéticas de um som: sonograma (acima) e representação de onda (abaixo)

dagem de composição, a saber, a Música Espectral. O procedimento introduzido pelos compositores Tristan Murail e Gérard Grisey, pioneiros e principais figuras do movimento, consistia, basicamente, em extrair informações do espectro dos timbres/sons por meio de análises computacionais que, subsequentemente, lhes serviriam como matéria-prima para orientar suas escritas instrumentais.

Existem diferentes métodos de análise espectral, cada qual revelando aspectos de um som (conjunto de dados) —priorizando informações em detrimento de outras. Além das diferenças entre métodos, há também diferenças entre resultados de um mesmo método, pois que é possível alterar, a cada análise, valores dos argumentos (*input*) dos algoritmos de análise. Portanto, a análise realizada por computador, mesmo sendo absolutamente objetiva, preserva resquícios de subjetividade em seu processo, uma vez que é imprescindível a participação de um sujeito —que determina, a partir de suas escolhas estéticas, o que adquire relevância dentre as informações espectrais de um som.

Por essa razão, a análise espectral tem sido amplamente utilizada para fins criativos. Um exemplo do uso da análise espectral visando a elaboração de materiais inéditos, é o procedimento de *ressíntese*, técnica elaborada pelos compositores espectralistas e que evidencia a interdependência entre as operações de síntese, processamento e análise espectral em ambiente digital:

Uma outra observação útil que podemos fazer diz respeito ao potencial de utilização de técnicas de **transformações espectrais** para ambos os campos, da **análise** e da **síntese**. O resultado (output) de uma operação de síntese pode ser idêntico ao sinal de entrada (in-

recurso tecnológico traz aportes inovadores e instigadores mas deixam para trás qualidades inerentes e exclusivas dos aparelhos mais antigos. No entanto, dentro da abordagem computacional, vemos aqui que essa abordagem espectral abriu um horizonte no campo da composição, que nos leva a realçar sua importância dentro desse contexto.

put) fornecido para a fase da análise; isto é, a transformação inversa essencialmente desfaz o que a transformação faz. **Não há nada que nos impeça de modificar o espectro, de alguma maneira interessante, antes de ressintetizar a onda sonora.** Por exemplo, poderíamos filtrar uma onda sonora multiplicando seu espectro por alguma resposta de frequência desejada, ou poderíamos modificar as fases dos componentes espectrais de alguma forma desejada [Moore, 1990, pg.95].

A *ressíntese* de fato envolve os três procedimentos —análise espectral, processamento e síntese sonoros —, divididos em três etapas:

1. Análise (discretização digital) do espectro.
2. Alteração dos dados extraídos da análise.
3. Síntese do novo som criado a partir dos dados alterados.

Esse novo modelo de síntese, a bem da verdade um meio-caminho entre o tratamento e a síntese propriamente dita, e que depende da existência de um outro som e de processos satélites anteriores à própria síntese, soma-se a outras modalidades de síntese e processamento sonoros que emergiram em contexto digital. Essas novas técnicas não mais se encaixam nas duas categorias clássicas de síntese e processamento.

Centralizando as Operações

Antes do surgimento do computador, os dois principais paradigmas de elaboração sonora, a síntese e o tratamento, já eram realidades. Os compositores ligados aos estúdios de música eletroacústica das décadas de 1950-60 detinham conhecimentos especializados no assunto, sustentavam uma prática que estabeleceu os fundamentos da modalidade eletroacústica. Peças como *Studie I* e *Studie II*, ambas de K. Stockhausen, e *Scambi*, do compositor belga Henri Pousseur³³, foram construídas a partir dos dois primeiros métodos de síntese, nomeadamente, a *síntese aditiva* (sobre-

³³Essa peça de 1957, é um marco na história da música eletroacústica, pois foi a primeira composição acusmática a utilizar estratégias de permutação entre estruturas previamente elaboradas, isto é, a primeira peça a incorporar a essência do conceito de *Obra Aberta*, ou forma mobile, no âmbito eletroacústico.

posição de sons senoidais) e a *síntese subtrativa* (filtragem de bandas de ruídos). A peça *Orphée*, da dupla de pioneiros da música concreta, Pierre Schaeffer e Pierre Henry, é um exemplo dos métodos de tratamento sonoro existentes naquela época.

Como já constatamos, a inclusão do computador no processo de elaboração de sons fez apenas ampliar ambos os campos, da síntese e do processamento sonoros, desvinculando-os das limitadas operações sobre a fita magnética e o magnetofone e inserindo-os num contexto muito mais amplo e abstrato: o ambiente digital. Diversos métodos de síntese e tratamento foram surgindo simultaneamente ao desenvolvimento das capacidades computacionais e junto à própria compreensão e aprimoramento, por parte de compositores e programadores, acerca das idiossincrasias do contexto digital.

Do primeiro programa criado para fins musicais (MUSIC N em 1957) aos dias atuais, portanto pouco mais de 60 anos depois, inúmeras ferramentas (*softwares*) foram criadas. Definitivamente não daríamos conta de apontar cada uma delas e as respectivas consequências que trouxeram ao campo da composição—pois que cada *software* oferece, de fato, uma quantidade significativa de operações, e estas são, muitas vezes, dignas de aprofundamentos sobre seus efeitos na epistemologia da composição musical. Isso só mostra a versatilidade e potência impressionante dessa meta-máquina—que comporta infinitas variações (submáquinas), cumpridoras de n tarefas—que veio a se tornar o computador.

Dentre estas inúmeras inovações no campo da música digital, situam-se alguns métodos de síntese e processamento sonoros que julgamos ter sido de extrema relevância para o campo da composição, não somente pelos produtos estéticos que estas técnicas viabilizaram mas, sobretudo, pela ampliação de consciência que promoveram sobre o fenômeno do *som*. Abordaremos estas modalidades a seguir, mas antes, voltando às dependências do *Bell Labs*, cenário da fase inicial do relacionamento entre compositores e computadores, foi logo no início da década de 1960 que alguns compositores foram convidados a fazer parte da equipe de profissionais do laboratório com o objetivo de auxiliarem os cientistas a desenvolverem ferramentas para fins artísticos e comerciais. Max Mathews liderava a equipe dedicada ao desenvolvimento da *Computer Music*. No seu clássico texto de 1963, *The Digital Computer as a Musical Instrument*, Mathews retrata um panorama da época:

Um grande número de composições foram produzidas por computador. Elas variam entre músicas do século XVI à música dodecafônica; de músicas clássicas a populares; de composições sérias realizadas por compositores profissionais a experimentos acústicos promovidos por

psicólogos; de peças formadas inteiramente por tons convencionais a peças formadas inteiramente por ruídos aleatórios. Uma vantagem incrível é a precisão do computador. Efeitos são reprodutíveis exatamente. Efeitos bem complexos, como vibratos e tremolos simultâneos e sincrônicos de duas notas, podem ser obtidos. Padrões rítmicos exatos, como sete notas de uma voz contra cinco notas de outra voz, são tão fáceis de se produzir quanto qualquer outra sequência de notas. Acordes podem ter suas notas transformadas frequencialmente com glissandos enquanto as razões entre frequências de suas diversas vozes são mantidas. O computador é, também, muito flexível. Quando esforços são suficientemente gastos para o fornecimento de especificações para as unidades-instrumento, praticamente qualquer efeito sonoro pode ser produzido, desde que a forma de onda do som possa ser descrita [Mathews, pg. 555].

Duas constatações estavam postas, portanto, já no início da década de 1960:

- O computador poderia, de fato, vir a ser um potente parceiro dos compositores quando incorporado ao processo criativo.
- O compositor conseguiria criar o som que desejasse na máquina desde que conseguisse “fornecer as especificações” necessárias e nos termos do computador.

De fato, essa maneira inédita de se relacionar com o universo sonoro —qual seja, a partir da manipulação indireta, sempre via a matemática, sobre blocos microtemporais de sons, se valendo da lógica algorítmica para transmitir as instruções ao computador —, como já pontuamos, exigiu (e exige) a construção de um *know-how* específico por parte do compositor, que lhe servirá tanto para a apreensão das técnicas preexistentes—projetando a manipulação consciente sobre essas técnicas e, possivelmente, ampliando-as ao criar variações dessas técnicas —, quanto para a concepção de novas modalidades de síntese e tratamento sonoros. John Chowning problematiza essa questão:

Com a eliminação das limitações na produção do som, não obstante resta ainda uma enorme barreira que o compositor deve superar a fim de fazer uso de todo esse potencial. Essa barreira é a falta de conhecimento—conhecimento que é necessário para que o compositor consiga instruir efetivamente o computador durante o processo de síntese. Em alguma medida, esse conhecimento técnico está relacionado a computadores; isso é razoavelmente fácil de adquirir. Mas tem a ver sobretudo com a descrição física e a percepção correlata

dos sons [Chowning, 1996a].

Esse *gap* que existe entre o som-que-se-imagina e o som-sintetizado pelo computador apresenta-se como um problema análogo ao que acontece com a música instrumental, quando se tenta transmitir uma estrutura musical elaborada mentalmente pelo compositor, representada em linguagem musical, escrevendo-a na notação musical que servirá de instrução a um ou mais intérpretes.

O norte-americano James Tenney, primeiro compositor a integrar a equipe de Mathews, permaneceu no laboratório entre 1960 e 1964 e compôs uma das primeiras composições inteiramente sintetizadas pelo computador—*Analog n^o1 (Noise Study)*. Sobre o método de sintetizar uma composição inteiramente pelo computador, Tenney relata, em texto publicado nesse mesmo período, quão difícil era a tarefa de “dar uma instrução precisa e objetiva sobre como construir um som imaginado ou desejado, mesmo quando esse som é familiar ao ouvido” [Tenney, 1963, pg. 25]. Mesmo com os grandes avanços no campo da informática, o método de sintetizar, precisamente, um som continua a ser um desafio para compositores ainda hoje, mais de sessenta anos depois da constatação feita por Tenney.

Ainda assim, apesar das dificuldades em se descrever detalhadamente os sons, em linguagem adequada, para que o computador conseguisse produzi-los, Tenney pontuava as vantagens em se utilizar o computador digital, já naquela época, para elaborar composições, sobretudo quando comparado à metodologia dos estúdios que ainda se valiam do magnetofone para composição das peças:

Outra vantagem óbvia em se utilizar o computador para gerar sons musicais é o fato de o processo ser automático. Isto é, uma composição inteira pode ser gravada em fita sem que haja nenhum recorte, edição, ajuste de andamento, mixagem etc. Na verdade, nenhuma operação manual é necessária por parte do compositor [Tenney, 1963, pg. 26].

Essa vantagem constitui-se, verdadeiramente, outra revolução no processo escritural eletroacústico. A centralização das operações de síntese, processamento, gravação, edição e reprodução sonoras num mesmo ambiente—o computador—, foi fundamental para a viabilização e desenvolvimento da modalidade. Para se ter a dimensão de quão transformadora foi essa mudança, peguemos como exemplo o relato do compositor Karlheinz Stockhausen sobre o processo de montagem da peça *Kontakte*:

Em algumas seções de KONTAKTE, tive de emendar tudo à mão, o

que é um trabalho inacreditável. Imagine, trabalhei na última seção de KONTAKTE, que começa por volta de 23 minutos 00 segundos ou 24 minutos 00 segundos, junto com Gottfried Michael Koenig, no estúdio 11, no terceiro andar da Rádio de Colônia, por **três meses**. E quando estava completamente pronta, emendei junto com as seções anteriores, escutei, fiquei pálido, deixei o estúdio e fiquei totalmente deprimido por um dia inteiro. Voltei na manhã seguinte e anunciei a Koenig que tínhamos de fazer **tudo de novo**. Quero dizer, ele quase desmaiou. [...] tivemos de editar toda a seção novamente, emendando centenas, até milhares, de pequenos segmentos de música. Essa técnica mosaica era extraordinariamente difícil, sobretudo porque era possível ouvir o resultado apenas no fim do processo [Maconie, 2009, pg. 106-107].

Emancipação do Timbre: Programando Leis Físicas Arbitrárias

Outros dois compositores que aliaram pesquisas científicas à produção estética nas dependências do laboratório Bell foram Jean Claude Risset e John Chowning. O primeiro foi responsável por uma das mais importantes pesquisas em relação ao comportamento dos parciais de sons de instrumentos acústicos. Sua contribuição permitiu o diagnóstico de que o computador seria o mais importante meio para a construção de sons inauditos:

O potencial sonoro de um instrumento qualquer é vasto, porém limitado —os parciais responsáveis por formar o timbre de um instrumento podem ser alterados apenas parcialmente por técnicas de interpretação e dispositivos como surdinas. Um clarinete e um violino podem tocar a mesma nota na mesma intensidade e mesma duração, mas eles não podem ser transformados a ponto de terem o mesmo espectro no tempo —a frequência e a intensidade de um parcial de um instrumento estão confinadas dentro dos limites definidos por suas próprias características e pelas propriedades físicas do intérprete. [Jean Claude] Risset percebeu por meio de suas pesquisas sobre o timbre que ao se criar timbres complexos que soavam natu-

ralmente por meio da soma de vários sons senoidais (sons puros), nas quais cada som senoidal pode ter seu próprio controle independente sobre os parâmetros da intensidade e frequência por meio do tempo, ele libertou o timbre de qualquer limitação física. Ele conseguiria produzir sons que não poderiam existir no mundo natural [Chowning, pg. 5].

A pesquisa em torno do comportamento dos parciais dos sons resultou numa nova compreensão do que é, de fato, o timbre. Antes concebido como um parâmetro do som —em equivalência aos outros parâmetros tradicionais da altura, duração e intensidade —, o timbre passa a ser encarado como resultante do entrecruzamento de vários parâmetros:

Ao contrário do que vemos nos livros de acústica, afirmamos que o som possui como parâmetros específicos a *altura*, a *intensidade* e a *duração*, e que o *timbre não constitui um parâmetro do som*, mas consiste antes na *resultante dos demais parâmetros inter-relacionados entre si*. E mais: os parâmetros distintos do som estão inseridos tanto no nível macroscópico do som, com relação à sua globalidade, quanto em sua estruturação microscópica. Serão, em síntese, as alturas dos parciais, suas amplitudes, suas durações e suas respectivas evoluções no tempo (seus comportamentos dinâmicos, diretamente associados à evolução no tempo de suas amplitudes) que, juntas, constituem aquilo que designamos por *timbre* resultante de um determinado som [Menezes, 2004, pg.95].

É importante a ressalva de que o próprio formato do corpo físico de um instrumento musical (se ele é cilíndrico, retangular etc.), o material com o qual é produzido (tipo de madeira, densidade do metal etc.), a maneira com que o músico toca seu instrumento (com os dedos, soprando, com arco, baquetas etc.), são, igualmente, variáveis dessas equações definidores do timbre, constituindo elementos que orientam o comportamento das ondas produzidas.

Essa nova compreensão do que é o *timbre* abriu precedente para um novo paradigma de síntese, a saber, a *modelagem física*. Tal método de síntese surge em 1971, mesmo ano que a técnica de síntese FM (*frequency modulation*). A síntese por modelagem física “parte de descrições matemáticas sobre o comportamento de ondas sonoras e corpos físicos (como cordas, membranas e tubos) para a criação de sinais musicais” [Figueiredo, 2018]. Os algoritmos simulam, em ambiente digital, os corpos físicos dos instrumentos, os modos de interação com os mesmos, e o comportamento das ondas sonoras. Segundo Jean-Claude Risset,

apesar das dificuldades, a [síntese por] modelagem física possui grandes virtudes. O modelo é controlado por meio de parâmetros físicos como, por exemplo, comprimento, tensão e rigidez de uma corda, que tendem a ser muito mais básicos e intuitivos do que parâmetros de processamento de sinal, como os envelopes de componentes ou os índices de modulação. De fato, as experiências iniciais com síntese sonora mostraram que os timbres tendem a ter uma maior identidade quando o ouvinte consegue plausivelmente atribuí-lo a um processo específico de geração acústica —bater, raspar ou soprar— ainda que não haja batidas, raspagens ou sopros dentro de um programa de computador [Risset and Wessel, 1982, pg.132].

Um dos aspectos mais interessantes deste método, sob a perspectiva da composição, talvez não esteja naquilo que foi sua *raison d'être*, isto é, a compreensão e conseqüente reprodução (imitação) dos sons de instrumentos acústicos convencionais, mas especialmente na possibilidade de simular corpos e respectivos modos de interação impossíveis de existirem no plano fenomenológico:

A síntese por modelagem física claramente não se limita a sons acústicos conhecidos, pois pode-se dar valores irrealistas aos parâmetros físicos, variando-os de maneiras que não são viáveis em dispositivos acústicos reais e até mesmo *programando leis físicas arbitrárias*.

O método da síntese por modelagem física não padece de contradições terminológicas, está em acordo ao que, classicamente, define-se por síntese. O mesmo não se pode dizer dos próximos dois métodos de síntese que abordaremos, a saber, a *síntese cruzada* e a *síntese granular*. Isto ocorre pelo fato de ocuparem uma categoria —como ocorre com a técnica da *ressíntese*— que se situa a meio caminho entre a síntese e o tratamento sonoro: a **síntese baseada em amostras** (*sample-based synthesis*).

Faz-se necessário, para uma melhor compreensão do que significa essa nova modalidade de síntese, relembrar o que diferencia, conceitualmente, as duas macro-categorias—síntese e processamento. Historicamente, um som criado via processamento é produto de transformações espectrais de um som-fonte previamente constituído e armazenado em suporte. A própria noção de *processamento* está diretamente associada à de transformação, o que torna imprescindível a existência de algo previamente pronto, o objeto a ser transformado. Já o som sintético, este deve ser construído do zero, isto é, sem qualquer dependência da existência de um outro som. A rigor, um som sintetizado vale-se, como matéria-prima, da energia elétrica. Isso é verdadeiro em contextos analógicos,

como no caso dos aparelhos utilizados nos estúdios de música eletrônica da década de 1950, e em contextos digitais (computadores, sintetizadores, e assim por diante).

Com a criação da linguagem informática digital—em que sons, cores e imagens são convertidos em números, mais especificamente em dígitos 0 e 1—, os procedimentos sobre o material sonoro acontecem por meio de cálculos envolvendo os números que representam esses sons e imagens. Os algarismos, zeros e uns, que constituem os *bits* e são os responsáveis por controlar o fluxo de energia, cortando-a (0) ou deixando-o transitar (1) pelos circuitos eletrônicos do computador.

Nesse contexto, as margens que delimitam os campos de síntese e processamento sonoros tornam-se absolutamente turvas, posto que as diversas operações de síntese e processamento sonoros, à luz do computador, são, como já pontuamos, de uma mesma espécie: operações numérico-matemáticas. E não são raras as vezes em que sons inéditos e de extremo interesse estético resultam de operações básicas e simples, tais como soma/subtração e multiplicação/divisão.

É nesse contexto que emergem os diversos tipos de síntese baseada em amostras, que estariam a meio caminho entre os conceitos de síntese e processamento, porque necessitam de um som previamente elaborado, como no caso do processo de tratamento sonoro. Por outro lado, ainda são, genuinamente, modalidades de síntese, pois criam novos sons a partir da recombinação de elementos constituintes de um som-base. Este som-base não está sofrendo nenhuma transformação; seu papel é apenas o de fornecer os “tijolos” para a construção ou *síntese* do novo som. Posto de outra maneira, o que diferencia esse novo modelo de síntese do modelo clássico é uma questão de conteúdo ou *o que* é utilizado como matéria prima: na síntese clássica temos como fonte de criação a energia elétrica; na baseada em amostras, os blocos de amostras (*samples*) dos sons. As modalidades de síntese baseadas em amostras diferenciam-se do conceito de tratamento sonoro essencialmente por uma questão de método: ao invés de criar um novo som por meio da transformação do espectro de um som-fonte, engendra um novo som a partir dos elementos constituintes deste mesmo som-fonte.

A segunda modalidade de síntese baseada em amostras que abordaremos é o da *síntese cruzada* (ou *cross synthesis*). Para realizá-la, são necessários dois sons, duas fontes de informações que serão “cruzadas”: um dos sons servirá como base para a aplicação dos dados espectrais do outro. Operacionalmente o método é simples: realiza-se a análise dos dois sons via STFT (*Short-Time Fourier Transform*); anula-se o envelope espectral do som que se quer modular, dividindo cada *frame* do som pelo próprio valor/*frame* de seu envelope, e, em seguida, aplica-se, a este mesmo som, numa simples operação de multiplicação, os valores do envelope espectral extraído do outro.

Do ponto de vista da composição, tal procedimento é uma poderosa ferramenta para criar variações de materiais, mantendo, assim, a coerência e a possibilidade de estabelecer associações (memória) entre materiais de uma peça. Diferentemente de um procedimento de simples sobreposição de dois elementos (tocando dois sons simultaneamente, por exemplo), ou da fragmentação e subsequente intercalação de fragmentos de dois sons, com esse tipo de procedimento é possível cumprir a mesma função dos procedimentos anteriores, preservando características dos dois elementos, mas manifestando-se ao ouvinte como uma só —e autônoma— entidade sonora.

Outra possibilidade composicionalmente interessante, que confunde-se, aliás, com a própria origem da técnica e a noção do que é a síntese-cruzada, é a interpolação entre dois sons. Trata-se de um procedimento modulatório, isto é, uma transição entre um estado (som 1) a outro (som 2) que é percebido no tempo, e cuja fase intermediária seria o ápice do cruzamento de informações entre os dois sons.

Há Muito Espaço lá Embaixo

34

Valendo-se da condição discreta, isto é, descontínua de representação dos sons em ambiente digital, torna-se possível, como destacamos antes, o acesso a microintervalos de tempo, verdadeiros *grãos sonoros*. Convencionou-se que um evento sonoro dessa estreiteza teria entre 0.001 a 0.1 segundos (ou entre 1 e 100 milissegundos), algo próximo aos limites da percepção auditiva humana [Roads, 2001, pg.86]. É importante a compreensão de que a próxima modalidade que abordaremos de síntese, a *síntese granular* (bem como outros tipos de síntese baseados em amostras), não opera com amostras individuais—que, como já mostramos, teriam duração de 0.0000226757 segundos numa taxa de amostragem de 44.1kHz ou 0.000010416 segundos numa taxa de amostragem de 96kHz—mas sim em ajuntamentos de amostras, blocos de 64, 128, 256, 512, 1024 ou 2048 amostras, dependendo do tamanho da janela estipulada pelo usuário³⁵.

³⁴Referência à frase utilizada pelo físico teórico norte-americano, Richard Feynman, que, em 1959, provou ser possível manipular os átomos individualmente, numa palestra intitulada “Há muito espaço lá embaixo”.

³⁵O conceito de grão sonoro surge concomitantemente à técnica de síntese granular, mas a técnica aparta-se do conceito quando o método de síntese granular é utilizado valendo-se de fragmentos de sons com durações bastante maiores que as dos grãos. A técnica continuou com o mesmo nome mesmo prescindindo do uso do grão, e o conceito

Portanto, os grãos aos quais nos referimos têm durações variáveis que dependem, basicamente, de dois fatores: (1) taxa de amostragem (*sample rate*); (2) tamanho da janela (*window size* ou bloco). Alguns algoritmos, como veremos no segundo capítulo—momento do texto em que exemplifico algumas abordagens de síntese granular utilizadas durante a composição das peças—, são mais flexíveis e aceitam, inclusive, os valores dos grãos na medida durativa dos segundos, e não mais conforme o tamanho das janelas.

Embora a técnica de *síntese granular* tenha se difundido realmente apenas ao final da década de 1990 —quando os microprocessadores comuns dos computadores pessoais já detinham capacidade para produzir várias camadas de grão em tempo real [Roads, 2012] —, o conceito de síntese granular já estava formulado no final da década de 1950. Os compositores Stockhausen e Xenakis realizaram algumas experiências, ainda no domínio analógico, com pedaços ínfimos de fita magnética:

Xenakis demonstrou pela primeira vez a síntese granular em sua composição **Analogique B** (1959). Isso foi realizado gravando sons senoidais em fita magnética, cortando a fita em centenas de pedaços minúsculos, e em seguida recombinação estes pedaços, emendando manualmente de acordo com uma partitura gerada estocasticamente [Roads, 2012].

Xenakis concebeu, à mão, ainda no meio analógico e circunscrito a um tempo biológico, o que, décadas mais tarde, seria realizado algorítmicamente numa velocidade quase instantânea por computador: a criação de sons (síntese) a partir da junção de inúmeros grãos extraídos de um som de base, fosse este som produto também de uma síntese, ou de um registro fonográfico. Tal como a *síntese cruzada*, que configura-se como um macro método com diferentes subcategorias, “dependendo das capacidades do algoritmo granulador, uma grande variedade de procedimentos pode ser gerada. Os sons resultantes podem ter muitas vezes mais a duração do som original de entrada” [Roads, 2012] e podem assumir um caráter espectro-morfológico completamente díspar do som-fonte. Sons contínuos, lisos, tônicos, podem servir para a criação de uma textura de ataques extremamente curtos e ruidosos, e o contrário é igualmente viável: sons de caráter percussivo podem, por sua vez, ter seus blocos de construção reorganizados de maneira a criar um *som-drone*, isto é, um som com fase de sustentação extremamente alongado, fruto da reprodução contínua de um mesmo grão.

de grão permanece para descrever os microintervalos durativos dos sons.

Existem inúmeras operações possíveis de se aplicar aos grãos. Discutiremos algumas dessas possibilidades no segundo capítulo, quando serão discutidos alguns *patches* de síntese granular amplamente utilizados para produzir materiais para as composições elaboradas durante o Mestrado. Por ora, entretanto, fiquemos com a divisão da síntese granular tal como proposto pelo compositor Curtis Roads, em duas grandes categorias:

- *síntese granular sincrônica* (SGS): emite uma ou mais correntes de grãos em que os grãos sucedem uns aos outros em intervalos regulares.
- *síntese granular assincrônica* (SGA): espalha os grãos sobre uma duração especificada no interior de regiões determinadas no plano frequência/tempo [Roads, 2012].

A conquista do nível microacústico e a possibilidade de sintetizar novos materiais sonoros a partir da recombinação desses grãos sonoros foram acontecimentos que interferiram decisivamente na práxis composicional da música eletroacústica, a ponto de aparecer como elemento fundamental da poética de alguns compositores importantes. O compositor argentino Horácio Vaggione dedicou boa parte de sua vida à pesquisa e produção artística nesta área. “Começou seus experimentos com SGC (*som gerado por computador*) em 1970.[...] Desde o início, explorou uma estética musical baseada numa fábrica de eventos de durações curtíssimas espalhados no tempo” [?, pg.296]. A essa nova abordagem, Vaggione deu o nome de *Estética da Descontinuidade*. Praticamente todas as suas peças possuem técnicas granulares como procedimento preponderante. *Octour* (1982), *Fractal A* (1983), *Tar* (1987) e *Ash* (1989) são alguns exemplos da importante contribuição de Vaggione para esse campo.

O Apogeu das Operações da *Musique Concrète*: o Processamento Sonoro em Ambiente Digital

O [universo] digital adicionou possibilidades específicas, mas não uma reviravolta fundamental^a

^aLe numérique a ajouté des possibilités spécifiques, mais pas un bouleversment fondamental

Michel Chion [Chion, 2017]

Tal como sucedeu com o campo da síntese, houve uma explosão de modalidades de tratamentos ou processamentos sonoros em ambiente digital. Seria tarefa impossível nomear cada inovação nessa área. Faremos apenas algumas constatações gerais sobre os efeitos do computador como meio de operar transformações espectrais nos sons, domínio este que possui raízes na Música Concreta francesa:

No momento em que a gravação digital se tornou viável, a edição, mixagem e processamento sonoro encontraram um novo ambiente e os métodos da *música concreta* puderam se transferir para os estúdios de música computacional. O processamento de sinais digitais em *softwares* de computador provocou o desenvolvimento de muitas técnicas novas para transformação sonora, que na esfera analógica teria sido impraticável ou inferior em qualidade. Por exemplo, o *phase-vocoder*, uma ferramenta destinada à análise e ressíntese no domínio das frequências, viabilizou a operação, em altíssima qualidade, de estiramento temporal (*time stretching*) sem a mudança de alturas, e *vice versa* [Keislar, 2009, pg.21].

Como já pontuamos no momento em que discutíamos as possibilidades da *síntese por modelagem física*, é absolutamente viável subverter as leis da física às quais estamos, inexoravelmente, sujeitos no plano fenomenológico, no ambiente digital. Uma das grandes conquistas para o domínio do processamento sonoro, foi a possibilidade de criar situações que seriam impossíveis de reproduzir no plano real—como acontece no exemplo utilizado pelo autor da citação anterior em relação ao estiramento ou a compressão temporais.

Essas transformações espectrais, que se davam por meio da compressão e estiramento durativo de um som, estavam diretamente condicionados à velocidade de leitura da mídia (disco ou fita magnética). Isso era tão verdadeiro para o fonógrafo quanto para o magnetofone: quanto mais

lenta a velocidade de leitura da mídia, mais grave o conteúdo originalmente gravado soava, e *vice versa*. Acontece que, em ambiente digital, esses parâmetros podem ser dissociados. É perfeitamente possível estirar o som preservando suas informações frequenciais; ou, ao contrário, é possível comprimir o som e deixá-lo, simultaneamente, mais grave. Enfim, todas as combinações entre esses dois parâmetros, altura e duração, podem ser realizadas com independências desses parâmetros.

Os principais métodos de processamento sonoro herdados da música concreta, a saber, compressão e estiramento, leitura em sentido reverso, repetição de fragmentos ou laços de fita (*boucles* em francês; *loops* em inglês), efeito de reverberação, entre outros, são operações amplamente utilizadas ainda hoje, são métodos de transformação espectral que continuam a ter sua validade estética em contexto eletroacústico. Pois além de romper com as relações causais inerentes às manipulações com a fita magnética, como no caso abordado no parágrafo anterior, o computador ampliou sobremaneira as possibilidades de processamento espectral de outras duas maneiras:

- Fusão entre métodos
- Corrente de métodos

A *fusão* entre métodos ocorre quando há interdependência entre duas operações, como acontece, por exemplo, numa função em que há a imbricação entre um *delay* e um transpositor de alturas (*pitch shifter*). Um *delay* é um efeito em cuja essência reside um processo de iteração, isto é, de repetição de um mesmo procedimento. No caso específico do *delay*, esse processo consiste no envio do sinal (som) à saída (*output*) ao mesmo tempo que o reenvia à sua própria entrada (*input*). Quando se incorpora um transpositor de alturas (*pitch shifter*) no bojo desse processo iterativo, é possível realizar uma transposição do sinal a cada vez que ele é reenviado para sua entrada, resultando, assim, numa sequência de um mesmo som transposto a partir de um padrão estipulado pelo usuário. Portanto é possível estabelecer uma espécie de embricamento (*interlock*) entre dois ou mais métodos de transformação espectral.

Outra maneira de mesclar procedimentos de alteração espectral seria criando uma *corrente*, uma cadeia de efeitos que processam um único som, numa única sequência de operações. A diferença entre esse tipo de mistura de efeitos para a *fusão* entre eles residiria no fato de acontecer sequencialmente e independentemente um após o outro, isto é, o sinal de saída do sinal anterior serve como sinal de entrada para o seguinte, e assim sucessivamente.

Evidentemente que, ao operar sucessivas transformações espectrais, inclusive de diferentes ordens, a um mesmo som, este acabará por tornar-se tão diferente de seu aspecto original que

impossibilitará o estabelecimento de qualquer associação por memória entre o som original e o resultante. Mais do que isso, é possível criar sons que não se assemelhem em nada com os sons concretos: sons tão abstratos e desconectados da realidade acústica mundana que se aproximam das características dos sons sintéticos. Tal possibilidade de operar transformações tão radicais a ponto de transfigurar um som, deixando-o irreconhecível quando comparado à seu aspecto original, criou uma situação importantíssima para o campo da composição: estabeleceu uma zona de incerteza sobre os métodos de elaboração sonora, pois impossibilita o ouvinte a afirmar com precisão quando um som é sintetizado ou derivado de um processamento sonoro. Com isso, “o processamento digital de áudio embaçou as linhas entre sons naturais e sintetizados” [Keislar, 2009, pg.21], estabelecendo uma ponte entre os sons reconhecíveis e os sons produzidos artificialmente, e criando, desta maneira, um *continuum* entre os três métodos de elaboração sonora: a gravação, o processamento e a síntese sonora.

Ugens: a Imoralidade Instituída

As *unidades geradoras* são, fundamentalmente, funções matemáticas que possuem argumentos (*entradas*) que aceitam uma quantidade finita de valores possíveis responsáveis por controlar os parâmetros e consequentes resultados (*saídas*) dessas *Ugens*, ou dessas funções. Se adicionarmos o fator *tempo* às funções, os argumentos aceitam sequências de números (sinais). Quando o criador do programa MUSIC N, Max Mathews, concebeu as Unidades Geradoras (*Ugens*), que seriam, por definição, “módulos processadores de sinais tais como osciladores, filtros, amplificadores, que podem ser interconectados para formar instrumentos de sínteses ou *patches* que geram sinais de sons” [Chowning, 1996b, pg.89], talvez não imaginasse como essa lógica ganharia sentido —como acontece com as atuais capacidades de processamento e armazenamento dos computadores modernos —quando fosse possível o funcionamento simultâneo de centenas de UGens em tempo real. Essa condição viabilizou a emergência de inúmeras variações de operações de síntese e processamento sonoros por *modulação entre sinais*.

Consideremos, a título de exemplo, uma onda senoidal. Uma *unidade-geradora-oscilador* teria necessariamente quatro parâmetros: frequência (medida em *Hertz*), fase da onda, amplitude

e eixo central. Cada um desses argumentos da função pode receber valores diferentes, inclusive enquanto estão funcionando. Isso torna possível a implementação de outras *UGens* gerando valores de entrada desses argumentos. Em outros termos, cada unidade geradora é potencialmente uma fonte a ser modulada ou um modulador de outra *Ugen*.

Neste contexto, infinitas são as combinações entre *UGens*, entre seus *inputs* e *outputs*. Vejamos, a título de exemplo, os códigos em SuperCollider apresentados a seguir:

Código 1.1: *Osciladores (UGens) modulando e controlando parâmetros de outros Osciladores*

```

1  (
2  {
3  SinOsc.ar(
4    freq: SinOsc.kr( // Um Oscilador controlando o valor do
                    argumento frequencia
5    freq: SinOsc.kr( // Um Oscilador controlando a
                    frequencia do controlador anterior
6    freq: 50,
7    mul: 0.5,
8    add: 0.8
9  ),
10 phase: SinOsc.kr(3), // Um Oscilador modulando a fase
                    do Osc.controlador 1
11 mul: SinOsc.kr( // Oscilador controlando
12    freq:80,
13    mul: 700,
14    add: 1000
15  )
16 ),
17 phase: SinOsc.kr(4)
18 )
19 }.scope;
20 )

```

Código 1.2: *Diferentes UGens modulando e controlando parâmetros de outras UGens*

```

1  (
2  {
3  SinOsc.ar(
4    freq: LFNoise0.kr( // Gerador de numeros aleatorios
                       controlando a frequencia do Oscilador
5    freq: Line.kr( // Gerador de rampa controlando a

```

```

        frequencia do gerador de numeros aleatorios
6      start: 25,
7      end: 1,
8      dur: 50,
9      mul: 1,
10     add: 0,
11     doneAction: 0
12     )
13     ).range(300, 4000
14     ),
15     phase: SinOsc.ar(200).range(3, 7), // Um outro oscilador
        modulando a fase do Ocilador inicial
16     mul: 0.5,
17     add: 0
18     )
19 }.scope;
20 )

```

Nos exemplos anteriores, as unidades geradoras são as palavras que começam com letras maiúsculas e aparecem em azul. As mensagens *ar* e *kr* significam, respectivamente, que a Ugen está trabalhando em resolução equivalente à taxa de amostragem de áudio —correspondente à taxa de amostragem de áudio do computador no momento da execução —, ou na velocidade de controle —bem menor que a taxa de áudio, o que possibilita uma economia computacional considerável. Entre parênteses, estão os argumentos de cada UGen. Cada nome de argumento aparece em verde seguido de “:”. Como é possível observar, mesmo que não se consiga imaginar com precisão o que está acontecendo dentro de cada *patch*, é perfeitamente possível utilizar unidades geradoras para modular ou controlar sinais de outras unidades geradoras.

Da Montagem à Micromontagem: as Estações de Trabalho em Áudio Digital

Com a entrada do computador em cena, as conquistas oferecidas ao campo da escritura musical via gravação, edição e reprodução de sons em suporte físico —viabilizadas pelo magnetofone —foram não apenas preservadas, como também ampliadas. As Estações de Áudio Digital (DAW

- Digital Audio Workstations) trazem interfaces *user friendly* (“amigáveis aos usuários”), absolutamente intuitivas e visualmente claras. Reproduzem, na tela do computador, regiões retangulares que revestem a representação da onda sonora dos arquivos de áudio armazenados no computador. Cada onda possui um comprimento que representa, em relação às outras regiões e de acordo com uma linha temporal medida em segundos, sua respectiva duração.



Figura 1.7: Exemplo de uma seção de trabalho em REAPER, uma das muitas DAWs disponíveis no mercado.

A invenção das EAD foram determinantes não apenas para o desenvolvimento da escrita eletroacústica, mas também para o desenvolvimento de campos-satélite ao musical, como toda a rede de técnicos de som responsáveis pelas etapas de mixagem e masterização, que finalizam e adequam os produtos fonográficos ao respectivo âmbito de consumo. O campo da música eletroacústica, modalidade que praticamente deve sua emergência ao advento do magnetofone^{1.2.3} e que possui em sua essência escritural um parentesco íntimo com a lógica da *montagem* cinematográfica, ganhou não uma nova modalidade de edição, mas sim uma ampliação de resolução e detalhamento espaço-temporais dessa técnica de montagem. E se é verdade que a conquista de intervalos microacústicos nos dois domínios, temporais e frequenciais, revelou-se revolucionária para os campos da síntese e do processamento sonoros, o campo da edição, isto é, da estruturação (ordenação, também denominada *sequenciamento*) dos materiais musicais sobre o suporte não ficou atrás: o recurso do *zoom* (aproximação ou afastamento de uma imagem na tela) ao menor *frame* de um som; a possibilidade de sobrepor e justapor centenas de sons diferentes; a possibilidade de posicioná-los milimetricamente no eixo temporal; a possibilidade de dispô-los em espaços diferentes com os recursos panorâmicos, enfim, todas essas funcionalidades comuns e presentes em todas as estações de áudio digital disponíveis atualmente possibilitaram um nível de detalhamento no artesanato da

composição eletroacústica sem precedentes.

O Tempo Real: a Construção da Máquina Porosa

Dos anos 50 aos dias atuais, os avanços no campo da tecnologia informática se deram de maneira acelerada, e os custos de produção das máquinas foram caindo na mesma velocidade e proporção. O cientista computacional Ray Kurzweil³⁶ faz uma comparação entre a época em que era um estudante universitário e o início dos anos 2000:

Se eu examinar as mais de quatro décadas de experiência nessa indústria [da informática], posso comparar o computador do MIT que usava quando estudante nos anos 1960 com um computador portátil atual. Em 1967, eu tinha acesso a um IBM 7094 que custava [aproximadamente onze] milhões de dólares, com 32K (36-bit) palavras de memória e um quarto de velocidade MIPS³⁷ de processamento. Em 2004, uso um computador pessoal [*personal computer*] que custa dois mil dólares com meio bilhão de *bytes* de RAM e um processador com velocidade em torno de dois mil MIPS [Kurzweil, 2005, pg. 65].

Os avanços na área computacional se deram por diversos vetores simultâneos; um trabalho conjunto, na grande maioria das vezes é bem verdade, movidos por interesses comerciais, visando a conquista de mercados e fidelização de clientes. Como efeito colateral marginal desse processo, um dos maiores ganhos ao campo da composição experimental foi, certamente, a economia de tempo. Compositores de modalidades diversas, instrumentais ou eletroacústicas, foram igualmente beneficiados com a velocidade de cálculo da máquina computacional. O compositor italiano Luciano Berio, por exemplo, lembra-se da quantidade de tempo necessário para a realização de sua composição para tape *Thema (Omaggio a Joyce)*, realizada em 1958:

Para criar alguns efeitos, alguns sons tinham de ser copiados sessenta, setenta, oitenta vezes, e em seguida cortados juntos. Essas fitas tinham que ser, em seguida, copiadas em diferentes velocidades para

³⁶Autor dos livros *The Age of Spiritual Machines* e *The Singularity is Near*.

³⁷MIPS (*Millions Instructions Per Second*) é a unidade que mede o número de instruções que um computador é capaz de processar por segundo

atingirmos novas qualidades sonoras, mais ou menos relacionadas à leitura original do texto realizado por Cathy³⁸... Eu não desisti frente às adversidades. É surpreendente pensar agora que eu investi meses da minha vida cortando fitas, enquanto hoje eu poderia atingir os mesmos resultados em bem menos tempo, com o uso de um computador [Taruskin, 2010].

O exemplo do processo pelo qual Berio e os demais compositores de música eletroacústica a ele contemporâneos passavam ilustra como o avanço da tecnologia computacional foi fundamental para ao menos três questões essenciais às peculiaridades da escritura eletroacústica:

- As operações inerentes à técnica de *montagem*—recorte, colagem, sobreposição, justaposição, mixagem—tornaram-se triviais: realizadas na interação do usuário com o *mouse* e a tela do computador, não duram mais que alguns segundos;
- Os resultados das edições podem, atualmente, ser escutados em tempo real, ou seja, simultaneamente à sua aplicação; qualquer reajuste necessário pode ser realizado e conferido a seguir muito rapidamente;
- Os processamentos de áudio digital são muito rápidos. Ainda que se deseje, como no caso do compositor Luciano Berio, realizar 70 vezes a mesma operação com o intuito de criar efeitos inusitados—o que fatalmente não seria necessário tamanho o potencial disruptivo de alguns efeitos digitais—, esse procedimento não tomaria mais que cinco minutos de tempo.

Ao mesmo tempo, apesar do ganho substancial de recursos para a elaboração, edição e organização do material sonoro, com a transição do magnetofone para o computador o compositor viu-se confrontado com a perda do contato artesanal, físico e visual que as operações sobre suporte físico promoviam. Essa fisicalidade havia sido uma conquista importantíssima ao campo da composição^{1.2.3}, uma vez que permitia estabelecer uma conexão física, tátil, com um fenômeno invisível e efêmero, como o som. No entanto, a história quis que a materialidade do som em suporte físico desse lugar à representação dos sons em dígitos, zeros e uns. Como consequência disto, as operações laboriosas e entediantes em fitas magnéticas —absolutamente claras aos olhos e mãos do compositor —transmutam-se em cálculos matemáticos quase instantâneos, escondidos no interior de uma máquina que, aos olhos leigos, parecem decorrer de uma mágica.

Evidentemente não foram logo nos primeiros anos de existência do computador que a

³⁸Berio se refere à gravação da leitura, realizada por sua esposa, a cantora Cathy Barberian, de um texto extraído do autor James Joyce, texto este que serviu como material primário para a elaboração de todos os sons contidos na peça.

situação descrita por Berio mudou. Os compositores que abandonaram o uso do magnetofone em prol da automatização dos processo de edição e, conseqüente, geração da peça inteiramente pelo computador —tal como o fizeram os pioneiros da *Computer Music*^{1.2.5}—sofriam com o tempo que o computador precisava para produzir sons, fossem eles produtos de sínteses ou processamentos sonoros diversos, como estiramento e compressão do tempo, mudança de alturas, reversão do sentido de leitura, entre tantas outras operações. Esse procedimentos poderiam se alastrar por dias! Somase a essa condição o fato de que a máquina não estava cem por cento do tempo disponível para os compositores; ao contrário, os mesmos tinham acesso aos computadores apenas em horários restritos, determinados por instâncias superiores das instituições a que pertenciam ou eram obrigados a compartilhar os computadores com operações feitas simultaneamente por outros usuários, inclusive (e principalmente) nem sempre ligados à música:

O compositor/programador desenharia seu *software* (provavelmente longe do computador), criaria cartuchos especificando as instruções, e os submeteria como trabalho durante o tempo agendado de acesso à estrutura (também chamado de processamento em lote), muitas vezes viajando longas distâncias para chegar às instalações onde ficava o computador. O processo consumia muito tempo. Um minuto de áudio poderia tomar muitas horas para ser computado, e não era incomum o tempo de resposta de uma tarefa tomar semanas. Ademais, não havia meios de saber de antemão se o resultado soaria qualquer coisa como o que se pretendia! Depois de se terminar um trabalho, o áudio gerado era armazenado numa fita de computador para em seguida ser convertido, do digital para o analógico, provavelmente por outro computador. Somente após tais etapas é que o compositor poderia de fato ouvir o resultado. Esse procedimento era tipicamente repetido várias vezes até que se finalizasse uma peça musical [Wang, 2007, pg. 59].

Para o campo da composição estritamente instrumental, no entanto, o computador foi, desde sua aparição, determinante para o encurtamento do tempo de algumas operações, sobretudo operações que envolviam cálculos estatísticos complexos, como revela o pioneiro da música estocástica—o compositor grego Iannis Xenakis:

Liberto dos cálculos entediantes, o compositor está apto a se debruçar sobre aspectos gerais que a nova forma musical apresenta e para explorar os cantos e fissuras dessa forma enquanto modifica os

valores dos dados da entrada (*input data*). Por exemplo, ele pode testar todas as combinações instrumentais de solistas a orquestras de câmara e grandes orquestras. Com a assistência de computadores eletrônicos, o compositor torna-se uma espécie de piloto: ele pressiona os botões, introduz as coordenadas, e supervisiona os controles de uma embarcação cósmica navegando sobre o espaço de som, por entre constelações sonoras e galáxias que poderiam ser anteriormente vislumbradas apenas como um sonho distante [Essl, 2007, pg.116].

Outra figura proeminente da música experimental do século XX, o compositor John Cage, que se valia especialmente do sistema milenar chinês *I Ching* para tomar decisões sobre aspectos diversos de suas composições—tipo de notação, orquestração, relação dinâmica entre os instrumentos e assim por diante—, também aderiu, a partir da década de 1960, à velocidade do computador para computar suas escolhas. Sua primeira experiência, envolvendo uma parceria com o já mencionado compositor de *Illiad Suite*, Lejaren Hiller, foi a realização da peça HPSCHD (abreviatura de *harpsichord*), para cravos e tape, concebida a partir de temas da peça *Ein musikalisches Würfelspiel* (Um Jogo de Dados Musicais), de W. A. Mozart [Pritchett, 1993, pg. 159–161].

Foi somente a partir das décadas de 1980-90 que a potência de processamento dos computadores viabilizou uma redução significativa do tempo para os processos de síntese e processamento sonoros, fundamentais à modalidade eletroacústica. Foi nessa época que as primeiras experiências de *interação em tempo real* entre intérpretes humanos e o computador começaram a ser realizadas. Esta foi uma conquista revolucionária para a *música eletroacústica mista*, uma vez que sempre foi especialmente complicada a interação entre intérpretes e estruturas musicais previamente elaboradas em fita. O caráter imutável do *tape* colocava uma série de dificuldades na relação humano/máquina, particularmente no tangente ao andamento da música. Nós, humanos, quantizamos o andamento de uma música a partir de uma série de variáveis orgânicas, hormonais, emocionais, em contraposição à absoluta objetividade, precisão e imparcialidade da máquina. A máquina não se deixa afetar e, até esse momento da relação entre composição e computador, não havia como estabelecer pontos de troca entre músicos intérpretes e computador.

Com a possibilidade de realizar processos computacionais em tempo real, as apresentações *ao vivo* tornaram-se um campo de expressão e investigação absolutamente importantes para o desenvolvimento da relação homem/máquina, sobretudo por se tratar de um campo que demanda, de ambas as partes, as habilidades de perceber, criar, responder, propor, ou seja, realizar tarefas paradigmáticas da interação humana.

Sobre a terminologia *tempo real*, é importante destacar que os processos que qualificamos como tal ocorrem, realmente, de maneira muito rápida, mas sempre respeitando uma sequência de ações compiladas em um dado algoritmo. Tais ações estão longe de acontecer *em tempo real*, ou simultaneamente, como sugere o próprio termo. Essa é uma ilusão do nosso sistema perceptivo, o qual é incapaz de perceber a sucessão de eventos desencadeados pela máquina, dada sua velocidade. O compositor Phillipe Manoury, um dos pioneiros e mais importantes figuras da história da música eletroacústica mista, esclarece a questão:

O tempo real é uma noção tecnológica antes de ser uma noção musical. Constitui-se, de fato, uma ilusão. O tempo real é impossível de ocorrer dentro da realidade tecnológica, visto que a máquina toma um certo tempo, mesmo que seja extremamente breve, para realizar seus cálculos. Talvez, um dia, quando tivermos à nossa disposição computadores quânticos, as informações se transmitam na velocidade da luz não havendo mais tempo, por assim dizer, entre o momento em que começamos o cálculo e o momento em que a máquina nos entrega o resultado. [Esse intervalo que a máquina leva e nós não percebemos] é um problema de limitação do nosso sistema perceptivo [?, pg.43-44].

Acontecendo em tempo real ou não, fato é que a velocidade de resposta de uma máquina já supera muitas vezes, hoje, a própria capacidade humana de reagir a um estímulo. Isso possibilitou o desenvolvimento de algumas habilidades computacionais bastante caras à modalidade mista de composição eletroacústica, quais sejam:

- **Seguidor de Partituras:** O computador é capaz de se localizar na partitura a partir da informação coletada durante a execução do intérprete. Nesse caso, o computador está apto a interferir na performance nos momentos previamente determinados pelo compositor, projetando estruturas previamente elaboradas ligando ou interrompendo processos de processamento sonoros e realizando, por fim, todo tipo de operações imaginadas pelo compositor.
- **Reconhecimento de Alturas:** Esses *momentos-chave* da composição—momentos em que as informações dadas pelo intérprete no momento da performance, em concordância com as informações contidas na partitura, solicitam ao computador disparar ou interromper algum tipo de processo—podem se valer de outra capacidade da máquina: a de reconhecer alturas sonoras. Portanto, uma altura, na região x do instrumento y , pode ser o evento-disparador de um processo maquinal. A resposta da máquina é, sempre, muito veloz, quase instantânea, tendo como parâmetro a velocidade da percepção humana.

- **Andamento Maleável:** Outra capacidade do computador que o aproxima de um paradigma humano de interação é o fato de conseguir detectar as microvariações de tempo de um intérprete humano e, a partir dessa informação, *ralentar* ou acelerar o andamento da estrutura musical que estiver projetando ao vivo.

O que temos percebido, a partir da investigação sobre a história do computador inserido na práxis musical, é que estamos verdadeiramente à caminho da construção de uma “máquina porosa”, que afeta e se deixa afetar. O humano caminha para a construção, no que tange a operacionalidade de certas funções, de uma máquina com habilidades iguais ou superiores ao próprio homem, máquina esta capaz de interagir nos moldes de uma relação entre humanos, e a música tem sido um poderoso campo de investigação e avanço nessa área.

O Tempo Real na Música Eletroacústica Acusmática, ou Música Acusmática Aberta

Quando pensamos nos benefícios conquistados pelo aumento da capacidade de processamento de dados do computador em tempo real e nas suas conseqüentes aplicações ao campo da música eletroacústica, prontamente consideramos a aquisição de uma progressiva maleabilidade na interação entre músicos e computadores, sobretudo quando comparamos ao paradigma de interação entre músicos e *tape* (fita magnética) no início da música eletroacústica dita *mista*. No entanto, é possível encontrar outras aplicações para a capacidade do computador de gerar sons quase que instantaneamente após o acionamento de um algoritmo.

Como pontuamos na seção 1.2.3, a terminologia *acusmática* “foi “ressuscitada” nos anos 1950 pelo escritor francês Jérôme Peignot e pelo compositor Pierre Schaeffer”[Chion, 1994, pg.129]. Derivada do grego *akousmatikós* (disposto a ouvir, a escutar), a palavra referia-se ao método de escuta e apreensão de ensinamentos praticado pelos discípulos Pitagóricos a partir da dissociação entre a fala e a imagem do mestre. Os alunos escondiam-se por detrás de uma cortina sem que fosse possível estabelecer qualquer contato visual com Pitágoras, aumentando assim o poder de concentração na escuta de seus ensinamentos[Menezes, 2009, pg.27] [Menezes, 1999, pg.22].

A terminologia, entretanto, vem incorporando outros sentidos em sua história mais recente desde quando foi resgatada por Pierre Schaeffer. Na década de 1970, o compositor Françoise Bayle

—um dos principais compositores da música eletroacústica francesa, considerado um dos principais representantes do grupo de pesquisa musical de Pierre Schaeffer (G.R.M) —valeu-se do termo *musique acousmatique* para designar não mais uma situação de escuta, essa em que sons estão libertos de causas visíveis ou previsíveis, mas sim para referir-se a uma *estética acusmática*: uma modalidade de composição que prescindia totalmente da histórica relação entre intérpretes e compositores, um gênero de composição que orientava-se para a elaboração de obras *fixadas em suporte* para serem difundidas (e espacializadas) por meio de “orquestras” de auto falantes:

Em 1973, Françoise Bayle tinha pressentido o perigo e lançou a expressão *música acusmática* especificamente para designar *música sobre suporte*, e assim permitir que ela tivesse um nome que a distinguisse da música ao vivo³⁹[Chion, 2017].

Bayle elucida essa questão por meio de uma descrição de seu método:

A técnica musical usada no meu trabalho musical acusmático não se enquadra nas práticas convencionais. Sobretudo por que não parto de nenhuma partitura, nenhum “texto” inicial criado anteriormente. Trata-se de uma outra abordagem, baseada em objetos que são feitos de gestos fictícios, imagens, traços ou impressões acústicas produzidas para serem colocadas em camadas, cortadas, articuladas ou fundidas. Esta é a sua organização precisa em um sistema de escuta diferente, pensado como o fluxo de um filme [...] uma música que se planeja e se desenvolve em estúdio e é projetada em salas como as de cinema⁴⁰[Bayle, 1993, pg.193].

A partir das definições de Bayle e Chion, podemos extrair, dessa *poética acusmática*, duas características essenciais:

1. O processo composicional acontece em tempo diferido, as obras são desenvolvidas em estúdio e seguem, nesse sentido, o paradigma clássico de composição: são estruturas elaboradas previamente e, tal como a partitura funciona como registro de uma composição instrumental, o registro em suporte garante a invariabilidade entre as *projeções* e a identidade da obra.

³⁹Dès 1973, Françoise Bayle avait vu le danger, et lancé l’expression de musique acousmatique pour désigner spécifiquement la musique sur support, et ainsi lui permettre d’avoir un nom à elle qui la distingue des musiques exécutées en direct.

⁴⁰La technique musicale mise en oeuvre dans mon travail de musique acousmatique ne relève pas de pratiques conventionnelles. Notamment aucune partition, aucun "texte" initial n’est préalablement envisagé. Il s’agit d’une autre démarche, à partir d’objets de gestes fictifs, d’images, traces ou empreintes acoustiques produites pour être tissées en couches, coupées, articulées ou fusionnées entre elles. Il s’agit de leur organisation précise en une d’un système d’écoute différent, pensé comme le flux d’un film [...] une musique qui se tourne, se développe en studio et se projette en salle comme le cinéma.

2. As obras acusmáticas são difundidas por orquestras de auto falantes e por essa razão os ouvintes experimentam, também, uma *situação* acusmática: escutam uma *musique invisible*; uma proposta de concerto ausente de estímulos visuais.

Justamente pelo fato de estar originalmente associado a um tipo de processo de elaboração em tempo diferido e registrado em suporte, o conceito de *composição acusmática* é confundido com a própria noção de música para *tape*. O que pretendemos, nessa passagem do texto, é sugerir uma variação dentro do que definimos como música acusmática que descole dessa noção de fixidez e comporte estratégias de composição que incorporem recursos tecnológicos como a aptidão da máquina computacional para efetuar operações em tempo real.

As estações de áudio digitais (DAW) continuam a ser, possivelmente, a principal ferramenta para elaboração e organização de estruturas musicais no tempo. Possuem uma interface gráfica mais intuitiva e, por essa razão, mais amigável ao usuário. Entretanto, elas trabalham sob uma lógica bem diferente de uma linguagem de programação musical, e por essa razão não incorporam processos iterativos e recursivos como recurso para criar e organizar sons.

Por outro lado, é fato que é perfeitamente viável formalizar peças acusmáticas inteiras se valendo de linguagens como *CSound*, *SuperCollider*, *Chuck* entre tantas outras. E se é possível sistematizar uma obra em algoritmo, viabiliza-se com isso a incorporação de processos em tempo real, interferências “criativas” da máquina no decorrer da sequência de instruções. A pergunta que cabe nesse caso é se a terminologia “acusmática” permanece adequada para descrever composições eletroacústicas puras que incorporem processos em tempo real.

Para nos aproximarmos de uma resposta, a própria experiência da música instrumental de tradição escrita pode nos servir como ponto de partida para reflexão. Na história da composição musical erudita essencialmente instrumental, sobretudo a partir da segunda metade do século passado, alguns compositores ciaram estratégias na escritura de suas peças que permitiam incorporar colaborações criativas dos intérpretes. De maneira geral, essas *aberturas* se davam de duas formas: 1) a partir de indefinições propositalmente sobre parâmetros determinados pelo compositor, que provocavam pequenas fissuras de indeterminação em pontos específicos das composições; 2) a partir da construção de seções formais com n possibilidades de combinações entre elas, isto é, composições que demandam escolhas arbitrárias de intérpretes e regentes sobre a ordem entre as seções —as chamadas *forma mobile*⁴¹.

⁴¹O termo *mobile* foi utilizado como referência à arte cinética e aos mobiles do artista plástico Alexander Calder, que eram estruturas fixas conectadas por junções móveis que permitiam o movimento dessas estruturas a partir de forças naturais, como o vento, ou artificiais, como motores movidos a energia elétrica.

Se adaptarmos essa mesma lógica, emprestada da relação compositor/intérprete da música instrumental, à relação compositor/computador na música acusmática, podemos projetar uma nova categoria de música acusmática, uma que preserve essencialmente as mesmas características da modalidade original —quais sejam, 1) planejada para ser difundida por orquestra de auto falantes, 2) num contexto em que não haja nenhum estímulo visual interferindo o processo de fruição e, por fim, 3) que seja uma composição e não uma improvisação, isto é, que o processo de elaboração aconteça em tempo diferido —, mas que produza composições que não estejam necessariamente *fixadas* em suporte e sim formalizadas em códigos, organizadas em rotinas (sequências de ações) que, por sua vez, contenham opções para pequenos desvios provocados por variações de valores de parâmetros específicos nos algoritmos.

No título dessa seção sugeri o termo *música acusmática aberta*, numa clara alusão ao termo utilizado pelo romancista e filósofo Umberto Eco em seu livro *Obra Aberta*. Eco aborda algumas formas de indeterminação aplicadas às poéticas da vanguarda do século XX na literatura, na música e nas artes plásticas. Nesse sentido, e já caminhando para uma tentativa de definir essa variação de composição acusmática, uma *obra acusmática aberta* seria, antes de mais nada, formalizada em tempo diferido, preservando suas raízes paradigmáticas da composição. Seria, do ponto de vista escritural, absolutamente fechada. Dentro dessa estrutura planejada, existiriam pequenas aberturas para alterações de valores correspondentes a certo número de parâmetros. Essa seria, fundamentalmente, a diferença entre uma *composição acusmática aberta* de uma *composição acusmática gravada*.

Ademais, com o progressivo desenvolvimento das linguagens de programação, emergiram novas formas de se produzir música computacional. As mesmas plataformas de programação supracitadas (*CSound*, *SuperCollider*, *Chuck* entre outras) têm sido utilizadas para a realização de apresentações de *live coding* (escritura de códigos ao vivo). A prática do *live coding* se aproxima muito mais do paradigma da improvisação, ou seja, uma música essencialmente concebida durante sua performance. Ao mesmo tempo, pela própria centralidade que desempenha a programação no processo de concepção musical, geralmente as telas dos computadores são espelhadas numa tela grande direcionada ao público, com a finalidade de tornar visível aos espectadores a escrita dos códigos. Isso permite ao espectador estabelecer sentidos entre a causa geradora (códigos) e o respectivo resultado sonoro projetado nas caixas de som.

O *live coding* não se define como uma estética musical, haja vista a infinidade de vertentes que fazem uso da prática. Há quem use esse método para criar música eletrônica de pista; outros o

utilizam para criar músicas tonais / modais e assim por diante. Portanto, a *escritura de códigos ao vivo* é muito mais uma ferramenta, um método, do que propriamente uma modalidade de improvisação eletroacústica uniforme. Os adeptos dessa prática têm crescido bastante e, ao que tudo indica, será um tipo de conhecimento que aos poucos contaminará o *métier* da composição acusmática. É possível imaginar, num futuro não muito distante, compositores assumindo o controle do computador e interagindo com sua própria obra durante a performance. No entanto, creio ser de fundamental importância —até como forma de delimitar territórios e se distinguir da prática do *live coding*—, que a poética acusmática preserve uma situação de escuta acusmática, suprimindo sempre qualquer tipo de estímulo visual e mantendo, assim, as raízes etimológicas do termo. Nesse caso, a projeção da tela espelhada do computador, tão cara a prática do *live coding*, seria indesejável, totalmente desprovida de sentido num contexto de música acusmática.

Vale reiterar que essas novas possibilidades, se de fato incorporadas ao campo da composição acusmática, a colocarão num outro patamar: a afastarão definitivamente do estigma de uma música rígida, imutável e inflexível, típica da música reproduzida maquinalmente, ao mesmo tempo que a aproximará do paradigma de performance da música instrumental, interpretada por humanos —que é inconstante, singular e maleável por natureza.

Acabei por não utilizar nenhum desses recursos nas peças apresentadas no Mestrado. Apenas a título de curiosidade, montei um *patch*⁴² em *SuperCollider* para gerar resultados semelhantes ao que está materializado na *Coda* da peça *Fantasia Essata*. Trata-se, basicamente, de uma textura de característica estática, isto é, composta por eventos repetidos, acontecendo dentro de intervalos de tempo quase constantes, com microvariações de durações inseridas apenas para evitar a sensação de regularidade. Além das microvariações durativas entre suas aparições, os dois sons que aparecem com mais proeminência na textura sofrem pequenas alterações espectrais: passam, mais especificamente, por *filtros passa banda*, o que resulta numa variação de timbre a cada uma de suas aparições.

Cada vez que o algoritmo é acionado, ele gera uma textura absolutamente parecida com a original, cumprindo exatamente a mesma *função formal* e despertando a mesma sensação de *estaticidade* que o momento da peça exige. No entanto, a cada execução da peça, o ouvinte se defrontará com um resultado diferente, o que definitivamente acrescentará uma dose de imprevisibilidade e, conseqüentemente, interesse para a escuta.

⁴²O *patch* está no terceiro capítulo do texto. É possível baixar os sons originais, utilizados na *CODA*, por meio dos *links* juntos ao algoritmo.

Composição Algorítmica

Um *algoritmo* pode ser definido como um conjunto de instruções para a realização de tarefas específicas, “um procedimento mecânico para a solução de um problema. Mais precisamente, um algoritmo é um procedimento mecânico—mera manipulação de símbolos (algarismos, letras do alfabeto etc.)—, que aplicado a certo *input* (ou argumento do algoritmo), pertencente a um conjunto de possíveis *inputs*, elabora um *output* ou resultado num tempo finito e em número finito de passos” [Abbagnano, 2007, pg. 27]. O termo data do século IX, o que aponta para o fato de que o computador não é imprescindível ao pensamento algorítmico, ainda que hoje, inevitavelmente, o computador seja o principal instrumento para articular algoritmos, independentemente do campo de conhecimento humano aplicado.

A origem da composição algorítmica pode ser traçada já na fase primordial da polifonia europeia, na Idade Média. A palavra *cânone* —método contrapontístico imitativo— é derivada do termo grego *kanon*, que significava regra [Essl, 2007, pg. 108]. Segundo o compositor Karlheinz Essl⁴³, o pensamento algorítmico transcende a prática da composição, é na verdade “um método de percepção de modelos abstratos subjacentes à superfície sensitiva, ou ainda [um método] para construção de um modelo desse tipo para criar trabalhos estéticos. Por detrás das várias abordagens [de composição algorítmica], existe um só denominador comum: a ânsia por criar algo infinito, que exceda o horizonte limitante de nosso conhecimento individual” [Essl, 2007, pg.107].

Retomando um pouco da discussão apresentada na seção 1.2.5 “O Computador e A Composição”, no ano de 1955, ocorreram os primeiros experimentos em MGC (Música Gerada por Computador), e logo de início emergem dois paradigmas:

- MGC para ser interpretada, *a posteriori*, por intérpretes;
- MGC executada pela própria máquina.

Outros dois aspectos concernentes ao campo da *composição algorítmica* que também se presentificaram desde o início da história da composição algorítmica dizem respeito ao fato de existirem linhas de composição orientadas por dois eixos:

- As composições baseadas em *modelos preexistentes*;
- as composições *genuínas*, originais.

Por composição baseada em modelos preexistentes, referimo-nos ao uso que David Cope

⁴³O compositor trabalha com esse paradigma de composição desde a década de 1980 e disponibiliza em seu *website* uma série de programas de música generativa para *download*.

faz, por exemplo, da composição algorítmica para gerar *Mazurkas* de Chopin, ou *Invenções* de Bach. Esse tipo de experimento está na essência do método generativo desde a origem:

A renomada composição *Iliac Suite*, para quarteto de cordas em quatro movimentos, foi criada, calculada pelo ILLIACI (Illinois Automatic Computer) da Universidade de Illinois. O resultado foi transformado manualmente em notação musical e interpretado por músicos humanos. Cada um dos quatro movimentos foi realizado como um experimento musical particular, baseado em notas aleatórias controladas por regras de contra-ponto do século XVI, paradigmas da composição dodecafônica ou por operações probabilísticas, como as cadeias de Markov [Essl, 2007, pg. 111]

Segundo os próprios autores, a *Iliac Suite* não foi concebida como uma unidade estética, uma obra artística, mas sim como um tipo de registro de pesquisa, anotações de um experimento em laboratório [Hiller and Isaacson, 1959, pg. 5].

A outra categoria, *composição genuína*, refere-se ao uso que vários compositores fazem de processos autônomos para a elaboração de peças absolutamente originais, orientadas por escolhas artísticas individuais e que não estabelecem necessariamente qualquer relação com gramáticas preestabelecidas ou criadas por terceiros.

Um ponto importante que vale a pena retomarmos é o fato de que já havia, na essência dos pensamentos *serial*, *estocástico* e *aleatório*, um movimento rumo ao enfraquecimento da “autonomia subjetiva”, ou, ainda, como coloca o compositor K. Essl na citação a seguir, um movimento rumo a “novas dimensões que expandem investigações para além dos limites de horizontes pessoais”. Essa é, de fato, uma das questões centrais, no século passado, ao campo da composição especulativa e que foi, de certa maneira, acentuada com a assistência do computador:

Com o auxílio de algoritmos, o compositor não é mais um demiurgo que controla cada pequeno detalhe de uma composição orientado pelo poder de sua imaginação. Ao utilizar métodos algorítmicos tais como automatismos, operações aleatórias, sistemas baseados em regras e estratégias autopoieticas, algumas decisões artísticas são parcialmente delegadas a uma instância externa. Isso pode ser considerado como uma fraqueza da autonomia subjetiva. Por outro lado, há um ganho de novas dimensões que expandem investigações para além dos limites de horizontes pessoais. Sob essa perspectiva, algoritmos podem ser considerados poderosas ferramentas para estender nossa

experiência—podem ser desenvolvidos ao ponto de tornarem-se algo que possamos conceber como “máquinas inspiradoras” [Essl, 2007].

A entrada em cena do computador, sobretudo das capacidades “criativas” da máquina, parece ter suscitado uma questão semelhante ao que ocorre na música instrumental quando o compositor se indaga sobre o grau de liberdade que deseja conferir ao instrumentista em relação à interpretação de sua peça ou, até mesmo, em relação à possibilidade de criação de novos materiais (improvisados ou em tempo diferido) em pontos específicos do projeto. Na música instrumental, existe uma clara relação entre a quantidade de informações —sejam estas instruções verbais, símbolos musicais (dinâmica, articulação etc.), ou gráficas —fornecidas pelo compositor e o grau de abertura (leia-se coautoria) que o intérprete terá sobre o resultado final da peça [?, pg.20]. Pois, de certa maneira, quando o compositor escolhe se valer da capacidade de gerar algoritmicamente novas estruturas musicais —sejam estas sons, frases, sentenças, ou trechos maiores —, ele está também solicitando, a uma força exterior, parte da criação de sua obra. Nesse sentido, existe uma relação de “coautoria” entre o humano e a máquina, entre o compositor e seu assistente.

Por outro lado, essa aparente perda do controle sobre todos os aspectos de sua obra não é de todo verdadeira. “Uma atração indiscutível das técnicas generativas é o fato de estas viabilizarem o compositor controlar processos sonoros num nível que seria impossível sem a assistência algorítmica” [Roads, 2015], como nos casos de operações sobre grãos, nos diversos tipos de síntese baseadas em amostras, e em todo e qualquer procedimento que envolva algum tipo de direcionalidade, isto é, algum tipo de transformação reconhecível no tempo, seja esta linear, exponencial, serial, estimulada por algum padrão estipulado pelo compositor ou até mesmo aleatória. Os algoritmos são, verdadeiramente, imprescindíveis para a manipulação dos sinais de áudio digitais, e somente a partir deles é possível acessar essa camada do material sônico.

Dentro do universo da composição algorítmica, existem divergências, como acontece em qualquer outra área do conhecimento humano, sobre a própria definição de *o que é* a composição algorítmica:

Alguns adeptos da composição autômata, notadamente Hiller e Barbaud, aderiram a uma doutrina estrita do “tudo ou nada”. Na visão deles, a partitura resultante gerada por um programa de composição jamais deve sofrer alterações ou edições manuais. Se o usuário não gostar do resultado, deve transformar a lógica do programa para em seguida acioná-lo novamente. Essa doutrina deriva de uma estética que valoriza a arte que é, sobretudo, formalmente consistente. De

acordo com essa estética, o conceito e as regras são a essência de um trabalho. Alguns dizem que os algoritmos são a [própria] arte [Roads, 2015].

A visão de que uma composição algorítmica só seria legítima quando cem por cento da peça fosse disparada pelo algoritmo sugere novos relevos dentro da categoria generativa. Uma sugestão seria denominar de **CGC pura** as composições que não sofressem edições manuais no resultado final (*output*) e de **CGC interferida** as peças que sofrem interferências do compositor no resultado final do processo).

Essa é uma querela que não deve incomodar músicos preocupados apenas com o resultado estético e, não necessariamente, com os meios para atingir tais resultados. São compositores que partem da premissa de que “programas para auxiliar composição não foram desenvolvidos para computadores criarem música, e sim para prover aos músicos recursos para delegar tarefas aos computadores, [...] enfatizando a alternância entre processos automatizados e intuitivos presentes na composição” [Bresson et al., 2017, pg.1]. Para estes, algoritmos são, a rigor, “decisões humanas em formato de código. Então por que uma decisão em formato de código deve ser mais importante que uma decisão que não está colocada em formato de código? ” [Roads, 2015].

Por outro lado, muitos dos avanços na área da música computacional devem ser creditados ao intenso trabalho dos programadores/compositores que encaram a *composição generativa pura* como meio de expressão e pesquisa; afinal, são eles os que estão comprometidos com a criação de um *diálogo* mais profícuo entre homens e máquinas.

Autocousmatic: Apontamentos Para Um Paradigma de Composição Futuro

Especificamente, dentro do campo da composição eletroacústica acusmática, existe um programa desenvolvido pelo compositor e pesquisador Nick Collins que gera composições eletroacústicas autonomamente. Trata-se do *software* Autocousmatic⁴⁴, construído sobre a linguagem de programação SuperCollider, que se vale de “processos de *escuta maquinal* (*machine-listening*) no interior do ciclo algorítmico” [Collins, pg.8]. Collins esclarece que compositores eletroacústicos, pela pró-

⁴⁴O compositor disponibiliza gratuitamente o *software*.

pria natureza da atividade, desenvolvem habilidades computacionais que os permitem exigir mais dos computadores, fazendo-os produzir autonomamente materiais para suas composições [Collins, pg.9]. No entanto, tais procedimentos—e nesse sentido sua observação se estende a todo o campo da composição gerada autonomamente, não apenas às composições acusmáticas—não integravam elementos de avaliação crítica sobre o conteúdo, por parte da própria máquina, durante o processo:

Um grande desafio para a produção automática de trabalhos musicais é o papel crítico que o sistema auditivo humano desempenha durante o ciclo de elaboração. O ato de compor estruturas musicais pressupõe uma dinâmica contínua de revisão em múltiplas escalas de tempo, da seleção e refinamento de um material momentâneo, ao controle de fluidez entre seções e por toda a peça. [...] À medida em que avança a tecnologia da escuta maquina, entretanto, aumentam as oportunidades de construir e incorporar elementos de escuta artificial que atuariam nos resultados intermediários e finais de maneira análoga a um compositor humano [Collins, pg.8].

O *software* permite que o compositor estipule a duração total da peça (ou do trecho), a quantidade de canais, e os sons sobre os quais o algoritmo desempenhará suas operações. Ao fornecer esses dados, o compositor está livre para “tomar um chá ou café enquanto o sistema trabalha” [Collins, pg.10]

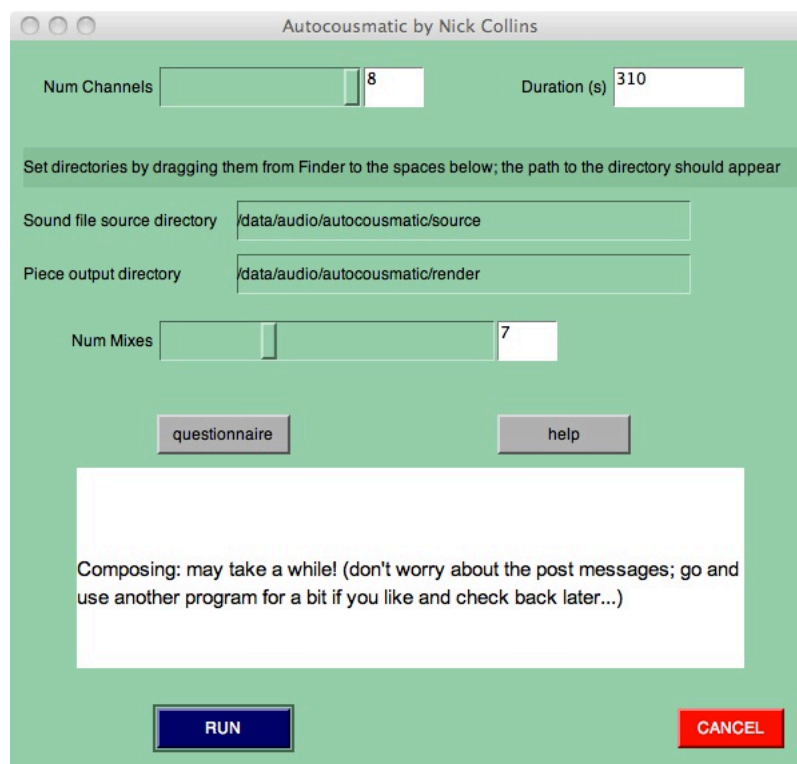


Figura 1.8: Interface gráfica do programa Autocousmatic

Lançado em 2011, o programa efetua diversos tipos de operações autonomamente sobre o banco de sons: granulação, *delays*, *filtros passa banda* (BPF), dilatação e compressão temporais, e vários métodos de síntese cruzada. O tempo que o algoritmo leva para realizar a tarefa depende de uma série de variáveis. Entre estas, a configuração da máquina —quantidade de memória RAM, potência do processador etc. —, a duração e a quantidade de canais solicitada pelo usuário, e a quantidade de iterações realizadas pelo algoritmo.

Uma característica peculiar do *software* é o fato de utilizar cinco composições eletroacústicas predeterminadas como modelo para orientar as escolhas da escuta maquinal, sobretudo no que tange ao controle da “densidade global de eventos e a brusquidão das transições de entrada e saída entre seções” [Collins, pg.11]. Nesse caso, Collins escolheu *Vox 5* (Trevor Wishart), *Trois petites histoires concrètes: Micro-confidences* (Stéphane Roy), os movimentos nº4 e nº5 do *De Natura Sonorum* (Bernard Parmegiani) e *Tides-Sea Flight* (Denis Smalley). O fato de não estar no controle do usuário a inserção das peças-modelo que alimentam e orientam as escolhas do algoritmo aponta para uma limitação da ferramenta—que pode eventualmente ser corrigida em versões futuras do *software*. Isso porque as peças predeterminadas pelo programador podem não ser compatíveis com as preferências estéticas do usuário. Por outro lado, para evitar imitações literais das peças-modelo, o programador revela ter incluído algumas operações aleatórias, verdadeiros desvios no processo generativo.

Collins decidiu, então, inscrever algumas das peças geradas pelo programa em festivais e concursos de música eletroacústica:

Para antecipadamente acalmar compositores eletroacústicos: nenhuma peça gerada pelo Autocousmatic foi, ainda, bem sucedida nesse tipo de chamada. [...] A performance do sistema não está em nível de competir com *experts* humanos. Um compositor pós-graduado ou profissional desse tipo que normalmente submeteria um trabalho e passaria num concurso desse tipo estaria criando músicas eletroacústicas mais convincentes que as geradas via Autocousmatic [Collins, pg.16].

Nem por isso compositores de música eletroacústica descartaram o uso do *software* e alguns dos usuários expressamente confirmaram que “o programa pode ser uma ferramenta valiosa numa fase exploratória da composição” —, o que qualificaria a função do programa mais como um assistente de composição do que como um substituto. Essa condição faz com que o *software* tenha receptividade entre os compositores:

Seja pelo fato de compositores eletroacústicos estarem familiarizados com algoritmos musicais, seja pela crescente presença de arte generativa dentro da cultura (impulsionados especialmente pela explosão dos aplicativos para celulares), ou ainda pela clara deficiência nos resultados do *software*, o *Autocousmatic* não foi encarado como uma ameaça. Inclusive, quando foi apresentado em seminários realizados no simpósio de SuperCollider (2010) e na Universidade de Birmingham, para compositores eletroacústicos, as pessoas ativamente se engajaram frente a ideia de utilizar mais automações no processo de composição [Collins, pg.20].

Chama-nos a atenção a frase que destacamos no trecho anterior, sobre o *software* não se apresentar como uma ameaça aos compositores da modalidade eletroacústica. Resgatando os conceitos utilizados no início do texto —das ferramentas-espelho, *replicantes* e *robôs*—, poderíamos qualificar o *software* *Autocousmatic* como um autômato em fase replicante, isto é, “um replicante tranquilizador, [pois] seu funcionamento pode ser avaliado pelos padrões da musicalidade humana” [Sennett, 2008]? Se partirmos de uma resposta positiva, como creio pessoalmente que o seja, é uma questão de tempo até que essa condição mude e este, ou qualquer outro *software* aperfeiçoado que venha a existir no futuro, consiga obter resultados equiparáveis ou superiores em qualidade aos produzidos por humanos.

Um fator que tem dificultado o desenvolvimento do computador é a falta de autonomia da máquina frente seu próprio processo de otimização —o que demanda constante interferência humana para a melhoria da máquina. Collins destaca a importância em se atingir um *status* de aprendizado humano, cuja essência é aprender com os erros, durante e por meio de uma prática:

Nosso sistema deveria poder “crescer” como um artista à medida em que trabalha, para refletir uma experiência humana mais rica, e para ter uma apreciação mais humana. A imaginação do *Autocousmatic* está diretamente conectada aos limites de sua exploração de um espaço de procedimentos permissíveis [criatividade “exploratória” ao invés de “transformativa”] [Collins].

Estaremos nós próximos de uma época em que as máquinas serão capazes de aprender com os próprios erros? O que acontecerá quando ensinarmos a máquina a se auto melhorar (*self improvement*)? O que acontecerá quando a máquina atingir esse nível de criatividade transformativa e for capaz de, efetivamente, compor? Como isso afetará os compositores?

1.2.6 Máquinas Cerebrais: a Caminho da Pós-Humanidade

O ser humano já está imerso em
uma era pós-biológica,
pós-humana.

Lucia Santaella

O filósofo Friedrich Nietzsche foi um dos primeiros pensadores a difundir a ideia de uma condição passageira do *homem*, isto é, o humano não mais entendido como um fim em si mesmo, mas como uma etapa a ser superada no *continuum* evolutivo. Ainda que o processo evolutivo sugerido por Nietzsche não encontre correspondências com o tipo de pós-humanidade que estamos presenciando em fase preambular—fruto do rápido avanço tecnológico e incorporação destas tecnologias no cotidiano—, o fato de ter imaginado uma espécie para *além do homem*, ou *Übermensch* (Super-homem)⁴⁵, provocou uma importante mudança de perspectiva do homem frente sua própria posição em relação à natureza: antes orientado por uma visão religiosa antropocêntrica, o efeito, depois do conceito cunhado pelo filósofo, significa uma mudança de proporções similares ao que aconteceu quando Galileu, por meio de observações científicas, derrubou a perspectiva geocêntrica ao revelar que a terra não era o centro do sistema solar.

A noção de pós-humanidade e a hipótese de como chegaremos a esse estágio evolutivo são ainda obscuros. Estamos numa época de muita especulação, num momento em que inúmeros pensadores utilizam a terminologia *pós-humano* com conotações bastante diversas umas das outras. Não aprofundaremos a discussão conceitual do que é ou deveria ser a pós-humanidade, o importante para o desenrolar de nossa reflexão é aceitar que coabitará conosco, em algum momento num futuro não muito distante, uma segunda espécie, semi-orgânica ou artificial, consciente de sua existência e superior, intelectualmente, às capacidades humanas.

Existem ao menos dois caminhos, no horizonte que se aproxima, para que essa etapa evolutiva se consolide:

- **Transhumanidade:** Seguindo este caminho, a própria inteligência humana será potencializada. Neste caso se apresentam como possíveis métodos: a implementação de *micro-chips* no corpo; o uso de medicamentos especificamente desenvolvidos para aumentar as capacidades intelectuais humanas; a manipulação genética; e até programas eugenistas [Bostrom, 2014].
- **superinteligência artificial:** Neste caso, a superação da inteligência humana se daria fora

⁴⁵O prefixo *super* entendido como algo que está posicionado acima, ou em sequência, isto é, *depois* do homem, não como uma alusão a um ser com super poderes, um super herói.

do corpo humano, em ambientes virtuais, puramente maquinais.

Sobre a *transhumanidade*, é consenso entre os pesquisadores e pensadores que esse caminho encontra empecilhos, e por isso seria uma via mais lenta para se chegar ao objetivo final. Há diversas pesquisas, no entanto, que buscam soluções para uma bem sucedida hibridização entre componentes orgânicos e artificiais. Seguindo essa linha:

O pós-humano representa a construção do corpo como parte de um circuito integrado de informação e matéria que inclui componentes humanos e não humanos, tanto chips de silício quanto tecidos orgânicos, bits de informação e bits de carne e osso. Nesse sentido, o pós-humano deve ser também traduzido por transhumano, mais que humano.[...] convergência geral dos organismos com as tecnologias até o ponto de se tornarem indistinguíveis [Santaella, 2003, p.192].

A criação de um *ciborg*⁴⁶ é encarada como mais dificultosa pelo alto índice de rejeição a implantes de substâncias não orgânicas no corpo humano. Essa é uma condição inexorável desse processo, que dificilmente poderá ser resolvida. Nesse sentido, aparelhos acoplados ao corpo —sensores, óculos, fones de ouvido, e assim por diante —seriam maneiras mais eficazes para atingir o mesmo fim[Bostrom, 2014].

Outros métodos de otimização da inteligência humana, como a eugenia, o uso de medicamentos ou a manipulação genética esbarram em questões éticas e morais muito profundas, encontram forte resistência nos mais diversos seguimentos da sociedade, estejam estes mais ligados a alas conservadores ou progressistas.

A SIA (*superinteligência artificial*), no entanto, mesmo suscitando questões éticas igualmente graves aos olhos da sociedade, encontra um caminho razoavelmente mais ameno à frente. Isso se deve, principalmente, ao fato de não colocar seres humanos em risco. O processo acontece dentro das máquinas, independe do corpo humano para se desenvolver. Além disso, polarizando com os *apocalípticos* —“que proclamam a morte da natureza e os perigos da desumanização”, e intuem que, a partir do momento em que o ser humano perder a condição de topo da cadeia intelectual do planeta terra, seu destino, na melhor das hipóteses, será o de transformar-se num animal de estimação —, existe a ala dos *integrados*⁴⁷ ou *salvacionistas*, composta por membros que “acreditam que a tecnologia será capaz de desempenhar fatos sem precedentes” [Santaella, 2007, pg.499],

⁴⁶ termo criado na década de 1960, diminutivo de *org-anismo cib-ernético*, isto é, a junção de elementos orgânicos e artificiais num mesmo corpo

⁴⁷ Fazemos referência aqui à dicotomia criada por Umberto Eco em sua obra *Apocalípticos e Integrados* [?]

a resolução de impasses gravíssimos que acometem a espécie humana como, o aquecimento global, a cura para o câncer, uma solução para a despoluição do ar, dos oceanos, a erradicação da fome, ou ainda vislumbram a resolução de questões mais profundas, de ordem existencial, como o sentido da vida, a origem do Universo e nosso papel nesse imenso espaço escuro, enfim, problemas que estão colocados para a humanidade praticamente desde sua origem, e que estão além de nossas capacidades intelectuais para resolvê-los.

Independentemente da maneira com que chegaremos a esse estágio, é consenso também entre os estudiosos do assunto a inevitabilidade do processo: não seria uma questão de *se* nós conseguiremos atingir a SIA, mas de *quando*. Entre previsões mais e menos otimistas, a média de estimativa é de que nos próximos cinquenta anos isso se concretize. Quando a inteligência humana for suplantada por uma inteligência artificial capaz, inclusive, de praticar auto melhorias, possivelmente ocorrerá uma explosão exponencial de inteligência. A esse momento é dado o nome de *singularidade*:

A evolução trabalha por vias indiretas: a evolução produziu os humanos, humanos criaram a tecnologia, humanos estão agora trabalhando com tecnologias cada vez mais avançadas para criar novas gerações de tecnologia. Quando atingirmos a **Singularidade**, não haverá mais distinção entre homem e tecnologia. Isso não porque os humanos se transformarão em máquinas como as que conhecemos hoje, pelo contrário, as máquinas terão progredido ao ponto de se colocarem em posição de igualdade ou superioridade com os humanos. A tecnologia equivalerá, metaforicamente, ao nosso polegar opositor que viabilizará nosso próximo passo evolutivo. [Kurzweil, 2005, pg.45].

Atualmente, temos acompanhado a emergência de diversas técnicas que corroboram com a previsão anterior. *Machine Learning*, *Deep Learning*, entre outras, são exemplos de que estamos, efetivamente, ensinando a máquina a agir, interagir, escutar, reconhecer, criar e aprender seguindo um paradigma humano, baseadas na maneira com que realizamos essas mesmas competências.

Ao mesmo tempo, é indiscutível e inelutável que a inteligência maquinal seja distinta da humana. Para se ter uma ideia da disparidade entre a velocidade computacional humana e maquinal, os humanos são capazes de processar duzentos cálculos por segundo, em média. Isso é aproximadamente um milhão de vezes mais lento que a capacidade dos circuitos eletrônicos contemporâneos [Kurzweil, 2005, pg.71].

Emprestando um exemplo extraído do livro *Singularity is Near*, imaginemos agora o que aconteceria quando mil cientistas (IA), cada um destes, mil vezes mais inteligente que um cientista

humano, e, ao mesmo tempo, operando mil vezes mais rapidamente que humanos contemporâneos. Um ano cronológico sob a perspectiva humana equivaleria a um milênio para eles... imagine o que eles inventariam / descobririam!

A Construção do Super-Frankenstein

O advento da microeletrônica significa que máquinas inteligentes poderão invadir universos de trabalho de colarinho-branco outrora reservados ao tirocínio humano, como diagnósticos médicos e serviços financeiros.

Richard Sennett

Atualmente, o campo da inteligência artificial cresce exponencialmente, não apenas em relação ao aprofundamento do conhecimento na área, como também em presença na sociedade. Os algoritmos de IA estão presentes em diversas áreas, fruto dos altos investimentos em pesquisa por parte de empresas. Estas têm feito uso comercial desses algoritmos, o que faz com que a presença da IA atravesse o cotidiano das pessoas via atendentes de telemarketing, por meios de transporte pilotados autonomamente, venda de robôs para limpeza da casa, robôs cirurgiões, entre várias outras modalidades que exigem habilidades específicas. Desde o ano de 2010, estimasse que a população de robôs exceda a faixa de dez milhões [Bostrom, 2014, p. 34]. A tendência é que essa presença da inteligência artificial, corporificada em robôs ou não, cresça ainda mais.

Em 1997, o enxadrista G. Kasparov, campeão mundial da modalidade àquela época, foi convidado a enfrentar, pela segunda vez, o super-computador desenvolvido pela IBM, *Deep Blue*. No ano anterior, o enxadrista havia ganho a partida contra a versão anterior da máquina. Em entrevista, naquela época, o campeão mundial discorria sobre o significado daquela partida:

Em alguma medida essa partida é uma afirmação de toda a espécie humana. Os computadores desempenham um papel fundamental em nossa sociedade hoje. Eles estão por toda a parte. Mas existe uma fronteira que eles não devem cruzar. Eles não devem adentrar a área

da criatividade humana. Isso iria ameaçar o controle humano sobre áreas como as artes, música e literatura [Cope, 2004, p.40].

Kasparov perdeu. Pela primeira vez na história, um computador havia superado o homem numa modalidade essencialmente intelectual e que exigia capacidade de reação, planejamento, antecipação, enfim, uma série de habilidades que, até então, eram consideradas exclusivas do homem. Quase duas décadas após o fatídico jogo entre o mais hábil dos humanos —que dedicou toda sua vida ao desenvolvimento de conhecimento num domínio específico —, contra uma máquina que recebeu alguns poucos meses de treinamento nesse mesmo domínio, a história se repete. Em 2016, a IA desenvolvida pela empresa multinacional Google superou o melhor jogador do mundo de *Go* —um jogo Asiático milenar, conhecido por sua extrema complexidade. Esses dois momentos históricos apontam para uma só direção: independentemente da complexidade da tarefa no domínio intelectual, o computador poderá realizá-la melhor e mais rapidamente que um humano.

Até o momento, as máquinas são capazes de aprender e desenvolver apenas uma tarefa por vez, isto é, a IA da Google foi capaz de derrotar o campeão mundial de *Go* mas não seria capaz de enfrentar Kasparov num jogo de xadrez. Teria, para isso, que “desaprender” a jogar *Go* para, em seguida, aprender a nova modalidade. Portanto, estamos ainda muito distantes de atingirmos o resultado de uma máquina auto consciente, capaz de absorver múltiplas competências. Mas não faltam esforços para isso. Na internet é possível encontrar diversos grupos de pesquisa desenvolvendo as mais diferentes áreas: carros que dirigem autonomamente via satélites; **robôs quadrúpedes** que conseguem atingir velocidades e realizar saltos incríveis; robôs com aparência humana, como a **Sophia**, capazes de interagir com humanos e responder com múltiplas expressões faciais; robôs hábeis a tocar junto com outros humanos, como o caso do marimbista **Shimon**, capaz de improvisar a partir de contextos diversos; **bandas musicais de robôs**, entre tantas outras competências que estão em pleno desenvolvimento. Em algum momento, todo esse conhecimento será reunido. Assim como o engendramento do computador, resultado de esforços multi-nacionais, estamos criando nosso *super-Frankenstein*, cada grupo de pesquisa desenvolvendo um pedaço desse quebra-cabeça.

A tarefa de criar um ser de complexidade equiparável a um ser humano, que demorou milhões de anos na escala evolutiva para se constituir, está cada vez mais ao alcance. Ainda assim, seria ingênuo imaginar que estamos próximos desse acontecimento:

Eu consigo imaginar pensamento baseado em silicone da mesma maneira que pensamento baseado em carbono; consigo imaginar ideias, significados, emoções e uma consciência em primeira pessoa do mundo

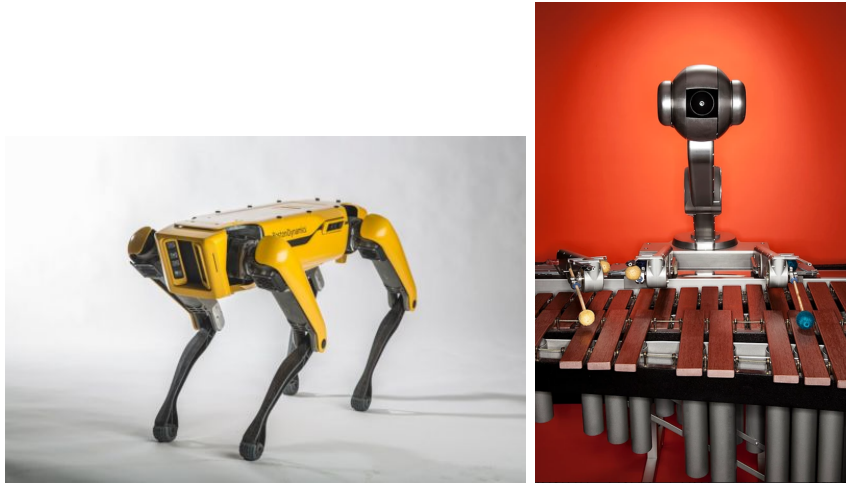


Figura 1.9: À esquerda um exemplo de robô quadrúpede, desenvolvido pela empresa Boston Dynamics; À direita, Shimon, o robô marimbista.



Figura 1.10: A robô Sophia é capaz de conversar e responder com expressões faciais.

(uma “luz interior”, um “fantasma dentro da máquina”) emergindo de um circuito eletrônico tão facilmente como de proteínas e ácidos nucleicos. Eu simplesmente sempre tive fé de que, quando finalmente surgir uma “inteligência artificial genuína” (me perdoem o oxímoro), ela terá emergido precisamente porque o mesmo grau de complexidade e o mesmo tipo genérico de arquitetura mental abstrata venha a existir sobre um novo tipo de hardware. O que eu não espero, no entanto, é que uma inteligência humana completa emerja de algo mais simples, arquiteturalmente falando, que um cérebro humano [Cope, 2004, pg. 36]

A Composição na Pós-Humanidade

Enquanto o flautista destinava-se ao entretenimento do homem, os teares de Vaucansons em Lyon pretendiam mostrar ao homem que ele era dispensável.

Gaby Woods

Richard Sennett [?]

O que há em comum nas diversas linguagens artísticas é fato de trabalharem com *criação*. A criação envolve múltiplas habilidades, são várias camadas de processos de qualidades diversas: intuitivos, intelectivos, emocionais, manuais, braçais. Assim, criar é, genuinamente, uma tarefa complexa. Por essa razão, o campo da Arte sempre foi encarado como inatingível, algo que estaria para sempre além do alcance de uma inteligência criada artificialmente. Hoje, no entanto, essa condição já é questionada, e a arte não se constitui mais como um campo isolado e seguro frente o avanço da inteligência artificial:

A Arte é considerada nosso último (e exclusivamente humano) santuário. Num mundo onde computadores substituíram médicos, motoristas, professores e até proprietários de terras, será que todo mundo viraria artista? Ainda é difícil imaginar a razão pela qual supomos que a arte estaria protegida dos algoritmos. Porque estamos tão confiantes que os computadores jamais serão capazes de nos superar no campo da composição musical? De acordo com as ciências biológicas, arte não é produto de um espírito encantado ou de uma alma metafísica, mas sim [produto] de algoritmos orgânicos reconhedores de padrões matemáticos. Se for este o caso, não existiram razões pelas quais algoritmos não-orgânicos não dominassem essa área [Secker, 2015, pg.377].

A música, como as outras linguagens artísticas, possui suas especificidades. Uma delas é o fato de, desde sua origem, estar sempre muito atrelada à matemática:

Note que a ideia de um cálculo musical não é nada surpreendente em si, posto que a música composta no Ocidente é, desde suas origens (Pitagóricas), intrinsecamente relacionada ao cálculo, e, como judiciosamente observa Jean-Claude Risset, os responsáveis por escrever os tratados musicais entre os séculos XIII e XVII, nomeadamente

Cardan, Kepler, Galileu, Descartes, Gassendi, Huygens, Newton e Leibniz, são todos ou matemáticos ou físicos [Parrochia, 2006, pg.67].

Como discutimos na seção do texto *A Era Digital: Uma Explosão Colorida de Fogos de Artifício* 1.2.5, a matemática é a linguagem que funciona como interface entre máquinas, compositores e música. É por meio dela que compositores conseguem formalizar suas ideias, transmiti-las ao computador e obter resultados musicais. Justamente pela estreita relação entre a matemática e a linguagem algorítmica, a CGC tenha se estabelecido como um campo autônomo dentro da música experimental desde os primórdios da computação musical.

Fato é que a *geração de músicas por computador* configurou-se como o primeiro sinal de alerta, a primeira ameaça real à continuidade da existência do ofício do compositor da maneira como o concebemos. Isto porque o paradigma algorítmico prescinde da intervenção criativa humana sob aspectos fundamentais da composição, como a criação de materiais, a organização dos mesmos no tempo, a elaboração das estruturas formais, as conexões entre ideias, entre outras tantas decisões e escolhas estéticas inerentes à escritura musical.

No entanto, até o momento, a *CGC pura*, isto é, a música sem desvios provocados pela intuição e o gosto humanos no resultado gerado pelo algoritmo, mostrou-se esteticamente menos consistente que as peças criadas por humanos, com ou sem assistência do computador. Não houve um salto de qualidade com os processos automáticos que fizesse com que os compositores experimentassem algo próximo ao que sofreram os trabalhadores europeus no período da Revolução Industrial, quando se perceberam potencialmente inúteis e viram substituídas sua mão de obra pela maquinal.

As experiências mais recentes em IA apresentadas —que representam uma pequena porcentagem da totalidade de pesquisas no campo da tecnologia e, em especial, da tecnologia musical —já colocam em xeque a condição humana, até então exclusiva, frente a várias práticas, inclusive a do fazer artístico, o que nos incita a pensar que, hipoteticamente, o campo musical, como um todo, passará, sim, por um processo análogo ao que ocorreu com os trabalhadores do século XIX. Parece que seja apenas uma questão de tempo.

A questão que nos cabe colocar é: em que medida o campo *composição experimental* —com suas particularidades processuais e inserção no sistema sócio-econômico —seria afetado com tais mudanças? Estaria ele de fato sujeito a um impacto que implicaria numa brutal mudança? Seria ele predominantemente ocupado por uma produção puramente algorítmica?

Os Desafios Colocados à Inteligência Artificial

O autor do livro *Göedel, Escher, Bach*, Douglas Hofstadter, escreveu o prefácio do livro *Virtual Music* de David Cope, em que relata sua surpresa ao tomar contato com resultados musicais criados algoritmicamente por Emmy:

Tendo reverenciado Chopin toda minha vida, eu tinha certeza que ninguém poderia me enganar nesse departamento. Mais que isso, eu conhecia muito bem todas as cinquenta ou sessenta *Mazurkas* de Chopin, tendo-as tocado dezenas de vezes ao piano e tendo-as escutado ainda mais vezes em gravações. Então fui direto para o meu piano ler a partitura da *Mazurka* gerada por *Emmy* —uma, duas, três vezes, e mais —e fiquei cada vez mais confuso e surpreso. Apesar de ter percebido que havia falhas aqui e ali, fiquei impressionado porque a peça parecia *expressar* algo. Se tivessem me dito que a peça havia sido composta por um humano, eu não teria duvidado de sua expressividade. Não sei se teria aceito a alegação de que seria uma *Mazurka* inédita descoberta recentemente, mas eu facilmente acreditaria que teria sido composta por um estudante de graduação fã da música de Chopin. A peça era levemente nostálgica, continha elementos polacos, e não parecia de maneira alguma um plágio. Era nova, era indiscutivelmente parecida em espírito com Chopin e não era *vazia emocionalmente*. Eu estava realmente abalado. Como uma música carregada de emoção poderia emergir de um programa que nunca ouvira uma nota, nunca vivera um momento de vida, nunca sentiu uma emoção qualquer que fosse? [Cope, 2004, pg.38]

No mesmo livro, pouco mais adiante no texto, David Cope relata um episódio que contém respostas para a citação anterior:

Eu escutei no rádio uma peça bastante cativante para órgão que, para meus ouvidos, soava extremamente parecida com Bach; quando anunciaram o autor, no entanto, eu descobri, para minha surpresa mas não para meu desgosto, que a peça havia sido composta por um professor de música da IU [Universidade de Indiana]—Lewis Rowell. Eu não perdi tempo e logo contactei Rowell convidando-o para um almoço a fim de conversarmos sobre a ideia de falsificar Bach. Ele ficou encantado com o fato de alguém ter se interessado com a peça dele e rapidamente nos encontramos. Durante o almoço, eu perguntei

a Rowell como ele havia composto um peça sonoramente tão autêntica, e ele disse, “Ah, isso não é difícil... Bach desenvolveu um tipo de gramática que eu simplesmente peguei, como qualquer um que quisesse. E então, armado dessa gramática, eu—como qualquer um com um pouco de talento musical—posso facilmente compor quantas peças quiser ao perfeito estilo de Bach. Não é preciso ser um gênio, acredite em mim. Tudo é muito simples. *O único lugar que a genialidade estava realmente envolvida foi durante a invenção dessa gramática* [Cope, 2004, pg.57].

Esse episódio revela-nos alguns pontos interessantes. O primeiro, diz respeito à expressividade, observada por Hofstadter, presente nas peças *à la* Chopin realizadas pelo algoritmo *Emmy*. Valendo-nos da segunda citação, é possível especular que a expressividade contida nas peças criadas pelo algoritmo são, efetivamente, resquícios da gramática criada por Chopin, são resíduos do artesanato e do que há de mais humano em Chopin. Por essa razão, as peças criadas por computador dialogam conosco e nos provocam emoções. Creio que o método de *recombinar* viabilize esse tipo de situação, afinal são permutações de materiais—frases, sentenças, motivos, progressões harmônicas, melodias—, elaborados por um ser humano.

Ao mesmo tempo, essas falas incitam-nos a perguntar se em algum momento, para além do método de recombinar códigos, a máquina conseguirá criar novas gramáticas, um estilo original dentro de uma linguagem em uso, contemporânea, viva.

E essa distinção, entre a *composição baseada em modelos* e a *composição genuína*, é de extrema importância, pois segundo o paradigma de recombinações, “esse tipo de técnica, não lida com conteúdo, com ideias; lida apenas com sequências [de dados]. [...] O problema é que *novas ideias* nunca entrariam em cena” [Cope, 2004, pg.75].

Todo compositor vive numa determinada época, está inserido numa sociedade, é produto de uma cultura. Por mais que possa agir dialeticamente contra ou a favor da corrente principal, agir conforme ou à margem dos costumes e valores de uma comunidade, ele está sempre subjugado a essa relação de não isolamento, uma espécie de aprisionamento, de delimitação. Por mais subversivo que pareça a seus pares, por mais vanguardista, futurista, estará sempre, aos olhos dos historiadores futuros, representando aspectos de seu tempo.

Os(as) compositores(as) que se destacaram em sua épocas, o fizeram porque inventaram modos originais de produzir suas músicas, porque desenvolveram métodos singulares, originais. Mé-

todos estes que, mesmo carregados de originalidade, ainda assim estabeleciam relações com seus pares, eram compreensíveis, em alguma medida, por outros ligados à sua cultura. Especialmente a partir do século XX, quando o grau máximo de liberdade artística é adquirida pelos compositores—liberdade esta que é consequência, entre outros fatores, da inexistência de um sistema de referência único, como o foi o sistema tonal para os compositores dos períodos anteriores ao século XX—, essa tarefa torna-se mais difícil. Os compositores que se sobressaíram, os “escolhidos” como pontos de referência de uma época, são validados historicamente por apresentarem novas maneiras de pensar a composição, são compositores que de fato criaram suas próprias técnicas e souberam colocar suas visões singulares no fazer musical. De maneira que, atingir esse equilíbrio entre criar algo extremamente original, diferente, mas que, ao mesmo tempo, estabelece pontos de contato com integrantes de uma comunidade, estabelece relações com a história, comunica algo, faz sentido, é um grande desafio colocado aos desenvolvedores da IA.

O Impulso da Criação: Queremos Criar Máquinas que se Apaixonem?

Resgatando e ampliando a definição da palavra *Algoritmo*:

Os algoritmos devem possuir algumas propriedades básicas:

- A. o procedimento que vai ser seguido deve ser ilustrado por um conjunto finito de instruções;
- B. o procedimento deve ser uniforme em relação ao conjunto dos possíveis argumentos;
- C. deve estar disponível um agente ou um instrumento que siga as instruções de modo mecânico, ou seja, **não criativo**;
- D. o resultado deve ser elaborado em tempo *finito* e em número *finito* de passos [Abbagnano, 2007].

O item de letra **C** da exemplificação é esclarecedor para essa questão. Quem está criando no contexto da composição algorítmica, verdadeiramente, nunca é a máquina, mas sim quem a instrui, por meio dos algoritmos. O que chamamos por *Inteligência Artificial*, nada mais é que uma complexificação do processo algorítmico:

Por sua conta, um algoritmo é tão esperto quanto uma furadeira; simplesmente realiza uma tarefa de maneira bem feita, como ordenar uma lista de números ou procurar por fotos de animais fofinhos na internet. Mas quando encadeamos vários algoritmos de uma maneira inteligente, é possível produzir IA: *uma ilusão de comportamento inteligente específica em um domínio* [Polson and Scott, 2018, pg.4].

Ainda que seja apenas uma ilusão de comportamento inteligente, o fato é que os avanços em IA têm surpreendido os próprios pesquisadores na área. Um exemplo disso foi o rápido avanço na área da linguagem e a consequente emergência dos *assistentes pessoais*. Atualmente, as máquinas são capazes de reconhecer a fala humana com uma precisão muito alta, são capazes, inclusive, de detectar as variações de significado de uma dada palavra ou de uma dada expressão em acordo aos diferentes contextos em que aparecem:

A melhor maneira de ensinar isso às máquinas é dando a elas um *disco rígido* gigantesco, cheio de exemplos de como as pessoas dizem as coisas, e deixar as máquinas escolherem *por conta própria* a partir de modelos estatísticos. Essa abordagem de linguagem puramente orientada por dados pode parecer ingênua e, até recentemente, simplesmente não tínhamos dados suficientes ou computadores suficientemente rápidos para fazer com que funcionasse. Hoje, porém, funciona de maneira chocante. Em sua conferência de tecnologia em 2017, por exemplo, o Google anunciou que as máquinas tinham atingido a paridade com humanos no reconhecimento de voz, com uma taxa de erro de ditado por palavra de 4,9 por cento —drasticamente melhor do que as taxas de erro de 20 a 30 por cento medidas recentemente, em 2013. Este salto quântico no desempenho linguístico é uma das principais razões para as máquinas atualmente parecem tão inteligentes. Pode-se argumentar, de fato, que o reconhecimento de fala em nível humano é o avanço mais importante da última década em IA⁴⁸ [Polson and Scott, 2018, pg.114-15].

Chama-nos a atenção o fato de ter sido possível atingir esse nível a partir de um maior acúmulo

⁴⁸The best way we know to teach [] it to machines is to give them a giant hard drive full of examples of how people say stuff, and to let the machines sort it out *on their own* with a statistical model. This purely data-driven approach to language may seem naïve, and until recently we simply didn't have enough data or fast-enough computers to make it work. Today, though, it works shockingly well. At its tech conference in 2017, for example, Google boldly announced that machines had now reached parity with humans at speech recognition, with a per-word dictation error rate of 4.9 percent—drastically better than the 20-30 percent error rates common as recently as 2013. This quantum leap in linguistic performance is a huge reason why machines now seem so smart. One might argue, in fact, that human-level speech recognition is the last decade's single most important breakthrough in AI

de dados e de uma significativa melhora na capacidade em processá-los. Isso abre precedentes para projetarmos uma melhora expressiva na área da *escuta maquinal* (ou *machine listening*) —capaz de remanejar e solicitar ao algoritmo que refaça determinado passo da operação (processo similar ao que existe no software *Autocouumatic* apresentado na seção 1.2.5) —, como algo realmente promissor.

Ao mesmo tempo, ainda assim o computador não seria capaz de realmente *inventar*. Ele estaria sempre recombinao mecanicamente ideias extraídas de modelos, a partir da análise de dados fornecidos e das ações determinadas pelo usuário.

A questão central, a meu ver, opera num nível ainda mais profundo da relação homem-máquina. Por mais que consigamos criar uma máquina inventiva, que consiga criar novas ideias —e particularmente acredito que o faremos —, a máquina terá o desejo de criar? Partirá dela, da máquina, o impulso para criar uma obra musical? Será que implementaremos na máquina o desejo, ou melhor, a necessidade de se expressar? Pois se essa necessidade não for “ensinada”, definitivamente nada nascerá espontaneamente no bojo do circuito eletrônico:

Sebastian Thrun: Acho que chegaremos a um ponto em que quase tudo o que fizermos será feito por máquinas. Nós ainda precisaremos de pessoas mas se você me perguntar se existirá, alguma vez na vida, uma máquina com inteligência artificial que fará filmes, sem dúvida alguma que sim.[...] Acho que quase tudo o que fazemos as máquinas fazem melhor, e a razão para isso acontecer é porque as **máquinas aprendem mais rápido do que nós**.

Werner Herzog: Mas as máquinas são incapazes de se apaixonar.

Sebastian Thrun: E será útil para as máquinas se apaixonarem? Nós gostaríamos de ter máquinas iguais a pessoas? Acho que não. Sinceramente, se uma lava-louças me dissesse: Estou me apaixonando pela geladeira e, por isso, não tenho tempo para lavar sua louça. Eu não gostaria mais da minha lava-louças.

Danny Hillis: Teremos uma revolução não na nossa tecnologia, mas na teologia. Não temos nem nome para isso mas envolverá a Internet, envolverá a conectividade e construir *máquinas que pensem por nós*, e acho que teremos outra mudança moral, na nossa definição do que significa ser humano. Nós estamos apenas no começo desse processo, então dá para ver que estamos tentando sentir e inventar essa nova sociedade e inventar novas ideias sobre o que é certo e errado. [Herzog, 2016]

Máquinas e humanos são diferentes. Os robôs terão corpos projetados para a realização de n tarefas, corpos estes, inclusive, aptos a habitar o espaço sideral de maneira muito mais “orgânica” que os humanos. Mas tenho dúvidas sobre se, em algum momento, qualquer grupo de pesquisa investirá tempo implementando sistemas fisiológicos, análogos aos humanos, em robôs. Sistemas digestivos, reprodutivos, hormonais...; essa hipótese soa absurda. Da mesma maneira não haveria razão para implementarmos uma vontade de expressão artística numa máquina. Seria, parafraseando Sebastian Thrun no diálogo anterior, inútil para as máquinas. A etapa da materialização de uma peça musical, como já é uma realidade, continuará a ser realizada autonomamente pela máquina quando solicitado; o *insight*, a vontade de produzir, a necessidade de ordenar sons como meio de expressão, esse impulso inicial será sempre produto humano.

A mesma questão, vista de uma ótica diferente, não mais a partir da perspectiva da máquina mas do humano que cria: quando, no diálogo anterior, Dany Hillis diz que a revolução na nossa tecnologia envolverá a criação de *máquinas que pensem por nós*, presumo que em algumas áreas do conhecimento humano, sobretudo as que são fruto das capacidades intelectuais e necessidades expressivas—como as artes, a ciência e a filosofia—, nós simplesmente não queiramos que a máquina pense por nós. Evidente que continuaremos a utilizar o potencial da máquina, que crescerá ainda mais, para acessar cálculos e problemas que estão além do nosso alcance abstrato-intelectual, mas, nesse caso, elas pensarão *conosco* e não *por nós*, com a finalidade, inclusive, de expandir nosso campo cognitivo e não de abandoná-lo.

Mesmo que as máquinas atinjam um nível superior e sejam capazes de realizar músicas mais interessantes, belas, consistentes, será que compositores deixariam de compor? Será que filósofos parariam de criar conceitos quando os algoritmos o fizerem com mais propriedade? Qual o sentido em se fazer a máquina compor por nós? As atividades que estão no campo da existência, ou seja, são fontes de motivação para continuarmos a existir, são expressões do nosso íntimo, são atividades insubstituíveis. Continuaremos a realizá-las pelo simples fato de serem indispensáveis à nossa sobrevivência, à nossa saúde psíquica, corporal. Atividades que realizamos cotidianamente e que são triviais, como limpar a casa, pagar contas, preencher relatórios, estas sim serão realizadas por inteligências artificiais.

Observemos um caso de uma atividade humana que já passou pelo processo de superação da inteligência artificial. O multi-campeão russo, Kasparov, não deixou de jogar xadrez após sua derrota para o *Deep Blue*. Pelo contrário, jogou pelo menos mais dez anos, e se parou de jogar foi por pura desmotivação já que estava no topo do *ranking* mundial há 20 anos. O mesmo aconteceu

com o campeão mundial de *Go*, que continua em plena atividade jogando torneios.

Ainda com relação à necessidade expressiva e relação de autoria com os trabalhos, peço licença para fazer um relato pessoal. Durante a elaboração das peças *Jazzex nº1* e *Fantasia Essata*, utilizei extensivamente algoritmos no ambiente SuperCollider que geravam resultados em tempo real absolutamente prontos, às vezes com a necessidade de realizar pequenos ajustes, breves edições. Na maioria das vezes, quando acertava os valores de *input* dos argumentos, os resultados sonoros estavam muito além das minhas possibilidades de imaginação, solfejo e de execução artesanal, ou seja, são resultados que obteria apenas a partir do potencial de cálculo da máquina. Eu jamais conseguiria sequer imaginar algumas das texturas criadas autonomamente pelo algoritmo. Lembro-me, verdadeiramente, de ficar espantado com a beleza de alguns trechos de peças criados dessa maneira. Em nenhum momento me senti abrindo mão da autoria da peça ou me senti inferiorizado pelo que foi criado pela máquina. Muito ao contrário, o fato de ter criado o algoritmo que me gerou o resultado e de tê-los acionado já me satisfazia como (co)autor dos trechos. Mesmo utilizando algoritmos prontos, criados por terceiros, o fato de tê-los escolhido e ajustado os valores dos argumentos até que me satisfizessem esteticamente foi suficiente para me sentir *autor* dos resultados sonoros.

Por outro lado, quando utilizei o Autocousmatic, programa que é capaz de gerar uma composição inteira, pronta em minutos, não senti a mesma relação com o resultado final. Alimentar o programa com um banco de sons e deixá-lo realizar todo o trabalho, sobretudo em se tratando de um programa em que só tive o trabalho de baixá-lo da internet e que não me oferecia nenhuma possibilidade de escolha para além do número de canais e da duração da peça, não foi suficiente para me satisfazer nem esteticamente, nem para me sentir autor da mesma. Poderia utilizar um trecho interessante do resultado gerado pelo algoritmo, mas jamais a peça inteira. Esse sentimento de, efetivamente, não estar compondo quando o poder de escolha e determinação de processos está circunscrito apenas ao apertar de um botão é um indicativo de que o ser humano não investirá em substitutos para ofícios ligados às ciências, artes e filosofia.

Com isso, não queremos dizer que seria inútil o desenvolvimento de uma IA capaz de compor genuinamente, ou que a IA não será desenvolvida a ponto de conseguir realizar obras musicais contemporâneas de nível equiparável ou superior a um humano. Pelo que temos observado, é provável que seja, sim, desenvolvida. E por uma única razão: existe motivação, força motriz humana que deseja que isso aconteça. Forças estas que não estão orientadas por uma visão mercadológica, objetivando retorno financeiro, mas sim advindas dos mesmos agentes que têm se dedicado à *composição algorítmica estrita*, e que veem na própria formalização algorítmica um campo de expressão,

uma arte. Mas —e disso estamos convictos— o humano não deixará de compor e não terá sua “mão de obra” substituída pela da máquina.

O Imperativo Econômico como Força Motriz da Autodestruição

É inegável que, tanto a inteligência artificial quanto o campo da criação musical, num sentido mais amplo, são produtos de uma mesma cultura, são duas áreas resultantes de uma sociedade cujos indivíduos cultivam, em suas relações, valores capitalistas. Segundo o autor Rai Kurzweil, o principal motivo pelo qual não conseguiremos cessar o processo de desenvolver a inteligência —a ponto de superar-nos colocando em risco nossa própria existência— residiria no fato de estarmos presos ao impulso econômico capitalista:

É o imperativo econômico de um mercado competitivo a principal força motriz que empurra para frente a tecnologia. [...] O imperativo econômico equivale-se à sobrevivência na evolução biológica. Nós estamos à caminho de máquinas menores e mais inteligentes como consequência de uma miríade de pequenos avanços, cada um com sua justificativa econômica particular. Máquinas capazes de realizar suas missões mais precisamente tem custos maiores, o que explica as razões de serem construídas. [...] Nós teríamos que repelir o capitalismo e qualquer vestígio de competição econômica para interromper esse progresso [Kurzweil, 2005, pg. 92].

Esse tecido econômico que permeia as relações sociais e que atravessa cada um dos indivíduos contidos na sociedade, este mesmo que impulsiona o desenvolvimento tecnológico, é, também, o responsável por gerar relevos, englobando ou marginalizando, entre os diversos setores das artes, da ciência, das religiões, e assim por diante. Estamos numa fase em que a IA está presente em várias áreas do conhecimento humano. De certa maneira, estão em estágios de desenvolvimento desiguais, correm em ritmos diferentes, sob necessidades e circunstâncias absolutamente díspares. Em alguns campos a inteligência computacional já suplantou a inteligência biológica, como é o caso, por exemplo, do jogo de xadrez. Em outros, simplesmente não há o interesse em desenvolver a inteligência a esse ponto.

Talvez justamente por não operar dentro de uma lógica de mercado, mas sim por estar orientado por uma lógica do desejo, isto é, do impulso criativo, e, ao mesmo tempo, de assumir um caráter de inutilidade frente ao sistema econômico que está inserido, o campo da *música experimental* será sempre um campo majoritariamente ocupado pela produção humana, no máximo híbrida, isto é, *composição assistida por computador*.

Pelos exemplos ancorados na história, percebemos que a introdução de novas tecnologias só são bem sucedidas porque resultam lucros a certos segmentos de mercado, e só substituem humanos quando barateiam o processo ao fazê-lo. Por essa razão, creio que o campo da composição voltada à produção de músicas comerciais (*jingles* e *hits* populares), será, este sim, fortemente afetado pelos avanços em IA. O montante de dinheiro, gerado pelo direito de autoria sobre músicas que atingem o *status* de *hit*, é muito alto. Ao mesmo tempo, o processo de elaboração de uma música comercial pode ser bem caro. Em outras palavras, a empresa detentora do algoritmo que produz um sucesso musical ganharia pelas duas vias: no barateamento do investimento, com corte de humanos no processo de composição das músicas, e no retorno com a arrecadação dos direitos autorais, pois seria detentora do algoritmo que a gerou.

A cadeia produtora de músicas comerciais está fortemente ameaçada pela sombra da IA. Isso se deve ao fato de que as músicas produzidas para, e consumidas por, este segmento se valerem de alguns poucos recursos sintático-musicais; são, em sua vasta maioria, produtos de uma mesma fórmula com algumas alterações aparentes (especialmente no campo do timbre). Em outros termos, as músicas de consumo buscam a simplicidade (no sentido pejorativo do termo) para atingir ao maior número de consumidores, e isso facilitaria sobremaneira a superação da tarefa por uma IA.

Essa seria a etapa final de um processo que já está em curso. Basta acompanhar a progressiva substituição de instrumentos acústicos (bateria, guitarra, baixo, sopros) por soluções eletrônico-digitais (baterias eletrônicas e timbres de sintetizadores). Todos esses processos somados nos fazem crer que, muito em breve, teremos *singles* e *hits* produzidos integralmente pela máquina, uma vez que, com o conhecimento em IA e a tecnologia que dispomos no momento, já seria possível cumprir tal feito. A empresa Sony Music, inclusive, já se aventurou no domínio da produção musical via inteligência artificial: se valendo do método de *recombinação* sobre um banco de dados de treze mil músicas, a empresa lançou **duas músicas** [País, 2016].

Para o futuro, é possível especular, ainda, a ampliação desse processo, culminando com a presença de aplicativos destinados a usuários finais, isto é, usuários que não necessariamente possuam conhecimentos musicais ou tão pouco em linguagens de programação, que irão compor

músicas *pop* a partir de dados fornecidos por eles mesmos —como bancos de músicas de artistas de seu gosto, letras que o próprio usuário criou —, tornando a composição de músicas comerciais um processo tangível a qualquer pessoa.

1.2.7 Relatos e Previsões de Um Compositor Progr(amador)

De *softwares* desenvolvidos por grandes empresas, voltados a usuários com pouca ou nenhuma experiência em programação, ao espinhoso campo dos *softwares* livres, mantidos e desenvolvidos a várias mãos sempre por colaboradores e que, necessariamente, exigem algum tipo de conhecimento em programação, existe uma gama inesgotável de ferramentas. Lembro-me, particularmente, de minha fase inicial junto ao **Studio PANaroma**, já no quarto ano da graduação em composição com ênfase em eletroacústica, quando tive acesso pela primeira vez aos vários *softwares* disponíveis nos computadores do estúdio. São tantos os programas que não se sabe por onde começar! Situação angustiante: dispõe-se de uma série de ferramentas, mas não se tem ideia alguma de como utilizá-las.

A primeira vez que abri o programa OpenMusic, por exemplo, fui surpreendido por uma tela em branco... Inevitável o pensamento: “Ok, agora o que faço com isso?”. Creio que a grande maioria dos compositores programadores passaram por situação semelhante. Bastam algumas poucas experiências programando, no entanto, para que se perceba o potencial que existe na inserção da máquina no processo criativo:

Os compositores podem escolher trabalhar com *softwares* prontos, fechados, para produzir música[...] mas compositores interessados em experimentar com novos sons, novas estruturas, e meios de manipulá-los frequentemente buscam recursos em linguagens de programação. Usar essas linguagens exige um alto nível de conhecimento. Tornar-se um programador pode não parecer algo associado à atividade da composição musical, mas aprender a compilar códigos em um ambiente de programação musical abre muitas portas [Holmes, 2016, p. 489].

Evidentemente que optar pelo viés da inserção das potencialidades do computador no

processo criativo musical não é garantia de melhores resultados estéticos. Definitivamente tratam-se de especificidades bastante diferentes, a composição e a programação, e é igualmente inegável que, nas mãos de compositores inventivos, os *softwares* “fechados” podem ser ferramentas suficientemente potentes para produzir trabalhos tão ou mais interessantes que qualquer outra peça gerada a partir de processos automatizados em ambientes de programação. A opção por adentrar o universo da programação para fins musicais é apenas um dentre inúmeros caminhos que compositores podem adotar. Não é melhor nem pior que outros, mas evidentemente carrega suas especificidades.

Uma destas é o fato de que o próprio processo de aprendizagem de uma linguagem de programação pode ser capaz de alterar significativamente a maneira como pensamos música. Existe uma diferença relevante entre o compositor que utiliza uma ferramenta buscando apenas resultados esteticamente satisfatórios, manipulando botões sem tomar consciência dos processos que estão acontecendo nos bastidores do programa, e o compositor que busca compreender, assimilar para depois reproduzir ou criar variações das operações latentes nos algoritmos. O exercício cotidiano de analisar, criar e organizar instruções de maneira clara e sucinta para a máquina realizar tarefas obriga o compositor programador a tomar consciência dos múltiplos parâmetros e métodos de manipulação dos mesmos de modo integral, obriga-o a “formalizar seu pensamento” [Malt, 1999, p.61]. E como todo processo de aprendizagem pressupõe, investe-se muito tempo.

Nesse sentido, o fator “tempo de aprendizagem” é sem dúvida um divisor entre os que optam pelo uso das potencialidades de cálculo, memória e processamento de um computador e os que abdicam totalmente desses recursos. Durante meu processo de aprendizagem (que segue em curso!) a visão disseminada de que se ganha tempo com a assistência do computador logo mostrou-se uma inverdade absoluta—a não ser, é claro, em situações nas quais os algoritmos são desenhados por outro programador⁴⁹; aí sim, ganha-se muito tempo!

Entre a angustiante tela em branco e a construção de algoritmos que funcionassem e gerassem resultados musicalmente satisfatórios, foram muitas horas de pesquisa e de tentativas frustradas. Atualmente, passado o desconforto inicial da tela em branco, penso que, verdadeiramente, o vazio da tela aponta para as infinitas possibilidades que podem ser engendradas pelo programador, indicando uma enorme versatilidade da ferramenta, em contraposição aos programas limitados, providos com interfaces cheias de botões e funcionalidades à mão.

Creio, também, que a opção por aprender a conversar com o computador por meio de uma

⁴⁹Esse é o caso dos compositores que trabalham com o auxílio de “Realizadores em Informática Musical” (RIM) - profissionais com conhecimento em ambas as áreas (música e programação) capazes de automatizar os processos idealizados pelos compositores.

linguagem de programação seja uma maneira de ganhar autonomia frente ao que é oferecido pelo mercado de *softwares* e aplicativos, e, num certo sentido, permite ficar menos suscetível à obtenção de resultados sonoros idênticos aos de outros compositores.

Fato é que essa própria discussão—sobre a adoção ou não do computador no bojo do processo criativo, como um assistente para a composição—, é própria do nosso tempo, é reflexo e apenas uma dentre as inúmeras mudanças político-sócio-culturais que estamos enfrentando. O ato de compor músicas, e tudo que está circunscrito a essa prática —os métodos, técnicas, materiais, e assim por diante —está sempre condicionado a uma época, a um contexto cultural, resultando, sempre, de uma ação de um homem/mulher inseridos em um dado contexto. Um compositor no período da Renascença, por exemplo, escreveria separadamente cada voz do tecido polifônico e, como consequência, tinha que projetar mentalmente as relações harmônico-intervalares entre as vozes escritas prévia e posteriormente. Na geração pós-Monteverdi, isto é, na transição para o período Barroco, a “grade” da partitura já servia como recurso visual para efeito comparativo das simultaneidades [Menezes, 2018, pg.286].

Esse pequeno exemplo nos mostra como, muitas vezes, o que determina a necessidade de uma mudança de período histórico, isto é, um corte no *continuum* histórico que crie contrastes entre dois períodos, é o fato de as técnicas de trabalho serem absolutamente diferentes entre estes mesmos períodos. Nós, aparentemente, estamos vivendo esse momento de transição, estamos pontualmente em pleno corte do tecido histórico. Para nós, isso não é claro, mas certamente teremos novas maneiras de compor a partir da inclusão da IA no processo criativo musical. Esse período de profundas mudanças que estamos passando, provocadas, não somente, mas sobretudo pela revolução tecnológica, provocará alterações no modo em como, efetivamente, compomos, quer queiramos ou não. Não é possível estagnar a história. E é muito difícil prever como será a maneira (ou as maneiras) de se compor uma obra no futuro.

Será que os compositores do período Clássico vislumbravam um modo de escritura sobre suporte, como o que surgiu com o advento do magnetofone e da fita magnética? Presumo que não. Mas Varèse, Xenakis, Cage fizeram várias previsões acertadas sobre um futuro próximo a eles. Será que nós, em 2018, estamos aptos a antever que tipos de recursos os compositores do próximo século disporão para compor? Será que outros paradigmas de escritura surgirão?

Ao cumprir o exercício de revisitar a história com a finalidade de compreender melhor a relação entre humanos e suas máquinas, foi possível diagnosticar algumas constantes, efeitos resultantes da introdução de uma nova máquina nos processos culturais, políticos, sociais. Para que

possamos fazer qualquer projeção futura, é necessário elencar o que descobrimos até o momento sobre a relação entre homens e máquinas:

- A máquina, depois de atingir um nível de aperfeiçoamento e superação de uma capacidade humana, torna-se um ponto de referência para nós; ao superar-nos, estabelece novos limites, novas metas para alcançarmos. Deixamos de ser os “professores” para nos tornarmos alunos: nós aprendemos com a máquina.
- Com a premissa de solucionar um problema específico de um período, as máquinas acabam provocando o ser humano a criar novas realidades, novas categorias de conhecimento—sejam estas artísticas ou não. A composição musical, especialmente no campo experimental, por ser essencialmente um campo artístico-expressivo, e, como tal, pressupor o protagonismo do sujeito na criação de artefatos estéticos, é uma área em que predominam a invenção, a especulação, a fantasia. Por esta razão, talvez, o campo da composição experimental seja ideal para experimentar e subverter o uso dos instrumentos tecnológicos que surgem a cada época. É sempre a partir do uso inadequado de um instrumento que surgem essas novas modalidades artísticas.
- As máquinas afetam dramaticamente os mercados de trabalho, sua entrada pode beneficiar uma categoria ao mesmo tempo que aniquilar quase que instantaneamente outras. Máquinas podem afetar direta ou indiretamente uma determinada área, positiva ou negativamente, dependendo, é claro, do ângulo que se pretenda observar o acontecimento. A entrada das máquinas musculares no período da revolução industrial, por exemplo, pode ser encarada de maneira absolutamente positiva quando enxergada a partir da perspectiva dos empregadores, que conseguiram melhores resultados e, com isso, otimizaram seus lucros. Esse mesmo evento, entretanto, foi experimentado como um dos acontecimentos socialmente mais danosos quando julgada a partir do ponto de vista do empregado, que fatalmente perdera o emprego e, muito possivelmente, viu seu campo de trabalho se extinguir. Toda a construção de um *savoir-faire* pelo indivíduo, que toma, muitas vezes, o tempo de uma vida para se constituir, é logo descartada. Mas a entrada de uma nova tecnologia não tem que necessariamente apresentar um risco de eminente extinção de uma dada categoria. Nesse ponto, as máquinas sensoriais, ao menos para o campo da música, constituem um exemplo de tecnologia que não representou qualquer ameaça. Mesmo atingindo o cerne do campo musical, a tecnologia de gravação sonora só fez ampliar o leque de profissões de áreas que circundam a práxis musical —casos das profissões de técnicos de som, as fábricas de discos, entre tantas outras áreas. Nenhum trabalhador li-

gado à área musical foi substituído com a entrada dessas máquinas. Pelo contrário, inúmeras novas categorias profissionais foram criadas e inseridas no ramo da música —técnicos de som, especialistas em subáreas (operadores de P.A., de estúdio, de mixagem e de masterização), profissionais estes ligados à indústria fonográfica, enfim, uma infinidade de cargos em áreas diversas.

Podemos imaginar, a partir desses pontos elencados, que novas modalidades musicais aparecerão com o desenvolvimento e inserção da IA no processo de composição musical. Os próprios compositores e programadores ligados à música experimental se incumbirão da tarefa de subverter o uso dessa nova ferramenta, e assim nascerão novas modalidades —e com elas novos paradigmas—de escritura e de escrita musicais.

Como discutido anteriormente, não acreditamos em máquinas que criarão por impulsos próprios, isto é, inteligências artificiais programadas para, sem qualquer estímulo humano, conceber uma música, um poema, uma peça de teatro, enfim, qualquer forma de expressão artística que conhecemos. Por outro lado, a IA potencializará, e muito, a relação compositor/computador. O compositor ganhará um assistente muito mais potente, autônomo e criativo, e ambos os campos, CAC e CGC, serão positivamente afetados por isso. Numa relação de mutualismo, homens e máquinas ficarão mais inteligentes, um estimulando o outro. Creio, pessoalmente, que a composição generativa (pura ou interferida) tem nos dado indícios de como será o ato de compor décadas adiante. Intuo que a comunicação entre usuário e computador prescindirá do conhecimento de linguagens de programação. Tal como já acontece com alguns assistentes pessoais desenvolvidos pela *Apple*, *Microsoft* e *Google*, acredito que teremos assistentes desenvolvidos para áreas específicas: assistentes para mixagem, composição instrumental, composição eletroacústica, masterização, e assim por diante. Os assistentes compreenderão os vocabulários técnicos e as expressões inerentes a cada campo. Não teremos mais que realizar operações de transformação espectral, síntese, edição, daremos verbalmente as instruções ao computador e este o fará por nós. Ainda estaremos no controle, pois o impulso criativo, a necessidade de criar, a última palavra nas escolhas, ainda provirão do homem. O assistente oferecerá, no máximo, soluções, sugerirá ideias para momentos de estagnação durante o processo criativo.

Intuo também que estamos caminhando para um momento em que o compositor não mais criará as estruturas musicais do silêncio. Parece-me que o papel do compositor passará de criador a editor. Fornecerá dados ao computador—uma ideia embrionária escrita, solfejada ou bancos de sons—a fim de que o assistente realize algumas operações e gere alguns resultados iniciais. Em

seguida, o compositor desempenhará o papel análogo ao de um editor, aquele que seleciona o material artisticamente relevante, organiza-o no tempo, e exclui as estruturas que julgar desnecessárias. O assistente aprenderá, com o tempo, a criar materiais cada vez mais próximos ao gosto do compositor usuário.

A IA se fará presente, também, nos campos periféricos à composição. O campo da gravação, da operação de P.A.⁵⁰, da *mixagem* e *masterização*. Todos esses campos serão diretamente afetados. Existem algoritmos que estão sendo desenvolvidos para filtrar ruídos do ambiente, estão se tornando cada vez mais precisos em reconhecer e discriminar elementos de um complexo sonoro. Isso nos permite especular sobre a existência, num futuro não muito distante, de *microfones inteligentes*, sensíveis e versáteis o suficiente para filtrar a informação desejada pelo técnico de gravação durante o momento da gravação.

Atualmente, com a tecnologia em *machine learning*, já estamos nos aproximando, por exemplo, de uma situação na qual será possível substituir os engenheiros de som por técnicos virtuais, que estarão aptos a analisar os multi-parâmetros das apresentações musicais e realizar os ajustes de intensidade (mixagem), espacialidade e timbre em tempo real.

Voltando ao campo da composição, outra possibilidade real que, creio, será incorporada como técnica para *composições genuínas* é o paradigma de composição, amplamente utilizado atualmente, para a criação de *peças-cópia*. Retomando o termo cunhado por David Cope sobre o paradigma operacional do programa *Experiments in Musical Intelligence* (E.M.I), o autor sugere pistas sobre a possibilidade de um novo método, uma nova técnica de composição para o futuro. Segundo o autor:

O programa E.M.I (Experimentos em Inteligência Musical) cria peças a partir de um sistema algorítmico utilizado junto a uma seleção de traços específicos para peças únicas a partir de uma grande gama de clichês⁵¹ apreendidos de trabalhos de compositores do passado. Os dados são separados e organizados individualmente em compositores e gêneros específicos. Geralmente, cada bloco de dados é organizado por compositor e gênero: novas invenções de Bach são criadas a partir de um conjunto de padrões derivados de duas ou mais autênticas invenções. Similarmente, novos trabalhos de Mozart nascem apenas de Mozart e de um gênero desejado (por exemplo, de um movimento

⁵⁰ Abreviação de Public Adress System.

⁵¹ o termo utilizado por Cope é *signatures*. Optei por traduzir pelo termo clichê, ou padrão, para manter o sentido que, imagino, o autor pretendia.

sonata-allegro). Novos trabalhos podem emergir do cruzamento em direções horizontais, de um arquivo de gêneros a outro, como realizado na peça **Mozart in Bali**, ou ainda por recombinações simultâneas entre, por exemplo, mão esquerda e mão direita de fontes diferentes [Cope, 2004, p.200].

O método de recombinação tem sido utilizado, majoritariamente, para compor *peças-cópia*, isto é, peças que, aos ouvidos de um experiente conhecedor, passem como originais. Ao final da citação anterior, David Cope assume a condição de um compositor experimental e sugere a subversão de sua própria técnica, a partir do cruzamento entre elementos de um banco de peças com outro, e com isso, aponta para um paradigma de composição que poderá ser bastante interessante. Imaginemos, então, uma época em que tenhamos, devidamente catalogadas, boa parte da produção de incontáveis compositores(as), de períodos, gêneros e estilos diferentes. Será possível, então, criar peças, ou trechos de peças, a partir de cruzamentos diversos entre esses dados. Ao mesmo tempo, a técnica de recombinações pode ser utilizada para criar peças-cópia do próprio usuário, isto é, atuando sobre um banco de peças de autoria do próprio compositor.

1.2.8 Montanhas são Máquinas

O processo de investigação sobre a relação entre humanos e suas invenções maquinais foi, para mim, extremamente enriquecedor e esclarecedor. Antes de estudar o assunto, posso afirmar que o medo de que a humanidade fosse suplantada por entidades mais inteligentes era uma constante. Em meio ao processo de estudo e reflexão, as coisas ficaram confusas. Depois de todo esse processo, meus pés parecem estar, pois, um pouco acima do chão. Espero ter conseguido dividir com os leitores um pouco do que foi para mim esse processo, e que o texto tenha incitado outras questões que não enxerguei durante sua produção.

No próximo capítulo apresento as análises e reflexões sobre o processo de elaboração das duas obras *Jazzex nº1* e *Fantasia Essata*, e alguns apontamentos sobre a concepção de música acusmática com os quais me identifico, para que fique ainda mais claro as razões das minhas escolhas na construção das peças.

Para finalizar este primeiro capítulo, gostaria de transcrever um trecho escrito pelo compositor francês Michel Chion:

Fundamentando-se em grande parte no automatismo, na regularidade e na repetição, a música, quando encontra a máquina, encontra-se a

si mesma, vista sob determinado aspecto tal como o homem, encontrando o robô ou o computador, se encontra a si mesmo sob um certo ângulo. Assim a “maquinização” da música —apaixonante e terrível aventura —ainda não acabou. Uma criança adormece no regaço amplo e indiferente do robô maternal. Na carne ainda virgem de circum-evoluções do seu córtex grava-se, sem que o saiba, como as pistas na cera do disco, uma música caída do alto, onde talvez não haja ninguém[Chion, 1994, pg.126].

Capítulo 2

Composições

Neste capítulo tratarei de aspectos diretamente relacionados às composições acusmáticas *Jazzex n^o1* (2016 - 8 canais) e *Fantasia Essata* (2018 - estéreo). Apresentarei, para fins ilustrativos, algumas ferramentas e técnicas que utilizei para a elaboração das peças com exemplos, em áudio e vídeo, para que o leitor possa acompanhar de maneira mais próxima o processo. O capítulo apresenta, também, algumas reflexões sobre as particularidades da escritura eletroacústica —em especial as especificidades da estruturação do discurso musical a partir de sons prontos (sons concretos) —e ponderações sobre a relação entre materiais e forma no domínio acusmático.

2.1 Materiais: Predileções, Tratamentos, Renúncias...

2.1.1 Predileções

Ouvir sons é um ato meramente fisiológico; escutar objetos musicais, no entanto, aguça em nós a atuação intencional de nossa percepção estética, enaltecendo o fator direcional de nossa percepção mais ou menos consciente. Escutar objetos musicais significa escutar direções desses objetos.

Flo Menezes [Menezes, 2013, pg.74]

A música eletroacústica da Europa ocidental nasceu do cruzamento entre duas forças: a escola alemã da *elektronische Musik*, cujo método de elaboração de sons se dava via síntese —em especial os métodos de síntese aditiva e subtrativa —, e a escola francesa da *musique concrète*, que se valia da edição e do processamento de sons concretos para a constituição dos materiais sonoros. Ainda que façam parte do *métier* eletroacústico da composição, esses dois métodos de elaboração de *sons-matéria-prima* constituem, efetivamente, dois polos independentes, duas submodalidades que exigem dedicação e conhecimentos específicos. Não é incomum compositores optarem pela especialização em apenas um desses métodos.

Particularmente, apesar de me valer esporadicamente dos métodos clássicos de síntese (*aditivo e subtrativo*), sinto-me muito mais instigado a trabalhar com os *sons concretos* e com os sons resultantes das operações de transformações espectrais e de síntese baseada em amostras realizadas sobre eles.

Em conformidade ao que pensa a esse respeito o compositor canadense Gilles Gobeil, “não é fácil trabalhar com sons sintetizados, pois não há vida neles. O som concreto é mais rico, existem muitos transientes, diferentes envelopes e você pode transpô-los mudando completamente o caráter deles. Existem mais potencialidades” [Gobeil, 2016].

De fato, para que um som sintetizado se aproxime da complexidade espectromorfológica de um som concreto —que, além das quase infinitas frequências que o constituem, carrega consigo outras tantas frequências extras (relacionadas ao comportamento do evento sonoro no espaço tri-dimensional em que ocorreu) —, é necessário um *know-how* específico que dê conta de simular em

ambiente digital toda essa variedade de transientes, de envelopes dinâmicos, e o espaço invólucro aos quais se refere Gobeil.

Como resultado dessa predileção por trabalhar com materiais sonoros capturados por microfones, o que se apresenta é uma situação atípica: o ponto de partida do compositor são estruturas musicais relativamente prontas (*ready-mades*) —pequenos blocos de tempo que carregam intensidades, frequências e direcionalidades. Essa nova relação com o material musical reforça a noção de que se trata verdadeiramente de uma categoria específica dentro da composição musical. O compositor dessa modalidade costuma dirigir sua escuta ao universo objetivo/concreto, isto é, ao que lhe é externo e em busca de fenômenos sonoros que o instiguem —não por acaso, usa-se frequentemente a terminologia *sound based music* para referir-se a essa modalidade. O compositor de música instrumental, por outro lado, tende a desenvolver uma escuta introspectiva, investindo na tarefa de traduzir suas ideias musicais (abstrações mentais) em realidades acústicas:

Se, por um lado, o material se traduz enquanto consequência da elaboração escritural na música instrumental, ele constitui *a priori*, por outro, o **ponto de partida** na composição eletroacústica. Com efeito, o compositor que adentra o labirinto do estúdio eletrônico depara-se, via de regra, já de antemão com o material com o qual tecerá a estrutura de sua obra [Menezes, 1999, pg. 58].

Essa particularidade da música acusmática faz com que a escolha dos *sons-matéria-prima* assumam uma posição privilegiada em importância perante outras etapas do processo criativo. Sejam os sons selecionados resultantes de gravações pessoais, de pesquisas e de coletas por terceiros —como nos casos de bancos de sons e faixas de CDs —, sejam eles decorrentes de processos de sínteses, o fato é que o(a) compositor(a) precisa desenvolver um tino para reconhecer as potencialidades de um material, ou aprimorar, como recomendava Pierre Schaeffer, a habilidade de reconhecer *objets convenientes* —que seriam “objetos mais aptos que outros para o emprego como *objetos musicais*” [Schaeffer, 1996, pg.62].

Para Schaeffer, esse seria um estágio a meio caminho entre o puramente fisiológico e o musical: “situa-se entre o nível inferior, do material, e o nível superior, da organização” [Chion, 1983, pg.94], “já não é mais acústica, não é ainda música” [Schaeffer, 1996, pg.64]. O compositor francês forja o neologismo *aculogia* para definir um campo de pesquisa que estaria para a acústica —no domínio musical —assim como a fonologia está para a fonética no domínio da linguagem:

A *Aculogia* teria como objeto de estudo os mecanismos de escuta, as

propriedades dos objetos sonoros e o potencial musical que estabelecem no campo perceptivo natural do ouvido¹ [Chion, 1983, pg.94].

Essa escuta que procura informações estruturais nos sons, que seleciona entre eles os que estão mais “aptos para o serviço” [Schaeffer, 1996, pg.62], acompanha o(a) compositor(a) durante todo o processo de elaboração de uma determinada peça. Detalhes contidos nos sons podem apontar caminhos valiosos para a estruturação do discurso. Por essa razão, é imprescindível estabelecer um *diálogo constante com o material* por meio da sensibilização da escuta, promovendo sua ascensão a um estágio para além do meramente fisiológico, “enaltecendo o fator *direcional* de nossa percepção” [Menezes, 2013, pg.74]; uma escuta, portanto, que capta as entrelinhas e que *aceita ser guiada* pelos apontamentos que a matéria tem a oferecer.

2.1.2 As Duas Caras do Material: Constitutiva e Relacional

A modalidade eletroacústica pura possui, em sua essência, um paradigma experimental de composição. Experimental no sentido de experimento, em alusão ao método científico que se vale de uma dinâmica de tentativa e erro. Da mesma maneira, a composição acusmática é construída a partir de quatro etapas indissociáveis que se repetem durante todo o processo criativo:

escolher → experimentar → escutar → avaliar

No domínio eletroacústico puro, o compositor tem acesso imediato ao resultado do experimento acústico, o que torna o ato de compor fluido e permite, se assim se desejar, um caminhar mais despretenso, orientado apenas pela *intuição* e pelo constante diálogo com o material:

No trabalho o homem intui. Age, transforma, configura, intuindo. O caminho em toda tarefa será novo e necessariamente diferente. Ao criar, **ao receber sugestões da matéria** que está sendo ordenada e se altera sob suas mãos, nesse processo configurador o indivíduo se vê diante de encruzilhadas. A todo instante, ele terá que se pergun-

¹L’acoulougie aurait pour objet l’étude des mécanismes de l’écoute, des propriétés des objets sonores et leurs potentialités musicales dans le champ perceptif naturelle de l’oreille.

tar: sim ou não, falta algo, sigo, paro... Isso ele deduz, e pesa-lhe a validade, eventualmente a partir de noções intelectuais, conhecimentos que já incorporou, contextos familiares à sua mente. Mas, sobretudo, ele decidirá baseando-se numa empatia com a matéria em vias de articulação. Procurando conhecer a especificidade do material, procurará também, nas configurações possíveis, alguma que ele sinta como mais significativa em determinado estado de coordenação, de acordo com seu próprio senso de ordenação interior e o próprio equilíbrio [Ostrower, 1977, pg.70].

A passagem anterior descreve precisamente o processo de elaboração das duas composições trabalhadas aqui: *Jazzex nº 1* e *Fantasia Essata*; ambas são resultado de uma prática experimental e intuitiva. Por outro lado, durante todo o processo havia uma constante e rigorosa preocupação em estabelecer correspondências entre as estruturas elaboradas, isto é, uma preocupação em estabelecer *sentidos*.

Numa passagem de seu tratado de composição, Flo Menezes, ao abordar a enorme mudança que houve na relação entre *compositor* e *material* a partir do surgimento da modalidade eletroacústica, retoma a discussão que havia inaugurado em seu livro *Atualidade estética da música eletroacústica* e reapresenta os dois termos fundamentais que descrevem a dupla função de um material sonoro eletroacústico: na música eletroacústica, este adquire, simultaneamente, qualidades *constitutivas* e *relacionais*:

Entende-se por material toda ideia musical que estabeleça *correspondências estruturais*, reportando-se assim às *ideias musicais* mínimas que, percorrendo a arquitetura formal da obra pelo prisma ora das identidades, ora das diferenças, instituem *relações*. [...] Com o advento da música eletroacústica, a noção de material sofreu uma significativa cisão, adquirindo dupla adjetivação: além de *relacional* —no que se refere às correspondências estruturais —, o material passou a ser também *constitutivo* —consistindo na escolha e sobretudo na construção, processamento e elaboração de espectros sonoros. Desta feita, a partir de então, o material, além de continuar significando *ideias musicais*, e não abrindo mão de seu aspecto relacional, passa igualmente a consistir nos *próprios sons* de que se constitui a obra. E, com a questão vista por um ângulo que nos permita uma compreensão mais ampla, constataremos que a própria noção de *ideia musical* alargar-se-á, abarcando não apenas as *figuras*, mas também

os próprios *espectros sonoros* [Menezes, 2013, pg.71–72].

O fato de um som ser a um só tempo percebido como uma entidade autônoma —um espectro que ocupa um espaço de tempo —e uma entidade que é parte de um todo, nos revela quão indissociáveis são os domínios do *conteúdo* e da *forma* e o quanto estes estão, a todo momento, se reportando um ao outro. Os sons estabelecem uma espécie de ponte entre essas duas dimensões, o que nos sugere a subdivisão da categoria relacional em outras duas:

- ***Aspecto relacional conteudista***: quando um material faz referência a outro por similaridade (repetição ou variação) ou por diferença (contraste), estabelecendo um jogo relacional mediado pela memória. São essas relações que nos suscitam a sensação de compreensão, coerência e apreensibilidade de uma peça [Webern, 1984, pg.42–45]. A *intersignificação* dos materiais influencia indiretamente o âmbito da forma, visto que é a partir de seus respectivos conteúdos que as funções entre as seções das obras são determinadas: *exposição*, *reexposição*, *desenvolvimento* e assim por diante.
- ***Aspecto relacional funcional***: um material assume uma função em relação ao discurso, em relação ao domínio estrutural e sintático da obra. Interfere diretamente no fluxo de energia da peça sugerindo pontos de articulação ou estabelecendo zonas estáticas de repouso, enfim, assumindo funções em relação à macroestrutura. Um som pode assumir diferentes funções dentro de uma mesma obra quando inserido em contextos diferentes. Da mesma forma, é possível realizar “transferência de função” —de um som a outro —a partir da similaridade entre seus respectivos “atributos morfológicos” [Anderson, 2007, pg.17].

Nesse caso, deve-se desenvolver também uma escuta que identifique, a partir das características constitutivas (ou morfológicas) do material, suas qualidades funcionais, projetando o(s) tipo(s) de função(ões) que um dado som pode assumir. A seguir, apresento trechos recortados da peça *Fantasia Essata* como exemplos de algumas funções estruturais que podem ser atribuídas aos sons².

Cabe salientar que as categorias elencadas a seguir são criações minhas baseadas em leituras livres de importantes trabalhos que discutem mais especifica e detalhadamente o assunto, tais como as *Unidades Semióticas Temporais (UST)*, desenvolvidas pelo laboratoire Musique et Informatique de Marseille (MIM) e a tese de doutoramento da compositora Elisabeth Anderson *Materials, meaning and metaphor: unveiling spatio-temporal pertinences in acousmatic music*:

²Se, aqui, optei por utilizar apenas trechos da peça *Fantasia Essata*, o fiz por mera questão prática: é a única peça originalmente concebida para o formato estéreo.

- Função Conectiva

Essa categoria de som, como o próprio nome sugere, tem a função de conectar dois elementos preenchendo o espaço de tempo entre dois eventos ao mesmo tempo que estabelece uma espécie de ponte entre as duas ideias musicais. No primeiro exemplo, a conexão se estabelece entre dois materiais de mesma espécie morfológica: sons de circuitos elétricos levemente processados. Aqui, o elemento conectivo foi inserido para sugerir uma transição brusca de espaço promovendo uma alteração rápida de profundidade: o primeiro material está ao fundo, sob o efeito de reverberação artificial, e é subitamente lançado para o primeiro plano. A passagem vale-se da gestualidade do *som-ponte*, que alude a um movimento brusco, como um objeto irrompendo no espaço muito rapidamente. ►

O outro exemplo de elo entre duas ideias musicais provocado por um som, desta vez de maneira mais lenta em relação ao exemplo anterior, aparece logo na primeira seção da peça. Ao *som-ponte* foi agregado um itinerário panorâmico —da esquerda para a direita—que realça ainda mais seu caráter de passagem ao reforçar, no ouvinte, a gestualidade de um trajeto. ►

- Função de Acentuação ou Pontuação

O aspecto morfológico dos sons que cumprem essas duas funções é o mesmo, por isso estão reunidos numa só categoria. O critério para distinguir as duas funções —*acentuação* e *pontuação*—é contextual e depende da importância do evento: a *pontuação* ocorre em pontos de articulação da dimensão global, isto é, da forma (transição entre seções, inícios e finais de seções ou subseções); a *acentuação*, por sua vez, ocorre em contextos de menor relevância, em situações locais que não afetam as esferas globais da peça. A *acentuação* é um recurso que pode ser utilizado, por exemplo, para realçar ou encobrir uma passagem entre sons.

►*acentuação* ►*pontuação*

- Função de Preparação

Para que um som dessa natureza aconteça, sua aparição deve ser notada e provocar uma diferença chamando a atenção do ouvinte para o que está por vir. Geralmente são sons ou texturas curtas que não se configuram como o acontecimento principal; sua função é a de anunciar ao ouvinte um evento importante.

►*preparação 01* ►*preparação 02* ►*preparação 03*

- Função de Platô

Um som-platô tem como característica primordial estabelecer um plano de sustentação, um *continuum* uniforme e estático. Eventualmente pode possuir micromovimentos internos —rítmicos, frequenciais ou amplitudiniais —, mas que não chegam a afetar a percepção de constância da massa. Esses sons são também chamados de *drones*.

► *som-platô*

- Função Complementar

Qualquer tipo de som pode cumprir essa função. Um som complementar, sob a perspectiva de quem compõe, é inserido numa textura que já se encontra semipronta. Ao ouvir a textura, o(a) compositor(a) intui que falta algo, um ingrediente que, somado a uma dada textura, trará riqueza à escuta. São sons que assumem um grau de importância secundário dentro de um determinado contexto, são quase que dispensáveis. Trata-se de uma função análoga à das extensões dos acordes no domínio harmônico tonal —as alterações em acordes dominantes; as 9^{as} e 6^{as} nos acordes maiores, e assim por diante. São notas que trazem riqueza e agregam informações aos acordes, mas que verdadeiramente não alteram suas funções em relação aos contextos em que aparecem. Se essas extensões fossem retiradas dos acordes, estruturalmente não haveria perdas significativas. Essa mesma premissa é válida para analisar, caso a caso, quando um som assume função de complementação dentro de uma textura.

No caso do exemplo ilustrativo, o som a que me refiro encontra-se na região médio-aguda e é de morfologia granular com uma altura (frequência) constante.

► *função complementar (ou secundária)*

2.2 Forma: Memória, Ordenação e Resignificação

2.2.1 De Baixo Para Cima, De Cima Para Baixo

A forma é algo em si delimitado —mas não no sentido de uma área demarcada por fronteiras. [...] A forma é o modo por que se relacionam os fenômenos, *é o modo como se configuram certas relações dentro de um contexto*. [...] A forma será sempre compreendida como *a estrutura das relações*, como o modo por que as relações se ordenam e se configuram.

Fayga Ostrower [Ostrower, 1977, pg.79]

Existem inúmeras maneiras de se criar *forma* em música. Cada compositor(a) possui uma ou algumas estratégias particulares no exercício desse domínio. Entretanto, segundo o compositor Curtis Roads, seria possível agrupar essas múltiplas abordagens em basicamente duas macro categorias:

O planejamento da macroforma pode acontecer *de cima para baixo* ou *de baixo para cima*. Uma abordagem *de cima para baixo* estrita considera a **macroforma como um plano, ou modelo, global preconcebido**, cujos detalhes serão preenchidos internamente em estágios seguintes da composição. [...] Em contraste, uma abordagem estritamente *de baixo para cima* concebe a **forma como resultado de um processo** de desenvolvimento interno provocado pelas interações em camadas mais baixas da estrutura musical³ [Roads, 2001, pg.12-13].

Ambas as composições tratadas aqui foram construídas a partir do paradigma *de baixo para cima*, ou seja, seus esquemas formais surgiram como consequência da articulação dos sons em estruturas cada vez maiores. O que não quer dizer, em absoluto, que prescindiram de rigorosas estratégias formais globais, muito pelo contrário. Se não parti de uma forma no sentido de uma

³The design of macroform takes one of two contrasting paths: *top-down* or *bottom-up*. A strict top-down approach considers macrostructure as a preconceived global plan or template whose details are filled in by later stages of composition. [...] By contrast, a strict bottom-up approach conceives of form as the result of a process of internal development provoked by interactions on lower levels of musical structure.

“fôrma” —um bloco de tempo vazio a ser preenchido —, posso afirmar que a todo momento uma *ideia de forma*, ou melhor, uma *concepção conceitual de forma* me orientou em tomar todas as decisões relativas aos diferentes estágios da composição. Por essa razão, a definição proposta pelo autor Curtis Roads na citação anterior sobre o modelo de concepção formal *de baixo para cima* pode levar à falsa conclusão de que a *forma* é apenas resultado casual dos processos internos: as determinações locais —quando o processo é guiado por uma *concepção de forma* como a adotada aqui —são sempre no sentido de integrar as estruturas a partir de uma ótica globalizante, observando como se comportam as estruturas menores entre si e em relação ao todo.

No ano de 2016, em breve passagem pelo Studio PANaroma como compositor convidado, o professor de composição eletroacústica Hans Tutschku ouviu e comentou diversas peças de alunos de graduação e pós-graduação matriculados no estúdio. Tive a oportunidade naquela ocasião de apresentar a peça *Pendulum* (2014 - 9’28”, octofônica) como base para sua avaliação crítica. Tutschku disse ter gostado do trabalho, mas me advertiu sobre um dado momento da peça, mais especificamente aos 7’32”, quando surgia pela primeira vez no discurso um material sonoro de natureza percussiva, metálica e tônica, que aludia a toques de sinos. De acordo com o professor, esse material era absolutamente novo e não estabelecia qualquer relação com os materiais que o antecediam nem com os que o sucediam —ainda que fosse, ele mesmo, esteticamente interessante e constituísse verdadeiramente um belo e importante momento da peça.

Minha resposta naquele momento foi no sentido de confirmar que não estava tão preocupado com o jogo de associações autorreferenciais entre os materiais da peça, e que havia escolhido trabalhar majoritariamente a partir de sons que eram produtos de movimentos pendulares —por essa razão a entrada dos sons de sinos se “justificaria”. Minha explicação não o convenceu e, com o passar do tempo, foi a visão dele que sobressaiu:

Imagine que você está assistindo a uma peça de teatro, já se passaram 40 minutos de peça e o final se aproxima. Você está totalmente por dentro da história, sabe os nomes de todas as personagens, compreendeu como elas se relacionam, e está acompanhando atentamente o roteiro. Eis que, de repente, entra em cena uma personagem nova... ela diz qualquer frase enfática e sai de cena sem nunca mais aparecer. Você, na qualidade de espectador, fatalmente ficará intrigado com aquilo, tentando estabelecer alguma conexão, tentando dar sentido àquela figura dentro do contexto do roteiro. Foi isso que aconteceu comigo ao ouvir esse momento da sua peça [Tutschku, 2016].

Foi a partir dessa analogia simples que me dei conta da necessidade de incluir, sempre que possível, a perspectiva do ouvinte enquanto elaboro as peças, autoquestionando-me a todo momento sobre o sentido que cada som estabelece com o “roteiro” e se de fato os “elementos se inter-relacionam e estabelecem zonas de atuação recíproca, intersignificando-se [Menezes, 2013, pg.27]”.

A partir desse momento, ficou claro o desafio que a própria característica definitiva da modalidade acusmática, qual seja, a de incorporar em sua gramática —repetindo Stockhausen —“um *continuum* maleável contendo todos os sons, conhecidos e desconhecidos, concebíveis e possíveis” [Wörner, 1976, pg.123], impõe aos compositores: é tentadora a possibilidade de adicionar indefinidamente sons às composições, mas, em nome da coesão e da construção de um discurso apreensível, é preciso saber renunciar.

O processo de criar incorpora um princípio dialético. É um processo contínuo que se regenera por si mesmo e onde o ampliar e o delimitar representam aspectos concomitantes, aspectos que se encontram em oposição e tensa unificação. A cada etapa, o delimitar participa do ampliar. Há um fechamento, uma absorção de circunstâncias anteriores, e, a partir do que anteriormente fora definido e delimitado, dá-se uma nova abertura [Ostrower, 1977, pg.26].

2.2.2 Ordenação

Por meio de ordenações, se objetiva um conteúdo expressivo. A forma converte a expressão subjetiva em comunicação objetivada. Por isso, o formar, o criar, é sempre um ordenar e comunicar.

Fayga Ostrower [Ostrower, 1977, pg.24]

O desafio de criar *sentido* trabalhando sobre uma matéria (som) que, a rigor, não carrega em si nenhum sentido para além de sua própria referencialidade convida-nos a pensar sobre a natureza da comunicação em música. Para a linguagem musical, a *forma* —compreendida, aqui, como campo

de relações —é um elemento essencial: é por meio dela que a música comunica e é *ela própria o que a música comunica*:

Na música a sintaxe se revela como o mais relevante nível da linguagem⁴. *Tudo o que pode (e deve) ser dito de uma obra musical se atém à particularidade da organização do universo sonoro.* O belo é o claro, dizia Schoenberg. E convém sublinhar que a organização se dá cabalmente, em simultaneidade: um som é percebido (a um só tempo) como: altura, intensidade, timbre e duração. Isso implica uma pluralidade de leituras possíveis e necessárias. Uma frequência selecionada, participando ou não de um aglomeramento de frequências, em determinada banda do campo de tessitura, durando um tempo mensurado em um movimento (andamento), a tal nível em decibéis, produzido pela concomitância de uma série de harmônicos, relacionando-se com os eventos imediatamente anteriores e posteriores e sobretudo parte funcional de um todo orgânico. Tudo se relacionando num campo sintático: dialético. Estrutura: relação direta e inequívoca dos elementos componentes de um todo, um intercâmbio de informações. Direcionalidades. [...] O significado é função—decodificável univocamente. *Uma semântica que se equivale à sintaxe* [de Oliveira, 1979, pg.11].

Como já discutido, a condição *sine qua non* para que a abordagem de composição que adotamos se viabilize é a presença de repetições e/ou aparições variadas de elementos. É a partir dessas repetições/variações de elementos que o ouvinte é capaz de se localizar na narrativa, estabelecer correspondências entre seções e identificar a função de cada trecho em relação ao todo. As reexposições são *pontos-chave* na escuta de uma composição: são elas que reivindicam o uso da *memória*. As repetições, as variações e as diferenças (contrastes) são também os meios pelos quais o plano estrutural emerge ao ouvinte —desde que este adote um tipo particular de escuta —, que está a todo momento *identificando e comparando* os elementos da sintaxe.

É nesse sentido que aparece a noção de *ressignificação*, que consiste na própria reexposição de um elemento, idêntica ou variada, inserido em outro contexto: integrado a uma nova textura e, eventualmente, assumindo uma função sintática diversa da original, “Sua reaparição o ressignifica e altera sua função na totalidade do sistema” [Menezes, 2013, pg.72].

Esse processo de realocamento de sons alude ao que ocorre frequentemente no *sistema*

⁴Existem diferentes áreas de estudo sobre a linguagem. A sintaxe é o eixo de estudo que se propõe a investigar o modo como se ordenam palavras dentro de uma língua e as diversas combinações de palavras para a formação de estruturas maiores —frases, períodos e assim por diante.

tonal quando um mesmo acorde assume funções distintas em trechos diferentes de uma mesma peça: sua reutilização delimita um campo de escuta a um número finito de sonoridades. No caso de um som concreto ou acusmático, sua própria reaparição *ipsis literis* pode ser interpretada como uma espécie de variação, uma vez que, “ao repetir-se, já não é o mesmo: é revivido, de alguma forma recontextualizado, imbui-se de memória e de ressignificação” [Menezes, 2013, pg.72].

Na composição *Fantasia Essata*, experimentei pela primeira vez o recurso da repetição idêntica de uma estrutura musical aplicada a momentos diferentes da peça. Se antes tinha preconceito em fazê-lo —pois na escritura sobre suporte digital trata-se de uma mera operação “copiar e colar” (*ctrl + c*, *ctrl + v*) —, depois de constatar a contribuição semântica que a simples reexposição desses elementos produz, mudei de opinião.

No primeiro exemplo, temos um gesto composto: uma martelada seguida de sons de vidros se estilhaçando. Na primeira exposição, que acontece ao final da seção **A** pouco antes da sua CODA, temos o gesto desenvolvido —inteiro. Em sua reexposição, logo nos primeiros minutos da seção seguinte, temos o mesmo gesto, agora fragmentado —interrompido. ►*repetição de sons ex. 01*

No segundo exemplo, temos uma textura de sons de metais friccionados que, na primeira exposição, assume papel protagonista —momento localizado na CODA da primeira seção. Trata-se de uma textura que aparece com proeminência, quase só, e é responsável pela *liquidação* da seção em *fade out*. Em sua reaparição na segunda seção, assume papel coadjuvante: está localizada ao fundo da textura e aparece para o receptor apenas quando saltos de amplitude ocorrem na textura. ►*repetição de sons ex. 02*

2.2.3 Aproximações com o Realismo Mágico e a Poesia

Para além da riqueza espectromorfológica dos sons concretos —que podem, como já pontuamos, atingir a partir de manipulações espectrais um grau de não identificação da referencialidade tal como acontece com sons sintetizados —, a sua condição icônica⁵ permite criar situações análo-

⁵Novamente o termo icônico se refere a uma das três categorias do signo —ícone, índice e símbolo —cunhadas por C. Peirce.

gas às que acontecem no campo da poesia: “É interessante conectar dois sons que nunca estiveram juntos antes e assim criar surpresa. Para mim é um processo parecido com a poesia: coloque duas palavras em sequência que nunca haviam sido colocadas antes e, subitamente, faíscas começam a aparecer no seu cérebro” [Gobeil, 2016].

Essa particularidade do som concreto amplifica as possibilidades do jogo semântico musical: permite elaborar de texturas comparáveis à concepção, emprestada da literatura, do *realismo mágico*, cuja premissa é a percepção de eventos reais, *sobrenaturais* ou *mágicos*, como parte de uma normalidade, como parte de um mesmo plano. Em outras palavras, aos olhos das personagens, os acontecimentos fantásticos e concretos são aspectos de um mesmo campo de realidade, integrados e presentes no seu cotidiano.

Certa vez, lendo informações sobre a peça ganhadora da última edição do Cimesp⁶, deparei-me com a descrição do compositor sul-coreano Suk-Jun Kim sobre sua peça, *Corresponding* (2006). Nela, Kim não chega a utilizar a terminologia *realismo fantástico*, isto é, não faz uma clara alusão ao gênero literário, mas diz que “sua música enfoca principalmente o sentido fantástico, imaginário, mágico e realista de lugares” [Kim, 2006, pg.6].

Creio que essa seja uma descrição adequada para atribuir às duas composições aqui colocadas, mais do que isso, em certo sentido, essa caracterização atenderia a uma parte significativa da produção eletroacústica mundial, sobretudo de compositoras e compositores que trabalham majoritariamente com —e a partir de— sons concretos sem processamentos (preservando suas respectivas referencialidades) e que fazem do convívio orgânico entre estes, os sons *acusmáticos* (com processamentos transcendendo suas referencialidades) e os sons sintéticos parte central de suas poéticas —é o caso de Gilles Gobeil, Ake Parmeroud, Jonty Harrison e Denis Smalley, apenas para citar alguns. Os ouvintes de música acusmática estão habituados com a aura “mágico-realista” presente nesse repertório.

O espaço também pode ser um parâmetro desencadeador e multiplicador de momentos realista-fantásticos. Na peça *Fantasia Essata*, um exemplo em que o movimento do som no espaço é multiplicador de uma situação desse tipo pode ser constatado no momento em que marteladas movimentam-se no espaço, da esquerda para a direita. O fenômeno da martelada, quando percebido em ambiente natural, pressupõe um estado estático, uma vez que as próprias marteladas sugerem alguém fixando algo num ponto do espaço. O ouvinte é quem efetivamente se movimenta no espaço; o martelador permanece parado. Inverter essa situação, isto é, provocar o movimento do martelar

⁶Concurso Internacional de Música Eletroacústica de São Paulo; teve sua última edição realizada em 2007.

enquanto o ouvinte está, provavelmente, sentado, é propor uma situação igualmente fantasiosa. ►

2.3 Técnicas

2.3.1 Síntese Granular e Variações

Produzindo Ressonâncias Artificiais e Sons-platô

Quando se compõe a partir de sons pré-gravados —ideias musicais prontas—, é frequente a situação em que as durações dessas estruturas não se adequam às necessidades locais do discurso. Às vezes, pequenos ajustes —poucos segundos a mais ou a menos de tempo— são suficientes para adequá-las a estrutura. Quando esta pede um som com duração mais curta que a original, tanto mais fácil: basta cortar ou acelerar sutilmente o som para obter a duração adequada. Mais difícil é quando se faz necessária uma duração *maior* do que aquela que o som pré-gravado possui. O estiramento temporal (*time-stretching*) sem alteração de *pitch* (alturas) é um procedimento que, na maioria das vezes, resolve o problema. Entretanto, há situações em que não se atinge o objetivo pretendido com essa solução.

Quando é preciso sustentar a fase de *esgotamento* de um dado som ao mesmo tempo que se deseja manter o seu ritmo interno —preservando as relações temporais originais de suas fases anteriores, a saber, *ataque*, *decaimento* e *sustentação*—, a síntese granular apresenta-se como uma saída eficaz. Utilizei esse recurso algumas vezes durante a elaboração das peças valendo-me do *software* desenvolvido pelo GRM (Groupe de Recherches Musicales) denominado Freeze, desenhado para “congelar” fragmentos de sons a partir da seleção de um fragmento do som determinado pelo usuário. Vale dizer que essa mesma técnica foi utilizada para criar *sons-platô* (ou *drones*) também recorrentes nas peças. ►

A ideia da técnica é selecionar um trecho de duração extremamente curta e fazer com que o *software* leia esse mesmo trecho inúmeras vezes com intervalos durativos entre as leituras dos fragmentos menores que sua própria duração —a ponto de ocasionar um encavalamento entre eles. A rigor, o que temos é uma situação na qual o trecho selecionado se sobrepõe a ele mesmo,

produzindo a ilusão de um som contínuo.

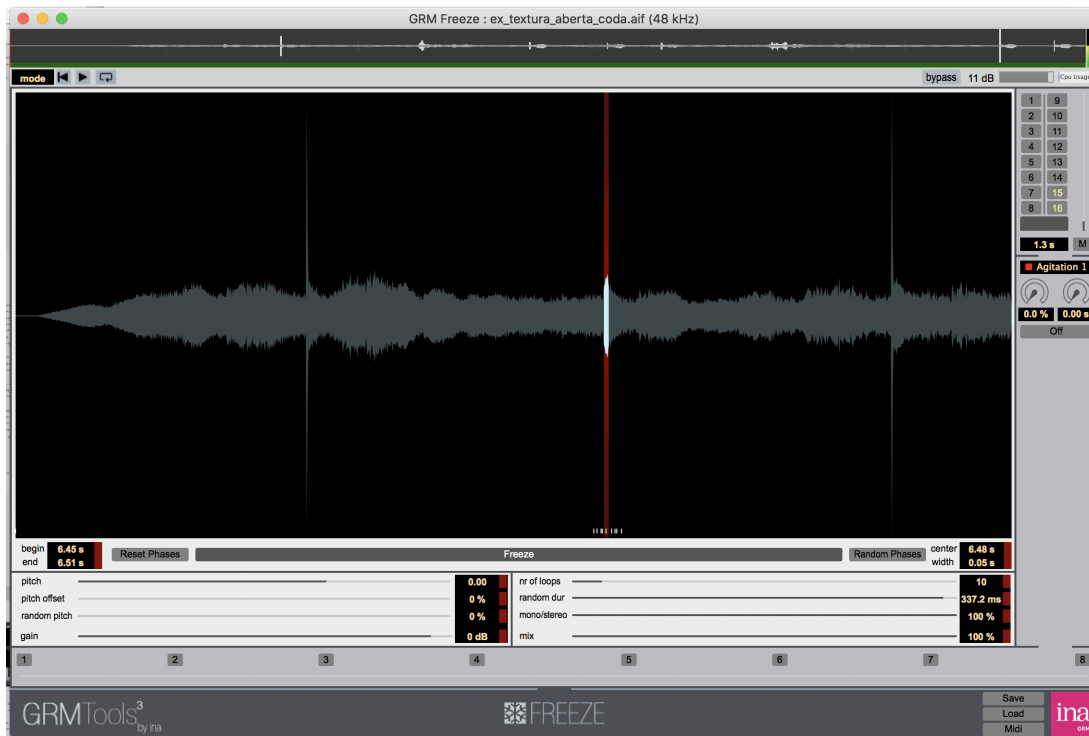


Figura 2.1: Imagem do funcionamento do software de síntese granular Freeze, desenvolvido pelo GRM (Group de Recherches Musicales - FR). A pequena faixa avermelhada é o fragmento de som selecionado.

Passeando Com o Dedo Pelo Som

Outro algoritmo de síntese granular amplamente utilizado durante a elaboração das composições (e que, inclusive, pode cumprir exatamente a mesma função da técnica apresentada há pouco), foi construído no ambiente SuperCollider utilizando como operador central do *patch* a unidade geradora *TGrains* —desenvolvida especificamente para síntese granular e nativa da linguagem.

O grande diferencial desse algoritmo em relação ao método Freeze do GRM está na maneira com que se interage com o som. No caso do algoritmo construído em SuperCollider, a partir da utilização de outras duas *Ugens*, a saber, **MouseX** e **MouseY**, transforma-se a própria tela do computador em um plano cartesiano em que é possível, com a seta do *mouse*, percorrer os grãos dos sons como se cada posição da seta correspondesse a um grão específico do som-base.

Esse método permite visitar detalhes ínfimos do som-base e valorizar as microvariações

tímbricas que todo som possui, mas que são imperceptíveis por conta de suas curtíssimas durações. É possível criar passagens belíssimas, lentas transições que revelam esses detalhes existentes entre os grãos. O usuário pode gravar essas experiências interativas. ►

Existem inúmeras variações desse mesmo procedimento. Basta alterar os valores dos argumentos do *patch* para obter resultados sonoros completamente diferentes. O algoritmo é bastante simples, mas por de trás dessa simplicidade é possível gerar resultados musicalmente complexos e interessantes. A peça *Jazzex n^o1* foi quase toda elaborada a partir de variações desse único algoritmo —que, diga-se, foi extraído de uma conhecida documentação do programa, chamada **Tour of Ugens**.

Código 2.1: Método de síntese granular: percorrendo os grãos com o mouse

```

1  (
2  {
3      var trate, dur, clk, pos, pan;
4
5      trate = MouseY.kr(8,120,1);
6      dur = 0.1;
7      clk = Impulse.kr(trate);
8      pos = MouseX.kr(0, BufDur.kr(b)) + TRand.kr(0, 0.01, clk);
9      pan = WhiteNoise.kr(0.6);
10
11     TGrains.ar(
12     numChannels: 2,
13     trigger: clk,
14     bufnum: b,
15     rate: 1,
16     centerPos: pos,
17     dur: dur,
18     pan: pan,
19     amp: 1,
20     interp: 4
21     );
22 }.scope(zoom: 4);
23 )

```

A unidade geradora *TGrains* possui nove argumentos:

- *numChannels*: diz respeito ao número de canais do *output*, isto é, do som sintetizado pelo algoritmo. Esse é um dos recursos que traz mais versatilidade à *Ugen*: basta fornecer o número de canais desejado para que o algoritmo produza os resultados em tempo real com a trajetória distribuída pelo número de canais estipulado —quatro (quadrifonia), oito (octofonia) e assim por diante.
- *trigger*: a cada disparo, todos os argumentos são passados à função e aplicados a um novo

grão. No caso do *patch* anterior, o gatilho (*trigger*) é acionado por outra unidade geradora —*Impulse*— que, por sua vez, envia impulsos em uma frequência controlada por outra *Ugen* —*MouseY*. O eixo Y da tela controla, portanto, o parâmetro da velocidade de acionamento do argumento *trigger*.

- *bufnum*: trata-se do nome do *buffer* que, por convenção, adotamos *b*. Nessa variável *b* encontra-se armazenado um *buffer* que carrega o arquivo de áudio que servirá como base para a retirada das amostras.
- *rate*: a taxa de velocidade que será atribuída à leitura de cada grão do som-base. O número 1 aplicado a esse argumento representa a velocidade de leitura natural: o som será lido na velocidade da taxa de amostragem (*sample rate*) do computador. O número 2, por exemplo, provocaria a leitura duas vezes mais rápida do mesmo som, produzindo o efeito de transformação das alturas do som em uma oitava acima da original.
- *centerPos*: a posição em segundos em relação ao *buffer*; ou seja determina a posição inicial do grão do som-base. Nesse caso, é a unidade geradora *MouseX* que está controlando esse parâmetro, o que transforma o eixo horizontal da tela na respectiva duração do som: quanto mais à esquerda da tela, mais próximo do início do som; quanto mais à direita da tela, mais próximo do término do som.
- *dur*: a duração do grão em segundos.
- *pan*: a posição do grão em relação ao espaço. Nesse caso, uma unidade geradora idealizada para produzir *ruído branco*⁷ está sendo utilizada para enviar valores aleatórios a esse parâmetro.
- *amp*: a máxima amplitude do grão.
- *interp*: define o tipo de interpolação entre os grãos: 1 = sem interpolação; 2 = interpolação linear; 4 = interpolação cúbica.

⁷Em DSP (processamento de sinal digital), o ruído branco é um sinal aleatório com igualdade de intensidades entre as frequências. Por essa razão, uma unidade geradora de ruído branco pode ser utilizada, como é o caso, não para produzir sons, mas sim para enviar valores aleatórios dos argumentos de outras *Ugens*.

Séquence-Jeu em Ambiente Digital

Sistematizado por Guy Reibel em 1975, a *séquence-jeu* é um método que pressupõe um *performer*, um (ou mais) corpo(s) sonoro(s) e um microfone. O *jogo de sequências* seria uma espécie de “etapa escritural do material” sonoro no âmbito acusmático, análoga ao contexto da composição instrumental:

É uma espécie de improvisação muito enquadrada, não pensada como composição mas como escrita, em que as inflexões, nuances, ímpetos, perfis melódicos, rítmicos e dinâmicos etc. formam um fraseado comparável ao de um contraponto de linha de escola que nenhuma repetição, nenhuma estagnação, nenhuma parte tomada arbitrariamente iria parar, quebrar ou desviar. Para resumir, um jogo de sequência é uma frase musical gravada, com duração de dois a três minutos, obtida por uma continuidade de execução de um único modo de jogo em um corpo sonoro e cujo desdobramento sempre atende às características “naturais” do dispositivo [Gorne, 2017].

A interação entre humanos e computadores a partir da gestualidade humana —como forma de controle de parâmetros de algoritmos de sínteses e processamentos sonoros —não é nenhuma novidade. Já em 1967, Max Mathews e Richard Moore desenvolviam o sistema GROOVE (Generated Realtime Operations on Voltage-controlled Equipment) [Holmes, 2016, pg.296]. Entretanto, atualmente, com o potencial de processamento que as máquinas computacionais atingiram, esse tipo de interação tornou-se muito mais viável. Um exemplo disso é a utilização do próprio *mouse* como interface controladora. No exemplo a seguir, temos um algoritmo que, a partir da utilização de duas unidades geradoras, a saber, *MouseX* e *MouseY*, transforma a tela do computador num plano cartesiano sobre o qual é possível transitar pelas coordenadas com o cursor do *mouse*. O algoritmo em questão opera seguindo uma lógica de síntese granular baseada em amostras e permite esculpir sons quase que artesanalmente. O processo de composição das estruturas por meio desse algoritmo revelou-se muito semelhante ao método do *séquence-jeu* descrito por Reibel; por essa razão, nomeei o *sintetizador do patch* com o mesmo nome, apesar de ter em mente que:

- Em vez de um corpo/instrumento físico, temos um áudio em formato digital;
- em vez da materialidade da manipulação manual sobre o instrumento, temos a manipulação indireta do som digital via controlador;
- Assim como o jogo de sequências, após um período de experimentação —“improvisando” com

os materiais —é possível polir, determinar e registrar a estrutura composta.

Boa parte dos sons das duas peças foi construída a partir de algoritmos de síntese granular que possibilitavam a interação manual com os grãos. Trata-se de uma ferramenta capaz de produzir sons de espectromorfologias absolutamente diferentes a partir de um mesmo som. O *patch* apresentado aqui é uma adaptação de exemplos do tutorial do compositor e pesquisador [Nick Collins](#) e de um vídeo tutorial sobre a técnica de *busca por dicionários* apresentada pelo compositor [Eli Fieldsteel](#).

O exemplo demonstrado no vídeo não mostra o resultado original que foi inserido na CODA da primeira seção da peça; no entanto, a textura que o algoritmo gerou no exemplo do *link* é bastante similar. ▶

O algoritmo é relativamente simples. Possui nove argumentos que controlam, respectivamente, os seguintes parâmetros:

- *buffer*: o(s) *buffer(s)* que a rotina utilizará para ler as amostras;
- *pos*: a posição no *buffer* em que cada iteração da rotina iniciará a leitura;
- *amp*: a amplitude máxima que cada fragmento terá;
- *rate*: a velocidade de leitura de cada fragmento;
- *mix*: refere-se à relação *wet/dry* do *reverb* aplicado a cada fragmento;
- *room*: refere-se ao “tamanho da sala” do reverberador;
- *atk*: fase de ataque do envelope aplicado a cada fragmento;
- *rel*: fase de sustentação e esgotamento do fragmento;
- *out*: o canal que a rotina endereçará a cada um dos duzentos fragmentos.

Código 2.2: *Séquence-jeu autômato-digital.*

```
1 s.boot;
2 s.quit;
3 s.options.sampleRate_(48000);
4
5 s.prepareForRecord("/Volumes/ALEX_BUCK/GRAVACAO_luana/Vozes Luana
   BRC Estudios/Sussurro_sequenceJeu_01.aif");
6 s.record;
```

```
7 s.stopRecording;
8 //alocando um som a um buffer
9 (
10 ~buf4 = "/Users/alex_buck/Desktop/ockeghem_2.wav";
11 d = Buffer.read(s, ~buf4);
12 )
13 //definindo o synth (instrumento)
14 (
15 SynthDef(\sequence_jeu, {
16   arg buffer, pos = 0.0, amp = 0.7, rate = 1.0,
17   mix = 0.3, room = 0.7, atk = 0.01, rel = 1, out = 0;
18
19   var env, source, pan;
20
21   source = PlayBuf.ar(
22     numChannels: 1,
23     bufnum: buffer,
24     rate: rate,
25     startPos: pos
26   );
27   source = FreeVerb.ar(
28     in: source,
29     mix: mix,
30     room: room
31   );
32   env = EnvGen.ar(
33     envelope: Env.perc(atk, rel),
34     doneAction:2
35   );
36   Out.ar(
37     bus: out,
38     channelsArray: source * env * amp
```

```

39  );
40  }
41  ).add;
42  )
43  // Rotina - processo iterativo que aciona o synth
44  (
45  k = ({
46  9.do{
47    Synth(\sequence_jeu, [
48
49    \buffer, b,
50    \pos, rrand(0.0, b.numFrames),
51    \rate, rrand(0.77, 1.1),
52    \atk, rrand(3.3, 4.2),
53    \rel, rrand(13.7, 16.7),
54    \amp, rrand(0.7, 1),
55    \mix, rrand(0.2, 0.6),
56    \room, rrand(0.1, 0.8),
57    \out, [0, 1].choose]);
58    [2.3, 4.3, 5.2, 1.1, 7.04, 2.03, 5.02, 3.01].wchoose(
59    [0.1, 0.3, 0.2, 0.01, 0.04, 0.05, 0.2, 0.1]).wait.postln;
60  } }.fork
61  ))

```

No vídeo, ainda elucidado como é possível criar variações para ampliar a variedade de timbres e canais do mesmo algoritmo: a inserção de mais sons para servir de base à leitura das amostras necessita de duas etapas:

1. Alocar mais sons a *buffers* e referenciá-los com variáveis (a, b, c etc.);
2. Em seguida, inserir na rotina uma tabela contendo as variáveis que carregam os *buffers* —[a, b, c, d], por exemplo —e aplicar, a essa tabela, uma função de escolha —[a, b, c, d].choose.

Para aumentar o número de canais de distribuição dos fragmentos, basta realizar um procedimento parecido: acrescentar os números dos canais de saída ao argumento *out* também dentro

da rotina. Em vez da escolha entre apenas dois canais [0, 1].choose, seria possível espacializar os fragmentos por oito, por exemplo: [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].choose (lembrando que o canal 0 seria o 1 da interface ou mesa de som).

2.3.2 Múltiplos Monos e TwistedWave

Uma vantagem da técnica descrita há pouco é o fato de o algoritmo enviar a cada iteração um fragmento de som a um canal isolado. A essa abordagem de espacialização é dado o nome de *múltiplos monos*:

O modo mais simples de posicionar um som no espaço é projetando-o numa caixa de som específica. Quando se tem diversas caixas de som damos o nome de “monos múltiplos”. Este é um método que resultará sempre em uma bem-sucedida percepção da localização de um som no espaço, uma vez que cada caixa de som funciona como um ponto no espaço [Wilson et al., 2011, p.411].

Além de permitir a percepção da localização de um som no espaço, esse método é igualmente ideal para as situações nas quais há necessidade de realizar subtração de informações em texturas multipistas ou mesmo em situações em que são necessários reajustes de amplitude entre os eventos dessas mesmas estruturas (*mixagem*). Quando inserimos mais canais nesse algoritmo, diminuem as chances de encavalamento entre fragmentos, já que a escolha dos canais é aleatória. Quanto mais canais, mais fácil será, então, “limpar” ou editar elementos isoladamente de uma textura complexa.

Utilizei para isso o *software* TwistedWave, cuja característica principal é possibilitar ao usuário visualizar todos os canais de um arquivo multipista simultaneamente e, por conseguinte, operar edições nos canais individualmente. É possível deletar trechos, silenciar passagens, aumentar ou diminuir a amplitude de pontos específicos, copiar e colar trechos pelos canais, enfim, o *software* permite diversas operações que o fazem a ferramenta ideal para a finalização (a fase do artesanato) de arquivos em formato multipistas.

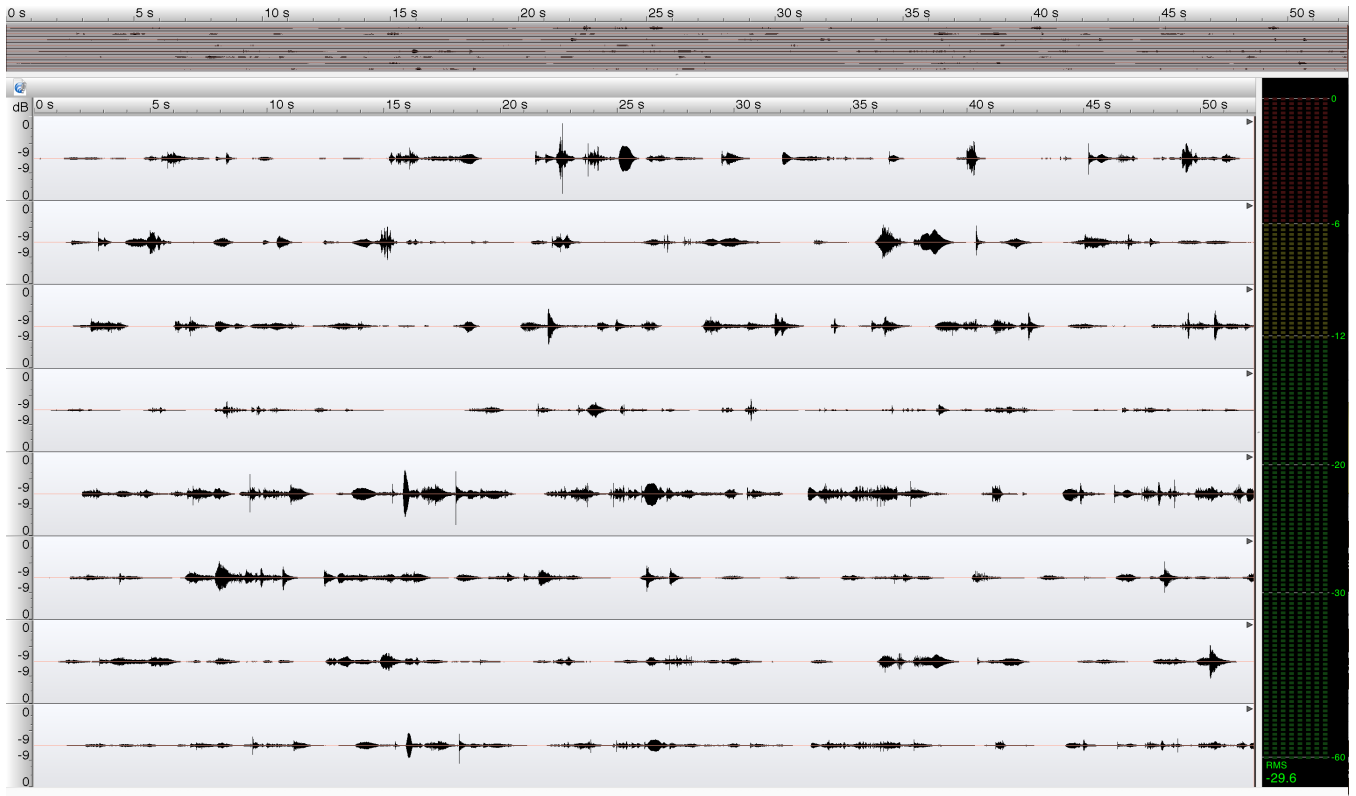


Figura 2.2: Imagem de um arquivo octofônico aberto numa seção do software TwistedWave.

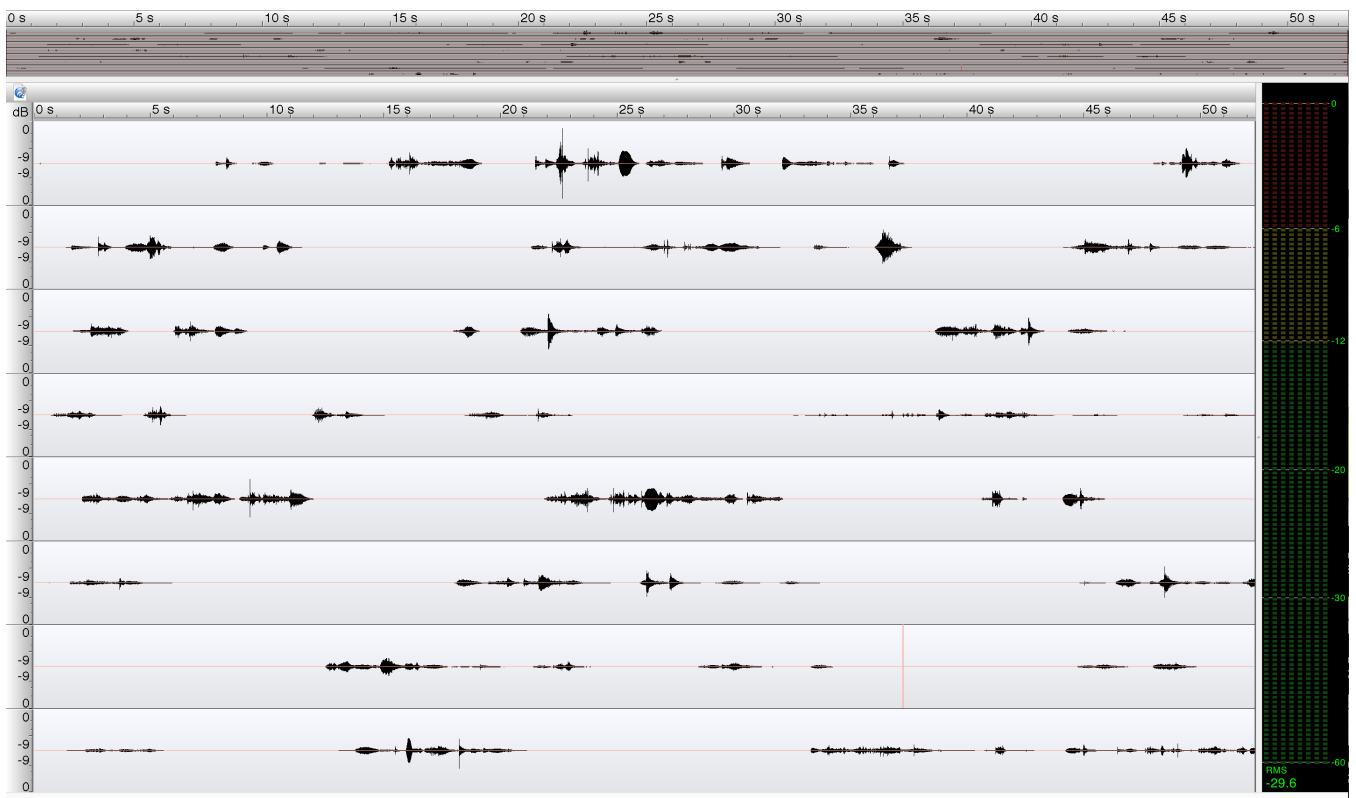


Figura 2.3: O mesmo trecho musical octofônico após as devidas edições.

2.3.3 Automação da Automação de *Plug-ins*: Aplicando *LFOs* a envelopes de controle de Parâmetros

Dentro das Estações de Trabalho em Áudio Digital (DAW), existem pacotes de programas-satélite que não necessariamente fazem parte da estação desde o início, mas são incorporados ou “plugados” a ela conforme necessidades surgem nos trabalhos. Os *plug-ins* estão representados dentro da categoria de *efeitos* —abreviados como **FX** (pela similaridade com o som da palavra *effects*).

Os *plug-ins* são programas fechados; ou seja, os usuários podem manipular os valores de seus parâmetros, mas não conseguem alterar os próprios parâmetros. As estações digitais têm recursos, também, para controlar esses valores sob a variável do tempo, isto é, possuem gráficos que permitem ao usuário criar, manualmente, um itinerário para esses valores, uma direção para cada parâmetro individualmente.

A estação digital (*sequencer*) que utilizo, Reaper, permite a instalação de *plug-ins* capazes de controlar os parâmetros de outros *plug-ins*, imitando uma lógica operacional das linguagens de programação orientadas por objetos, que se valem de unidades geradoras para controlar os valores de outras unidades geradoras. Descobri esse recurso apenas recentemente; não sei ao certo se é possível realizar a instalação de *plug-ins* controladores em outras estações de áudio. Mas essa possibilidade amplia sobremaneira os limites de atuação do compositor no âmbito sonoro via estações de áudio.

Utilizei esse recurso para criar um dos momentos mais importantes da peça *Fantasia Essata*. Já na última seção da peça, apliquei várias LFOs⁸ a diferentes parâmetros de um filtro passa-banda sobre um dos sons mais importantes. A intenção era criar um som que contivesse características morfológicas das duas principais categorias de sons da peça, a saber, sons de circuito —que são descontínuos, ruidosos, irregulares —e os sons de metais raspados—que são inarmônicos, contínuos, longos e possuem claras regiões frequenciais. ▶

O resultado foi interessante: consegui um som que preservasse as qualidades do timbre do metal raspado, mas com a descontinuação, irregularidade e inconstância dos sons de circuitos elétricos.

⁸LFO é a abreviação de Low Frequency Oscillator (Oscilador de Frequência Grave).

2.4 Análises

2.4.1 *Jazzex nº1*

Jazzex é o nome de uma peça eletroacústica mista de autoria do compositor francês Bernard Parmegiani e escrita para quarteto de *free jazz* (trompete, saxofone tenor, baixo acústico e bateria) e *tape*. A peça foi gravada em 1966 e é uma das primeiras experiências em composição eletroacústica elaborada a partir da mistura entre unicidades dos dois gêneros: o *jazz* e a música eletroacústica.

Parmegiani apontou um caminho que me interessou: a peça é, a um só tempo, aberta o suficiente para incorporar a espontaneidade do músico de *jazz* e estruturalmente determinada nos mais ínfimos detalhes, sobretudo pela existência do *tape* em constante interação com os músicos —o que estabelece uma direcionalidade concreta para a improvisação.

Quando escutei a peça pela primeira vez, ocorreu-me a ideia de criar um ciclo de peças eletroacústicas —mistas e acusmáticas —que partisse de premissas semelhantes, isto é, que buscasse, cada peça à sua maneira, aproximações entre a música eletroacústica e o *jazz* —dois campos em que atuo profissionalmente.

Pelo fato de trabalhar com a música instrumental brasileira, tenho acesso a uma infinidade de gravações de discos dos quais participo. Tenho acesso, portanto, a um material riquíssimo, fruto de formações instrumentais diversas, gravadas em excelente qualidade e em multipistas, ou seja, com cada instrumento gravado isoladamente. Seria um desperdício não utilizar esse material para a produção de peças eletroacústicas!

A primeira peça do ciclo, *Jazzex nº1* (2016), teve seu início logo nos primeiros meses do Mestrado, quando experimentava processar sons das sessões de gravação do CD duplo *1011*, que gravei em 2013. Para esse disco, compus uma peça para quatro saxofones alto, um trompete e um piano com tampa aberta (que serve à peça apenas como fonte de ressonância dos acordes)►I. A ideia da peça para saxofones e trompete é bastante simples:

- Cada músico possui uma partitura com notas isoladas, duas ou mais opções de envelopes dinâmicos para aplicar a cada uma das notas e um número indicando o acorde a que se refere determinada nota.
- O regente (nesse caso, eu mesmo) recebe indicações aproximadas da duração de cada um dos acordes, que servem como sugestões para as performances ao vivo (mas o regente, ainda assim, tem a prerrogativa de seguir sua musicalidade e escolher as mudanças dos acordes).

The image displays a musical score for five instruments: Alto Sax 1, Alto Sax 2, Alto Sax 3, Alto Saxophone, and Trumpet in Bb. The score is divided into two systems. The first system contains measures 1, 2, and 3, and the second system contains measures 4, 5, and 6. Each measure is marked with a circled number (1-6) and a black dot above the staff. Red waveforms are overlaid on the staves to show the pitch contours of the notes. In measure 1, a single note is shown. In measure 2, a smooth curve rises and then falls. In measure 3, the curve has two peaks. In measure 4, a series of small oscillations are shown. In measure 5, a larger oscillation with a sharp peak is shown. In measure 6, a smooth curve with two peaks is shown. The instruments are listed on the left side of each system.

Figura 2.4: Imagem da partitura com os seis primeiros acordes da peça.

- São, ao todo, quatorze acordes que vão se constituindo lentamente, a partir de interpolações das notas que os constituem. Ao final da peça, as cinco notas, tocadas, cada uma, por um dos cinco instrumentistas, convergem para uma nota fá, em uníssono.

Pois bem, experimentando processamentos diversos sobre o áudio masterizado dessa peça, obtive resultados esteticamente surpreendentes. A peça nasceu, portanto, de um achado, de um encantamento com o material e da vontade de articulá-lo em música.

Utilizando dois tipos de processamentos básicos, a saber, *pitchshifter* com *delay* e algumas variedades de *síntese granular*, percebi que conseguiria gerar uma grande diversidade de materiais, espectromorfologicamente bastante diversos uns dos outros, a partir dessa única fonte. Dois desses exemplos, gerados por *pitchshifters* com *delays* integrados, podem ser escutados a seguir.

▶I01 ▶I02

A classe de UGens *TGrains*, da linguagem de programação SuperCollider, me serviu como operação-base para elaborar algo em torno de setenta por cento dos materiais contidos na peça. Por meio de variações de sintetizadores e de diferentes valores aplicados a esses instrumentos, obtive um significativo leque de possibilidades.

▶I01 ▶I02 ▶I03 ▶I04

É importante destacar que todos os exemplos apresentados referentes à peça *Jazzeex nº1* foram reduzidos para o formato estéreo, mas são, originariamente, desde sua constituição, projetados em oito canais. Essa é, inclusive, uma das vantagens em utilizar o SuperCollider como ambiente de manipulação sonora: é possível centralizar, num único ambiente e numa mesma operação, as ações sobre vários parâmetros, inclusive o número de canais e a consequente trajetória no espaço dos sons produzidos.

A seguir, apresento em vídeo a análise da peça. Vale destacar que o formato da apresentação da análise também foi reduzido para dois canais (estéreo), o que provoca uma considerável perda da plasticidade da obra. ►

2.4.2 *Fantasia Essata*

O nome da peça é uma referência ao conceito cunhado pelo cientista/artista da Renascença italiana Leonardo da Vinci. Deparei-me com tal conceito a partir da leitura de um artigo do artista Vilém Flusser, em que este, embora superficialmente, define *Fantasia Essata* da seguinte maneira:

Desde o século XV, a civilização ocidental sofreu pelo divórcio entre duas culturas: a ciência e suas respectivas técnicas—a “verdade” e o fato de ser “bom para algo”—de um lado; e a arte—beleza—de outro. Essa é uma distinção perniciosa. Toda proposição científica e todo dispositivo técnico possuem qualidades estéticas, assim como toda obra de arte possui qualidades epistemológicas e políticas. Mais significativamente, não há uma distinção básica entre pesquisa artística e científica: ambas são ficções em busca da verdade (hipótese científica como algo fictício). Imagens eletromagnetizadas livram-se desse divórcio por que são resultado da ciência e estão a serviço da imaginação. São o que Leonardo da Vinci costumava chamar de fantasia essata⁹ [Flusser, 1996, pg.331].

⁹Ever since the fifteenth century, Occidental civilisation has suffered from the divorce into two cultures: science and its techniques—the “true” and the “good for something”—on the one hand; the arts—beauty—on the other. This is a pernicious distinction. Every scientific proposition and every technical gadget has an aesthetic quality, just as every work of art has an epistemological and political quality. More significantly, there is no basic distinction between scientific and artistic research: both are fictions in the quest of truth (scientific hypotheses being fictions). Electromagnetized images do away with this divorce because they are the result of science and are at the service of

Fantasia Essata é minha primeira peça estéreo, isto é, composta inteiramente para dois canais. Até então, todas as composições mistas e acusmáticas que compus foram escritas pensando/experimentando a trajetória dos sons num espaço circular representado por oito pontos simetricamente posicionados em relação ao centro de uma sala—disposição octofônica.

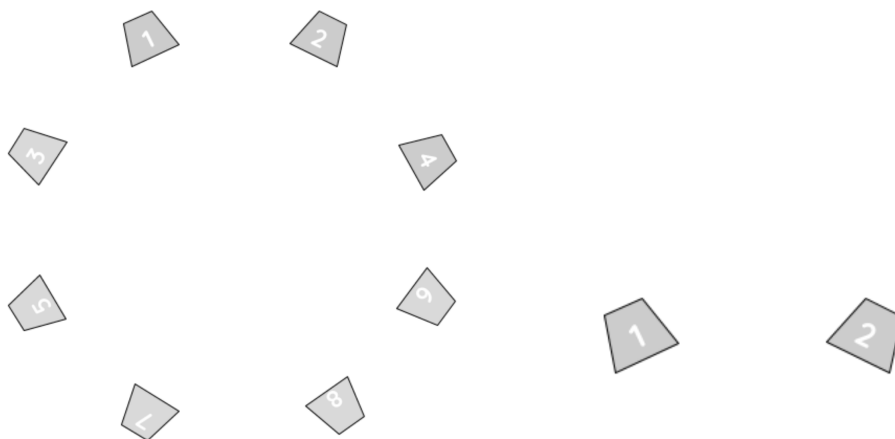


Figura 2.5: À esquerda temos a representação de uma octofonia: oito caixas de som simetricamente dispostas em círculo. À direita, a representação de uma imagem estéreo: dois canais, esquerdo e direito.

Diferentemente dessa abordagem que concebe a trajetória de um som pelo espaço tridimensional como um parâmetro a ser previamente definido pelo(a) compositor(a) —seja no momento da própria constituição do som, seja no momento de sua articulação em discurso —, existem outras abordagens de composição acusmática que enxergam no formato estéreo o modelo ideal. Basicamente, isso se daria por três razões:

1. A finalização da obra em apenas dois canais (esquerdo e direito) seriam suficientes para que todos os aspectos estruturais das composições fossem percebidos. Mais do que isso, a espacialização dos sons no espaço pode se tornar um fator dispersante e acabar por encobrir defeitos estruturais da obra já que a própria gestualidade espacial é um efeito que captura a atenção do ouvinte.
2. O formato estéreo seria o mais inclusivo na medida em que não são todos os ouvintes que dispõem de sistemas com quatro ou mais caixas de som nos espaços em que escutam música (casa, carro etc.). Além disso, o CD e os *sites* para download em *streaming* trabalham exclusivamente por meio desse formato.
3. O formato estéreo permite que, a cada performance o(a) *espacializador(a)* possa criar itinerários absolutamente diferentes. Em outras palavras, a escolha pelo formato estéreo é, de

imagination. They are what Leonardo da Vinci used to call “fantasia essata”

certa maneira, uma *abertura* —no sentido de uma liberdade interpretativa —no parâmetro *espaço* a ser definido por quem estiver difundindo a obra. O espaço deixa de ser um parâmetro controlado e definido previamente pelo(a) compositor(a) e passa a ser um campo para contribuições inventivas de quem espacializa a peça no momento de difusão da mesma. Essa abordagem valoriza bastante a figura do espacializador, uma espécie de intérprete de música acusmática¹⁰.

Há que se pontuar também as enormes desvantagens do formato estéreo em relação aos *multicanais*. No momento da performance de uma peça estéreo, o espacializador não tem como *discretizar* elementos de uma dada textura. Isso o impossibilita de criar polifonias de trajetórias no espaço, simultaneidades de itinerários para cada um dos diferentes elementos que compõem uma dada textura. O(A) espacializador(a) só tem acesso ao todo, ao bloco musical inteiro. Em contrapartida, quando o compositor espacializa os sons enquanto está compondo, é possível criar diferentes trajetórias, velocidades e sentidos para cada um dos sons, o que definitivamente traz consigo uma riqueza no âmbito espacial impossível de ser atingido por meio de uma espacialização humana. É notório que a automação das trajetórias no espaço por meio de softwares de espacialização tais como o *MPSP*¹¹, o *SpatGris*¹², ou ainda o *Spat*¹³, apenas para citar alguns, é uma maneira muito mais eficaz e precisa de se controlar as trajetórias de um som no espaço se compararmos às capacidades de um espacializador humano, por melhor que este seja.

Justamente pelo fato de ter escolhido compor uma peça estéreo, que prescindia, portanto, dos recursos de espacialidade presentes nos algoritmos do SuperCollider apresentados na seção 2.3, voltei a utilizar uma DAW como ambiente central das minhas operações.

Com a preocupação de criar uma peça em que conseguisse estabelecer um campo de ideias musicais que se intersignificassem (como discutido na seção 2.2), decidi delimitar os tipos de materiais sonoros com que iria trabalhar logo de início. Na verdade, assim como aconteceu com a composição *Jazzez n^o1*, a motivação da composição partiu de um encantamento com um tipo de material. Não nasceu, diferentemente de outros trabalhos que produzi, de uma “fonte de inspiração” externa à música —texto, poema, contexto político, conjunto da obra de um artista etc. —, mas sim do mais puro contato com a matéria-prima, do desejo de manipulá-la e ordená-la em música.

Foram dois os sons que me chamaram a atenção e que, efetivamente, conduzem nossa escuta

¹⁰Para se ter uma ideia da importância dessa figura no meio eletroacústico, existe um concurso de espacialização de música acusmática organizada pelo grupo *Musiques et Recherches*.

¹¹O software possui duas versões e está disponível para download gratuito no site do compositor *Flo Menezes*

¹²Software desenvolvido pela *Universidade de Montreal*, no Canadá.

¹³Desenvolvido pelo *IRCAM*

durante toda a peça, a saber, sons de **circuítos elétricos ▶** e sons de **metais raspando ▶**.

Esses dois sons, ou melhor, essas duas classes de sons, protagonizam e se antagonizam nas cinco seções que compõem a peça. Depois de testar combinações entre sons e iniciar a articulação dos materiais, fui sentindo a necessidade de incorporar outros tipos de som, mas sempre preocupado em limitar o número de qualidades de materiais para evitar a armadilha de criar uma música em que não fosse possível estabelecer correspondências entre seus elementos constituintes.

Ao final da peça, pude identificar seis tipos de materiais:

- Sons de correntes elétricas;
- Sons de metais friccionados (que, coincidentemente, encontram correspondências timbrísticas com os saxofones da peça *Jazzex nº 1*);
- Sons de pedras;
- Sons de ferramentas/máquinas;
- Sons de água (gotas, chuva etc.).

A seguir, apresento em vídeo a análise da peça. ▶

Capítulo 3

Programações

Neste capítulo, terceiro e último da dissertação, mostrarei alguns *patches* que desenvolvi junto aos meus colegas Antônio Goulart e Paulo Barros. Durante meu estágio de docência, ofereci um curso básico em OpenMusic (OM). Paulo Barros esteve presente como aluno do curso e logo percebi que era um aluno bem mais experiente que eu, o professor. Em pouco tempo invertemos os papéis e ele passou a me ajudar a aprimorar os *patches* de OpenMusic que apresento aqui.

Já o Antônio Goulart foi meu aluno no curso de improvisação livre na Emesp (Escola de Música do Estado de São Paulo) - Tom Jobim. Durante o curso, descobri que Antônio fazia parte do Grupo de Computação Musical do Departamento de Ciência da Computação da USP (Universidade de São Paulo). Comecei a tomar aulas de programação com ele e durante esse tempo desenvolvemos os dois últimos *patches* de SuperCollider que se encontram ao final do capítulo.

3.1 OpenMusic

O programa OpenMusic (OM) foi desenvolvido a partir da linguagem de programação LISP¹ e segue uma lógica de programação orientada por objetos (**P.O.O**), cuja característica principal consiste no fato de ter um repertório de objetos organizados hierarquicamente e por similaridade, divididos em classes e subclasses. Cada um desses objetos é formado por pequenos blocos de códigos, compilados para realizar uma tarefa específica. Os algoritmos são constituídos de agrupamentos desses mesmos objetos, de tal maneira que viabilizam a realização de tarefas mais complexas.

Os objetos que fazem parte do programa podem ser nativos da linguagem LISP —compi-

¹Originalmente desenhada em 1958-59 por John McCarthy, é a segunda mais antiga linguagem de programação em alto nível amplamente utilizada hoje. LISP é a abreviatura de List Processing (processamento de listas).

lados e adaptados à interface gráfica do OM —ou desenvolvidos especificamente para o ambiente OpenMusic por programadores ligados ao IRCAM, ou ainda por programadores independentes. O programa é oferecido gratuitamente pelo *site* da instituição francesa, mas as bibliotecas costumam ser cobradas. Por outro lado, a maioria das bibliotecas desenvolvidas por músicos programadores independentes é **disponibilizada gratuitamente**.

Tratando, agora, das especificidades operacionais do OpenMusic, existem basicamente duas modalidades de objetos: os que servem apenas para armazenar dados e os que operam transformações sobre esses mesmos dados. A estes últimos, damos o nome de *funções*.

Os objetos possuem entradas (*inlets*) e saídas (*outlets*). No caso dos objetos que apenas armazenam, os resultados (*outputs*) serão sempre idênticos aos valores dos argumentos de entrada; já no caso dos objetos-função, os valores de saída costumam ser diferentes dos de entrada.

Um dos principais diferenciais do OpenMusic em relação a outras linguagens de programação especificamente desenhadas para a prática musical é o fato de ele possuir uma interface gráfica que exhibe, ao usuário, os objetos em notação musical. O OpenMusic foi idealizado para atender às demandas dos compositores de música instrumental e/ou de música eletroacústica mista auxiliando-os na elaboração de estruturas musicais que serão, subseqüentemente, transformadas em partitura e executadas por instrumentistas.

Sobre essa característica singular do OpenMusic, o compositor Mikhail Malt propõe uma nomenclatura que designa uma especialidade dentro do universo da **CAC**:

Interesso-me mais especificamente por uma parte do mundo da CAC: aquela que é dedicada à transição do pensamento para a escrita musical (o que poderíamos chamar de *escritura musical assistida por computador*, ou EMAC). Em outras palavras, [me interesso] por tudo o que diz respeito à representação do imaginário musical por meio dos modelos formais. O conceito de assistência à escritura é aqui utilizado para diferenciar estratégias: dentro do vasto campo da CAC (que inclui notadamente a assistência à notação, o controle da síntese, o controle do tratamento sonoro etc.), definimos a assistência à escritura como o conjunto de processos que auxiliam o compositor na determinação de posições de diversos objetos sobre o espaço musical. O espaço musical é compreendido, aqui, como qualquer conjunto de parâmetros representando uma realidade musical e/ou sonora² [Malt,

²Je m'intéresserai plus spécifiquement à une partie du monde de la CAO : celle qui est dédiée à la transition de la pensée vers une écriture musicale (ce qu'on peut appeler une écriture musical assistée par ordinateur, ou EMAO).

1999, pg.62].

Os objetos em OpenMusic são, como já pontuamos, compilados em LISP; ou seja, para criar novos objetos em OpenMusic, é necessário programar em LISP. Existe, no entanto, outro caminho para a criação de novas funções —certamente idealizado para atender às necessidades dos compositores programadores que, como eu, não possuem suficiente conhecimento em LISP. Trata-se de uma interface independente em que é possível elaborar as chamadas *funções genéricas*. Essas funções ficam armazenadas na pasta do usuário e podem ser evocadas como qualquer outra função disponível no programa.

Durante meu estágio de docência, transformei algumas técnicas composicionais de outros compositores em funções genéricas. A seguir, apresento quatro exemplos dessas sistematizações:

- As *rotações rítmicas* de Bryan Ferneyhough;
- O *desenvolvimento horizontal* de Pierre Boulez;
- O *interlocking retroativo* de Flo Menezes;
- O gerador de acordes aleatórios para harpa.

3.1.1 As Rotações Rítmicas de Bryan Ferneyhough

A técnica inventada pelo compositor Bryan Ferneyhough foi transposta para o PatchWork (ambiente de programação que precedeu o OpenMusic) pelo compositor Mikhail Malt na qualidade de RIM (Realizador em Informática Musical). No artigo intitulado “Bryan Ferneyhough et l’aide informatique à l’écriture”, Malt explica detalhadamente a técnica de Ferneyhough, mas não exemplifica ao leitor como a sistematizou em algoritmo. Decidi, então, levar o caso para a classe apresentando uma possível maneira de solucionar o problema:

A função genérica apresenta dois argumentos: o primeiro aceita uma lista numérica que

Autrement dit : à tout ce qui concerne la représentation de l’imaginaire musical par le biais des modèles formels. Le concept d’aide à l’écriture est ici utilisé pour bien différencier les stratégies : au sein du vaste espace de la CAO (qui inclut notamment les aides à la notation, au contrôle de la synthèse, au contrôle du traitement des sons, etc.), nous définirons l’aide à l’écriture comme l’ensemble des processus qui assistent le compositeur dans détermination des positions de divers objets dans l’espace musical. L’espace musical étant compris, ici, comme tout ensemble de paramètres représentant une réalité musical et/ou sonore.

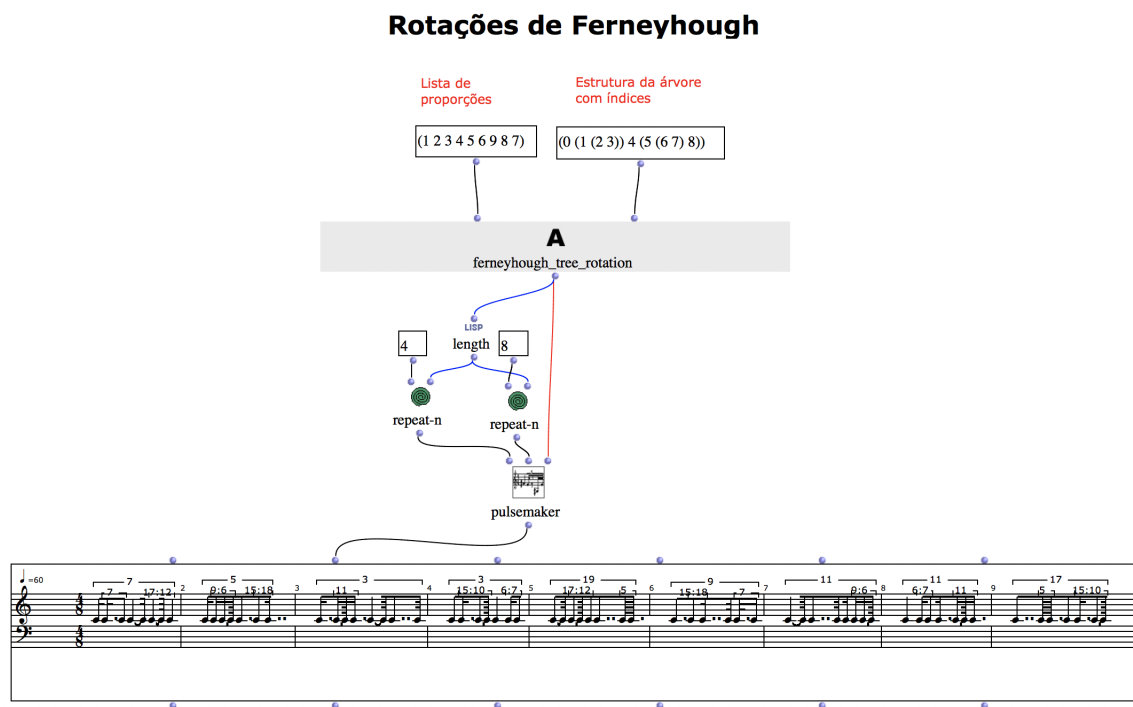


Figura 3.1: Função genérica: *ferneyhough-tree-rotation*.

representa as proporções entre os pulsos de cada compasso; o segundo aceita uma lista formada por índices e uma estrutura de parênteses. Os índices representam as posições de uma determinada lista e os parênteses se referem às camadas das proporções no domínio métrico musical —se um número aparece entre duas camadas de parênteses, isso significa que ele é a subdivisão de outra subdivisão (quálteras), e assim sucessivamente³.

A função genérica, nesse caso, realiza apenas uma das etapas do processo: a rotação dos valores das proporções sobre a estrutura preservada dos parênteses e das posições (índices).

Em seguida, a função genérica deve ser conectada a uma função nativa do OpenMusic —*pulsemaker*— que, por sua vez, possui três argumentos que representam respectivamente três elementos métricos musicais, a saber:

- Lista contendo a quantidade de pulsos dentro de cada compasso;
- Lista contendo a figura de nota que servirá de base para cada compasso;
- Lista de proporções entre os elementos de cada compasso.

É essa função que aplicará a lista do resultado da operação de rotação das proporções —realizado pela função genérica— aos outros parâmetros da função para, finalmente, visualizarmos

³No mesmo artigo, Mikhail Malt exemplifica como funciona internamente a representação rítmica do programa PatchWork. Esse mesmo tipo de abordagem, qual seja, a organização do ritmo a partir de camadas hierárquicas de listas aninhadas —*rhythm tree* (ou árvore rítmica)— foi adotado também no bojo do *software* OpenMusic. É possível obter mais informações sobre esse assunto acessando a [documentação online do programa](#).

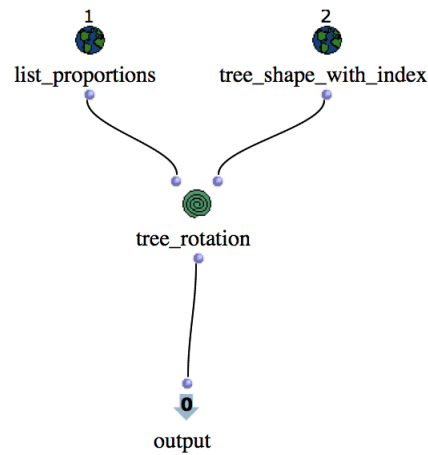


Figura 3.2: Segunda camada do patch.

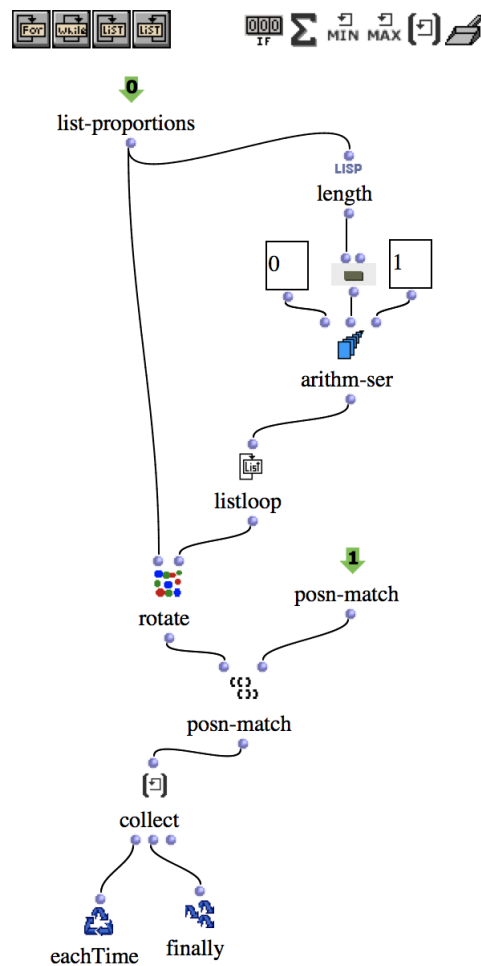


Figura 3.3: Terceira camada: dentro do OmLoop.

o resultado em notação musical. É impreterível que o resultado da função genérica seja conectado, portanto, ao terceiro *inlet* da função *pulse-maker*, correspondente às proporções contidas em cada compasso.

3.1.2 O Desenvolvimento Horizontal de Pierre Boulez (ou seria de Igor Stravinsky? (Ou seria de Ernst Krenek?))

A autoria da técnica denominada, aqui, como *desenvolvimento horizontal* é incerta. Esse nome, traduzido do francês *déroulement temporell*, foi cunhado pelo compositor francês Pierre Boulez, que utilizou a técnica em algumas composições. No entanto, o compositor Flo Menezes realizou uma descoberta musicológica importante: um artigo do autor Alfred Müller descreve uma técnica muito semelhante, com o nome de *Rotationstransposition*, utilizada pelo compositor russo Igor Stravinsky, que, por sua vez, atribui a autoria da técnica ao compositor austríaco Ernst Krenek.

ALFRED MÜLLER

W: MELOS 2/1984; MAINZ, B. SEHOTS'S SCHN

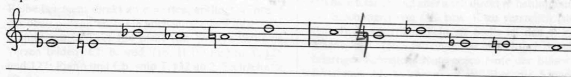
Igor Stravinsky: *Movements* for Piano and Orchestra

Die *Movements* for Piano and Orchestra, komponiert vom 23. September 1958 bis 30. Juli 1959, sind ein Schlüsselwerk im Spätwerk Strawinskys. Mit diesem Werk verläßt er endgültig seine tonal-orientierte Kompositionstechnik, deren vornehmliche Mittel darin bestanden, kürzere Intervallfolgen als primäre musikalische Materialordnung rhythmisch-variativ zu entfalten und mittels des Prinzips getriebener Konsonanzen und des personanten Satzes (besonders häufig: Schichtkontrapunkte von Sextakkorden gegen einstimmige Linien) die Komposition in der Vertikalen zu ordnen. Stravinsky war sich sowohl dieser Wert wie der Schlüsselstellung der *Movements* bewußt¹. Der Grund dieser Einschätzung liegt zweifellos der Annäherung an das Kompositionsprinzip Schbergs mit zwölf nur aufeinander bezogenen Tönen, allem vermittelt durch das Werk Anton Webers.

Reihentechnik

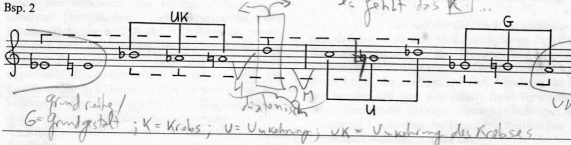
Dementsprechend liegt den *Movements* eine Zwölftreihe zugrunde²:

Bsp. 1



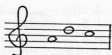
Sie ist nicht harmonisch konzipiert, wie z. B. die Reihe aus Alban Bergs Violinkonzert, sondern linear, was man aus den 2 Sekundgängen, welche beide abwärts führen, leicht ersehen sehen kann:

Bsp. 2

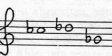


Grundreihe / G Grundgestalt; K = Kraxis; U = Umkehrung; UK = Umkehrung der Kraxis

Sie enthält nur 2 im weitesten Sinne harmonische, nämlich pentatonische Zellen: G 6-7:



(eine mittels großer Sekunde angespannte Quarte) und G 7-9:



(eine durch eine ebenfalls große Sekunde aufgeladene Quinte).³

Der Intervallvorrat dieser Reihe zeichnet sich folgendermaßen aus:

3 kleine Sekunden	(die Sekundärbeziehung zwischen Reihenton 12 und 1 mitegezählt)
1 große Sekunde	
2 Quartan	
4 kleine Septen	
1 große Septe	
1 Tritonus	

Damit widerspreche ich N. Jers⁴, der aufgrund des Oktavengesetzes den Unterschied zwischen Aufwärtsbewegung im Sekundschritt und Abwärtsbewegung im Sekundschritt annulliert, indem er Gesetze der Vertikale ungeprüft auf die Horizontale überträgt. Bei jeder

112

Figura 3.4: Imagem escaneada do artigo de Alfred Müller com os comentários (em grafite) de Flo Menezes.

Originalmente, a técnica consiste em congelar a primeira nota de uma série ao mesmo tempo que os intervalos entre as notas restantes sofrem sucessivas permutações cíclicas até o ponto

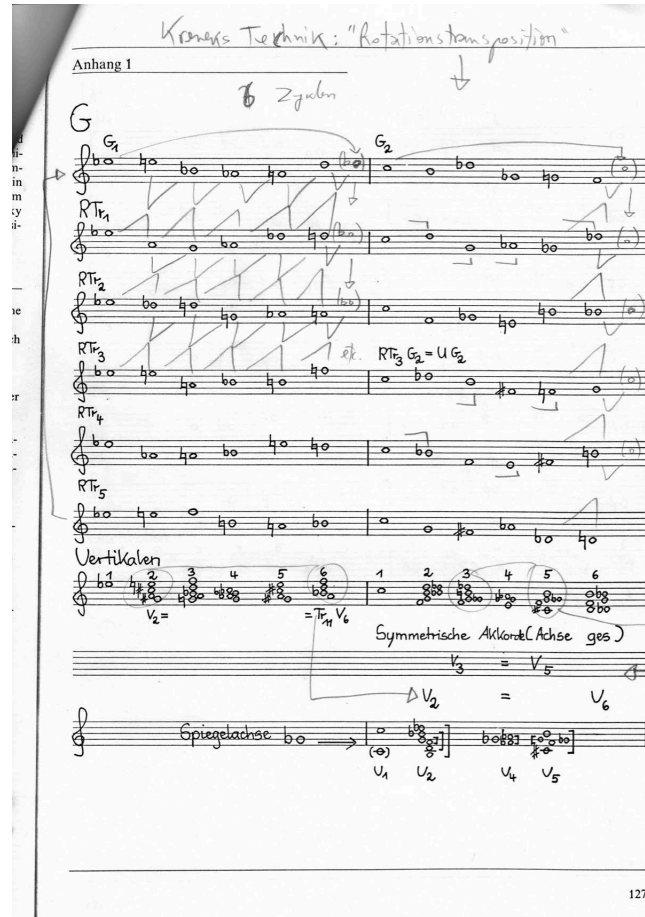


Figura 3.5: Imagem escaneada da segunda página do artigo de Alfred Müller.

em que se obtenha novamente a configuração original da série.

Quando pensei em transpor a técnica para a linguagem computacional, transformando-a em uma função genérica em OpenMusic, optei por criar uma generalização da técnica: parti da ideia de que seria interessante permitir ao usuário congelar qualquer uma das notas da série, independentemente de sua posição relativa.

Rotação com Nota

exemplo_flo_interlock

Exemplo I - Desenvolvimento Horizontal de Boulez

Índice da nota congelada: 0

Modo:
 1 -> Rotação para a esquerda
 2 -> Rotação para a direita
 3 -> Rotação aleatória

Tipo:
 1 -> Rotação de Intervalos
 2 -> Rotação de Notas

A

freeze_index_rotation

flat

Output Exemplo I

Figura 3.6: Função genérica: freeze-index-rotation.

A função possui quatro argumentos, a saber:

1. A série original —lista em MIDI cents;
2. O índice que se deseja congelar (com a ressalva de que, em LISP e, conseqüentemente, em OpenMusic, o primeiro valor de uma lista é associado ao índice 0);
3. O modo de rotação —se à esquerda, à direita ou aleatório;
4. O tipo de rotação —se aplicado às *notas* ou aos *intervalos* da série.

Os dois últimos argumentos funcionam como mais duas generalizações da técnica, uma vez que a técnica original não previa a inversão do sentido da permutação circular e nem abria a possibilidade para a rotação das *notas* da série em vez da rotação de sua estrutura intervalar.

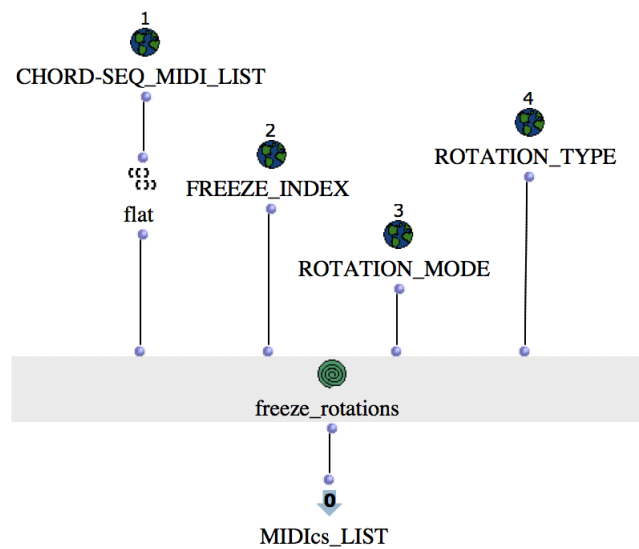


Figura 3.7: 2ª camada da função genérica *freeze-index-rotation*.

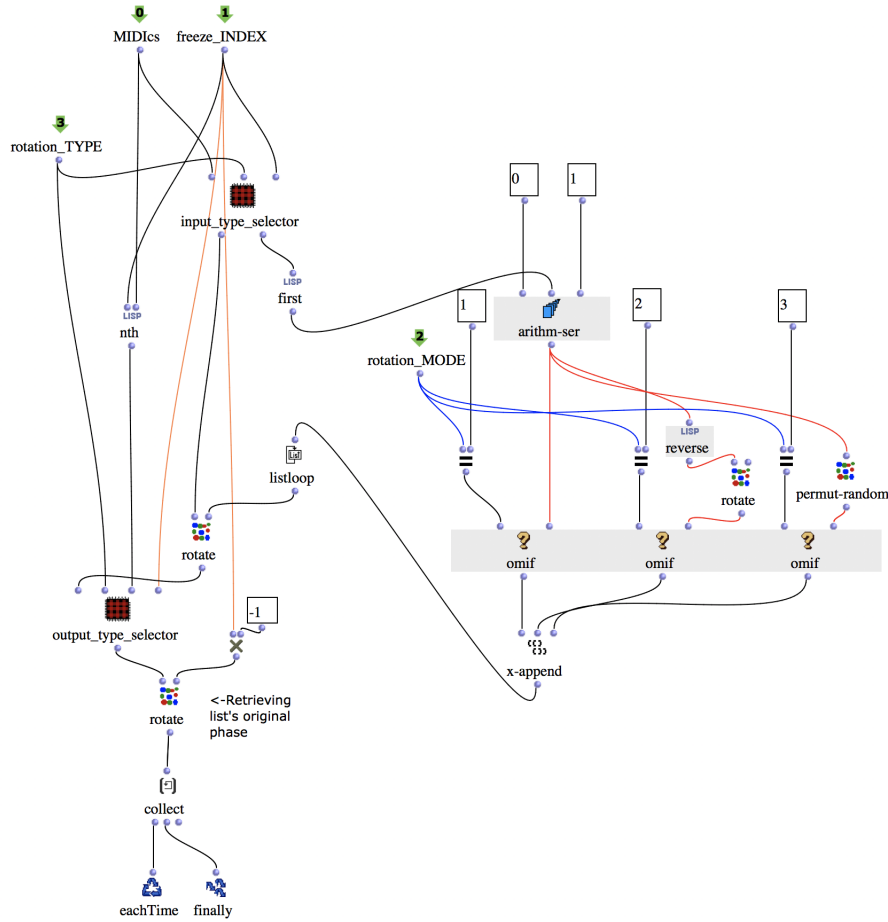


Figura 3.8: 2ª camada da função genérica freeze-index-rotation.

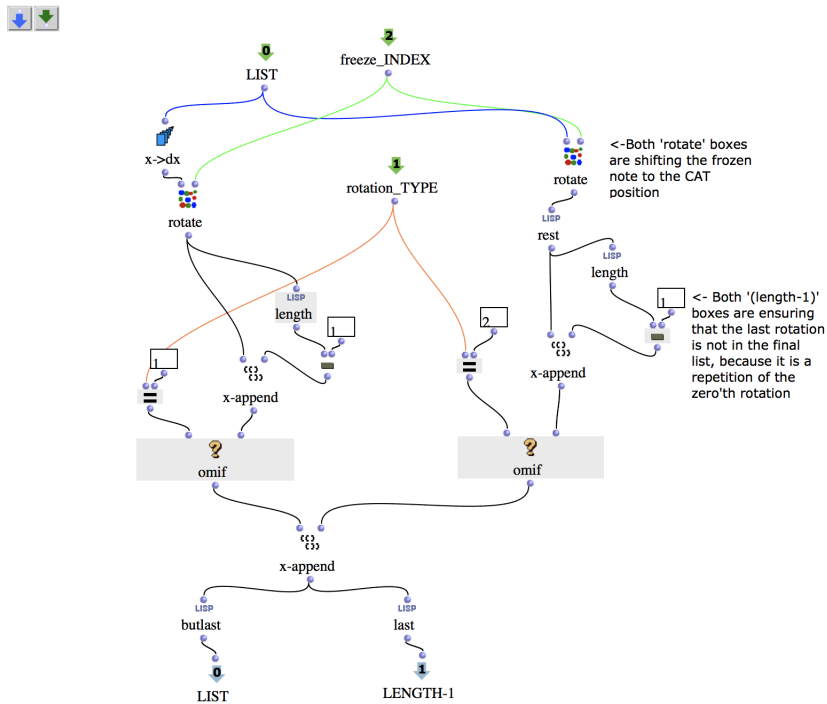


Figura 3.9: 2ª camada da função genérica freeze-index-rotation.

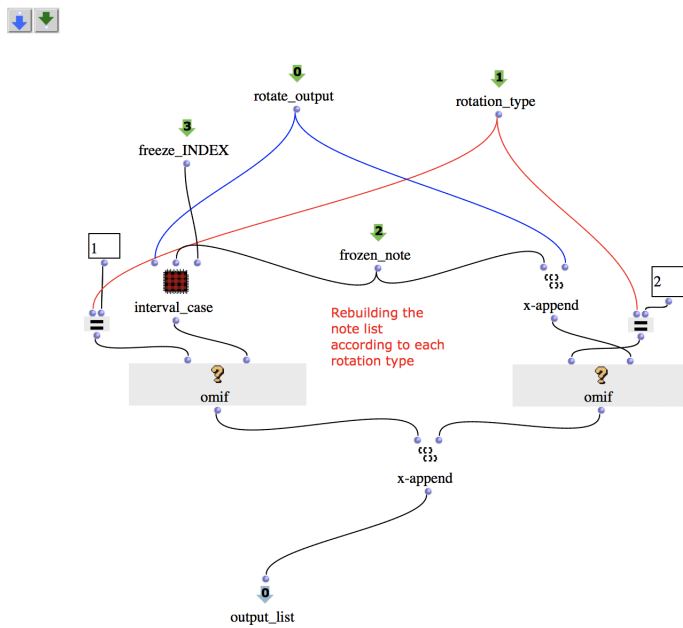


Figura 3.10: 2ª camada da função genérica freeze-index-rotation.

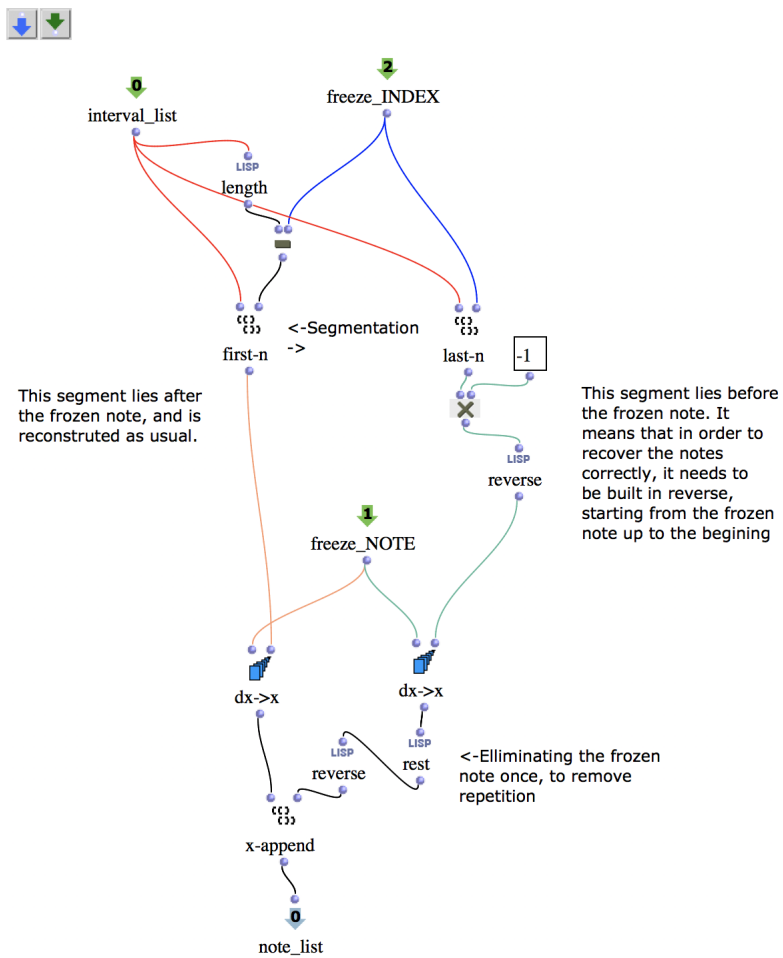


Figura 3.11: 2ª camada da função genérica freeze-index-rotation.

3.1.3 O *Interlocking* Retroativo de Flo Menezes

O compositor Flo Menezes, coautor (juntamente com o compositor suíço Michael Jarrell) da técnica em questão [Menezes, 2002, p.424], sugeriu que construíssemos em sala de aula a função genérica que realiza autonomamente as operações do *interlocking retroativo* para que os estudantes pudessem acompanhar, passo a passo, os estágios de elaboração de um algoritmo.

Antes de apresentar o *patch*, no entanto, faz-se necessário explicar a técnica que orientou a invenção de Menezes e Jarrell: o *interlocking* [Menezes, 2002, p.422]. Trata-se de uma ideia simples, mas que pode gerar resultados bastante interessantes. Concebida pelo compositor Klaus Huber, consiste, basicamente, em imbricar duas sequências de notas, uma na outra, a partir da inserção de elementos da lista secundária em posições específicas da lista inicial:

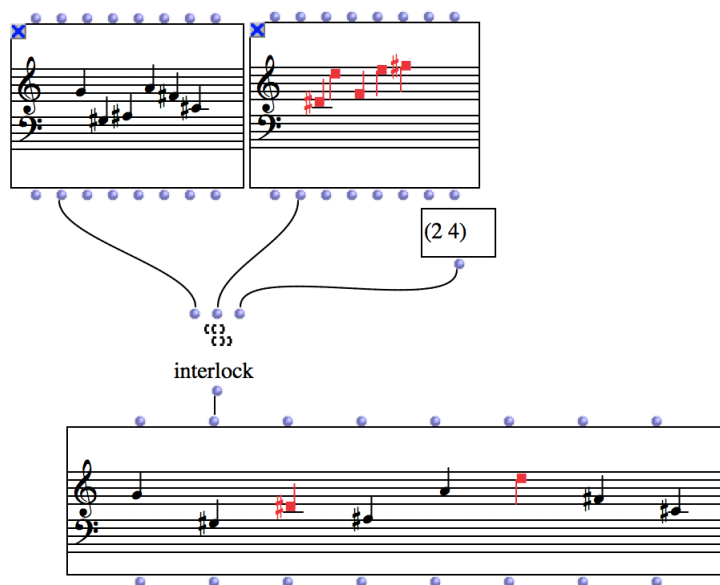


Figura 3.12: Função interlock.

No caso da figura 3.12, utilizamos uma função já implementada em OpenMusic, denominada *interlock*. Os dois primeiros *inlets* dessa função aceitam as duas listas a serem imbricadas. A terceira entrada aceita uma lista de posições (índices) que correspondem aos locais de inserção dos elementos da segunda lista na primeira. Nesse caso, todas as notas da primeira lista são preservadas e as notas da segunda lista são lidas sequencialmente, da esquerda para a direita, assumindo uma a uma a posição correspondente indicada pela lista de índices.

Há pelo menos outras duas maneiras de pensar a imbricação entre duas listas. Uma primeira possível variação seria, em vez da *adição* de notas da segunda lista na primeira, realizar a *substituição* das notas da primeira lista por notas da segunda lista. Para esse caso, apresento duas alternativas:

a primeira delas mantém a lógica da função *interlock*, que percorre linearmente os itens da segunda lista para inseri-los na primeira. A função *subs-posn* procede exatamente dessa maneira:

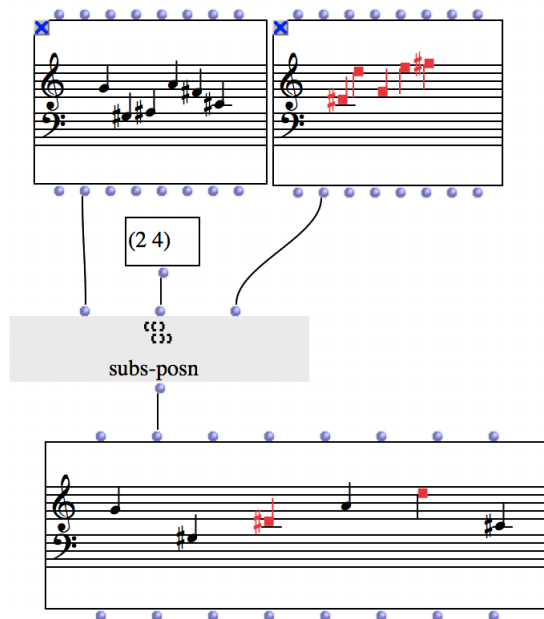


Figura 3.13: Função *subs-posn*.

O segundo paradigma de imbricação por substituição consistiria em trocar os elementos das listas por seus respectivos índices. Nesse caso, criei uma função —*interlock-sub-posn*— que se vale da função *posn-match* para filtrar a segunda lista e transformá-la numa lista menor, composta apenas de elementos que serão introduzidos na primeira lista. Uma vez tendo a lista filtrada, torna-se possível, então, utilizar exatamente a mesma função do modelo de imbricação anterior:

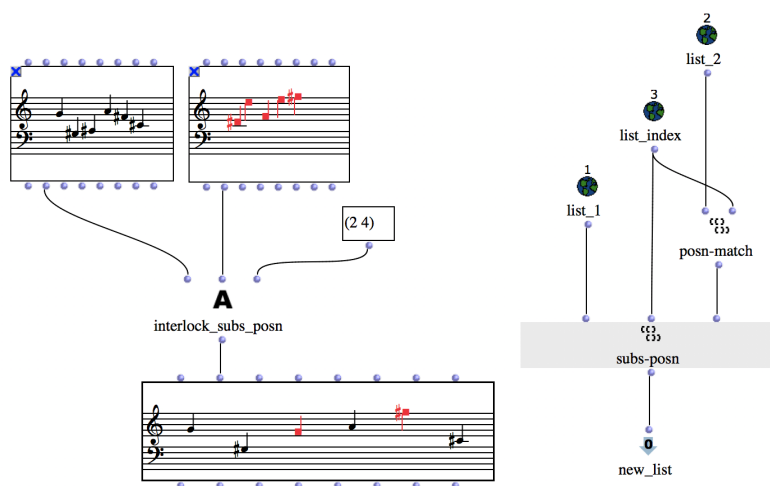


Figura 3.14: À esquerda, as listas e a função genérica. À direita, a arquitetura interna da função.

Realizadas as considerações sobre a técnica de *interlocking*, podemos introduzir o conceito de *interlocking retroativo*, cujo diferencial primordial reside no fato de tornar dispensável o uso de

uma segunda lista. O objetivo da técnica é entrelaçar uma única lista nela mesma a partir de sua própria estrutura intervalar.

Nesse sentido, Flo Menezes estipula arbitrariamente o uso de uma pequena lista numérica que segmenta e determina a quantidade de elementos em cada um desses segmentos da série original. Desses agrupamentos de notas serão extraídas sequencialmente as informações intervalares da primeira à última nota da série. Em seguida, cada um à sua vez, esses agrupamentos de *intervalos* serão reinseridos sequencialmente na série original a partir de cada uma das notas da série.

No exemplo da figura 3.15 é possível acompanhar o resultado do processo. As notas destacadas em vermelho são as notas originais da lista e as notas com cabeça preta são obtidas a partir da aplicação dos segmentos intervalares:



Interlocking Retroativo

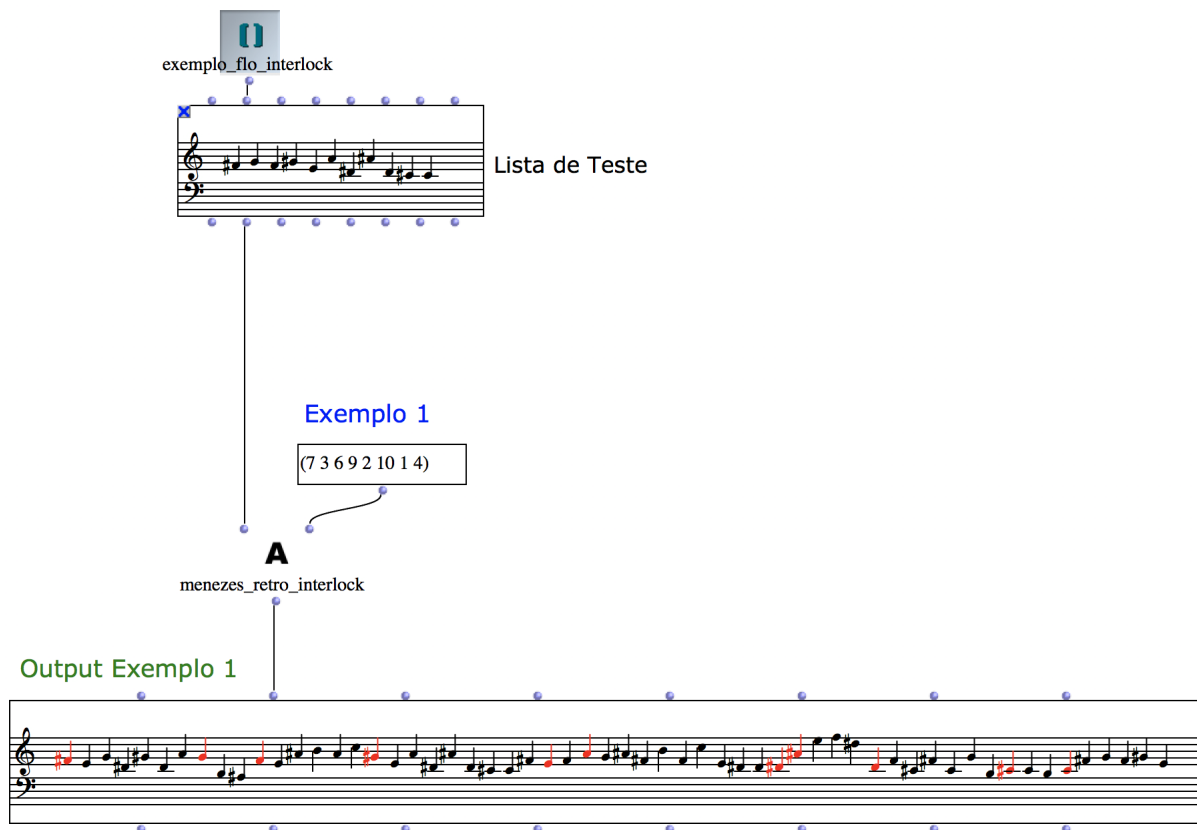


Figura 3.15: Função menezes-retro-interlock.

No exemplo anterior temos a série de notas entrando no primeiro argumento da função e a lista numérica (7 3 6 9 2 10 1 4) entrando no segundo *inlet*. As notas originais da série foram destacadas em vermelho na exibição do resultado final. Entre elas estão os segmentos de intervalos extraídos da própria série: após a primeira nota (fá sustenido), temos seis notas que foram geradas a partir das primeiras sete notas da série. O número sete é o primeiro da lista numérica.

Em seguida, o próximo segmento de três notas —do qual serão extraídos dois intervalos—será aplicado à segunda nota da série original: o sol natural destacado em vermelho (a oitava nota da série). O procedimento se repete até que seja aplicado um segmento à última nota da série; no caso do exemplo anterior, o segmento com seis notas, portanto com cinco intervalos, foi aplicado à nota dó natural.

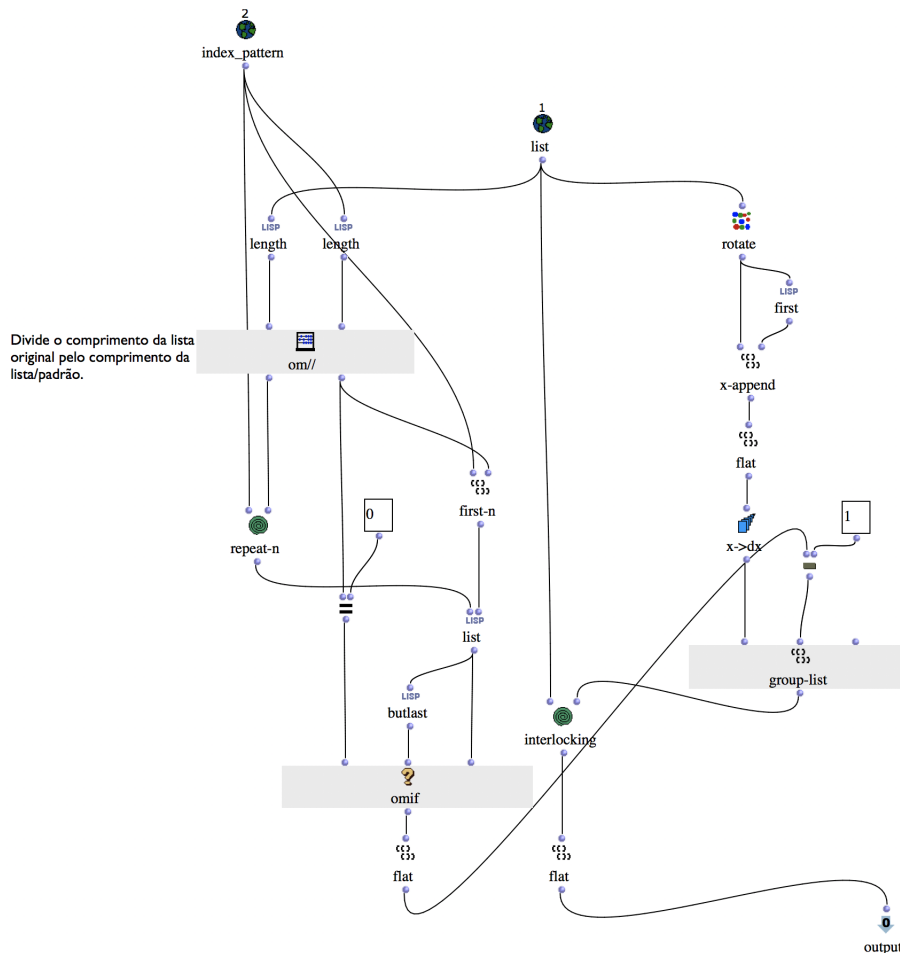


Figura 3.16: Imagem de dentro da função genérica menezes-retro-interlock.

O *patch* possui, basicamente, dois níveis de operações (fig. 2.10). Na parte esquerda do *patch* existe uma operação condicional (função *omif*) para conferir a relação entre a quantidade de elementos da lista principal e a quantidade de números que configuram o padrão numérico arbitrariamente estabelecido pelo compositor. Essa operação é fundamental para ajustar o resultado tanto para a condição em que o número de elementos da lista principal exceda os elementos do padrão numérico como para o caso contrário.

É nessa etapa do *patch* que se constrói a lista final com o número exato de índices numéricos relativos à segmentação da lista principal. Essa lista é enviada como argumento (2^{o} *inlet*) da função *group-list* que, como o próprio nome sugere, foi projetada para agrupar em sublistas os elementos

da lista inserida na primeira entrada.

É importante ressaltar que, já nessa etapa do *patch*, há a extração dos intervalos da lista originária realizada pela função $x \rightarrow dx$. Por essa razão, a lista de índices numéricos sofre uma operação de subtração por uma unidade: o número de intervalos de uma linha melódica é sempre igual à quantidade de notas menos uma unidade.

Em seguida, vem a operação fundamental do algoritmo, que é a imbricação de fato. Ela acontece dentro do ambiente OMloop, que no presente algoritmo foi renomeado para *interlocking*:

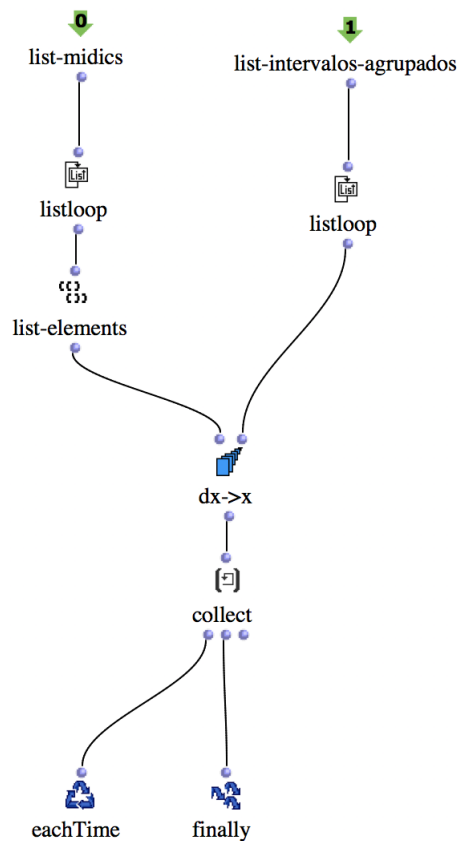


Figura 3.17: Arquitetura de dentro do ambiente OMloop sob o nome *interlocking*.

O ambiente OMloop foi desenhado para operações que envolvem algum tipo de **iteração**⁴. No caso específico desse *patch*, a iteração consiste em escolher um elemento por vez da lista original (enviada pelo primeiro *inlet* do objeto) para, em seguida, transformá-lo em nota-base para a sequência intervalar respectiva (enviada pela segunda entrada do OMloop). Essa operação é realizada pela função $dx \rightarrow x$, que converte a informação intervalar em notas.

⁴Processos iterativos são procedimentos que envolvem repetições de uma ou mais operações.

Nessa parte do algoritmo, existem dois *iteradores* de mesma natureza controlando o número de vezes que o procedimento será efetuado. O iterador *listloop* tem como particularidade recolher um elemento por vez de uma dada lista e interromper todos os processos dentro do OMloop quando o último elemento da lista passar. Portanto, nesse caso, o número de iterações do algoritmo será sempre determinado pela quantidade de elementos contidos na lista melódica original. Finalmente, os objetos *eachTime* e *Finally* são os responsáveis, respectivamente, por coletar e armazenar o resultado de cada iteração e enviar o resultado pelo *oulet* do algoritmo.

3.1.4 A Escritura da Harpa

Um dos primeiros *patches* que construí em OpenMusic foi planejado para resolver uma questão relacionada às limitações cromáticas da harpa. Construída sob uma lógica diatônica, a harpa possui sete pedais, cada um responsável pelo ajuste correspondente de cada uma das sete classes de cordas —ré, dó e si acionadas com o pé esquerdo e mi, fá, sol e lá acionadas com o pé direito.

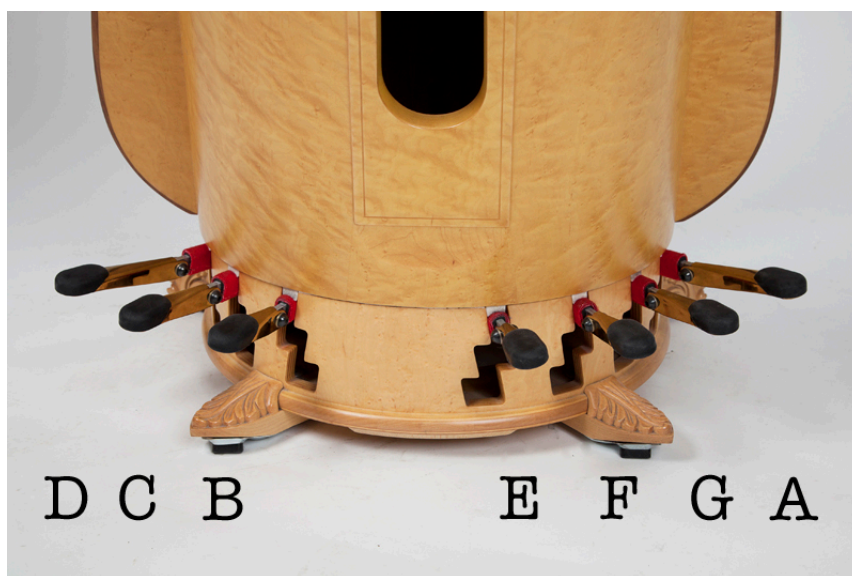


Figura 3.18: Pedais da harpa.

Cada pedal possui três níveis de regulagem que alteram fisicamente o comprimento das cordas. Dessa maneira, é possível obter as três variações cromáticas de uma mesma nota (bemol, natural e sustenido) em cada uma das cordas. Essa característica do instrumento impõe ao compositor uma série de limitações para lidar com o campo cromático das alturas, uma vez que, para

conseguir acordes ou sequências de notas cromáticas, torna-se indispensável o uso de enarmonizações. O número máximo de graus agrupados cromaticamente dentro de um acorde é cinco, e isso só acontece quando temos a seguinte configuração: si \sharp , dó \sharp , ré, mi \flat e fá \flat . Em seguida, temos três casos em que é possível agrupar quatro graus: lá \sharp , si, dó, ré \flat ; ré \sharp , mi, fá, sol \flat ; mi \sharp , fá \sharp , sol, lá \flat . Exceto esses casos, todas as outras combinações entre graus permitirão no máximo três notas cromáticas por acorde.

Evidentemente, é possível trocar as configurações de pedais durante a execução diacrônica das notas, mas isso envolve outras três variáveis:

1. A velocidade da troca de pedais é um parâmetro que depende das predisposições físicas do corpo humano e, portanto, varia de intérprete a intérprete;
2. O ruído da troca de pedais pode ser perceptível para os ouvintes;
3. A fase de sustentação por ressonância da nota que é trocada é bruscamente interrompida.



Geração de Acordes para Harpa

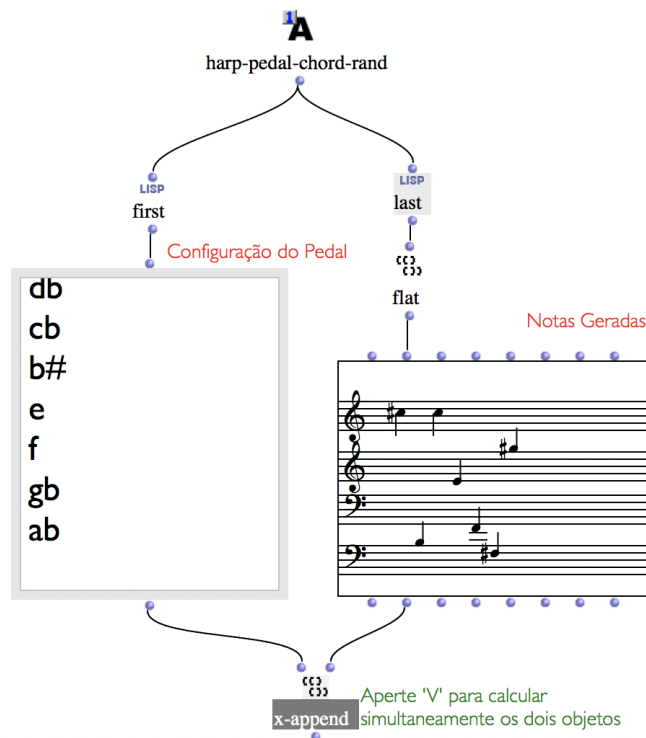


Figura 3.19: Função `harp-pedal-chord-rand`.

A partir dessas características particulares do instrumento, decidi criar um algoritmo que gerasse acordes aleatoriamente a partir das premissas operacionais da harpa. Abordei o problema da seguinte maneira: a harpa possui quarenta e sete cordas, subdividas em sete classes de notas.

Cada corda⁵ pode assumir três sonoridades correspondentes aos três degraus do pedal —bemol, natural ou sustenido.

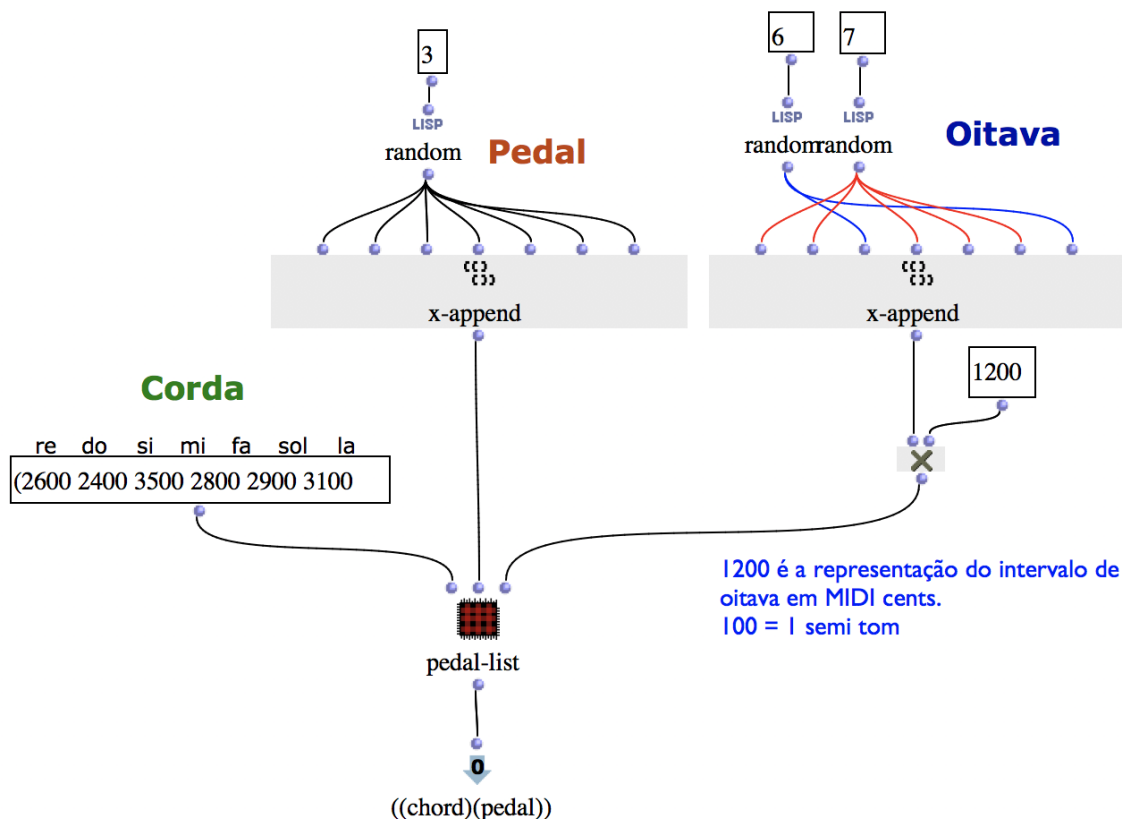


Figura 3.20: Dentro da função harp-pedal-chord-rand.

A extensão da harpa possui sete oitavas, dentre as quais existem sete cordas ré, sete cordas dó, sete cordas si, sete cordas mi, sete cordas fá, seis cordas sol e seis cordas lá. Para cada classe de corda, portanto, existem vinte e uma alturas passíveis de serem, aleatoriamente, escolhidas —sete oitavas multiplicadas pelos três estados possíveis (bemóis, naturais e sustenidos).

O *patch* não possui entradas (*inlets*); trata-se de uma função fechada. Isso porque os dados que “alimentam” o algoritmo são fixos, isto é, são parâmetros próprios da harpa. É uma função, portanto, pouco versátil, considerando que não há qualquer forma de restringir parâmetros como a tessitura de atuação do algoritmo. Os acordes gerados pelo algoritmo costumam possuir uma tessitura extensa entre as notas das pontas —mais grave e mais aguda. Isso implica a impossibilidade de executar todas as notas dos acordes simultaneamente.

É possível resolver essa condição aplicando outras funções subsequentes à geração do acorde. É possível, por exemplo, comprimir os intervalos do acorde a partir da multiplicação da lista de

⁵Com exceção da primeira e da última cordas, que não estão conectadas ao sistema de pedais e que, por isso, são valores fixos e podem ser afinados segundo escolhas do compositor ou do intérprete.

intervalos por um índice decimal (maior que zero e menor que um). No caso do exemplo da figura 3.21, o índice que está multiplicando os valores dos intervalos é 0,6. O resultado obtido, coincidentemente, ainda é exequível na harpa utilizando apenas uma configuração de pedal, mas isso não acontecerá com qualquer índice. Inevitavelmente ocorrerão casos em que haverá contradições entre as notas geradas e as combinações de pedais para executá-las.

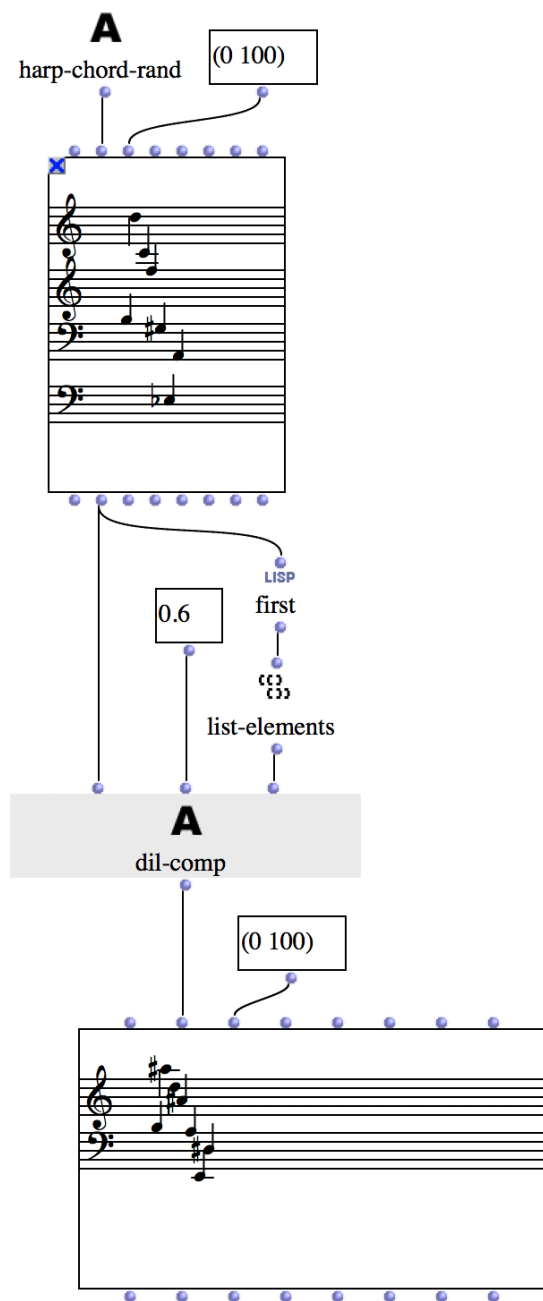


Figura 3.21: Método para comprimir intervalos de uma lista.

Outra possível solução para o mesmo problema seria a utilização de funções da biblioteca Profile, mais especificamente as quatro funções de espelhamento de perfis melódicos. Essa abordagem talvez seja a mais indicada porque preserva as relações entre as alturas, adaptando-as, por

equivalência de oitavas, à tessitura desejada.

Além dessa limitação do *patch*, outra adversidade se apresenta —dessa vez, fruto de uma condição da própria ferramenta. Infelizmente, não é possível aplicar funções *condicionais* aos objetos da classe *score*. Os objetos da classe *score* foram projetados para exibir os valores inseridos em seus argumentos como notação musical. No entanto, o usuário é capaz de definir apenas globalmente se prefere que as notas com acidentes sejam exibidas com o sinal de sustenido ou de bemol. Isso é determinado no menu de preferências do programa e não é possível alterar essa regra localmente, a não ser manualmente por meio do editor de partituras. O ideal para o caso desse *patch* seria inserir uma operação *condicional* que determinasse quando uma dada nota deveria ser exibida com um sinal de bemol e quando deveria receber o sinal de sustenido.

Apenas para ilustrar essa questão, na figura 3.22 o conjunto de notas apresentado à esquerda, reflete o resultado gerado pelo programa (com a configuração padrão, em que todos os acidentes aparecem como sustenido); o conjunto de notas do objeto à direita, é produto dos ajustes realizados *a posteriori* (e manualmente), para adaptar as notas do acorde à escrita da harpa.



Figura 3.22: Adaptação manual à escrita da harpa.

Como solução parcial para resolver esse inconveniente, o *output* da função *harp-pedal-chord-rand* gera uma lista composta de dois elementos:

- Uma lista com os nomes das notas escritos textualmente já exibindo as configurações de pedais adequadas à harpa, isto é, respeitando suas enarmonizações. Essa lista deve ser conectada à entrada do objeto *text-view*;
- Exatamente a mesma lista anterior, mas representada por valores em MIDI cents. Portanto, deve ser conectada ao *inlet* correspondente num objeto *chord* ou *chord-seq* (como mostra o exemplo 3.19).

Dessa maneira, foi possível suplantiar a limitação da ferramenta oferecendo ao usuário a possibilidade de confrontar os resultados —exibidos em texto e em notação musical —e detectar quais notas precisariam sofrer, manualmente, as adequações de enarmonização.

3.2 SuperCollider

3.2.1 Exemplo: O Tempo Real na Música Eletroacústica Acusmática

[Link: som-base \(platô\)](#)

[Link: circuito elétrico](#)

[Link: som acusmático](#)

Baixe os sons nos *links* anteriores se desejar simular a situação exata a que estou me referindo no texto. Ou, então, simplesmente rode o algoritmo com outros sons para obter outros resultados.

Produzi um vídeo exemplificando a técnica que pode ser acessado a seguir. ▶).

Código 3.1: Patch construído para simular a textura da CODA da peça Fantasia Essata.

```
1 //Ajuste Opcional
2 s.options.sampleRate_(48000);
3 s.boot;
4 s.makeGui;
5
6
7
8 // Sons
9 (
10 a = Buffer.read(s, "/Users/alex_buck/Desktop/
    ex_AcusmaticaTempoReal/Base.wav"); //Base
11 b = Buffer.read(s, "/Users/alex_buck/Desktop/
    ex_AcusmaticaTempoReal/Eletrico_01.wav"); //Circuito
    eletrico
12 c = Buffer.read(s, "/Users/alex_buck/Desktop/
    ex_AcusmaticaTempoReal/Acusmatico.wav"); //Som acusmatico
13 )
14
15
16 //Synth (Instrumento)
17 (
18 SynthDef(\sequence_jeu, {
19     arg buffer, pos = 0.0, amp = 0.7, rate = 1.0, freq = 0.6,
20     mix = 0.3, room = 0.7, atk = 0.01, rel = 1, out = 0;
21
```

```
22   var env, source, pan;
23
24   source = PlayBuf.ar(
25     numChannels: 1,
26     bufnum: buffer,
27     rate: rate,
28     startPos: pos
29
30   );
31
32   source = FreeVerb.ar(
33     in: source,
34     mix: mix,
35     room: room
36
37   );
38
39   pan = LFNoise1.kr(
40     freq: freq,
41     add: 1
42
43   );
44
45   env = EnvGen.ar(
46     envelope: Env.perc(atk, rel),
47     doneAction: 2
48
49   );
50
51   Out.ar(
52     bus: out,
53     channelsArray: source * env * amp
54
55   );
56
57 }
58 ).add;
59 )
60
61 //preparando para gravar
```

```
62 s.prepareForRecord("/Users/alex_buck/Documents/
    ex_textura_aberta_coda.aif");
63
64 s.record;
65 s.stopRecording;
66
67
68 // som-base em loop
69 {PlayBuf.ar(2, a, loop: 1)*0.3}.play;
70
71
72 // ROTINA —> primeiro som
73 (var buf, tam;
74 {
75     30.do{
76         buf = b;
77         tam = buf.numFrames;
78         buf.postln;
79         tam.postln;
80
81         Synth(\sequence_jeu, [
82
83             \buffer, buf,
84             \pos, 0.01,
85             \rate, rrand(0.995, 1.05),
86             \atk, rrand(0.01, 0.3),
87             \rel, rrand(4.9, 4.7),
88             \amp, rrand(2.5, 3.4),
89             \mix, rrand(0.05, 0.95),
90             \room, rrand(0.01, 0.9),
91             \out, rrand(0.0, 2.0)]);
92
93         [3.03, 7.8, 3.2, 5.29, 4.33, 0.06].wchoose(
94         [0.4, 0.1, 0.1, 0.2, 0.15, 0.05]).wait;
95     }
96 }.fork
97 )
98
99 //ROTINA —> segundo som
100 (var buf, tam;
```

```

101 {
102     15.do{
103         buf = c;
104         tam = buf.numFrames;
105         buf.postln;
106         tam.postln;
107
108         Synth(\sequence_jeu, [
109
110             \buffer, buf,
111             \pos, rrand(0.01, tam),
112             \rate, rrand(0.99, 1.05),
113             \atk, rrand(0.01, 0.3),
114             \rel, rrand(2.9, 6.7),
115             \amp, rrand(1.2, 1.4),
116             \mix, rrand(0.05, 0.85),
117             \room, rrand(0.01, 0.7),
118             \out, rrand(0.0, 2.0)]);
119
120         [4.3, 7.03, 4.3, 5.04, 0.07].choose.wait;
121     }
122 }.fork
123 )

```

Segmentações Aleatórias

A seguir, apresento dois algoritmos desenvolvidos em SuperCollider que possuem uma mesma ideia geradora: criar divisões diferentes de um número inteiro a cada chamada da função. Colocado de outra maneira, o objetivo do algoritmo é gerar, aleatoriamente, listas com valores diferentes e em que a soma de seus respectivos elementos seja sempre igual a um valor previamente estipulado pelo usuário.

Inicialmente, pensei nesse algoritmo como um gerador de durações para seções de uma composição — numa clara alusão à abordagem *de cima para baixo* discutida na seção 2.2. Em seguida, esse mesmo algoritmo seria utilizado para criar outras séries constituídas de valores durativos diferentes, mas com a mesma duração total (somando seus respectivos elementos constituintes).

O primeiro algoritmo, denominado aqui como *seg-alea-MinMax*, possui três argumentos:

valor mínimo, valor máximo e valor a ser alcançado com a soma dos elementos.

Código 3.2: Segmentação aleatória a partir de valores mínimo e máximo.

```
1  (~segmentacao_alea_MinMax = {
2      arg durMin = 10, durMax = 40, max = 420;
3      var last, aclast;
4      var list = [];
5      while{ list.sum < max}{
6          list = list ++ rrand(durMin, durMax);
7      };
8      if(list.sum > max){
9          last = list.pop;
10         aclast = max - list.sum;
11         list.add(aclast);
12     };
13     if(list.last < durMin) {
14         var tail = list.pop;
15     var i = 0;
16     while({tail > 0}, {
17         if(list[i] < durMax)
18             {
19                 list[i] = list[i] + 1;
20             }
21         tail = tail - 1;
22         i = i + 1;
23         // possible second round on list
24         if(i == list.size)
25             {
26                 i = 0;
27             }
28     });};
29     list; // return
30 };)// close block evaluation
31 ~segmentacao_alea_MinMax.value(durMin: 12, durMax: 57, max:
    420);
```

```

-> [ 42, 29, 45, 55, 34, 53, 30, 47, 42, 20, 23 ]
-> [ 30, 35, 31, 47, 28, 13, 45, 57, 45, 42, 13, 34 ]
-> [ 22, 20, 41, 33, 21, 53, 52, 18, 34, 29, 36, 39, 22 ]
-> [ 57, 19, 32, 49, 15, 29, 18, 15, 14, 23, 52, 14, 50, 33
]
-> [ 41, 14, 40, 22, 32, 55, 36, 38, 44, 40, 35, 23 ]
-> [ 30, 42, 43, 42, 57, 54, 40, 39, 12, 26, 35 ]
-> [ 36, 48, 45, 34, 34, 54, 38, 57, 37, 17, 20 ]
-> [ 29, 57, 56, 33, 38, 43, 23, 13, 35, 38, 18, 18, 19 ]
-> [ 38, 40, 24, 16, 33, 33, 26, 31, 21, 29, 57, 20, 26, 26
]

```

Figura 3.23: *Alguns resultados gerados pela função seg-alea-MinMax.*

No exemplo anterior, temos como valores dos argumentos (localizados na última linha do algoritmo) os números 12, 57 e 420. Em seguida, uma imagem com alguns resultados de validações da função.

O próximo algoritmo preserva a ideia do anterior, mas, em vez de gerar valores aleatórios entre dois valores-limite —mínimo e máximo—, esse algoritmo foi projetado para gerar uma lista de valores aleatoriamente a partir de outra lista, contendo valores fixos. O algoritmo produzirá uma lista com valores que certamente se repetirão —providos da lista fornecida como argumento. A função escolhe aleatoriamente um dos elementos da lista reiteradas vezes até que a soma dos elementos resultantes atinja o valor estipulado.

Para melhor elucidar essa questão, utilizemos como exemplo a situação colocada a seguir:

```

-> [ 20, 40, 30, 40, 30, 40, 20, 20, 30, 20, 40, 40, 20, 30
]
-> [ 30, 30, 40, 20, 20, 30, 20, 20, 40, 40, 30, 40, 30, 20,
10 ]
-> [ 40, 40, 20, 40, 20, 20, 30, 20, 30, 30, 40, 40, 30, 20
]
[ 20, 20, 40, 20, 30, 30, 20, 20, 20, 40, 40, 20, 40, 20, 40
]

```

Figura 3.24: Alguns resultados gerados pela função *segmentação-alea-list*.

Código 3.3: Segmentação aleatória a partir de uma lista de valores (*segmentação-alea-MinMax*).

```

1 (~segmentacao_alea_list = {
2   arg durs = [], max = 84;
3   var list = [];
4   var last, aclast;
5
6   while{list.sum < max}{
7     list = list ++ durs.choose;
8     // list.postln;
9   };
10
11  if(list.sum > max){
12    last = list.pop;
13    aclast = max - list.sum;
14    list.add(aclast);
15  } {
16    list.postln;
17  };
18
19  list.postln;
20 };
21 )
22
23 ~segmentacao_alea_list.value(durs: [20, 30, 40], max: 420);

```

Nesse caso temos, como valores fixos que servirão para a escolha do algoritmo, os números 20, 30 e 40 e, como valor para a meta da soma, o número 420.

Referências Bibliográficas

- (1948). La naissance de la musique concrète et électroacoustique. <https://fresques.ina.fr/artsonores/fiche-media/InaGrm00208/la-naissance-de-la-musique-concrete-et-electro-acoustique.html>. Online; accessed 07 august 2018.
- Abbagnano, N. (2007). *Dicionário de Filosofia*. Livraria Martins Fontes Editora Ltda., São Paulo, BR.
- Anderson, E. L. (2007). Materials, meaning and metaphor: Unveiling spatio-temporal pertinences in acousmatic music. *EMS: Electroacoustic Music Studies Network*.
- Bayle, F. (1993). *Musique Acousmatique : Propositions... ..Positions*. Éditions Buchet Chastel, Paris, FR.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford university Press, Oxford, UK.
- Bresson, J., Agon, C., and Assayang, G., editors (2006). *The OM Composer's Book*, volume 1. DELATOUR FRANCE / Ircam-Centre Pompidou.
- Bresson, J., Agon, C., and Assayang, G., editors (2008). *The OM Composer's Book*, volume 2. DELATOUR FRANCE / Ircam-Centre Pompidou.
- Bresson, J., Agon, C., and Assayang, G., editors (2017). *The OM Composer's Book*, volume 3. DELATOUR FRANCE / Ircam-Centre Pompidou.
- Briggs, W. L. and Henson, V. E. (1995). *The DFT: An Owner's Manual for the Discrete Fourier Transform*. SIAM - Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, US.
- Cage, J. (1961). *Silence*. Wesleyan University Press, New York, US.
- Chasalow, E. (2011). Max mathews on music 1. <https://www.youtube.com/watch?v=mT3U98cFqSs>. Online; accessed 07 may 2018.

- Chion, M. (1983). *Guide Des Objets Sonores*. Éditions Buchet Chastel, Paris, FR.
- Chion, M. (1994). *Músicas, Media e Tecnologias*. Instituto Piaget, Lisboa, PT.
- Chion, M. (2017). *L'art des Sons Fixés ou La Musique Concrètement*. Éditions Metamkine, Paris, FR.
- Chowning, J. Fifty years of computer music: Ideas of the past speak to the future.
- Chowning, J. (1996a). Sound synthesis. In Roads, C., editor, *The Computer Music Tutorial*, chapter prefácio, pages x–xii. MIT press, Massachusetts, USA.
- Chowning, J. (1996b). Sound synthesis. In Roads, C., editor, *The Computer Music Tutorial*, chapter prefácio, pages x–xii. MIT press, Massachusetts, USA.
- Collins, N. Automatic composition of electroacoustic art music utilizing machine listening. *Computer Music Journal*, 36(3):8–23.
- Collins, N. and d Escriván, J. (2007). preface. In Collins, N. and d Escriván, J., editors, *The Cambridge Companion to Electronic Music*. Cambridge University Press, West Sussex, UK.
- Cope, D. (2004). *Virtual Music: computer Synthesis of Musical Style*. Massachussets Institute of Technology.
- de Oliveira, W. C. (1979). *Beethoven: Proprietário de Um Cérebro*. Editora Perspectiva, São Paulo, BR.
- Dean, R. T. (2009). Introduction: The many futures of computer music. In Dean, R. T., editor, *The Oxford Handbook of Computer Music*. Oxford University Press, New York, US.
- Eco, U. (1962). *Obra Aberta*. Editora Perspectiva S.A., São Paulo, BR.
- Emerson, S. (2007). *Living Electronic Music*. Ashgate Publishing Limited, Vermont, US.
- Essl, K. (2007). Algorithmic composition. In Collins, N. and d Escriván, J., editors, *The Cambridge Companion to Electronic Music*, chapter 6, pages 106–124. Cambridge University Press, West Sussex, UK.
- Field, A. (2000). Simulation and reality: the new sonic objects. In Emmerson, S., editor, *Music, Electronic Media and Culture*, chapter 2, pages 36–55. Ashgate Publishing Limited, Vermont, US.

- Figueiredo, N. (2018). Modelagem física para síntese de Áudio: uma visão geral. <http://compmus.ime.usp.br/pt-br/node/558>. Online; accessed 12 junho 2018.
- Flusser, V. (1996). The photograph as post-industrial object: An essay on the ontological standing of photographs. *Leonardo*, 19(4):329–332.
- Garfinkel, S. (2012 (acesso em fevereiro de 2018)). Turing’s enduring importance. <https://www.technologyreview.com/s/426834/turings-enduring-importance/>.
- Gertner, J. (2012). *The Idea Factory: Bell Labs and the Age of American Innovation*. The Penguin Press, New York, US.
- Gobeil, G. (2016). Ima lab. n28: Gilles gobeil. <https://zkm.de/en/media/video/ima-lab-no-28-gilles-gobeil>. Online; accessed 06 april 2018.
- Gorne, A. V. (2017). *Traité d’Écriture sur Support*, volume VIII. Editions Musiques & Recherches, Bruxelles, BE.
- Herzog, W. (2016). Lo and behold, reveries of the connected world. <https://www.youtube.com/watch?v=SSbhsPNnVWo>. Online; accessed 16 march 2017.
- Hiller, L. and Isaacson, L. (1959). *Experimental Music: Composition with an Electronic Computer*. McGraw Hill Book Company, New York, US.
- Holmes, T. (2016). *Electronic and Experimental Music: Technology, Music, and Culture*. Taylor and Francis, New York, NY, fifth edition.
- Kane, B. (2014). *Sound Unseen: Acousmatic Sound in Theory and Practice*. Oxford University Press, New York, NY.
- Katz, M. (1970). *Capturing Sound: how technology has changed music*. John Wiley and Sons Ltd, West Sussex, UK.
- Keislar, D. (2009). A historical view of computer music technology. In Dean, R. T., editor, *The Oxford Handbook of Computer Music*. Oxford University Press, New York, US.
- Kim, S. J. (2006). *Corresponding*. CD Cimesp.
- Kittler, F. (2012). Gramophone. In Sterne, J., editor, *The Sound Studies Reader*, chapter 21, pages 234–247. Routledge Taylor and Francis group, London, UK, New York, USA.

- Kurzweil, R. (2005). *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. Duckworth Overlook, London, UK.
- Lévy, P. (1993). *As Tecnologias da Inteligência*. Editora 34.
- Maconie, R. (2009). *Stockhausen Sobre a Música: Palestras e Entrevistas Compiladas por Robin Maconie*. Madras Editora LTDA., Santana - SP.
- Malt, M. (1999). Brian ferneyhough et l aide informatique à l écriture. In Szendy, P., editor, *Bryan Ferneyhough*. Ircam, Paris, FR.
- Mathews, M. The digital computer as a musical instrument. *Science*, 142(3592):553–557.
- Menezes, F. (1999). *Atualidade Estética da Música Eletroacústica*. Editora UNESP, São Paulo, BR.
- Menezes, F. (2002). *Apoteose de Schoenberg*. Ateliê Editorial, São Paulo, BR.
- Menezes, F. (2004). *A Acústica Musical em Palavras e Sons*. Ateliê Editorial, São Paulo, BR.
- Menezes, F. (2006). *Música Maximalista: Ensaio sobre a Música Radical e Especulativa*. Editora UNESP, São Paulo, BR.
- Menezes, F. (2009). Um olhar retrospectivo sobre a história da música eletroacústica no brasil. In Menezes, F., editor, *Música Eletroacústica: História e Estéticas*, pages 17–48. Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP.
- Menezes, F. (2013). *Matemática dos Afetos: Tratado de Recomposição Musical*. Editora EDUSP, São Paulo, BR.
- Menezes, F. (2018). *Riscos Sobre Música*. Editora UNESP Digital, São Paulo, BR.
- Meston, O. and Risset, J. C. (2011). Portrait of a cultivated man: The aesthetics and influences of jean-claude risset. In Teruggi, D., Gayou, E., Zanesi, C., and Castanet, P. A., editors, *Jean-Claude Risset: Polychrome Portraits*, chapter 3, pages 33–56. Institut National de le Audiovisuel, Paris, FR.
- Moore, R. F. (1990). *Elements of Computer Music*. Prentice-Hall, New Jersey, USA.
- Ostrower, F. (1977). *Criatividade e processos de Criação*. Editora Vozes, Petrópolis, BR, 30 edition.
- País, E. (2016). Inteligência artificial compõe música pop. https://brasil.elpais.com/brasil/2016/09/21/ciencia/1474454261_634391.html. Online; accessed 30 april 2018.

- Parrochia, D. (2006). *Philosophie et Musique Contemporaine: ou le Nouvel Esprit Musical*. Éditions Champ Vallon, France.
- Polson, N. and Scott, J. (2018). *AIQ: How People and Machines Are Smarter Together*. St. Marter Press, New York, USA.
- Pritchett, J. (1993). *The Music of John Cage*. University of Cambridge, New York, US.
- Risset, J.-C. and Wessel, D. L. (1982). Exploration of timbre by analysis and synthesis. In Deutsch, D., editor, *The Psychology of Music*, chapter 5, pages 113–169. Academic Press, inc., London, EN, second edition.
- Roads, C. Interview with max mathews. *Computer Music Journal*, 33(3):9–22.
- Roads, C. (2001). *Microsound*. MIT Press, Massachusetts, US.
- Roads, C. (2012). From grains to forms. *Media, Arts and Technology*.
- Roads, C. (2015). *Composing Electronic Music: a New Aesthetic*. Oxford University Press, New York, US.
- Rovelli, C. (2014). *Reality is Not What it Seems: The Journey to Quantum Gravity*. Penguin Books, London, UK.
- Santaella, L. (2003). *Culturas e Artes do Pós-Humano: da Cultura das Mídias à Cibercultura*. Paulus, São Paulo, BR.
- Santaella, L. (2007). A semiose das artes das mídias, ciência e tecnologia. In Domingues, D., editor, *Arte, Ciência e Tecnologia: Passado, Presente e Desafios*, pages 499 – 511. Editora UNESP, São Paulo, BR.
- Santaella, L. (2010). O homem e as máquinas. In Domingues, D., editor, *Arte e Tecnologia*, chapter 1, pages 33–44. EDUSP, Universidade de São Paulo.
- Schaeffer, P. (1967). *La Musique Concrète*. Press Universitaires de France, Paris, FR.
- Schaeffer, P. (1996). *Solfejo do Objecto Sonoro*. Press Universitaires de France, Lisboa, PT.
- Secker, Y. N. (2015). *Homo Deus: Uma Breve História do Amanhã*. Companhia das Letras, São Paulo, BR.
- Sennett, R. (2008). *O Artífice*. EDITORA RECORD LTDA, Rio de Janeiro, BR.

- Taruskin, R. (2010). *The Oxford History of Western Music: The Complete Five-Volume Set*, volume 5. Oxford University Press, New York, NY.
- Tenney, J. (1963). Sound generation by means of a digital computer. *Journal of Music Theory*, 7(1):24–70.
- Tutschku, H. (2016). Composition workshop. Palestra realizada em junho de 2016, no Studio PANaroma, como uma das atividades do compositor, H. Tutschku, em residência na UNESP.
- Varèse, E. (2009). Novos instrumentos e nova música. In Menezes, F., editor, *Música Eletroacústica: História e Estéticas*, pages 57–58. Editora da Universidade de São Paulo - EDUSP.
- Wang, G. (2007). A history of programming and music. In Collins, N. and d Escriván, J., editors, *The Cambridge Companion to Electronic Music*, chapter 4, pages 55–86. Cambridge University Press, West Sussex, UK.
- Webern, A. (1984). *O Caminho Para a Música Nova*. Novas Mestras, São Paulo, BR.
- Wilson, S. (2007). Ciência e arte: Olhando para trás, olhando para frente. In Domingues, D., editor, *Arte, Ciência e Tecnologia: Passado, Presente e Desafios*, pages 489 – 498. Editora UNESP, São Paulo, BR.
- Wilson, S., Cottle, D., and Collins, N., editors (2011). *The SuperCollider Book*. Massachusetts Institute of Technology.
- Wörner, K. H. (1976). *Stockhausen: Life and Work*. University of California Press, Los Angeles, US.
- Xenakis, I. (1992). *Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition*. Pendragon Press, New York, US.