UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE COMUNICAÇÕES E ARTES

RODOLFO AUGUSTO DANIEL VAZ VALENTE

**Composição por modelo físico:
a concretude do instrumento na criação musical**

São Paulo

2020

RODOLFO AUGUSTO DANIEL VAZ VALENTE

**Composição por modelo físico:
a concretude do instrumento na criação musical**

Versão Corrigida
(versão original disponível na Biblioteca da ECA/USP)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Música
da Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de Doutor em Música

Área de Concentração:
Processos de Criação Musical

Linha de Pesquisa:
Sonologia: Criação e Produção Sonora

Orientador:
Prof. Dr. Silvio Ferraz Mello Filho

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo
Dados inseridos pelo(a) autor(a)

Valente, Rodolfo Augusto Daniel Vaz
Composição por Modelo Físico: Repensar o instrumento por
meio da escrita musical / Rodolfo Augusto Daniel Vaz
Valente ; orientador, Silvio Ferraz Mello Filho. -- São
Paulo, 2020.
214 p.: il.

Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Música -
Escola de Comunicações e Artes / Universidade de São Paulo.
Bibliografia
Versão corrigida

1. Composição Musical 2. Modelo Físico 3. Instrumento
Musical 4. Síntese Sonora 5. Música Contemporânea I. Ferraz
Mello Filho, Silvio II. Título.

CDD 21.ed. - 780

VALENTE, Rodolfo Augusto Daniel Vaz. *Composição por modelo físico: a concretude do instrumento na criação musical*. 2020. 219 f. Tese (Doutorado em Música) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

à memória de meus avós

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Silvio Ferraz, pela orientação atenta e as valiosas contribuições.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Alexandre Lunsqui, Prof. Dr. Flo Menezes, Prof. Dr. Sérgio Kafejian e Profa. Dra. Tatiana Catanzaro por terem dedicado tempo a refletir sobre este trabalho e trazido perspectivas importantes em suas respectivas arguições.

Aos meus pais, Márcia e José Augusto, e minha irmã, Maíra, pelo apoio incondicional.

À Ursula, pelo o carinho, apoio e paciência.

Aos amigos e colegas que, de maneiras distintas, me acompanham no campo musical: Alexandre Marino, André Damião, Andreas Stravogiannis, Bruno Mastroso, Dalton Sala, Danilo Rossetti, Deco Nascimento, Eduardo Frigatti, Felipe Merker Castellani, Felipe Vilasanchez, Flora Holderbaum, Glaucia Peres Silva, Henrique Rocha, Inti Grespan, Jaime Reis, Marcela Lucatelli, Mariana Farinas, Pedro Bittencourt, Ricardo Garcia, Rui Chaves, Sebastian Geiger, Sylvia Sanchez, Tiago Gati, Tom Zé, Victor Bittow, Vitor Kisil Miskalo, William Teixeira, Yuri Kimizuka.

Aos meus professores, sem os quais eu não chegaria até aqui.

A todos os alunos, que me ensinam diariamente a ser professor.

RESUMO

VALENTE, Rodolfo Augusto Daniel Vaz. *Composição por modelo físico: a concretude do instrumento na criação musical*. 2020. 214 f. Tese (Doutorado em Música) – Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Esta pesquisa propõe uma aproximação entre composição musical e síntese por modelo físico, de modo a estabelecer uma reflexão sobre a concretude do instrumento musical como elemento fundamental no processo criativo. A primeira parte dedica-se a apresentar a noção de instrumento musical e suas transformações técnicas e estéticas; desde a herança do Romantismo, atravessando o século XX e influenciando as práticas musicais contemporâneas. Neste percurso, são elaborados e discutidos os conceitos de *instrumento transparente*, *instrumento invisível*, *instrumento analógico*, *instrumento digital* e, por fim, o *instrumento concreto*. A segunda parte do trabalho busca na síntese por modelo físico ferramentas conceituais para desenvolver e aprofundar a reflexão acerca do instrumento musical, centrando-se na causalidade mecânica da produção sonora. A terceira parte apropria-se da observação do compositor alemão Helmut Lachenmann de que “compor quer dizer: construir um instrumento” para se aproximar do repertório contemporâneo da música de concerto. Nesta última seção, analisam-se exemplos de obras que exploram a interferência nos mecanismos de produção sonora do instrumento musical (excitadores, ressonadores, caixas de ressonância, modos de interação). São abordados trabalhos historicamente importantes de compositores como Helmut Lachenmann, Henry Cowell, Iannis Xenakis John Cage, Kaija Saariaho, Karlheinz Stockhausen, Luciano Berio e Pierre Boulez. Além disso, também são discutidos exemplos mais recentes, com especial atenção à produção brasileira: Alexandre Lunsqui, Fernanda Aoki Navarro, Flo Menezes, Martin Herraiz, Michelle Agnes Magalhães, Silvio Ferraz e Tatiana Catanzaro, além de obras de Rodolfo Valente, autor desta pesquisa.

Palavras-chave: Composição Musical. Modelo Físico. Instrumento Musical. Síntese sonora. Música Contemporânea.

ABSTRACT

VALENTE, Rodolfo Augusto Daniel Vaz. *Composition by Physical Model: instrumental concreteness in musical creation*. 2020. 214 f. Tese (Doutorado em Música) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

The research work presented here proposes an approximation between musical composition and sound synthesis based on physical modeling, aiming to reflect on the concreteness of the musical instrument as a fundamental element in the creative process. The first part presents the notion of the musical instrument and its technical and aesthetic transformations; from Romanticism's heritage, throughout the 20th Century and influencing contemporary musical practices. Along this path, concepts as the *transparent instrument*, the *invisible instrument*, the *analog* and *digital instruments*, and finally, the *concrete instrument*. The second part of this work seeks in synthesis by physical modeling conceptual tools to develop and deepen the reflection on the musical instrument, centered in the mechanical causality of sound production. The third part embraces Helmut Lachenmann's observation that "to compose means: to build an instrument" as an approach towards the contemporary repertoire of concert music. This last section analyses examples from works that creatively explore interferences in sound production mechanisms of musical instruments (exciters, resonators, modes of interaction). Historically significant works by composers like Helmut Lachenmann, Henry Cowell, Iannis Xenakis John Cage, Kaija Saariaho, Karlheinz Stockhausen, Luciano Berio and Pierre Boulez are presented. In addition, more recent examples are also discussed, with attention to Brazilian creative output, including works by Alexandre Lunsqui, Fernanda Aoki Navarro, Flo Menezes, Martin Herraiz, Michelle Agnes Magalhães, Silvio Ferraz and Tatiana Catanzaro, as well as by Rodolfo Valente, author of this research work.

Keywords: Musical composition; Physical Model; Musical Instrument; Sound synthesis; Contemporary Music.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
PARTE 1	19
REFLETIR SOBRE OS MEIOS: DISCUSSÃO ACERCA DO INSTRUMENTO	19
1 PENSAR A COMPOSIÇÃO POR MEIO DO INSTRUMENTO.....	19
SOBRE O INSTRUMENTO MUSICAL	21
1.1 O INSTRUMENTO TRANSPARENTE: MÚSICA COMO ESTRUTURA ABSTRATA	21
1.2 O INSTRUMENTO INVISÍVEL: A MÚSICA ATRAVÉS DOS ALTO-FALANTES.....	25
1.2.1 Orquestras invisíveis: música como sonoridade: o som sem distração	25
1.2.2 O instrumento atrás do véu	26
1.2.3 Dupla materialidade do som: causa física e estrutura do espectro sonoro.....	29
1.2.4 A autonomização do espectro sonoro e a crescente preponderância do timbre	30
1.3 O INSTRUMENTO ANALÓGICO	33
1.3.1 Do gesto mecânico à transdução energética.....	34
1.3.2 A condição pré-operatória da transdução analógica	36
1.3.3 Transdução e gesto instrumental nos sintetizadores	37
1.4 O INSTRUMENTO DIGITAL.....	39
1.4.1 Do instrumento computacional à interface gestual	40
1.5 O INSTRUMENTO CONCRETO	43
1.5.1 A virada concreta.....	48
1.5.2 Possibilidades do instrumento concreto	48
PARTE 2	51
CONSTRUIR O INSTRUMENTO: DISCUSSÃO DO MODELO FÍSICO	51
2.1 UMA PEQUENA ETIMOLOGIA	51
2.1.1 Composição e Síntese	51
2.1.2 Modelo.....	55
2.1.3 Físico	57
2.2 SÍNTESE POR MODELO FÍSICO	58
2.2.1 O modelo físico e seu uso na síntese sonora	58
2.2.2 Implementações do modelo físico	59

2.2.3 Distinção em relação a outras abordagens.....	61
2.2.4 Um breve histórico da implementação de modelos físicos.....	62
2.2.4.1. Kelly-Lochbaum: trato vocal como concatenação de tubos cilíndricos	63
2.2.4.2 Sistemas massa-mola amortecidos: da simulação científica à exploração modular	64
2.2.4.3 O algoritmo de Karplus-Strong e as guias de onda digitais.....	66
2.2.4.4 Síntese modal.....	68
2.2.4.5 Interação entre excitadores e ressonadores nos modelos físicos.....	69
2.3 SOBRE OS EXCITADORES.....	70
2.3.1 O papel do excitador na constituição do envelope dinâmico de um som	71
2.3.2 O excitador e os transientes de ataque.....	72
2.3.3 O modo de excitação como fatura do objeto sonoro	73
2.3.4 Uma breve tipologia dos excitadores	75
2.3.4.1 Modelos pontuais: Impacto e pinçamento	77
2.3.4.2 Modelos contínuos: fricção e sopro	78
2.3.4.3 Modelo iterativo: excitações granulares e estocásticas.....	82
2.4 SOBRE OS RESSONADORES.....	83
2.4.1 Distinção entre ressonadores mecânicos e acústicos.....	84
PARTE 3.....	88
NÃO IR, MAS DEIXAR-SE CHEGAR: DISCUSSÃO ACERCA DO INSTRUMENTO	88
3.1 O INSTRUMENTO-COMPOSIÇÃO, A COMPOSIÇÃO-INSTRUMENTO ..	88
3.2 INTERPRETANDO A CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO.....	90
3.3 INTERFERÊNCIAS SOBRE O EXCITADOR	95
3.3.1. Henry Cowell: invenção do <i>cluster</i> e do <i>string piano</i>	95
3.3.2 Michelle Agnes: osciladores magnéticos e outros excitadores em <i>Mobile</i>	99
3.3.3 O saxofone percussivo de <i>era como se estivéssemos vivos</i>	103
3.4 INTERFERÊNCIAS SOBRE OS RESSONADORES (ESTRUTURAS	
VIBRATÓRIAS).....	111
3.4.1 Manipulação escrita da ressonância.....	111
3.4.2 Surdinas	113
3.4.3 Preparações fixas e móveis.....	114
3.4.3.1 Tatiana Catanzaro: reinterpretando a preparação do piano.....	120
3.4.4 Scordaturas.....	124
3.4.4.1 Kaija Saariaho, <i>Spins and Spells</i> : estrutura harmônica e idiomatismo	124
3.4.4.2 Helmut Lachenmann, <i>Pression</i> : scordatura como citação	125

3.4.4.3 Martin Herraiz: <i>scordatura</i> como expansão microtonal do instrumento.....	127
3.4.4.4 Silvio Ferraz: <i>scordatura</i> como aproximação espectral.....	130
3.5 INTERFERÊNCIAS SOBRE A CAIXA DE RESSONÂNCIA	132
3.5.1 A caixa de ressonância escrita: congelamento de alturas	133
3.5.1.1 Alexandre Lunsqui, Guttur.Exensio.....	137
3.5.2 Caixas de ressonância acopladas	141
3.5.2.1 Luciano Berio, <i>Sequenza X</i> : piano como caixa de ressonância acoplada	141
3.5.2.2 Iannis Xenakis, <i>Eonta</i> : a sala de concerto como caixa de ressonância	143
3.5.2.3 <i>Dialogue de l'ombre double</i> : virtualização eletroacústica	147
3.5.3 Projeções da caixa de ressonância na forma musical	149
3.5.3.1 Projeção rítmica dos <i>formantes</i> : Debussy, Zimmermann, Stockhausen	150
3.5.4 Projeção macroformal: Boulez, Menezes, Lachenmann	154
3.5.4.1 Boulez: os formantes e a fisionomia de uma obra musical.....	154
3.5.4.2 Lachenmann: formantes como polarização de materiais sonoros.....	155
3.5.4.3 Flo Menezes: projeções formais no ciclo <i>TransFormantes</i>	156
3.5.4.4 Formantes instrumentais na <i>palavratrovão #1</i> , para sexteto.....	158
3.6 INTERFERÊNCIAS SOBRE OS MODOS DE INTERAÇÃO.....	166
3.6.1 Luciano Berio, <i>Gesti</i> : desacoplamento entre digitação e sopro	166
3.6.2 Simon Steen-Andersen: gesto dissecado.....	174
3.6.3 Fernanda Aoki Navarro: o contrabaixo percussivo de <i>...too big for the door</i>	185
3.6.4 <i>revirada</i> para tamborim solo	193
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	201
5 REFERÊNCIAS	205

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. À esquerda, alturas usadas no séc. XVI. À direita, enarmonias evitadas.	23
Figura 2. Taxonomia das técnicas de síntese digital (SMITH, 2005).	61
Figura 3. Trato vocal como uma concatenação de tubos cilíndricos.	62
Figura 4. Representação gráfica de modelos massa-mola: pontual, 1D, 2D e 3D.	64
Figura 5. Representação esquemática do algoritmo Karplus-Strong.	65
Figura 6. À esquerda, impacto; à direita, pinçamento: deslocamento inicial do ressonador.	75
Figura 7. Comportamento adere-desliza no deslocamento relativo entre arco e corda.	78
Figura 8. Ilustrações de dois tipos de ressonadores desenvolvidos por Helmholtz.	84
Figura 9. Os três tipos de cluster utilizados nas partituras de Cowell:	94
Figura 10. Exemplo de posicionamento dos imãs contido nas instruções da partitura.	98
Figura 11. Disposição nos registros de cada um dos 11 imãs de neodímio.	99
Figura 12. Os oito modos de ataque adicionais em <i>era como se estivéssemos vivos</i> .	102
Figura 13. Trecho de função cadencial, no qual o multifônico é empregado.	104
Figura 14. Comp. 4-7: sequência de cluster, pedal, teclas abaixadas e melodia.	110
Figura 15. Primeiros compassos da peça: filtragens por liberação de teclas do cluster.	110
Figura 16. Todas as alturas utilizadas em Bacchanale, indicando suas preparações.	113
Figura 17. Tigela de meditação excitador, objeto de interferência e corpo excitado.	118
Figura 18. Relação entre modelos espectrais e objetos utilizados na performance.	119
Figura 19. Scordatura utilizada em <i>Spins and Spells</i> .	121
Figura 20. Notas tocadas na pauta superior, notas que soam na inferior.	122
Figura 21. Afinação utilizada em <i>Pression</i> .	123
Figura 22. Trecho com som pleno do violoncelo, obscurecido em seguida.	124
Figura 23. Início de <i>Dois movimentos</i> , indicando afinações dos violões.	125
Figura 24. Início de <i>Quartos</i> , especificando <i>scordatura</i> (D2-A2-D3↓-G3-B3↑-E4).	126
Figura 25. Sexta corda progressivamente desafinada até um Bb1 ¼ de tom abaixo.	126
Figura 26. Afinação do violão em <i>Um tempo em deserto</i> .	127
Figura 27. Trecho de convolução simulada entre tamtam e violão.	127
Figura 28. Disposição das alturas no registro na <i>Sinfonia</i> , Op. 21 de Webern.	131
Figura 29. Acorde de 6 notas de <i>Stimmung</i> , com si bemol grave entre parênteses.	132
Figura 30. Os dois acordes estruturais no 1º movimento da <i>Sinfonia</i> de Berio.	132
Figura 31. Congelamento do registro em <i>Memoriale</i> . Notas dos trilos entre parênteses.	133

Figura 32. Representação sintética de acompanhamento “ressonador” em <i>Memoriale</i> .	133
Figura 33. Exemplo de prolongamento do Eb4 da flauta pela primeira trompa.	134
Figura 34. Ressonador ‘clássico’: prolongamento de notas do instrumento solista.	135
Figura 35. Ressonador textural: flautas repetem e densificam fragmento da parte solista.	136
Figura 36. Ressonador tímbrico: flauta 1 prolonga F4, as demais colorem solista.	136
Figura 37. Representação simplificada do início da <i>Sequenza X</i> .	139
Figura 38. Disposição espacial dos músicos sobre o palco no prefácio de <i>Eonta</i> .	143
Figura 39. Figura contida nas instruções técnicas da partitura.	144
Figura 40. Escala de andamentos utilizada em <i>Gruppen</i> .	147
Figura 41. Início de <i>Cloches</i> : subdivisão simultânea do compasso em 2, 8 e 24 partes.	148
Figura 42. Distribuição temporal das “regiões formânticas” de <i>temA</i> .	151
Figura 43. Rascunho da segmentação em 11 partes e respectivos gestos vocais.	154
Figura 44. Os 11 ressonadores, seus formantes instrumentais e o número de ocorrências.	155
Figura 45. Primeiro sistema de <i>Gesti</i> : ações independentes da boca e dos dedos.	161
Figura 46. <i>Crescendo</i> com as chaves e diminuindo quantidade de ar na <i>Sequenza I</i>	162
Figura 47. Transição de 5 seg. com pauta de 5 linhas. Segue início da segunda seção.	164
Figura 48. Movimentos escalares da boca em fase com o deslizamento dos dedos.	165
Figura 49. Maior densidade rítmica da peça, seguido de desaceleração das durações.	166
Figura 50. Codeta de <i>Gesti</i> : última dissociação entre boca e dedos.	167
Figura 51. Início de <i>Study for String Instrument #1</i> : ações separadas para as duas mãos.	170
Figura 52. Trecho da segunda seção da peça em “movimentos contrários”.	171
Figura 53. Novos excitadores: sons <i>tapped</i> (triângulos) e <i>col legno jeté</i> .	175
Figura 54. Momentos de maior intensidade sonora com <i>overpress</i> no arco.	176
Figura 55. Início de <i>...too big for the door</i> : primeiros elementos gestuais da peça.	178
Figura 56. Pauta de quatro linhas da segunda seção: distintos pontos de percussão.	180
Figura 57. Elementos do modelo físico, tais como aplicados ao tamborim em <i>revirada</i>	188
Figura 58. Cabeças de nota utilizadas na primeira seção da peça:	189
Figura 59. Distribuição espacial das variações sobre o excitador na primeira página.	190
Figura 60. Claves de tamborim em dez etapas de variação.	191
Figura 61. Pontos em que linhas diagonais interceptam linhas da pauta, aproveitados para articular temporalmente as etapas de transformação tímbrica aplicadas à membrana.	191
Figura 62. Símbolos utilizados na partitura para gradações de afastamento do instrumento em relação ao corpo.	192
Figura 63. Trecho inicial da primeira seção de <i>revirada</i> .	192

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização de cada um dos grupos de materiais trabalhados na peça.	103
Tabela 2. Encadeamento sequencial dos materiais na peça, indicando acionamentos da eletrônica (continua)	106
Tabela 3. Encadeamento sequencial dos materiais na peça, indicando acionamentos da eletrônica (continuação)	107
Tabela 4. Transformação gradual do timbre em quatro etapas na coda da peça.	120
Tabela 5. Distensão temporal dos fonemas em <i>Profils Écartelés</i> de Flo Menezes.	156
Tabela 6. Sequência dos materiais-fragmentos na <i>palavratrovão #1</i> .	159
Tabela 7. Elementos consituíntes de cada uma das 13 partes da quarta seção da peça.	182
Tabela 8. Trecho final de ... <i>too big for the door</i> , com a expansão do gesto final.	185

INTRODUÇÃO

Boa parte das discussões sobre composição no campo musical centra-se sobre os aspectos relacionais da obra: sua estruturação formal, sua organização de alturas e durações, os modelos abstratos postos em marcha. A partitura é muitas vezes tomada como fonte privilegiada de informações, mesmo que a esta altura já tenhamos bastante consciência de que aquilo que está grafado sobre o papel não diz tudo. Em um conhecido texto sobre o artifício da escrita na música ocidental, o compositor Hughes Dufourt afirma: “A pena faz uma limpeza. Ela reorganiza tudo. Escrever é eliminar” (DUFOUT, 1997, p. 9).

Segundo o autor, estão em jogo aspectos da expressão musical e da sonoridade que são eliminados do papel, sendo a música submetida a uma hierarquização paramétrica, que toma alguns parâmetros como mais determinantes que outros, e a uma racionalização lógica das funções de cada elemento¹. Para além dos aspectos discutidos por Dufourt, há outro que permanece ainda mais oculto pela escrita: o modo físico de produção do som grafado. Portanto, escrever uma nota musical sobre um pentagrama não somente deixa de lado uma série de dimensões do sonoro, como também encapsula em uma unidade aparentemente indivisível uma concatenação múltipla de ações corporais específicas envolvidas na emissão daquele único som. Por trás de cada nota, como símbolo grafado na partitura, haveria um campo de possibilidades recalcado pela escrita, no qual se dá o embate físico entre corpo e instrumento anterior e intrínseco a qualquer processo de produção sonora.

Na música de concerto, é possível identificar, a partir da década de 1960, a emergência de algo que pode ser entendido como uma *virada concreta* (CRAENEN, 2014), na qual tais processos físicos ganham relevo, enfatizando aspectos corporais e performativos, para além do agenciamento puro de estruturas sonoras. Exemplos mais ou menos pontuais desta tendência podem ser encontrados nas propostas composicionais de diversos criadores importantes do período. No entanto, é na *musique concrète instrumentale* do compositor Helmut Lachenmann que nos deparamos com um caso paradigmático em que os modos de produção sonora do instrumento são colocados no centro do processo composicional, de um

¹ Vale aqui adotar também uma postura cautelosa em relação ao caráter incisivo da afirmação de Dufourt, pois ao mesmo tempo em que a escrita de fato elimina certos aspectos do sonoro para grafar o som de maneira sintética sobre o papel, é exatamente este mesmo processo depurativo que permite a criação de redes de relações que em um primeiro momento não se fazem evidentes ou disponíveis no embate imediato com o som.

modo particularmente radical. Por isso, sua proposição de que “compor quer dizer: construir um instrumento” (LACHENMANN, 1996a, p. 77) ocupa nesta pesquisa um espaço importante.

A primeira parte desta pesquisa é dedicada a uma discussão acerca da noção de instrumento musical e de algumas de suas diversas transformações, em especial ao longo do século XX. O intuito aqui não é ser exaustivo, nem dar conta de todos os aspectos possíveis que envolvem o instrumento musical, mas sim criar algumas categorias que nos ajudem a eleger aspectos e formas de operação distintas e complementares que possibilitem minimamente ampliar algumas noções herdadas da tradição e do senso comum da prática musical, muitas vezes reiteradas de forma acrítica e sem oferecer reais possibilidades de renovação. É importante ressaltar que tais categorias não são mutuamente excludentes, nem propõe um desenvolvimento teleológico em direção a uma superação dos estados anteriores. Em vez disso, tal sucessão de concepções visa estabelecer um ponto de vista múltiplo e complexo acerca do instrumento musical, no qual tais aspectos informam-se mutuamente e produzem tensões entre si, gerando movimentos e gravitações provisórias.

Começa-se por pensar a noção de *instrumento transparente*, herdada do século XIX, como um veículo para a realização de estruturas musicais abstratas. Parte-se então para o *instrumento invisível*, que liberta a sonoridade da sua relação necessária com as causas físicas, devido, sobretudo, ao véu acusmático dos alto-falantes. Pensa-se a seguir sobre as possibilidades dos instrumentos eletrônicos: a transdução energética do gesto operada pelo *instrumento analógico* e a abstração numérica presente no *instrumento digital*. Por fim, aborda-se a ideia de *instrumento concreto*, que retira os modos físicos de produção sonora da periferia do fazer musical e os coloca como elemento fundamental da prática composicional.

A segunda parte busca na síntese por modelo físico ferramentas conceituais para informar e aprofundar a discussão acerca do instrumento musical e suas possibilidades criativas. Inicia-se com uma pequena discussão etimológica, na qual se estabelece uma aproximação entre síntese, composição e modelo físico. Segue-se com uma definição técnica do modelo físico, tal qual este é entendido no âmbito da síntese sonora. São definidos seus princípios fundamentais, estabelecendo-se as principais diferenças entre esta abordagem e aquelas baseadas na manipulação paramétrica do espectro sonoro. Traça-se um breve panorama histórico e técnico, no qual são apresentadas algumas das principais implementações deste tipo de síntese, destacando-se por fim, a solução modular generalizante da interação entre excitadores e ressonadores. São exploradas as relações dos excitadores com diversos aspectos perceptivos do som: a constituição do envelope dinâmico,

definição de seus transientes de ataque e a fatura do objeto sonoro. Propõe-se uma breve tipologia dos excitadores, reunindo-os por seu tipo de fatura sonora: pontual (impacto e pinçamento), contínuos (fricção e sopro) e iterativos (excitações granulares). Passando-se aos ressonadores, é proposto também um agrupamento em duas categorias: mecânicos e acústicos (sendo estes últimos subdivididos em ressonadores de alta e baixa pressão).

A terceira parte deste trabalho se aproxima do repertório contemporâneo da música de concerto, analisando de que maneira certas obras constroem instrumentos dotados de particular originalidade, reinventando seu uso tradicional. Para isso, servem de guia os elementos do modelo físico discutidos na segunda parte, sendo identificadas composições que interferem diretamente sobre os excitadores e ressonadores do instrumento (subdivididos entre mecânicos e acústicos), bem como sobre a forma de interação entre eles. Não se pretende aqui um catálogo extensivo nem exaustivo de todas as propostas composicionais compatíveis com esta descrição, mas sim buscar um certo número composições ou propostas que forneçam subsídios para a discussão sobre a criação de novos instrumentos imaginários por meio da atividade composicional. Para isso, mapeamos algumas peças históricas que podem ser consideradas pontos de virada na abordagem de instrumentos específicos, buscando exemplos da produção mais recente, com especial atenção para peças escritas por compositores e compositoras brasileiros nestas duas primeiras décadas do século XXI. Nesse contexto, são inseridas composições recentes do autor desta pesquisa que se relacionam com a discussão estabelecida.

Esta pesquisa nasce da prática composicional. Mesmo quando a discussão traz assuntos mais gerais, de cunho histórico, estético ou tecnológico, em nenhum momento se perde de vista a relação deste trabalho com a criação musical. Por isso, certos assuntos merecerão uma atenção mais aprofundada, encontrando-se mais desenvolvidos no corpo deste trabalho. Já outros temas serão tratados de maneira mais sucinta, visto que uma discussão em profundidade acabaria por se afastar dos objetivos originais desta pesquisa. O mesmo acontece com o repertório abordado, sendo algumas peças analisadas mais extensamente, outras merecendo comentários mais breves, visto que embora tenham aspectos que se relacionam com a discussão desenvolvida, possuem outros que demandariam uma abordagem distinta.

PARTE 1

REFLETIR SOBRE OS MEIOS: DISCUSSÃO ACERCA DO INSTRUMENTO

1 PENSAR A COMPOSIÇÃO POR MEIO DO INSTRUMENTO

*Compor quer dizer: construir um instrumento*². Boa parte do presente trabalho de pesquisa reverbera este *dictum*, tantas vezes citado e repetido, do compositor alemão Helmut Lachenmann, por ele enunciado como uma de suas observações acerca do ato de compor (LACHENMANN, 1996a, pp. 73-82). Mais do que qualquer tentativa de filiação a algo que possa ser tomado como uma “estética lachenmanniana”, a ideia do compor como a construção de um instrumento nos interessa aqui na justa medida em que nos aponta um caminho de investigação de certos aspectos da composição musical que têm na noção de instrumento seu ponto de partida, ao mesmo tempo que sugere que o próprio instrumento seja repensado por meio do pensamento composicional. Cuidando que tal aproximação seja feita de maneira profícua e consequente, não esquecemos aqui da primeira observação do mesmo compositor sobre o ato de compor, mais raramente citada, mas não menos fundamental: *Compor quer dizer: refletir sobre os meios*³. Dentre os meios postos em jogo pela composição mencionados por Lachenmann, este trabalho elege o instrumento musical como via de acesso para se pensar a composição⁴, faz-se necessário que nossa discussão se inicie pela própria noção de instrumento musical. No percurso então proposto, não se deve perder de vista o interesse central de fornecer subsídios para processos de composição musical, interessando menos discutir o que instrumento musical *é* do que a maneira como o instrumento musical *opera*.

Neste sentido intuímos que a ideia de compor *por meio* do instrumento nos faça iluminar aspectos que acabam por permanecer menos evidentes, de certa maneira periféricos,

² “Komponieren heißt: ein Instrument bauen.” (Op. cit., p. 77).

³ “Komponieren heißt: über die Mittel nachdenken.” (Op. cit., p. 74).

⁴ Vale a importante ressalva de que quando Lachenmann fala em *refletir sobre os meios*, ele não se refere somente ao instrumento musical, mas a uma noção bem mais ampliada, que engloba tudo aquilo que o compositor denomina *aparato estético*, que envolve inúmeros aspectos “Meio – com isto se quer dizer o material musical em um sentido inicialmente mais estrito: todo reservatório de possibilidades ao qual o compositor se refere, qualquer instrumentário até então socialmente compartilhado de sons, ordenações de sons, ordenações temporais, fontes sonoras: instrumentos tanto no sentido mais estrito quanto no mais amplo, suas práticas técnicas, práticas notacionais, práticas interpretativas, dentro ou fora de instituições ou rituais de mediação.” (Op. cit., p. 74, tradução nossa).

ou mesmo recalcados, quando se tem por princípio compor *para* um instrumento. Quando se pensa em compor *para* um instrumento, fica sugerido que tanto *composição* quanto *instrumento musical* sejam entidades cuja existência se dá *a priori*, portanto, em certa medida já estabelecidas, prontas e acabadas. Assim sendo, torna-se pouco evidente a possibilidade de que ambos (composição e instrumento) experimentam uma transformação mútua no decorrer do processo criativo, seja este um embate travado na imaginação do compositor de maneira autossuficiente ou em diversos graus possíveis de colaboração com outros músicos. O campo no qual a presente reflexão se desenvolve é, portanto, este do encontro entre um polo mais abstrato e outro mais concreto do fazer musical, criando uma relação na qual e através da qual ambos se dinamizam e se reconfiguram mutuamente, abertos para o novo, para o desconhecido, em um percurso que é privilegiadamente o da pesquisa e da invenção (de si mesmo e do mundo). É antes percorrer e pavimentar um caminho, sem incorrer na pretensão limitante de determinar uma maneira única de como este deve ser percorrido, aproximando assim esta pesquisa da terceira e última observação formulada por Lachenmann: *Compor quer dizer: não se ir, mas deixar-se chegar*.⁵

⁵ “Komponieren heißt: nicht sich gehen, sondern sich kommen lassen.” (Op. cit., p. 81).

SOBRE O INSTRUMENTO MUSICAL

*Ele queria que eu concordasse que
o afinador de piano e o fabricante de piano não têm
nada a ver com isso (a composição).
Os mais moços tinham dito: quem quer que tenha feito
a tela não pode ser separado da
pintura. (E não para
aí)
(CAGE, 2013 [1963], pp. 7-8)*

1.1 O INSTRUMENTO TRANSPARENTE: MÚSICA COMO ESTRUTURA ABSTRATA

Nossa discussão acerca do instrumento musical se inicia com a concepção peculiar herdada do século XIX, da qual ainda em grande medida não nos foi possível desembaraçar, identificada aqui como o *instrumento transparente*. O termo transparente é tomado não no sentido de um objeto que se apresenta sensorialmente aos olhos como translúcido, mas no sentido em que se emprega usualmente o termo para se referir a tecnologias que são capazes de transmitir eficientemente um sinal sem introduzir-lhe um nível perceptível de ruído, introduzido de maneira não intencional devido ao próprio processo de transmissão.

No contexto do Romantismo centro-europeu, o virtuosismo instrumental foi especialmente cultivado em diversos contextos e lugares. Temos indícios disto a partir da década de 1820, com as primeiras excursões de Nicolò Paganini (1782-1840) fora da Itália e pela *Lisztomania*, termo cunhado pelo poeta, escritor e crítico Heinrich Heine (1797-1856) para descrever o *frenesi* causado em Berlim por ocasião dos concertos realizados pelo pianista e compositor húngaro no ano de 1841 (STEFANIAK, 2016). Também, ao escrever sobre a história da vida musical em Viena, o teórico Eduard Hanslick (1825-1904) intitula o período de 1830 a 1840 como o *tempo dos virtuosos* (*Virtuosenzeit*) (HANSLICK, 1869)⁶.

Nas mãos de um virtuose, o instrumento deve tornar-se transparente, veículo para a realização de uma música sublime. Tal condição de transparência do instrumento musical, herdada do século XIX, aparece valorizada em afirmações como a do teórico alemão Hugo Riemann (1849-1919), que em um artigo de 1916 escreve que a performance musical é “mero expediente para transplantar experiências musicais da imaginação do compositor para a

⁶ Vale observar, porém, que a figura do virtuose era vista com reservas por alguns, como Robert Schumann (1810-1856), que em 1834, registra seu incômodo em um texto para a *Neue Zeitschrift für Musik*, afirmando que “a nova virtuosidade contribuiu muito pouco para o benefício da arte (SCHUMANN apud STEFANIAK, 2016. p. 1).

imaginação do ouvinte” (RIEMANN, 1992). Para a realização plena de uma estética do sublime, qualquer índice impuro de esforço físico, trabalho manual ou qualquer dado concreto dos modos de produção material deve ser eliminado do processo (talvez o reflexo de um esforço mais generalizado de centrar toda a atenção no progresso absoluto do espírito humano, sem distrair-se com pormenores indignos como a exploração do imperialismo neo-colonial, via de regra escravocrata, e as condições críticas de vida do proletariado urbano do alvorecer da era industrial).

A esse respeito, uma série de relatos de Heine, escritos entre 1822 e 1847, nos fornece um interessante testemunho da vida musical em alguns dos principais centros da Europa novecentista. Nestes textos, pode-se ter contato com algumas ideias da época acerca da performance musical, em especial quando o autor escreve sobre concertos do pianista e compositor húngaro Franz Liszt (1811-1886). Em 1937, após um concerto em que tocaram Liszt e o pianista e compositor de origem suíça Sigismond Thalberg (1812-1871), bastante admirado na época, Heine escreve:

A comparação entre virtuosos é baseada em um erro que uma vez floresceu também na poesia, que é o assim chamado princípio da dificuldade superada. [...] assim, se verá logo que basta que um músico consiga transmitir tudo o que ele pensa e sente ou o que outros pensaram e sentiram, por meio de seu instrumento, que todos os virtuosos tours de force, que apenas testemunham as dificuldades superadas, devem ser descartados como som sem proveito, e precisam ser relegados ao domínio dos truques mágicos de salão [...] É suficiente que se o músico controla seu instrumento absolutamente, de modo que o meio material é totalmente esquecido e somente o espírito é audível (MARTENS; SONNECK; HEINE, 1922a, p. 289, grifo nosso).

Em outro texto, datado de 21 de abril de 1841, Heine volta a escrever sobre o ideal de performance musical que ele identifica em Liszt, no qual ele comenta o desaparecimento do instrumento para que a música se manifeste:

Estou falando de Franz Liszt, o pianista genial, cujo modo de tocar às vezes para mim se assemelha à agonia melódica de um mundo de visões. Sim, o gênio está aqui mais uma vez e dá concertos que exercem uma magia beirando o milagroso. Ao lado dele, outros pianistas desaparecem - com uma única exceção, Chopin, o Rafael do pianoforte. De fato, com esta exceção, todos os outros pianistas que ouvimos em incontáveis concertos este ano são meramente pianistas, eles brilham por causa da agilidade com a qual eles manejam a madeira encordada; no caso de Liszt, porém, *não se pensa mais nas dificuldades superadas, o piano desaparece, e a música se torna manifesta*. (MARTENS; SONNECK; HEINE, 1922b, p. 436, grifo nosso)

Pode-se dizer que a condição do instrumento *transparente*, que tem seu ápice no século XIX, é perfeitamente condizente com a progressiva racionalização e abstração do pensamento musical que, ao menos desde o tempo de Johann Sebastian Bach (1685-1750),

foi se consolidando (WEBER, 1995). Neste processo, não se pode minimizar a importância do estabelecimento do sistema de afinação temperado, no qual o intervalo da oitava passa a ser dividido em doze semitons cujas razões frequenciais são absolutamente idênticas. Desta maneira, foi possível estabelecer na música europeia uma trégua provisoriamente definitiva para as discussões em torno do sistema de afinação, que se prolongaram ao longo de toda a Idade Média e Renascença e buscavam resolver de maneira satisfatória discrepâncias fundamentais entre a teoria e a prática musicais, detectadas desde o tempo da antiga Grécia – como as chamadas *coma pitagórica* (diferença de afinação entre duas notas supostamente enarmônicas, resultantes da sobreposição de quintas em entonação justa) e *coma sintônica* (a não equivalência da terça maior produzida por entonação justa com a soma de dois intervalos de segunda maior).

Por longo tempo, tais impasses entre teoria e prática permaneceram apenas parcialmente solucionados. Diversos sistemas de afinação alternativos à entonação justa foram desenvolvidos, sem que se conseguisse resolver totalmente a questão. Tal situação se prorrogou até meados do século XVII, quando a harmonia triádica já começava a se estabelecer, mas o uso de algumas notas da escala cromática permanecia interdito. Ao investigar o repertório da época, verifica-se que certos acordes estão completamente ausentes, pois embora todas as alterações cromáticas pudessem ser grafadas, sua realização prática na música instrumental ou vocal acabaria por produzir quintas e terças inadmissivelmente desafinadas.

Figura 1. À esquerda, alturas usadas no séc. XVI. À direita, as enarmonias evitadas.

Isso explica porque na música de compositores importantes, como Giovanni Pierluigi della Palestrina (ca. 1525-1594) e Orlando di Lasso (ca. 1532-1594), não teremos dificuldade em encontrar, por exemplo, tríades de Lá Maior (lá-dó#-mi) ou de Mi Maior (mi-sol#-si), mas dificilmente encontraremos um acorde de Ré bemol Maior (reb-fá-láb). Isto acontece porque enquanto as notas dó# e sol#, presentes nos dois primeiros acordes, fossem perfeitamente afinadas, o ré bemol e o lá bemol seriam inviáveis na prática musical, um impedimento que parece estranho à escrita musical atualmente em uso, visto que estas duas

notas são consideradas os respectivos equivalentes enarmônicos de dó# e sol# no sistema temperado de afinação (DE LA MOTTE, 2007[1974], p. 13).

Sem nos determos mais no problema da afinação dos instrumentos musicais, é possível dizer que a adoção do temperamento igual contribuiu para a condição de *transparência* do instrumento musical ao eliminar certas *opacidades* outrora existentes entre escrita e realização, viabilizando que estruturas musicais se tornassem transponíveis de modo generalizado, abrindo caminho para uma maior exploração dos processos modulatórios e das possibilidades de combinação intervalar.

Para além dessa mudança fundamental, é preciso considerar que uma série de melhorias técnicas foram introduzidas na construção dos instrumentos da orquestra, especialmente a partir do século XIX (como os sistemas de chaves e válvulas para instrumentos de madeira e metal). Tais modificações permitiram às mais diversas famílias instrumentais tocar de maneira satisfatoriamente afinada praticamente todas as notas da escala cromática temperada em uma ampla gama de registros, ainda assim preservando uma relativa homogeneidade de timbre. Estavam assim criadas as condições práticas para a emergência do instrumento *transparente*, apto a realizar um certo ideal romântico de música absoluta e sublime, não mais limitada por constrangimentos materiais presentes em seus meios de realização.

O instrumento *transparente* pode ser considerado, portanto, uma conquista histórica sem a qual não se poderia realizar sonoramente a plenitude operacional das potencialidades relacionais latentes na escrita musical. Vale ressaltar que tal fato não é trivial, visto que a notação em partitura antecipou em alguns séculos o surgimento da geometria analítica e do pensamento de Descartes (ALBÈRA, 1997), devido à peculiaridade de descrever o fato concreto do som instrumental como uma resultante do encontro de parâmetros abstratos dispostos sobre dois eixos perpendiculares de um plano bidimensional. Tal operação encontra-se na base de pensamentos composicionais tão distintos quanto o dos motetos isorrítmicos da *Ars Nova*, praticados por compositores como Guillaume de Machaut (ca. 1300-1377) e Phillipe de Vitry (1291-1361) no século XIV, e a combinatória paramétrica do serialismo integral praticado na década de 1950.

1.2 O INSTRUMENTO INVISÍVEL: A MÚSICA ATRAVÉS DOS ALTO-FALANTES

Estou certo de que haverá um dia em que o compositor, uma vez realizada graficamente a sua partitura, poderá confiá-la a uma máquina que se encarregará de transmitir fiel e automaticamente o conteúdo ao ouvinte.
(VARESE, 2009 [1936], p. 58)

1.2.1 Orquestras invisíveis: música como sonoridade: o som sem distração

Que o som seja o principal elemento da música e que a audição seja o sentido privilegiado de que dispomos para apreciá-la nos parece autoevidente. No entanto, é preciso notar-se aí que esta primazia do ouvido, em detrimento dos outros órgãos da percepção, é resultado de uma depuração progressiva, um construto social que começa a se estabelecer em um momento histórico determinado, quando a sala de concerto se torna um *locus* privilegiado para o cultivo e apreciação de uma arte autônoma, destituída de qualquer função religiosa, cerimonial, de servir à dança ou ao entretenimento cortesão. O ritual social do concerto tradicional, tal qual este chega até nós e continua a ser praticado, pressupõe uma etiqueta própria, na qual uma série de comportamentos são esperados do público de maneira a eliminar qualquer perturbação da dimensão sonora do espetáculo exibido: o rigoroso silêncio durante a performance, o desencorajamento de aplausos entre partes de uma obra segmentada em movimentos e a estrita imobilidade corporal (marcar a pulsação com os pés ou com palmas, bem como movimentar o corpo ou dançar em resposta ao estímulo sonoro não são atitudes aceitáveis). A arquitetura das salas de concerto privilegia também o foco sobre o aspecto sonoro, idealmente não permitindo que sons do ambiente externo cheguem até o seu interior e tendo características acústicas tais que proporcionem uma boa experiência de escuta geral ao público pagante (sendo vendidos até mesmo lugares onde a visão é eventualmente prejudicada). Salas construídas mais recentemente tendem a ser ainda mais enfáticas quanto à primazia do sonoro na música, sendo desenhadas de maneira a tornar ainda mais evidente a importância da engenharia acústica em sua construção.

Em algumas situações, tal depuração da dimensão sonora da experiência musical foi levada ainda um passo além. Tal é o caso da arquitetura particular do bastante conhecido teatro de Bayreuth idealizado por Richard Wagner (1813-1883), no qual construiu-se um fosso de orquestra especialmente rebaixado, onde os músicos permanecem totalmente ocultos dos olhares do público por uma cobertura semelhante a uma concha acústica.

Liberava-se assim toda a visualidade do espetáculo para a encenação teatral, sendo os cantores os únicos músicos visíveis ao público, visto que estes interpretavam os personagens responsáveis pela ação dramática. Na percepção dos espectadores, a música tocada pela orquestra se convertia em sonoridade pura, que somente a imaginação de um público experimentado poderia reconectar aos gestos e à presença corpórea dos instrumentistas que a estavam realizando. O fato de o *Festpielhaus* de Bayreuth ter sido uma das primeiras salas de espetáculo iluminada permitiu introduzir ainda uma outra inovação: reduzir a iluminação sobre a plateia, deixando o público na penumbra durante a performance. Isso diminuía ainda mais as possibilidades de distração do público, mantendo sua plena atenção naquilo que estivesse sendo apresentado sobre o palco.

Outro caso bastante localizado, mas particularmente intrigante, é um movimento que teve lugar no início do século XX na Alemanha, na cidade de Heidelberg, e que ficou posteriormente conhecido como *Konzertreform* (ou *Heidelberger Konzertreform*). Seu idealizador Phillip Wolfrum promovia concertos nos quais a orquestra e o coro permaneciam ocultos da visão do público por cortinas e tapadeiras, de maneira que este não tivesse sua atenção desviada do aspecto puramente sonoro da música pela movimentação dos instrumentistas, cantores e regentes (WOLFRUM, 1915). Era somente permitido a alguns “iniciados” (como estudantes de música) que se sentassem à frente da cortina, tendo acesso visual aos músicos (VAN ECK, 2017, p. 9). Tais características se assemelham ao processo de iniciação da escola pitagórica dos *acusmáticos*, na qual os discípulos permaneciam atrás de uma cortina em favor da audição concentrada dos ensinamentos do mestre. Portanto, a *Konzertreform* em certa medida antecipa a experiência musical *acusmática*, termo posteriormente adotado no contexto da música concreta francesa.

1.2.2 O instrumento atrás do véu

Se todo esse percurso da concentração no aspecto sonoro da música mostra-se privilegiado a partir do surgimento das salas de concerto, esta primazia do som é levada às últimas consequências com o surgimento dos meios técnicos de gravação e reprodução sonora (primeiramente mecânicos, mas depois eletromecânicos e eletromagnéticos). Quando se reproduz em um fonógrafo uma gravação de Caruso cantando uma ária de ópera realizada sobre um cilindro de cera e identifica-se o que é ouvido como *música*, ocorre uma operação sutil, mas importante. Se antes o dado sonoro era o aspecto *mais privilegiado* da música, aqui

ele se torna *equivalente* ao dado musical. Com o advento da gravação e reprodução mecânicas, torna-se subentendido que o som pode ser tomado como aquilo que a música é, pois esta persiste sendo percebida música mesmo que todos os outros aspectos não-auditivos da performance musical tenham sido eliminados. O mesmo acontece com o instrumento musical, que continua a ser percebido como causa física do som mesmo em sua evidente ausência.

Se escutamos uma gravação de uma das *Suites para Violoncelo Solo*, escritas entre 1717 e 1723 por Bach e somos questionados sobre qual instrumento musical estamos ouvindo, é bastante provável que respondamos imediatamente: um violoncelo. Curiosamente, não somente resiste a percepção de que a música está presente em sua integridade na gravação, como resiste também a escuta do instrumento. Mesmo um ouvinte experimentado precisa fazer um esforço consciente no sentido de perceber que não existe nenhuma causa física implicada na produção daquela sonoridade que nos chega aos ouvidos que não seja a membrana de um alto-falante, posta em movimento segundo uma estrutura vibratória específica através de uma variação de corrente elétrica por ele recebida. Portanto, seria mais correto responder à questão sobre o instrumento musical acima: o instrumento que escutamos tocar é um alto-falante. Por mais inusitada que pareça, tal resposta é uma descrição muito mais objetiva do fenômeno físico que acontece na presença de quem escuta, do que insistirmos em naturalizar a situação fantasmagórica na qual um violoncelo fisicamente ausente toca *através* de um alto-falante.

Ouvir alto-falantes é uma experiência atualmente quase onipresente na vida cotidiana que produz uma alteração perceptiva sem precedentes na experiência humana: a estrutura vibratória de um som passa a ser percebida de maneira independente de sua causalidade mecânica, podendo ser deslocada tanto no tempo (por meio da gravação) quanto no espaço (por meio da transmissão). A experiência sonora e musical sofre em definitivo uma ruptura em sua unidade de ação, tempo e lugar (fazendo analogia às exigências de Aristóteles em relação à estrutura do espetáculo dramático), que antes lhe era intrínseca, mas que deixa de ser necessária.

O engenheiro, músico amador e inaugurador da música concreta Pierre Schaeffer (1910-1995) vislumbrou nesta ruptura com a causalidade proporcionada pela mediação tecnológica, uma possibilidade nova de conhecimento do fenômeno sonoro, associada por ele à iniciação dos discípulos de Pitágoras, que passavam cinco anos em silêncio escutando atentamente os ensinamentos de seu mestre por detrás de uma cortina, de modo eliminar qualquer tipo de distração visual, maximizar sua concentração e potencializar sua capacidade

de abstração. Por sugestão do poeta Jérôme Peignot, Schaeffer tomou de empréstimo o termo *acusmático* para descrever o tipo de escuta proporcionado pelo alto-falante:

Acusmático, nos diz a [Enciclopédia] Larousse: Nome dado aos discípulos de Pitágoras que, durante cinco anos, escutam suas lições ocultos atrás de uma cortina, sem vê-lo e observando o mais rigoroso silêncio. Do mestre, afastado dos olhos, somente a voz chega até os discípulos. (SCHAEFFER, 1966, p. 91, tradução nossa).

As especulações teóricas schaefferianas, ligadas às suas experiências no estúdio, o fizeram idealizar uma *música concreta*, na qual um novo solfejo musical é formulado a partir da experiência empírica da escuta do som. Buscava-se aí uma oposição à prática musical convencional, que o autor considera como uma *música abstrata*, na qual a elaboração de estruturas musicais através da notação simbólica sobre o papel precede a emergência do fato sonoro que pode ser experimentado apenas ao final do processo. Para a *musique concrète*, aquilo que se esconde por trás cortina das caixas de som não interessa, devendo a tendência instintiva à escuta da causa física dos fenômenos sonoros ser posta em suspenso através do esforço consciente da *escuta reduzida*. Assim, torna-se possível centrar foco no solfejo do objeto sonoro, que consiste em descrever pormenorizadamente as características oferecidas à percepção por um acontecimento apreendido auditivamente como uma unidade.

Tal atitude *acusmática*, que desliga o fenômeno sonoro de sua causalidade, é um recurso poético explorado por seus adeptos tanto na elaboração composicional realizada em estúdio quanto na situação de apresentação ao público, realizada tanto através de transmissões radiofônicas quanto em concertos nos quais os únicos instrumentos são os alto-falantes e os operadores do sistema de som se convertem em intérpretes.

Outra faceta do *instrumento invisível* é a música eletrônica de inspiração serial. Se a música concreta foi proposta como uma ruptura com a música do passado, a música eletrônica é pensada como uma continuidade em relação à música instrumental. Vislumbra-se na possibilidade da geração eletrônica de sons e sua fixação sobre suporte, a possibilidade de superar as limitações em relação às possibilidades de emissão frequencial e agilidade de articulação dos instrumentos musicais acústicos tocados por instrumentistas humanos que pudessem impedir a realização precisa das estruturas musicais complexas obtidas por processos de combinatória serial. Pode-se dizer, portanto, que através da composição eletrônica, busca-se eliminar os últimos resquícios de opacidade do instrumento transparente e convertê-lo em um instrumento invisível, que abandona sua materialidade para converter-se em pura estrutura. Neste sentido, a música eletrônica leva às últimas consequências a

condição *abstrata* da música, reiterando de certa maneira a metafísica do sublime presente na música do século XIX.

1.2.3 Dupla materialidade do som: causa física e estrutura do espectro sonoro

O alto-falante produz uma cisão na percepção do som, reconfigurando a maneira como este é experimentado enquanto materialidade. Embora isto possa parecer paradoxal, os deslocamentos em relação à causalidade, tempo e lugar produzidos pela experiência acusmática têm o efeito de instaurar uma clivagem nítida entre a causalidade mecânica e a estrutura vibracional, tornando desta maneira distinguível um duplo caráter da materialidade do som: a materialidade da causa física e a materialidade do espectro sonoro. Quando a relação com o evento sonoro é imediata, ambas as materialidades são concomitantes, inseparáveis e indiscerníveis, coabitando a mesma ação, o mesmo tempo e o mesmo lugar. Já quando a membrana do alto-falante se instaura como mediadora da experiência sonora, tal unidade se esfacela. No entanto, a percepção do som permanece. A causa física se torna invisível e o som passa a ser integralmente identificado como constituição frequencial e temporal de seu espectro sonoro, que se autonomiza como materialidade. As músicas concreta e eletrônica, cada uma à sua maneira, desenvolveram suas poéticas específicas a partir desta materialidade agora autônoma do espectro sonoro, sobre o qual incidem os processamentos de sinal e suas principais técnicas de síntese sonora desenvolvidas. Mesmo com a diluição dos antagonismos iniciais, que acabam por abarcar uma série de correntes estéticas na categoria mais generalizante de música eletroacústica, permanece a ênfase sobre a manipulação do espectro sonoro. Entretanto, é apressado pensar que por tal ênfase na materialidade do espectro sonoro, a música eletroacústica tenha feito desaparecer completamente a materialidade da causa física, pois ela continua presente sob dois aspectos fundamentais, um de ordem física e outro de natureza perceptiva.

O aspecto físico tende a permanecer incógnito ou fora de discussão. Trata-se da diferença entre a percepção objetiva de escutar o som efetivamente tocado *pelo* alto-falante, cuja membrana é um corpo físico que vibra, realizando a ação que cria o fenômeno sonoro no mesmo tempo e lugar que o ouvinte, e a ilusão, construída pelo hábito, de que se escuta um som *através* do alto-falante. Uma música feita para ser tocada em um sistema eletroacústico não elimina a causalidade mecânica física dos sons ouvidos, apenas a reconfigura materialmente, pois são os próprios alto-falantes convertidos em causa física.

O outro aspecto, de natureza perceptiva, diz respeito à presença de índices de materialidade no sinal sonoro. Por mais que se saiba que nenhum corpo sonoro além das

membranas dos alto-falantes está em atividade e que as fontes sonoras originais sejam desconhecidas ou tenham se tornado intencionalmente irreconhecíveis devido a uma manipulação composicional, a percepção mantém a tendência de se engajar instintivamente em um processo proprioceptivo, de maneira a identificar vestígios gestuais: “aquelas características de esforço e *resistência* presentes na trajetória do gesto” (SMALLEY, 1997, p. 112). Tal aspecto residual da causalidade mecânica, capaz de apontar para a reconhecibilidade da fonte sonora foi bastante combatido no início da produção da música concreta, que buscava de toda maneira desviar-se do instinto cotidiano da escuta causal e reafirmar a intenção da escuta reduzida do objeto sonoro. A causa física portanto permanece sob suspeição e vigilância, como um traço de irracionalidade da escuta que deve ser conscientemente reprimido.⁷

Entretanto, tal como no recálque psicanalítico, muitas vezes aquilo que seria preferível manter oculto acaba por inevitavelmente emergir. Por isso, é revelador que conceitos importantes do solfejo elaborado por Pierre Schaeffer remetem diretamente a aspectos ligados a sensações táteis e vestígios gestuais que remetem às causas físicas. Tal é o caso do *grão* (microestrutura da matéria do som, cuja percepção conecta os domínios visual, tátil e auditivo) e do *allure*⁸ (micro-oscilações que dão indícios da fatura do som, revelando seu agente energético) (CHION, 1983, p. 159), ambos “critérios de sustentação” do som que “conectam a cada instante forma e matéria”. Esses elementos serão retomados na segunda parte deste trabalho.

1.2.4 A autonomização do espectro sonoro e a crescente preponderância do timbre

Se o surgimento do alto-falante instaura uma ruptura com a experiência anterior do som a partir da autonomização do espectro sonoro em relação à sua causalidade mecânica, este acaba por acentuar um processo já anteriormente em curso de emancipação da sonoridade como potência organizadora do discurso musical. Makis Solomos relata como o *som* assume um papel cada vez mais central na produção musical, resultado de um certo número de evoluções paralelas que levam de uma “civilização do tom a uma civilização do

⁷ Dentro do próprio Groupe de Musique Concrète, houve compositores que assumiram uma postura crítica frente à recusa sistemática da reconhecibilidade da fonte sonora, em especial Luc Ferrari, que começou a incorporar fontes sonoras reconhecíveis e elementos narrativos em suas composições, que ele chamava de *música anedótica*.

⁸ Termo que o compositor Flo Menezes sugere ser traduzido como *flutuação* (MENEZES, 2003, p. 36).

som” (SOLOMOS, 2011, p.19), na qual o timbre ganha relevo. Nesse caminho múltiplo, entrecruzam-se duas vertentes: por um lado engendra-se a ideia do timbre como prolongamento da harmonia, ideia explorada por diversos compositores, de Claude Debussy (1862-1918) aos chamados espectralistas (a partir de 1970), passando por Olivier Messiaen (1908-1992). Por outro lado, busca-se conferir ao timbre uma relevância estrutural, levando-se adiante o conceito de *Klangformelodie* enunciado por Arnold Schoenberg (1874-1951).

Se a excelência mecânica atingida pelos instrumentos musicais no século XIX associada à perfeição técnica do virtuose romântico nos faz pensar em um instrumento transparente, a discreta vibração eletromecânica dos alto-falantes acaba por instaurar o *instrumento invisível*.

Avançaremos agora nossa discussão em direção aos instrumentos que pressupõem o uso da eletricidade e incorporam os alto-falantes em sua estrutura, os quais poderíamos genericamente chamar de *instrumentos eletrônicos*. Embora utilizar tal categoria possa parecer lógico e natural para dar prosseguimento à nossa discussão, entrevemos que tal categoria genérica acabaria por simplificar demasiadamente as questões que desejamos abordar, portanto preferimos distinguir duas categorias distintas: *instrumento analógico* e o *instrumento digital*. Admitimos que, muitas vezes, tal distinção pode parecer sutil: um sintetizador analógico e um sintetizador digital podem ter uma aparência externa e uma forma de operação quase indistinguível ao usuário, sendo bastante comum que sintetizadores “analógicos” produzidos mais recentemente tenham na realidade sistemas híbridos, com componentes digitais para as funções de controle e componentes analógicos para a geração sonora, bem como sendo encontrados sintetizadores digitais que mimetizam o funcionamento analógico. No entanto, gostaríamos de explorar aqui algumas diferenças (e complementaridades) conceituais entre esses domínios tecnológicos que embora próximos, sob uma mirada mais atenciosa apresentam suas singularidades.⁹

⁹Uma discussão mais extensa e detalhada acerca da evolução técnica e tecnológica dos instrumentos musicais é desenvolvida por José Henrique Padovani Velloso (2013).

1.3 O INSTRUMENTO ANALÓGICO

*Não quero mais compor para os velhos instrumentos tocados por homens
e estou incapacitado pela falta de instrumentos eletrônicos adequados
para os quais concebo minha música.
(VARESE apud STRAWN, 1978)*

A presença do alto-falante como *instrumento invisível* não apenas oculta do olhar do público o instrumento (a fonte geradora de som), mas também afasta do centro da atividade musical algo que antes não poderia ser dali removido: a ação performativa do corpo sobre o instrumento. O gesto do músico, que antes era agente motor de toda sonoridade persiste apenas como uma imagem incompleta emitida pela membrana do alto-falante, um vestígio de um movimento corpóreo que pode ser reconstituído apenas por meio da imaginação daquele que escuta. Se por um lado, a relação necessária e unívoca entre gesto e som está desfeita, por outro o emprego da eletricidade em processos de geração de sons torna possível o engendramento de outras interfaces gestuais. Tal é a situação daqueles que podemos identificar como *instrumentos analógicos*. Neste caso, não há mais necessariamente um gesto corpóreo que produza vibrações mecânicas ao interagir com um corpo sólido, mas sim um movimento que é convertido em energia elétrica, produzindo modulações em um sinal que, ao final do processo, é reconduzido à forma de vibrações acústicas de natureza mecânica por meio da membrana de um alto-falante.

Casos paradigmáticos de *instrumentos analógicos* são artefatos sonoros surgidos na primeira metade do século XX, como o theremin, o trautonium e o ondas martenot, bem como todos os sintetizadores produzidos antes da década de 1980. Outros instrumentos analógicos são resultado da eletrificação de instrumentos previamente existentes, como a guitarra e o contrabaixo elétricos, que evoluíram de maneira a se distanciar progressivamente de suas contrapartes puramente acústicas, tanto em sua constituição física quanto no desenvolvimento de técnicas idiossincráticas, que eventualmente incorporam certos processamentos do sinal como intrínsecos ao seu repertório de modos de execução (como distorções, filtros e compressores).

É possível entender casos híbridos, resultantes do acoplamento de microfones a uma fonte sonora de natureza acústica, também como *instrumentos analógicos*. Dentre estes, a voz humana amplificada talvez seja o caso mais notável. Mais do que simplesmente promover um incremento no volume sonoro do sinal, o acoplamento entre o aparelho fonador e o microfone, em geral manipulado pelo intérprete, favoreceu o desenvolvimento de toda

uma gama de técnicas vocais específicas, além da incorporação de uma infinidade de novas sonoridades típicas da voz amplificada (especialmente a partir do surgimento do microfone condensador). De maneira semelhante, a utilização de distintos tipos de amplificação acopladas aos mais diversos instrumentos musicais e objetos cotidianos viabiliza o aproveitamento de uma infinidade de sonoridades que de outra maneira permaneceriam inauditas. Isto se evidencia em composições nas quais a captação e amplificação do sinal são elementos fundamentais para a criação e manipulação de um determinado universo sonoro, sendo este o caso de exemplos históricos conhecidos como *Mikrophonie I* (1964) e *II* (1965) de Karlheinz Stockhausen (1928-2007) e *Rainforest I* (1968), *II* (1968-69), *III* (1972) e *IV* (1973) de David Tudor (1926-1996). Além destes casos em que o próprio processo de amplificação abre todo um campo de possibilidades sonoras a ser explorado, há também situações ainda mais radicais em que processos de geração sonora se dão por interação direta entre microfones e alto-falantes, fazendo com que estes deixem de atuar de maneira *invisível* e assumam o centro das atenções, assumindo a condição de causas físicas e sendo utilizados como instrumentos musicais de fato – como na conhecida *Pendulum Music* (1968) de Steve Reich (nascido em 1936).

1.3.1 Do gesto mecânico à transdução energética

A incorporação da eletricidade no processo de geração sonora é um traço comum a todos aqueles casos que foram aqui mencionados como *instrumentos analógicos*. Isto opera uma transformação fundamental no instrumento musical do ponto de vista energético. Quando um gesto corpóreo incide sobre um objeto, temos uma modulação particular de um impulso energético através de um instrumento que faz com que esta energia se irradie na atmosfera circundante segundo certos padrões de vibração. Trata-se de um processo complexo que modula o impulso energético inicial, porém sem alterar sua natureza. Por mais que o gesto e o som sejam fenômenos distintos diante de nossa percepção, ambos se conectam por uma cadeia de conversões energéticas.

A este processo de conversão de um tipo de energia em outra dá-se o nome de *transdução* – cuja origem etimológica encontra-se no latim *transductio*, formada pela associação entre verbo *ductere* (que significa conduzir, carregar) e o prefixo *trans* (através). Este conceito é normalmente utilizado para caracterizar diversos processos nos quais um sinal ou estímulo é transmitido de um meio a outro, sendo transformado em um outro sinal

ou estímulo cujo substrato energético é distinto, mas preservando as correspondências quantitativas com o original, conservando, portanto, uma *informação* que é transmitida adiante em um determinado sistema. Processos transdutivos são encontrados tanto no domínio físico-técnico, quanto no campo da biologia.

Em processos biológicos, observamos a transdução, por exemplo, nos mecanismos de percepção dos quais é dotado um organismo, através dos quais ele capta informações físico-químicas relevantes do ambiente, tais como luminosidade, temperatura, odores, entre outras, de modo a transformá-las em sinais eletroquímicos que possibilitam tais informações serem percebidas sob a forma de sensações. Dentre tais mecanismos, o caso provavelmente mais relevante para nosso campo específico de estudo é o da audição humana.

Ao atingir o ouvido, a onda sonora (propagada por um meio elástico, em geral o ar atmosférico) é conduzida pelo canal auditivo até chegar ao tímpano e fazê-lo vibrar, realizando uma primeira transdução da energia sonora em energia mecânica. O tímpano, por sua vez, está conectado a uma série de ossículos que conduzem esta vibração até o ouvido interno, no qual ocorre outros dois processos de transdução. O estímulo vibratório coloca em movimento o líquido contido no interior da cóclea, transformando a energia mecânica em hidráulica, produzindo variações de pressão que são captadas pelo órgão de Corti, pequena estrutura que abriga a membrana basilar, dotada de minúsculos cílios que atuam como mecanorreceptores capazes de transduzir a energia das vibrações mecânicas recebidas em sinais eletroquímicos que são, por sua vez, transmitidos ao nervo auditivo em direção ao cérebro.

No domínio da tecnologia, transdutores são empregados em inúmeros contextos para, de maneira análoga aos órgãos perceptivos dos seres vivos, receberem informações do ambiente, convertendo-as em um tipo específico de sinal. Tais transdutores podem ser agrupados pelo tipo de transdução energética que realizam, sendo identificados como eletromagnéticos, eletroquímicos, eletromecânicos, fotoelétricos, eletrostáticos, termoelétricos e radio-acústicos. Além destes, há também os transdutores de tipo eletroacústico, que nos interessam de maneira particular, pois convertem ondas sonoras em variações de corrente elétrica e vice-versa, tais como o microfone e o alto-falante.

Um microfone funciona como um transdutor que imita o funcionamento do ouvido humano ao captar ondas sonoras que chegam até seu diafragma, fazendo com que as variações instantâneas de amplitude que caracterizam estas ondas no tempo produzam variações correspondentes em uma corrente elétrica. Já o alto-falante realiza o processo de transdução na direção inversa, produzindo ondas sonoras ao causar vibrações mecânicas em

uma membrana, transduzindo os padrões de variação de corrente elétrica por ele recebidos. Nesse processo, espera-se que microfones e alto-falantes sejam idealmente *transparentes*, operando em condições tais que nenhuma alteração perceptível seja introduzida entre o sinal recebido e o sinal transmitido.

1.3.2 A condição pré-operatória da transdução analógica

É de fundamental importância ter-se consciência de que tanto nos casos observados acima, quanto em qualquer outro processo de transdução, estamos diante de um processo essencialmente *analógico*. Ou seja, um processo que é capaz de estabelecer uma relação direta entre dois sinais cujas naturezas são distintas, mas que acabam por estabelecer uma *analogia* entre si ao comportarem-se *da mesma maneira* no que diz respeito ao modo em que estes variam no tempo, levando adiante, portanto, a mesma *informação* (sendo informação aqui entendida como saliência que, por sua organização interna, sua pregnância, acaba por se destacar do ambiente que a circunda por este ser amorfo ou menos ordenado do que ela própria, engendrando um momento de entropia negativa que é pré-condição necessária para que haja uma possibilidade de constituição de sentido).

A analogia criada por um processo transdutivo entre dois sinais distintos é estreita a tal ponto de ser possível recuperar o sinal sonoro original a partir do sinal transduzido. Embora seja mais difícil reproduzir isto laboratorialmente no caso da percepção auditiva (o que implicaria converter os sinais eletroquímicos de volta ao estado de ondas sonoras). No caso dos transdutores eletroacústicos a reversibilidade da analogia produzida pelo transdutivo já é subentendida em sua utilização normal. Via de regra, sempre que um sinal sonoro é captado através de um microfone, isto é feito com a clara intenção de reproduzi-lo imediata ou posteriormente em um alto-falante (podendo haver entre os dois momentos transdutivos a intervenção de inúmeros processos, como amplificação, gravação, transmissão e, muitas vezes, digitalização).

Vale destacar que a identidade analógica que se dá entre o sinal original e sinal transduzido é produzida pelo contato entre dois meios distintos entre si que são postos a se comunicarem de maneira direta (apesar da mediação necessária do artefato transdutor), fazendo com que duas grandezas físicas distintas partilhem das mesmas variações no tempo, estabelecendo uma relação imediata de particular para particular, sem recurso a qualquer codificação ou referencial que lhes seja exterior, produzindo portanto uma informação que

pode ser considerada pré-simbólica, pré-operatória, ou seja, ainda não codificada por nenhum tipo de linguagem.

É possível enfatizar isso retornando ao processo de percepção auditiva e localizando-o no quadro das quatro escutas teorizadas por Pierre Schaeffer. Desta maneira, fica evidente que o processo transdutivo participa do tipo primeiro e mais elementar de escuta: aquela que é nomeada *ouir* (ouvir), constituindo unicamente na chegada do som como sinal físico até o aparelho auditivo, portanto situada no pólo concreto e objetivo da classificação quatro dos modos de escuta schaefferianos. O processo transdutivo na audição humana situa-se, então, em uma instância anterior à chegada do sinal sonoro ao cérebro através do nervo auditivo, antes portanto de qualquer possibilidade de direcionamento da atenção ou intenção de escuta (o *écouter*, pólo subjetivo-concreto da terminologia schaefferiana), bem como de uma identificação mais imediata (*entendre*, pólo objetivo-abstrato) e mais ainda da compreensão contextual (*comprendre*, pólo subjetivo-abstrato) do som que atinge o aparelho auditivo. É preciso estar atento para o fato de que situar-se no nível mais elementar, puramente fisiológico, da percepção auditiva, não minimiza a importância da transdução, pelo contrário, impõe-se como pré-condição necessária à viabilização efetiva de qualquer outro nível de escuta.

1.3.3 Transdução e gesto instrumental nos sintetizadores

Os processos de síntese analógica envolvem pelo menos dois tipos de transdução. A mais evidente é a transdução eletroacústica, que converte as oscilações do sinal elétrico em som por meio de algum tipo de alto-falante. No entanto, nossa discussão acerca do instrumento musical nos exige que atentemos para um outro papel da transdução: atuar nos processos de controle. Afinal, os geradores de sinal como osciladores, geradores de ruído, filtros, amplificadores e moduladores em anel, que geram ou modificam o sinal, produzem saídas estáticas, invariáveis, sendo desejável que possa se introduzir algum grau de variação. Tocar um sintetizador como um instrumento musical demanda que seja introduzido algum componente gestual neste sistema. Aí entram em ação os transdutores para converter os gestos humanos em sonoridades eletrônicas.

Nos primeiros estúdios voltados para a criação de música eletroacústica na década de 1950, tal processo não era nada simples. Havendo inúmeros aparelhos como osciladores, geradores de ruído, filtros e amplificadores, cada um com parâmetros próprios, para registrar

um único gesto sonoro sobre a fita magnética era preciso uma ação coordenada e ensaiada de mais de uma pessoa agindo sobre os potenciômetros. Tal situação se tornaria mais favorável com a introdução do controle de voltagem (*voltage-control*) nos módulos de síntese na década de 1960, que transmite parâmetros de um equipamento a outro sob a forma padronizada de uma variação de zero a cinco volts na tensão da corrente elétrica, criando uma espécie primitiva de protocolo comum de transmissão de informações entre eles.

Nesse contexto, resistores variáveis funcionam como transdutores que modificam instantaneamente a tensão da corrente elétrica em resposta a algum tipo de movimento. Os mais simples deles, transmitem um único parâmetro por vez, como é o caso dos potenciômetros deslizantes e rotativos (*faders* e *knobs*). Já outros controles mais complexos podem combinar diversos tipos de transdutores, transmitindo simultaneamente uma certa quantidade de parâmetros, direcionados de maneira simultânea a módulos diferentes do sintetizador. Tal é o caso de um conjunto de teclas que imita a disposição espacial encontrada em um piano. Embora trate-se de uma opção de interface gestual conservadora, um teclado é capaz de transmitir simultaneamente uma variação discreta de frequência (determinada por qual tecla é pressionada), duração (determinada pelo acionamento e desligamento da tecla, informações geralmente associadas a um gerador de envelopes dinâmicos) e amplitude (devido à presença de capacitores sensíveis à pressão).

No texto em que apresenta o sistema de controle de voltagem empregado em seus sintetizadores, Robert Moog atribui a transdutores as funções de controle de maneira a “permitir ao músico converter com o máximo de eficiência o movimento de suas mãos em controles de voltagem” (MOOG, 1964, p. 8). Ele sugere que tais transdutores podem assumir as mais diversas formas. Além da interface de teclado, cita-se o uso de uma faixa deslizante do tipo encontrado nos ondes martenot e o uso de uma antena semelhante à do theremin. A opção por interfaces já existentes é justificada pragmaticamente: “Músicos estão completamente educados para o uso de instrumentos convencionais e é natural para eles utilizar transdutores de controle com modos análogos de operação” (MOOG, 1964, p. 9).

1.4 O INSTRUMENTO DIGITAL

À primeira vista, parece existir uma continuidade entre instrumentos analógicos e digitais. No entanto o que temos aqui é uma considerável ruptura, talvez tão importante quanto aquela que observamos entre os instrumentos mecânicos e os analógicos.

Embora ambos os tipos possam ser classificados como eletrônicos pela natureza dos componentes contidos em seus circuitos, há uma diferença fundamental no seu funcionamento e na sua maneira de lidar com a informação, ou seja, no modo como a informação é transmitida e transformada ao percorrer seus circuitos. Circuitos analógicos fornecem uma variação contínua da corrente elétrica, na qual o sinal de entrada e o sinal de saída se assemelham pela estrutura da variação de sua amplitude no tempo, transmitida de componente a componente. Já os circuitos digitais operam de maneira distinta, exibindo um único tipo de variação de corrente: a alternância entre um valor mínimo (impedância infinita) e um valor máximo (impedância nula), sem passar por qualquer valor intermediário. Sua operação é de natureza binária: fornecem apenas zeros e uns. Há, portanto, uma simplificação radical na estrutura do sinal. Toda mimese em relação à natureza do sinal recebido é destruída, sendo este convertido em informação pura. Assim convertido em mera alternância entre sim e não, o sinal binário pode servir de base para operações lógicas segundo a álgebra *booleana* – tal qual foi idealizada por Claude Shannon (1938), estabelecendo um dos fundamentos da eletrônica digital.

Se o sinal analógico consiste em uma variação contínua da corrente elétrica, que mantém uma conexão energética com sua origem ao transmitir estruturas ondulatórias complexas pela variação de sua amplitude no tempo, o sinal digital é essencialmente descontínuo. Sua natureza é a da ruptura intermitente, que produz uma representação informacional do sinal recebido, que não mais a ele se assemelha energeticamente, mas é resultado de sua conversão a um sistema de lógica simbólica que lhe é completamente estranho. Se no campo analógico, observamos a *transdução* como operação fundamental, o campo digital é erigido sobre uma operação generalizada de *tradução*, de conversão da informação de acordo com um código específico, sendo unicamente possível reconstruir o sinal original se for realizado um processo de decodificação correspondente, capaz de realizar a conversão da informação binária em continuidade sensível. Em um instrumento digital, não é possível estabelecer uma conexão direta e inequívoca entre gesto e resultado

sonoro. Todo gesto é convertido em uma variação de voltagem, amostrada em sinais binários e convertida em sinal de controle.

Em realidade, nenhum instrumento dotado de uma interface gestual pode ser considerado puramente digital, pois tanto o gesto que o ativa permanece sendo um sinal mecânico, quanto o resultado sonoro que este produz mantém sua natureza acústica, sendo necessário haver um processo de transdução analógico que converta o gesto primeiramente em variação de corrente elétrica para que este passe depois por um processo de conversão analógico-digital (ADC), sendo o som final produzido em um processo simetricamente inverso. Mesmo que o gesto seja originado internamente pelo sistema digital, como é o caso de um som ou uma sequência de sons disparados por um computador, para que este concretize-se em som, é necessário que este seja convertido por transdução em um sinal de natureza mecânica.

1.4.1 Do instrumento computacional à interface gestual

Os primeiros *instrumentos musicais digitais* não foram aparatos físicos, mas sim programas de computador escritos na linguagem MUSIC, que começou a ser desenvolvida por Max Mathews (1926-2011) nos laboratórios Bell no ano de 1957, posteriormente dando origem a uma família de linguagens bastante importante no âmbito da computação musical, conhecida como MUSIC-N. Sob esse viés, um *instrumento* é um programa de computador no qual são escritas especificações para um modelo de síntese sonora. Uma vez programado o *instrumento*, é possível tocá-lo através de um segundo programa, chamado *partitura* (score), que determina a criação de uma nota ou uma sequência de notas a partir do modelo descrito no instrumento, sendo possível atribuir para cada uma dessas notas valores distintos para cada um dos parâmetros descritos na definição do *instrumento*. A arquitetura desses primeiros instrumentos digitais foi desenhada para funcionar em tempo diferido, visto que havia um tempo de processamento longo entre a escrita do programa e a escuta dos resultados sonoros produzidos. Não havia, portanto, qualquer possibilidade de uma conexão energética entre a geração de sons e um gesto humano (ZICARELLI, 1991).

Uma nova possibilidade surge a partir da década de 1980, quando gerar sons digitalmente em tempo real torna-se uma realidade devido ao aumento na velocidade de processamento, além da progressiva miniaturização e barateamento dos circuitos integrados. Isto permite uma nova concepção de instrumento musical digital, composta por duas

unidades básicas: uma unidade geradora de som e uma superfície de controle ou um controlador gestual, consistindo ambas as unidades em módulos independentes, relacionados entre si por estratégias de mapeamento. (MIRANDA; WANDERLEY, 2006, p.3). O tempo de interação fica reduzido drasticamente. Se na época de criação do primeiro programa MUSIC havia uma espera de dias entre o envio dos comandos e a escuta do som produzido, passa a haver uma interação praticamente imediata, da ordem de milissegundos. Sendo possível enviar parâmetros instantaneamente para a unidade geradora de som, coloca-se o músico diante de uma situação mais próxima do que aquela encontrada diante de um instrumento acústico ou de um instrumento analógico.

O instrumento digital, no entanto, instaura uma descontinuidade energética entre som e gesto. A separação entre superfície de controle e unidade de geração sonora não existe nos instrumentos acústicos tradicionais, nos quais ambas estão integradas na mesma estrutura ou mecanismo. Os instrumentos analógicos inauguram uma lógica em que esses elementos já se distinguem, passando a constituir módulos concatenados, mas ainda se preserva uma cadeia de transdução energética contínua. Já no instrumento digital, o processo de transdução da interação gestual se restringe à superfície de controle. Para que esta informação chegue até a unidade geradora de som, é necessário que um sinal contínuo seja fragmentado em amostras descontínuas e convertido em dados segundo uma lógica numérica de mapeamento, havendo, portanto, uma modificação na relação entre energia e som. Não é mais o gesto do músico que modula a energia envolvida no processo de geração sonora, uma vez codificado em parâmetros numéricos abstratos, ele apenas indiretamente informa um processo computacional de síntese sonora do qual ele se encontra apartado. A própria necessidade de codificação do sinal interpõe entre gesto e som um protocolo de comunicação, como o paradigma de controle MIDI (acrônimo de *Musical Instrument Digital Interface*, estabelecido em 1983), que é amplamente utilizado, mas acaba por acentuar a desconexão por ser baseado no disparo de eventos discretos, em vez de realizar uma amostragem contínua do gesto (CASTAGNÉ, 2007). Embora tenha sido concebido para este fim, as informações do protocolo MIDI não têm nada de especificamente musical, sendo apenas um padrão de transmissão de informações. É capaz de emular com eficiência razoável o tipo de interação proporcionado por interfaces de teclado, mas sua arquitetura acaba por representar de maneira empobrecida a articulação de instrumentos de sustentação continuada (sopros, cordas com arco, etc.), pois pela natureza de seu modo de produção sonora estes não podem ser resumidos a uma lógica binária de liga-desliga (*NoteOn-NoteOff*, no jargão do protocolo MIDI). Outro ponto a ser considerado é que as superfícies de controle tendem a ser uma via

de mão única, não recebendo de volta da unidade de geração sonora nenhum tipo de informação. No instrumento acústico, pelo fato de a mesma estrutura servir de unidade de geração sonora e interface de controle, existe uma via de mão dupla no fluxo energético, na qual o instrumento musical não somente recebe o gesto realizado sobre ele, como também produz *feedback tátil* à medida que é posto em vibração, retorno ao qual o músico reage de maneira a produzir ajustes ou introduzir nuances no som produzido. Nas interfaces digitais mais comuns não existe esta retroalimentação do gesto, sendo o controle em geral uma via de mão única, embora existam pesquisas recentes no sentido de trazer esta resposta tátil e proprioceptiva aos instrumentos digitais (CADOZ et. al, 1990; CASTAGNÉ et. al, 2010).

Ao tratar do instrumento analógico, consideramos o instrumento amplificado ou eletrificado como casos de expansão e modificação de instrumentos convencionais. No universo dos instrumentos digitais, é possível também encontrar inúmeras formas de incremento de possibilidades em instrumentos tradicionais a partir de modificações em sua construção que envolvem sensores acoplados, para os quais são criadas nomenclaturas diversas como hiper-instrumentos, meta-instrumentos, instrumentos híbridos e instrumentos aumentados (categorias utilizadas para descrever uma variedade de equipamentos que vão desde protótipos desenvolvidos em centros de pesquisa como MIT e IRCAM a produtos comerciais como os *Disklavier* da Yamaha).

Empregando instrumentos modificados ou não, uma forma bastante explorada na música eletroacústica mista, para expandir digitalmente as possibilidades dos instrumentos acústicos, é o emprego em tempo real tanto de processamentos sonoros quanto de estratégias de *machine listening*, que consistem em analisar o próprio sinal de áudio do instrumento e dele extrair parâmetros relevantes para uma determinada situação (amplitude, frequência fundamental, detecção de ataque, entre outros tipos de *descritores de áudio*). A partir daí é possível construir desde reações mais simples e diretas do sistema digital diante daquilo que é tocado pelo instrumento acústico (como disparar um determinado evento sonoro), até tipos de resposta mais elaborados como alimentar seguidores de partitura, fazer sincronia automática com material pré-composto e gerar novas sequências sonoras a partir de algoritmos dotados de elementos de inteligência artificial.

1.5 O INSTRUMENTO CONCRETO

Embora nunca tenham deixado de ser o motor do fazer musical, as causas físicas postas em movimento pelo fazer musical foram progressivamente postas de lado no caminho da crescente abstração e racionalização observado na música ocidental europeia. Isto se escancara com o surgimento da notação musical e encontra seu apogeu na música eletrônica de inspiração serial e na música computacional, cujos sons são produzidos diretamente para serem tocados por alto-falantes, sem qualquer causalidade mecânica anterior (que na música concreta persiste somente no momento inicial dedicado à gravação dos sons, antes de sua manipulação propriamente composicional). Como vimos também, mesmo a materialidade do som posta em evidência pela música concreta afirma-se como materialidade do espectro sonoro, que se autonomiza e se aparta das causalidades mecânicas. De uma maneira geral, o pensamento musical permanece atrelado à elaboração de estruturas abstratas postas em relação.

Dado que, no campo musical e artístico em geral, não faz sentido adotar narrativas únicas e a ideia de evoluções lineares, coexistem sempre tendências divergentes que se tensionam mutuamente estabelecendo relações dialéticas. Além de poéticas que enfatizam a abstração, há também uma tendência oposta, que reivindica a *materialidade do corpo*, ou seja, algo que pode ser entendida também como o desejo de colocar em evidência a *materialidade das causas físicas*. Isto se dá tanto como uma decorrência direta ou indireta da investigação das possibilidades sonoras, quanto como um desenvolvimento paralelo. Tal ênfase no corpóreo, ocorrendo de maneira sistemática ou eventual, pode ser observada em distintas vertentes da música de concerto surgidas no século XX, da música experimental ao *Musiktheater*. Muitas vezes isso ocorre de maneira implícita, mesmo em situações construídas em torno de aspectos puramente sonoros, a exploração de recursos inusitados em instrumentos saturados de tradição acaba por abrir o campo poético para aspectos gestuais e performáticos anteriormente não imaginados. Desta maneira, vislumbra-se um caminho no qual o instrumento musical nada perde ao abrir mão de sua *transparência*, pois passa a ser levado em conta em sua integridade, visto que aspectos de sua causalidade mecânica são reelaborados, deixando de ser impurezas a serem depuradas tecnicamente na preparação da performance e tornando-se elementos constituintes de uma poética particular.

Em seu conhecido trabalho sobre a música experimental estadunidense, Michael Nyman (nascido em 1944) identifica que esta “explora um instrumento não simplesmente

como um meio de produzir sons da maneira aceita, mas como uma configuração total — a diferença entre *tocar piano* e o *piano como fonte sonora*” (NYMAN, 1999[1974], p. 20). Buscando confirmar tal afirmação com exemplos encontrados no repertório, basta levar em consideração um pequeno recorte da produção para este instrumento do compositor John Cage (1912-1992) e nos deparamos com alguns casos notáveis: o piano fechado como superfície a ser percutida em *The wonderful widow of eighteen springs* (1942), a quebra do condicionamento causal entre gesto e timbre operado pela preparação do piano em peças como *Bacchanale* (1940) e *Sonatas and Interludes* (1946-1948), até chegarmos à presença cênica muda do instrumento na estreia de David Tudor da extensamente comentada *4'33"* (1952). Neste último caso, a ideia de *configuração total do instrumento* é levada a um grau extremo, no qual a materialidade do instrumento se impõe, não como fonte sonora, mas como elemento articulado em uma situação performática particular.

Em seu ensaio sobre o *corpo fazedor-de-música*, Paul Craenen (2014) identifica uma tendência *em direção ao concreto* em muitas propostas musicais surgidas a partir dos anos de 1960. Se no virtuosismo instrumental tradicional identifica-se a busca de tornar o corpo e o instrumento musical *transparentes* ao som produzido, com esta *virada concreta*, há uma tendência de tornar o corpo novamente audível, trazendo para o primeiro plano a dimensão gestual da música. Craenen recorre à ideia de uma abordagem musical *hiper-idiomática*, proposta pelo compositor dinamarquês Simon Steen-Andersen. Geralmente chamamos de *idiomática* uma escrita musical que explora de maneira tecnicamente eficaz os recursos técnicos de articulação sonora típicos de um determinado instrumento musical (geralmente explorados de forma abundante em seu repertório convencional). A ideia de um *hiper-idiomatismo* dá um passo além, assumindo o momento de coincidência entre o ideal sonoro e a performance como ponto de inflexão. A partir desse ponto surge a possibilidade de inversão da hierarquia normalmente existente nos processos de criação musical, que tradicionalmente subordina a ação instrumental a um resultado sonoro pretendido. A inversão hierárquica entre resultado sonoro e ação física, contida na proposta *hiper-idiomática* de Steen-Andersen fica especialmente clara quando lemos o preâmbulo textual da partitura de seu *Study for String Instrument #1* (2007), que separa em pautas distintas os movimentos realizados com o arco dos deslocamentos efetuados pela mão esquerda sobre as cordas:

Movimento do som ou som do movimento? Um simples “sample” é repetido muitas vezes e lentamente desmembrado em seus elementos individuais, em um processo de autonomização dos movimentos em si. A peça é notada apenas como movimentos (e portanto pode ser tocada em qualquer instrumento de corda e talvez mesmo em outros instrumentos) e é tanto uma coreografia para o instrumentista

quanto uma peça sonora para o instrumento. Um jogo coreográfico – ou mesmo um tipo de dança, acompanhando a si mesma (STEEN-ANDERSEN, 2011 [2007]).

Nessa abordagem *hyper-idiomática*, o objetivo do performer deixa de ser primordialmente o de realizar um certo ideal sonoro para ser o de executar uma determinada ação instrumental. Tal ação resulta na maioria das vezes em som, mas este som passa a ser entendido como um efeito colateral, admitindo, portanto, um possível grau de variação ou indeterminação espectromorfológica que não faria sentido em outros contextos. É possível identificar aí uma resposta ao que havíamos chamado de *instrumento invisível*, resultante de processos técnicos que autonomizam a dimensão puramente sonora, prescindindo da presença física do instrumentista ou cantor (IAZZETTA, 2013). A ênfase na ação física do performer seria, portanto, uma maneira de enfatizar algo que em face de certos recursos tecnológicos havia ficado em segundo plano ou mesmo se tornado ausente: “Como uma estratégia composicional, este *zoom* no corpóreo pode ser interpretado como uma compensação, uma ampliação artificial ou sugestão de uma resistência que já havia sido perdida, para restituir à performance musical a tensão de que ela necessita” (CRAENEN, 2014, p.33).

Um caso emblemático desta *virada concreta* pode ser encontrado naquilo que o compositor Helmut Lachenmann batizou de *musique concrète instrumentale*. A recusa radical de formas tradicionais de emissão sonora dos instrumentos musicais caracteriza diversas peças do compositor alemão, tal como na peça-limite para piano *Guero*, escrita em 1969 e revisada em 1988. Nestas composições cria-se um universo sonoro e gestual renovado, que desafia tanto as expectativas do público em relação àquele instrumento quanto a formação técnica especializada do instrumentista. É interessante notar que discorrer sobre repertório favorece o uso de um vocabulário que remete diretamente às causas físicas de produção sonora, como *material*, *energia* e *resistência*. Sobre seu trabalho, Lachenmann afirma que faz uma música:

[...] na qual eventos sonoros são escolhidos e organizados de tal forma que a maneira como eles são produzidos é, no mínimo, tão importante quanto as qualidades acústicas resultantes. Consequentemente estas qualidades, como timbre, volume, etc., não produzem sons por si mesmas, mas descrevem ou denotam a situação concreta: escutando, ouvem-se as condições sob as quais uma ação sonora ou ruidosa é realizada, ouvem-se que materiais e energias estão envolvidas e qual resistência é encontrada (LACHENMANN, 2008, tradução nossa).

Debruçando-se sobre a obra deste mesmo compositor, o crítico Daniel Barbiero retoma a ideia de “*resistência do material* à energia a ele aplicada” na resenha de um álbum

contendo seus três quartetos de cordas, interpretadas pelo grupo estadunidense JACK Quartet. Ele comenta:

Esta resistência é implícita em toda música – pense na tensão da corda agindo contra a pressão do arco quando uma nota comum é entoada – mas Lachenmann pega esse jogo de forças e a empurra até o ponto de crise, amplificando-os e trazendo-os, portanto, para o centro da composição. A resistência atinge uma crise quando instrumentos produzem os tipos de som que eles não foram desenhados ou aperfeiçoados para produzir – pode-se dizer que a própria natureza do instrumento resiste ao uso ao qual está sendo submetido (BARBIERO, 2014, grifos nossos, tradução nossa).

Nessa discussão, a referência direta e recorrente à ação física e à causalidade mecânica torna claro que a utilização do termo *concreto*, tanto quando se fala em uma *musique concrète instrumentale* quanto quando em uma *virada concreta* em uma certa parcela da produção musical contemporânea, distingue-se e, em certa medida, se opõe à maneira que Schaeffer apropriou-se deste mesmo termo.

A *música concreta* se propõe como uma música que parte do *concreto sonoro*. Ou seja, uma música na qual a experiência empírica do som precede sua elaboração composicional, em oposição à forma de composição musical anterior, legada pela tradição da música clássica europeia, tida como uma *música abstrata*, visto que a organização de símbolos gráficos sobre o papel precede a experiência do fenômeno sonoro (CHION, 1983, p. 39). É preciso ter clareza, porém, de que na elaboração de Schaeffer o conceito de *concreto* tem uma circunscrição particular: diz respeito à concretude do *objeto sonoro*, que se realiza na percepção do ouvinte através da *escuta reduzida*. Ou seja, uma atitude auditiva intencional, que coloca em suspenso a escuta das causalidades mecânicas para que o fenômeno sonoro seja apreendido a partir de seus atributos perceptivos. Em um primeiro momento, a reconhecibilidade da fonte sonora é tida como tabu para o compositor de música concreta, pois a identificação da causa física instaura no ouvinte a escuta causal, cotidiana e anedótica, correndo o risco de inviabilizar a *escuta reduzida* e, portanto, impedindo a adequada apreciação dos objetos sonoros. Já a *música concreta instrumental* proposta por Lachenmann tem uma proposta distinta.

Reproduzir por meio de alto-falantes a gravação de uma peça instrumental do compositor alemão, como *Pression, para um violoncelista* (escrita em 1969), pode oferecer à audição objetos sonoros comparáveis aos encontrados em peças canônicas da *musique concrète*, como as *Variations pour une porte et un Soupir* (1963), de Pierre Henry (1927-2017). Entretanto, se por um lado estas duas propostas musicais se aproximam pela escuta, ambas se distanciam por um entendimento diverso da própria noção de concretude.

Lachenmann enfatiza que, em sua *música concreta instrumental*, a maneira de se produzir um evento sonoro é tão importante quanto suas propriedades acústicas. Não se trata de aderir a uma escuta de objetos sonoros autonomizados de suas causas físicas pela cortina acusmática da membrana dos alto-falantes, mas sim de propor ações sonoras que não prescindem da causalidade mecânica dos sons, pelo contrário as enfatiza, estabelecendo uma situação *concreta* na qual energias e materiais são postos em interação, revelando resistências e ressonâncias particulares. Existe uma valorização da ação física como parte integrante do fato musical. Mesmo que Lachenmann declare sua música como concreta, sem enfatizar suas divergências com Schaeffer, fica claro em seu discurso que o caráter *concreto* de sua música abarca tanto a causalidade mecânica e quanto a ação performática como componentes a serem valorizados. A importância dada ao aspecto visual da performance fica evidente no prefácio original da partitura de *Pression*¹⁰:

Se possível, esta peça deve ser tocada de cor, ou ao menos de tal maneira que (a) as páginas não precisem ser viradas e (b) a partitura não bloqueie a visão sobre o instrumento e o arco. O violoncelo pode ser amplificado eletricamente *ad lib.* (LACHENMANN, 1980).

Nota-se aqui uma valorização do aspecto visual da performance, no que diz respeito às ações realizadas sobre o instrumento. Entretanto, cabe ressaltar que tal valorização é relativa. A visualidade da ação é tomada como importante em uma performance ao vivo, podendo ser preservada em um registro em vídeo. O caso de um registro puramente fonográfico, porém, torna a dimensão visual completamente ausente. No entanto, a existência de diversos registros fonográficos lançados comercialmente de peças do compositor (incluindo *Pression*)¹¹ nos leva a deduzir que, apesar de a visualidade da performance ser valorizada, sua ausência não prejudica a integridade da obra. Ou seja, constata-se a preservação da primazia do sonoro, dado que, embora desejável, o aspecto visual não se impõe como determinante.

¹⁰ Existem ao menos três edições desta partitura: Colônia: Musikverlag Hans Grieg, 1972; Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1980 e 2010, sendo esta última uma versão graficamente revisada. O prefácio citado encontra-se na edição de 1980, sendo substituído por um prefácio completamente novo na de 2010.

¹¹ Uma listagem das gravações comerciais existentes de *Pression* pode ser encontrada em: <https://www.prestomusic.com/classical/works/140006--lachenmann-pression/browse>. Acesso em: 11/02/2020.

1.5.1 A virada concreta

É a ênfase na ação corpórea e na causalidade mecânica que fazem emergir o *instrumento concreto*. Trata-se de uma concretude que se afasta do conceito schaefferiano para se aproximar tanto do caráter concreto da *virada identificada por* Craenen quanto da música instrumental de Lachenmann. O *instrumento concreto* tem a potência de trazer à tona, como força poética e campo de investigação, o embate entre corpo e instrumento (sendo o corpo eventualmente também instrumento), que fica obscurecido ou oculto em outras perspectivas anteriormente discutidas, como as do instrumento *transparente* e *invisível*, bem como nas mediações existentes nos instrumentos *analógico* e *digital*.

Estruturas abstratas deixam de ser o campo privilegiado da invenção e outras estratégias ganham terreno, como notações de ação (que prescrevem antes gestos que sons) e interferências nos modos de produção sonora. Outras possibilidades são a repetição insistente (na qual o corpo emerge por exaustão) ou a complexidade deliberada (eventualmente explorando a possível falência do gesto). Nos dois últimos casos, respectivamente, podemos considerar certos processos acumulativos de Georges Aperghis ou as intrincadas camadas de atividade rítmica de Brian Ferneyhough.

1.5.2 Possibilidades do instrumento concreto

Em nossa discussão acerca da noção de instrumento musical, em vez de perseguir um caráter único buscamos delinear alguns aspectos relevantes a serem observados, nos conduzindo a uma série de nuances que diferenciam o *instrumento transparente* fruto e veículo de ideais musicais românticos; o *instrumento invisível*, que autonomiza o espectro sonoro e oculta as causas físicas por trás da cortina do alto-falante; o *instrumento analógico*, que instaura um processo de transdução, no qual a mediação do sinal elétrico permite uma ampliação das relações entre gesto e som; o *instrumento digital*, em que o gesto, traduzido em controle numérico, se aparta definitivamente do processo de geração sonora e o *instrumento concreto*, no qual a concretude material do instrumento e das ações corpóreas sobre ele realizadas ganham primazia, recuperando a presença da causa física e colocando-a em relevo como motor poético privilegiado da composição.

O estabelecimento destas categorias não visa de forma alguma construir uma teleologia, um progresso positivo de um estado supostamente primitivo a outro supostamente mais avançado de acordo com um critério único de validação. Vale notar que as configurações da noção de instrumento aqui propostas não estabelecem uma ordem cronológica, e sim mostram como essas diferentes noções se sobrepõem e se entrelaçam no tempo. As categorias ora se complementam, ora se contradizem. Têm pontos que se aproximam, outros que se repelem. De certa forma divergem, de outra coincidem. O intuito de criar tais categorias, mesmo que acabemos por abandoná-las ou refutá-las mais adiante, é possibilitar darmos continuidade à nossa discussão a partir de uma visão multidimensional e enriquecida acerca das possibilidades do instrumento musical. Não nos interessa aqui tomá-lo como um fato consumado, mas como artefato cultural em construção permanente, reafirmado ou refutado, reinventado ou reiterado a cada novo uso, a cada nova situação musical. Um instrumento recomposto a cada nova composição, que por sua vez não é feita somente *para* ele, mas também *através* dele.

Na próxima parte, nos debruçamos sobre o modelo físico, utilizado no campo da síntese sonora. Fazemos isso por entender que o modelo físico ajuda a descondicionar nossa relação com o instrumento musical como uma entidade monolítica que produz sons divididos em duas categorias: técnicas convencionais e estendidas. Tais categorias são tão genéricas e tão inespecíficas que pouco contribuem para pensar composicionalmente o instrumento. Insistir na ideia de técnica estendida é de uma certa maneira insistir que as técnicas instrumentais são um catálogo à nossa disposição que pode fornecer indícios de contemporaneidade ou indícios de tradição conforme sejam selecionadas técnicas de uma ou outra categoria genérica. Buscamos através do modelo físico uma abordagem capaz de integrar as possibilidades de produção sonora do instrumento, buscando retirar as técnicas de uma condição fetichizada de objetos ao dispor da fantasia, para descondicioná-las e nelas entender um potencial de engendramento de universos sonoros característicos de determinadas obras. De nada adianta a pesquisa de sonoridades se estas de alguma maneira não se integram ao pensamento composicional, produzindo graus de relação e possibilidades de articulação do discurso musical.

PARTE 2

CONSTRUIR O INSTRUMENTO: DISCUSSÃO DO MODELO FÍSICO

2.1 UMA PEQUENA ETIMOLOGIA

2.1.1 Composição e Síntese

O leitor familiarizado com o vocabulário e as técnicas da produção eletrônica de sons, notará de imediato no título deste trabalho a referência à *síntese por modelo físico*. Todavia deparar-se-á com a palavra “composição” no lugar normalmente ocupado pela palavra “síntese”. Trata-se de uma substituição que propõe de imediato o estabelecimento de uma oposição binária entre os dois conceitos, cujos referentes são claramente distintos no contexto musical. Assinalando a singularidade da pesquisa aqui desenvolvida, a expressão *Composição por Modelo Físico* faz confrontar os dois termos *composição* e *síntese*, demarcando sua distinção, ao mesmo tempo em que se sugere um espelhamento pela oposição estabelecida.

Em seu uso corrente, nos contextos relacionados aos domínios da música e do som, os termos *composição* e *síntese* têm empregos distintos e nitidamente delineados. Embora existam inúmeras nuances possíveis, cuja discussão pormenorizada não caberia desenvolver neste momento, *composição* em geral se refere à atividade de criação e estruturação de peças musicais (em tempo diferido), já em seu uso mais comum a palavra *síntese* é reservada para o emprego localizado de meios eletrônicos na criação de sons (seja no processo de criação, instrumentação ou execução de uma peça musical). Insuspeita em tais usos permanece, porém, a convergência de sentido já presente na etimologia de ambas as palavras.

Atentar-se a este aspecto revela uma curiosa imbricação: tendo origem no latim, *composição* é uma derivação de *componere*, que significa “pôr junto, reunir, compor”¹², mesmo sentido encontrado na etimologia do vocábulo grego *síntese*, composto pela associação entre o prefixo *σύν* (*sýn*), cujo significado é “juntamente, ao mesmo tempo”, e o substantivo *θέσις* (*thésis*), entendido como “ação de colocar, de arranjar, de colocar junto”.

¹² Houaiss, Antônio e Villar, Mauro Salles. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

Tal conexão etimológica torna-se ainda mais acentuada se observarmos que, no idioma helênico clássico, a palavra utilizada para se referir à composição musical é exatamente συνθεσις (synthesis), tendo sua grafia ligeiramente alterada para σύνθεσις (sýnthesi) no grego moderno. O uso contemporâneo da palavra abarca também o sentido de produção eletrônica de sons, de maneira mais condizente com seu uso corrente em outros idiomas ocidentais, sendo que neste caso, o sentido específico deve ser esclarecido pelo acréscimo de um predicado: σύνθεσις ήχου (sýnthesi íhu) para síntese de sons ou ηχητική σύνθεσις (íhtikí sýnthesi) para síntese sonora¹³.

Para além da constatação deste aspecto puramente etimológico geralmente ignorado, tal convergência manifesta-se também historicamente como uma preocupação presente nos primórdios da música eletroacústica, mais especialmente na *elektronische Musik* alemã. Nesse contexto, compositores como Karlheinz Stockhausen (1928-2007) e Karel Goyvaerts (1923-1993) vislumbraram a integração entre composição e síntese desde suas primeiras experiências com sons sintéticos em 1953 no estúdio de música eletrônica da rádio *Westdeutschen Rundfunk* (WDR) na cidade de Colônia, na Alemanha. Foi em torno deste estúdio, dirigido por Herbert Eimert (1897-1972), que se reuniu considerável parcela de uma geração de compositores que partilhavam o interesse pela composição organizada segundo o princípio único da série, elegendo Anton Webern (1883-1945) como seu principal precursor.

No ambiente laboratorial do estúdio, podia-se manipular o som de maneira precisa em seus mais ínfimos aspectos, fazendo adentrar a estrutura interna da nota musical, inacessível sem os recursos eletrônicos. Assim, vislumbrou-se fazer adentrar no som o princípio organizador da série, fazendo avançar a poética pós-weberniana. Os compositores de Colônia entenderam os sons senoidais como o ponto de partida para a criação de espectros sonoros serialmente estruturados, com relações harmônicas e inarmônicas entre seus parciais – constituindo notas ou misturas, respectivamente. (EIMERT, 1955).

Síntese aditiva é o termo normalmente utilizado para se referir à técnica de gerar espectros sonoros complexos a partir da somatória de sons senoidais simples. Não obstante, empregou-se ali um termo diverso que tornava claro o intuito composicional atribuído àquele procedimento: a *Klangfarbenkomposition* (composição do timbre, em alemão). Mais do que a possibilidade de simplesmente *criar novos sons*, enxergou-se nos timbres serializados um impulso para avançar técnica e conceitualmente em relação às *Klangfarbenmelodien* (no

¹³Agradeço ao compositor grego Marinos Koutsomichalis, atualmente pós-doutorando da Norwegian University for Science and Technology, pelos esclarecimentos acerca desta questão etimológica em conversa pela internet.

idioma germânico: melodias de timbres) idealizadas por Arnold Schoenberg (1874-1971) em 1911 (SCHOENBERG, 2002[1911]), sendo especialmente desenvolvidas por Webern (WEBERN, 1960). Por conferir ao timbre a condição de parâmetro estrutural da composição, a ideia de uma *Klangfarbenmelodie* já em si era inovação radical, que exigia do compositor uma responsabilidade em relação a este parâmetro equiparável aos tradicionais altura, duração e dinâmica.

Uma *Klangfarbenkomposition* consiste em um passo importante e antes inimaginável para a integração estrutural do timbre, trazendo os princípios seriais que organizam as estruturas macroscópicas da música para o universo microscópico do interior de cada nota musical. Esta possibilidade de criação de inter-relações mais profundas entusiasmou compositores como Stockhausen, levando-o a afirmar que “é exatamente nesse inter-relacionamento simultâneo e inseparável entre as ordenações detalhadas ‘microscópicas’ e a concepção formal ‘macroscópica’ que reside a verdadeira questão da composição” (STOCKHAUSEN, 2009 [1953], p. 69).

As possibilidades pareciam imensas, pois a combinação precisa e controlada de frequências puras libertava o compositor das 12 classes de alturas disponíveis na escala cromática do sistema temperado, colocando à sua disposição todo o âmbito frequencial. Desta maneira, encontrava-se aberta a possibilidade para exploração de todo tipo de relações harmônicas e intervalares na estruturação da composição. No entanto, a cada uma das experiências composicionais realizadas, iam se revelando as limitações técnicas dos meios eletrônicos disponíveis na época, levando a uma constante invenção e experimentação de novos procedimentos, chegando à incorporação de materiais sonoros menos puros e menos controláveis do que aqueles obtidos exclusivamente por síntese, como o som da voz humana gravada, material explorado em importantes composições do período - como *Pfingsoratorium: Spiritus Intelligentiae Sanctus* (1955), de Ernest Krenek, *Gesang der Jünglinge* (1955-1956) de Karlheinz Stockhausen e *Epitaph für Aikichi Kuboyama* (1960-62) de Herbert Eimert.

Observando em retrospecto, torna-se evidente que mesmo sendo vislumbrada a *Klangfarbenkomposition*, sua implementação plena demandava recursos técnicos e conceituais ainda não disponíveis na época. A situação se modifica consideravelmente nas décadas seguintes, com o desenvolvimento da computação musical e o aprofundamento das pesquisas psicoacústicas, destacando-se aqui a importância dos trabalhos de pesquisadores e compositores como Max Matthews (1926-2011), Jean-Claude Risset (1938-2016) e John Chowning (1934-). No entanto, a *composição do timbre* é uma aquisição irreversível para

toda a música (em especial àquela feita com meios eletrônicos), evidenciando a relação entre os processos de síntese sonora e composição musical.

Outro momento de convergência histórica entre as ideias de síntese e de composição pode ser encontrada na chamada *música espectral*, termo cunhado por Hugues Dufourt, cuja emergência pode ser observada no início dos anos de 1970, na obra de compositores como Tristan Murail e Gérard Grisey, tendo uma série de desdobramentos, tanto em gerações posteriores de compositores, quanto estilos composicionais diversos. Embora seja difícil encontrar uma definição que dê conta de maneira inequívoca toda a produção musical referida como *música espectral* (termo nem sempre aceito entre os compositores associados a esta escola composicional), é possível identificar em todos uma atitude comum: a crença partilhada de que a música é fundamentalmente o “som evoluindo no tempo” (FINEBERG, 2000a, p. 2). Neste contexto, muitas composições tomam como material de base a análise computacional de um som gravado, utilizado como modelo sonoro para a composição instrumental. Esta abordagem dá origem à ideia de reproduzir na escrita instrumental, procedimentos típicos da síntese eletrônica de sons:

Talvez a ideia mais importante a emergir da primeira música espectral (embora isso tenha presságios em outras músicas) é a ideia de síntese instrumental (ou orquestral). Apropriando-se do conceito de síntese aditiva, a construção de sons complexos a partir de sons simples, e usando-o metaforicamente como uma base para criar cores sonoras (timbres) instrumentais, os compositores espectrais inauguraram uma nova abordagem para a composição, harmonia e orquestração. (FINEBERG, 2000b, p. 85).

Naturalmente, os complexos sonoros assim construídos acabam por não exatamente reconstruir a sonoridade do som original, visto em vez das frequências puras dos sons senoidais da síntese computacional, tem-se aqui uma interação entre timbres instrumentais já dotados individualmente de uma complexidade interna própria. O interesse da *síntese instrumental*, porém, não está em reproduzir com exatidão o modelo sonoro original, mas sim criar a partir dele sonoridades complexas que partilham com ele uma certa coerência e qualidade auditiva. Desta maneira, é possível realizar processos de transformação composicional destes modelos sonoros, bem como propiciar a integração dos sons instrumentais com sons sintéticos gerados a partir de modelos em comum.

2.1.2 Modelo

O termo *modelo*, que também se refere ao título da pesquisa remonta à palavra latina *modulus*, diminutivo do termo *modus*, utilizado com o sentido de medida, ou seja, um referente abstrato ou arbitrário que possa ser transferido de uma situação a outra com o intuito de estabelecer uma relação entre ambas. Tal medida pode ser entendida como dotada de um caráter mais preciso e objetivo, no caso de um valor numérico atribuído, tal como o peso ou as dimensões de um determinado objeto para que este seja comparável a outros, ou tratar-se de uma medida menos específica e mais genérica, como o modo de fazer algo, que aparece nas expressões latinas *modus facendi* ou *modus operandi*, ambas ainda eventualmente utilizadas (MALT, 2000, p. 93).

Semelhante variedade de acepções continua presente nos diversos contextos em que a palavra *modelo* é empregada, interessando aqui sobretudo a diferença de uso no contexto artístico e científico:

Por definição, a noção de modelo é ambígua, pois que ela remete ao mesmo tempo ao domínio artístico (o modelo do pintor ou do escultor) e ao domínio científico. Deste último ponto de vista, o modelo pode se definir como uma estrutura formalizada, utilizada para dar conta de um conjunto de fenômenos que possuem entre eles certas relações. É um modelo essencialmente de ordem descritiva, que reduz os componentes do objeto para melhor apreendê-lo. Os modelos científicos possuem uma tripla virtude – simplificadora, unificadora e preditiva – que permite apreender, de modo racional, a constituição e evolução dos fenômenos estudados. No domínio musical, a noção de modelo é compreendida em uma acepção bastante mais alargada. O modelo musical pode ser concebido tanto como a representação esquemática de um processo quanto a transcrição pura e simples de sonoridades naturais ou mesmo de uma obra pré-existente (LALLITE, 2002, p. 60-61).

Se as Ciências e as Artes atribuem sentidos distintos para a palavra *modelo*, faz-se aqui a proposição de transpô-los, respectivamente, para dois termos derivados utilizados nestes mesmos contextos: *modelização* e *modelagem*¹⁴. Por *modelização* entenderemos aqui a atividade de criação de um modelo, de finalidade didática, criativa ou analítica, sendo geralmente uma palavra mais empregada em relação ao contexto científico, especialmente quando há um modelo computacional envolvido. Nesse caso, almeja-se a *representação* de um fenômeno concreto ou abstrato de maneira a explicitar sinteticamente a lógica de

¹⁴ Vale confrontar esta discussão acerca de modelo, modelagem e modelização na composição musical com aquela mais ampla desenvolvida por Yuri Sizuo Kumizuka em tese de Doutorado recentemente defendida (KUMIZUKA, 2019).

concatenação funcional existente entre seus elementos constituintes, concentrando-se apenas nos atributos necessários para cumprir um determinado objetivo. Portanto, é deixado de fora qualquer elemento que não seja tomado como relevante, por mais que faça parte do contexto real em que aquilo que é modelizado se insere. Os modelos resultantes de um processo de modelização podem tanto ser formais (no sentido de quantificar precisamente os elementos envolvidos, estabelecendo relações matemáticas entre eles), quanto informais (criando esquemas que estabelecem entre seus elementos relações lógicas que não são necessariamente de natureza matemática, ou que ao menos não demandam uma quantificação precisa no contexto para o qual o modelo foi desenhado).

Por sua vez, com a palavra *modelagem* invocamos algo diverso: a noção de plasticidade, ligada à manipulação de materiais maleáveis de maneira a lhes conferir uma forma final específica, sendo esta empregada no contexto de atividades artesanais e artísticas, bem como de processos industriais. A *modelagem* associa-se de maneira mais pertinente à acepção de modelo como algo a ser imitado em seus atributos sensíveis, uso observado em especial nas artes visuais quando estas apresentam um caráter figurativo, ou seja, buscam reproduzir em suas formas e proporções elementos alheios à própria obra artística (desenho, pintura, escultura etc.). Em muitos casos, o emprego do termo *modelagem*¹⁵ pode reforçar em si uma ideia de mimese, de figuração imitativa de um objeto cuja existência pode ser exterior e anterior ao próprio gesto modelador. Ou seja, uma concepção bastante distinta de um processo de *modelização*, cujo modelo resultante não necessita ter qualquer compromisso com a imitação do fenômeno em sua aparência, apenas devendo representá-lo de maneira sintética, lógica e funcional.

Embora possa ser uma proposição algo arbitrária, propor tal diferenciação entre *modelização* e *modelagem* nos parece interessante de modo a estabelecer uma nuance entre duas possibilidades de aplicação de um modelo, sendo a primeira mais sugestiva em sua utilização como ferramenta de organização lógica e funcional e a segunda enfatizando a plasticidade do modelo no sentido de manipulá-lo de maneira a satisfazer uma possível intenção estética. Vale notar que optamos na maioria das vezes por utilizar a expressão *composição por modelo físico* no título deste trabalho, bem como *síntese por modelo físico*, nas inúmeras referências que faremos a essa abordagem de geração eletrônica de sons.

¹⁵ Nota-se que aqui se propõe uma diferenciação sutil entre os dois termos, que pode ser eventualmente considerada arbitrária, visto que há áreas das ciências exatas que fazem o uso corrente do termo *modelagem* (como na modelagem matemática).

Embora a variante “síntese por *modelagem* física” seja encontrada com bastante frequência na literatura específica, a expressão mais neutra *modelo físico* parece uma opção interessante, sempre que não for necessário estabelecer uma clivagem conceitual entre a nuance mais racional da modelização e o caráter mais plástico da modelagem, preservando assim essa bivalência a nosso favor.

Entretanto, não se pretende daqui em diante insistir demais na distinção entre os termos, propondo-a apenas para criar uma nuance possível de sentido, admitindo-se haver uma idiosincrasia deliberada em nossa proposição. Isto porque, na maioria dos textos consultados, ambos os termos parecem ser utilizados de maneira intercambiável, sendo a palavra *modelização* preferida por autores que utilizam referências bibliográficas publicadas no idioma francês, aproximando-se foneticamente do termo *modélisation*. Por sua vez, *modelagem* é mais utilizada por aqueles mais familiarizados com a bibliografia anglófona, na qual nos deparamos com os termos *modelling* ou *modeling* (sendo a segunda grafia preferida nos textos estadunidenses).

2.1.3 Físico

O termo *físico* que completa as palavras que compõem o título desta pesquisa refere-se obviamente à Física, ciência que estuda a natureza, buscando compreender as leis que governam o seu comportamento, na qual estão baseados os princípios da *Síntese por Modelo Físico*. Seria descabido discorrer de maneira alongada sobre esse campo do conhecimento em um trabalho como este. No entanto, parece-nos interessante não perder de vista que o adjetivo *físico* tem sua origem no vocábulo helênico φύσις (*fýsis*), que em sua acepção original apenas quer dizer “da natureza”, considerado um dos primeiros conceitos filosóficos a surgirem no pensamento grego. Para os filósofos pré-socráticos, no entanto, tal concepção de natureza não corresponde a acepções mais modernas, mas sim a uma ideia mais alargada, onde “natureza” corresponde à totalidade dos fenômenos.

2.2 SÍNTESE POR MODELO FÍSICO

2.2.1 O modelo físico e seu uso na síntese sonora

Sendo utilizados amplamente nos estudos de mecânica, os modelos físicos surgiram inicialmente como simulações realizadas através artefatos mecânicos, sendo posteriormente implementadas através de circuitos eletrônicos e programas de computador. Tais modelos não são exclusivos do domínio da síntese sonora, sendo de imenso interesse em distintos campos da atividade humana, abarcando desde finalidades mais técnicas e pragmáticas como a simulação do comportamento de estruturas em diversos setores da engenharia, até aplicações de interesse predominantemente estético, como em produções audiovisuais. Nestas, modelos físicos informam a modelagem de objetos, personagens e ambientes para que seus movimentos e comportamentos sejam verossímeis ao olhar de um espectador, seja este um filme projetado em uma tela bidimensional ou uma aplicação interativa em realidade virtual. Em todos esses casos, bem como em nosso campo específico da síntese de sons, o modelo físico busca reproduzir da maneira mais sintética e fidedigna possível complicados processos mecânicos observados no mundo real, buscando simular ou prever seus comportamentos por meio da descrição de seus aspectos fundamentais traduzindo-os nos termos da física newtoniana.

No contexto da síntese sonora, modelos físicos são utilizados para compreender os instrumentos musicais do ponto de vista de sua estrutura e de seus mecanismos de produção sonora, de maneira a simular computacionalmente seu funcionamento. A construção de tais modelos tem uma dupla finalidade: por um lado, o interesse científico de proporcionar uma melhor compreensão do funcionamento dos mecanismos de produção sonora de instrumentos existentes, construindo simulações o mais fidedignas e completas possíveis através de equações matemáticas e da lógica algorítmica; e por outro, o interesse artístico de construir instrumentos virtuais que sejam capazes de apresentar comportamentos sonoros plausíveis fisicamente, podendo se tratar tanto de modelos de instrumentos já conhecidos ou, partindo de instrumentos existentes, inventar instrumentos novos, mesmo que estes tenham características eventualmente impossíveis de serem obtidas no mundo físico.

Pode-se pensar, por exemplo, num instrumento que soa como se aumentasse ou diminuísse de tamanho à medida que é tocado, ou mesmo dê a impressão de ser capaz de modificar livremente seu formato ou material de que é feito, com a simples manipulação de alguns parâmetros. Além disso, um modelo que reproduz de forma apurada o funcionamento

físico de um instrumento introduz no timbre sintetizado ruídos, imperfeições e impurezas típicas da produção sonora dos instrumentos acústicos, que são parte integrante de performances realizadas por seres humanos, favorecendo a verossimilhança da simulação e mitigando o ascetismo anódino muitas vezes associado à síntese eletrônica de sons.

Essas duas perspectivas acabam por se retroalimentar: quanto mais eficiente e preciso for um modelo do ponto de vista científico, mais esteticamente satisfatórios serão os sons dele obtidos, do mesmo modo que os resultados sonoros percebidos ao se colocar um modelo à prova em um contexto musical possibilitam apontar caminhos para seu aperfeiçoamento científico.

2.2.2 Implementações do modelo físico

A modelagem física não pode ser considerada uma técnica única de síntese sonora, mas sim uma abordagem para a produção eletrônica de sons que pode ser realizada por meio de implementações distintas, como será visto logo a seguir. Independentemente da solução computacional utilizada, a síntese por modelagem física considera o instrumento musical como uma cadeia de transmissão energética complexa, composta por uma série de elementos fisicamente significativos para seu modo de produção sonora. Portanto, o primeiro passo para a construção de um modelo é identificar e caracterizar a forma de atuação de cada um destes elementos, subdividindo o instrumento em partes. Algumas delas são responsáveis por injetar energia no sistema, outras por dissipar, transmitir e irradiar esta energia. As primeiras correspondem àquilo que chamamos de *excitadores*, as demais, *ressonadores* cada uma delas exibindo comportamentos típicos.

Um princípio fundamental da síntese por modelagem física é a interação entre um *excitador* e um *ressonador*. Uma *excitação* é uma ação que causa vibração, como o golpe de um arco, o impacto de uma baqueta ou um sopro de ar. Uma ressonância é a resposta do corpo de um instrumento à vibração da excitação. De um ponto de vista do processamento de sinais, o corpo atua como um filtro tempo-variante aplicado ao sinal de excitação. Em geral, o excitador tem um comportamento *não-linear* e o ressonador tem um comportamento *linear*¹⁶ (ROADS, 1996, p. 268, tradução nossa).

¹⁶ “A fundamental principle of physical modeling synthesis is the interaction between an *exciter* and a *resonator*. An *excitation* is an action that causes vibration, such as the stroke of a bow, the hit of a stick, or a blow of air. A resonance is the response of the body of an instrument to the excitation vibration. From a signal-processing point of view, the body acts as a time-varying filter applied to the excitation signal. In general, the exciter has a *non-linear* behavior, and the resonator has a *linear* behavior.”

Um instrumento como o violoncelo pode ser pensado então como um *excitador* (o arco) ligado a uma cadeia de *ressonadores*. O arco realiza uma determinada ação sobre um corpo excitado (a corda), por sua vez ligado a um elemento de transmissão (o cavalete) que o conecta a um elemento irradiador (a caixa de ressonância)¹⁷. O modelo computacional busca então simular como a energia mecânica é transmitida e transformada em cada etapa deste encadeamento de estruturas, em um fluxo que em certos casos pode ser considerado unidirecional, mas em outros apresenta retroalimentações significativas. Nestes casos, é preciso levar em conta de que maneira as estruturas excitadoras sofrem interferência da vibração por elas introduzidas no ressonador, como se observa nos instrumentos de sopro dotados de palheta, por exemplo.

Certas implementações de modelos físicos são bastante específicas, sendo desenvolvidas a partir da análise laboratorial minuciosa das características físicas e do funcionamento mecânico de um determinado instrumento musical. Porém, há outras que abrem mão da especificidade, em prol de fornecer modelos mais gerais, multivalentes, eventualmente abertos e expansíveis, ampliando suas possibilidades de exploração criativa.

Tal é o caso de implementações modulares, que em vez de considerarem a cadeia de elementos do modelo físico como fixa, dão ao usuário a possibilidade de alterar as propriedades individuais de tais elementos, bem como as relações que estes estabelecem entre si, produzindo interações entre excitadores e ressonadores que não necessariamente correspondem à estrutura de instrumentos musicais existentes.

Um modelo físico será tipicamente conduzido pela energia injetada em um sistema – percutir um tambor, pinçar uma corda, soprar um apito. A anatomia do sistema (mecanismos de excitação e ressonadores) vai distinguir como essa energia é transformada em som. A energia pode corresponder de maneiras previsíveis ao som produzido, como quando, por exemplo, o gesto da arcada produz o som de um violino. Mas relações imprevisíveis entre a energia exercida e o som resultante podem também ocorrer (...) quando, por exemplo, a arcada produz o som de uma flauta¹⁸ (GELINECK; SERAFIN, 2010, p. 52).

Uma abordagem modular pode tanto construir o modelo físico a partir de subestruturas macroscópicas significativas, como “plectro”, “corda” e “palhetada” – que correspondem a um excitador, um ressonador e uma forma de interação –, quanto permitir o

¹⁷ Cf. Ferraz (2016).

¹⁸ “A physical model will typically be driven by energy injected into a system - striking a drum, plucking a string, blowing a whistle. The anatomy of the system (excitation and resonator mechanisms) will distinguish how that energy is transformed into sound. The energy can correspond in predictable ways to the sound produced, as for instance when the gesture of bowing produces the sound of a violin. But unpredictable relationships between the exerted energy and the resulting sound can also occur (see Monache et al. 2007 for an exploration of these relationships) when, for instance, bowing produces the sound of a flute” (Gelineck and Serafin).

acesso a elementos microscópicos que, concatenados, dão origem a diferentes tipos de excitadores e ressonadores.

2.2.3 Distinção em relação a outras abordagens

Tomar as causas físicas da produção sonora como ponto de partida é o que distingue a síntese por modelagem física de outras abordagens, que privilegiam a modelagem direta de características do sinal sonoro. Não sendo o intuito deste trabalho se debruçar pormenorizadamente sobre todas as técnicas de síntese existentes, buscaremos tecer uma comparação sucinta a partir de categorias mais gerais, assumindo aqui o agrupamento bastante compacto proposto por Smith (1991)¹⁹, que além da modelagem física identifica outras três abordagens principais: o processamento de amostras sonoras (no qual são englobados procedimentos herdados da música concreta, osciladores de *wavetable* como os presentes no MUSIC V e a síntese granular), os algoritmos abstratos (cuja lógica é herdada da concatenação de módulos eletrônicos elementares da síntese analógica, como é o caso a síntese por modulação de frequência clássica) e os modelos espectrais (que extraem modelos da análise de espectros sonoros, como é o caso da síntese aditiva em trabalhos como o de Risset).

Estas três abordagens se aproximam no sentido de enfatizarem a modelagem direta do sinal sonoro, apresentando maior ou menor acuidade na manipulação do espectro sonoro. Por isso, para Smith elas tendem a se fundirem em uma grande categoria de modelagem espectral, que se opõe à modelagem física. O espectro sonoro está diretamente ligado à maneira como nosso ouvido recebe estímulos auditivos, fornecendo um correlato de como as frequências contidas em um som são repartidas ao longo da membrana basilar. Por isso, é generalizável a qualquer som. Já a síntese a partir de modelos físicos não considera o modo como o som é percebido pelo ouvido, mas como ele é produzido por um objeto que vibra (SERAFIN, 2007)

Já a síntese por modelagem física necessita uma maior especialização em casos específicos, visto que desloca o centro do processo para o comportamento mecânico de um objeto exterior, a fonte sonora. Tal deslocamento favorece que certos aspectos sejam descritos no algoritmo de síntese de maneira compacta e direta, reproduzindo de maneira

¹⁹ Formas distintas de reunir as técnicas de síntese sonora em categorias podem ser encontradas em autores que seguem outros critérios de aproximação (cf. CADOZ, 2001; DODGE e JERSE, 1997; MIRANDA, 2002; ROADS, 1996).

mais satisfatória tudo aquilo ligado a traços instáveis do som instrumental, como ataques, articulações e não-linearidades.

Processed Recording	Spectral Model	Physical Model	Abstract Algorithm
----- Concrète Wavetable T Sampling Vector Granular Prin. Comp. T Wavelet T	----- Wavetable F Additive Phase Vocoder PARSHL Sines+Noise (Serra) Prin. Comp. F Chant VOSIM Risset FM Brass Chowning FM Voice Subtractive LPC Inverse FFT Xenakis Line Clusters	----- Ruiz Strings Karplus-Strong Ext. Waveguide Modal Cordis-Anima Mosaic	----- VCO,VCA,VCF Some Music V Original FM Feedback FM Waveshaping Phase Distortion Karplus-Strong

Figura 2. Taxonomia das técnicas de síntese digital (SMITH, 2005).

2.2.4 Um breve histórico da implementação de modelos físicos

As bases para a síntese por modelo físico podem ser identificadas no século XVII, com o surgimento da Física moderna, ciência cujo cerne é a busca por compreender as leis que governam fenômenos observados no mundo físico, chegando a descrições matemáticas deduzidas de observações empíricas. Para o desenvolvimento de tais descrições foi fundamental a invenção do cálculo, por Isaac Newton (1642-1727) e Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), com especial destaque para o desenvolvimento da teoria das equações diferenciais.

Tais equações são utilizadas para descrever uma série de fenômenos do mundo físico, dentre eles um problema oriundo do campo musical: o comportamento de cordas vibrantes. Deste problema se ocuparam diversos cientistas importantes Jean le Rond d'Alembert (1717-1783), Leonhard Euler (1701-1783), Daniel Bernoulli (1700-1782), e Joseph-Louis Lagrange (1736-1813).²⁰

²⁰Cf. Simões (2014).

É nesta tradição do estudo das cordas vibratórias que se baseia a abordagem mais tradicional da Síntese por Modelagem Física, construindo modelos físicos pela definição de equações diferenciais específicas, com constantes deduzidas de medições realizadas em laboratório, sendo tal abordagem aberta o suficiente para ser adaptada à criação de modelos de instrumentos bastante diversos.

Um sistema físico é uma coleção de objetos unidos por alguma forma de interação e interdependência. Um modelo matemático de um sistema físico é obtido a partir de regras (tipicamente equações diferenciais) relacionando quantidades mensuráveis que vêm em pares de *variáveis*, como força e velocidade no domínio mecânico, pressão e volume no domínio acústico ou voltagem e corrente no domínio elétrico (ERKUT et al. 2008, p. 306, tradução nossa).²¹

2.2.4.1. Kelly-Lochbaum: trato vocal como concatenação de tubos cilíndricos

A primeira implementação histórica de um modelo físico na síntese sonora digital tem origem no trabalho com a síntese da fala humana desenvolvido por John Kelly e Carol Lochbaum, normalmente referido na literatura específica como o *algoritmo Kelly-Lochbaum* (KELLY; LOCHBAUM, 1962). Em linhas gerais, tal algoritmo se caracteriza por representar o trato vocal de maneira simplificada, como uma sequência de tubos cilíndricos concatenados, cada um deles com comprimento e diâmetro individuais. A partir daí, é resolvida em cada uma das seções a equação diferencial obtida por D'Alembert para a corda vibrante, aplicando uma amostragem ao sinal para que este possa ser reproduzido digitalmente (SMITH, 2010).

Em 1961, Kelly e Lochbaum colaboraram com Max Mathews, aplicando o modelo desenvolvido na realização de uma versão da canção popular urbana *Daisy Bell (A Bicycle Built For Two)*, escrita pelo inglês Harry Dacre em 1892. Por se tratar de um dos primeiros experimentos de síntese digital realizado por um computador, tornou-se um exemplo sonoro amplamente reconhecido na área de computação musical²².

²¹ A physical system is a collection of objects united by some form of interaction and interdependence. A mathematical model of a physical system is obtained through rules (typically differential equations) relating measurable quantities that comes in pairs of *variables*, such as force and velocity in the mechanical domain, pressure and volume ~~velocity~~ in the acoustical domain, or voltage and current in the electrical domain. (Erkut; Välimäki; Karjalainen; Penttinen, 2008, p. 306)

²² Por sugestão de Arthur C. Clarke, o cineasta Stanley Kubrick incluiu uma citação desta canção em seu longa-metragem *2001: Uma Odisséia no Espaço*, de 1968.

Figura 3. Trato vocal como uma concatenação de tubos cilíndricos.

2.2.4.2 Sistemas massa-mola amortecidos: da simulação científica à exploração modular

Um modelo baseado em massas e molas captura duas propriedades fundamentais de toda estrutura vibratória: sua densidade (representada pelas massas) e sua elasticidade (simulada pelas molas). Em um modelo massa-mola elementar, representa-se uma massa pontual conectada por uma mola, à qual é aplicada uma força que a desloca de sua posição original. Devido à presença da mola, tal partícula tende a retornar à posição original, exercendo uma força de igual intensidade na direção contrária.

Modelos deste tipo são regidos pela lei de Hooke relacionada à elasticidade dos corpos, que descreve a força exercida pela mola como uma constante k multiplicada pelo deslocamento da massa em relação ao seu corpo de equilíbrio (em geral representado por um δ). Ao serem dispostas no tempo, a interação entre a força inicial e a força contrária exercida pela mola produz então um movimento oscilatório simples, de natureza senoidal.

Em um modelo ideal, tal oscilação tende a prolongar-se indefinidamente. Para que este modelo fique mais próximo da realidade, aplica-se um amortecedor ao sistema para simular a perda de energia para o meio por conta da presença de atrito. Tal amortecedor exerce uma força contrária à força da mola, em uma magnitude definida por um coeficiente de amortecimento, que é diretamente proporcional ao deslocamento da partícula em um dado instante. Isto faz com que a oscilação tenda a diminuir progressivamente até que a partícula retorne ao repouso, recuperando seu equilíbrio estático na posição inicial.

A partir deste modelo massa-mola amortecido simples, que simula o movimento oscilatório de uma única massa pontual (portanto de dimensão nula), é possível construir modelos compostos, dotados de uma, duas ou três dimensões. Estruturas como cordas e tubos podem ser representadas por uma série interconectada de massas, molas e amortecedores dispostos em um eixo único, portando unidimensionais. Não é necessário nesses casos levar em consideração mais do que uma dimensão, pois mesmo sendo cordas e tubos dotados de largura ou espessura, estes têm no comprimento a dimensão predominante. Objetos bidimensionais, como membranas e placas, podem ser modelados por uma rede de massas conectadas por molas em dois eixos. A mesma lógica pode ser estendida para objetos tridimensionais, sendo necessário apenas o acréscimo de um novo eixo ao modelo.

Figura 4. Representação gráfica de modelos massa-mola: pontual, 1D, 2D e 3D.

Independente de quantas dimensões contenha o modelo, o deslocamento de uma única massa acaba por gerar um deslocamento momentâneo nas partículas imediatamente a ela conectadas, que por sua vez produzem um deslocamento nas partículas mais distantes e assim por diante, propagando o movimento ondulatório de um único ponto para todo o corpo físico.

Um exemplo histórico importante desenvolvido a partir deste paradigma é o de Pierre Ruiz e Lejaren Hiller (RUIZ; HILLER, 1971), que consiste no primeiro modelo físico de cordas vibrantes implementado computacionalmente. Seu trabalho consistiu em definir as equações diferenciais capazes de descrever a vibração de objetos diretamente a partir de medições realizadas em laboratório. Resolvendo as equações diferenciais para cordas pinçadas e percutidas em diferentes pontos, tornou-se possível construir uma simulação das cordas vibrantes como uma série concatenada de sistemas massa-mola (KOJS; SERAFIN; CHAFE, 2007).

Pela cientificidade de sua abordagem, trata-se de uma metodologia que gera simulações precisas, podendo ser replicada para outras situações. Entretanto, exige um grau

elevado de conhecimento científico, sendo muito útil para os estudos dos instrumentos musicais no contexto da Física, mas menos diretamente aplicável em contextos musicais.

Outra possibilidade que pode ser implementada a partir de sistemas massa-mola é a criação de um sistema aberto, capaz de produzir uma quantidade ilimitada de modelos físicos, tal qual a proposta desenvolvida por Claude Cadoz (1979) e posteriormente implementada no software CORDIS-ANIMA (CADOZ et al. 1993), desenvolvido no instituto ACROE-ICA, em Grenoble – que constrói modelos a partir da interconexão de elementos chamados *massas pontuais*, *molas puras* e *microamortecedores*. O sistema CORDIS-ANIMA pode ser manipulado através da interface gráfica GENESIS, na qual pode-se criar modelos físicos animados em três dimensões.

Embora o uso de sistemas de massa-mola aproxime esta abordagem da proposição de Hiller e Ruiz, o CORDIS-ANIMA se distingue ao abrir mão da especificidade e da precisão científica, aproximando-se da exploração criativa pela abertura e modularidade do sistema. A criação do modelo físico pela interação entre módulos permite que o usuário estabeleça redes de massas e interações (lineares e não-lineares), possibilitando criar uma grande variedade de excitadores e ressonadores.

2.2.4.3 O algoritmo de Karplus-Strong e as guias de onda digitais

Bastante conhecido no campo da computação musical, o chamado *algoritmo de Karplus-Strong* teve grande importância para o surgimento de implementações de síntese por modelagem em tempo real. Embora sua elaboração não tenha origem propriamente de um modelo físico, a simplicidade de sua constituição oferecia uma alternativa eficiente à complexidade de cálculo exigida por outras implementações anteriores. Por isso, o chamado *algoritmo de Karplus-Strong* encontra-se na base de implementações mais sofisticadas de síntese por modelo físico.

Trata-se de um método de simulação do som de cordas e tambores, que consiste em três etapas: 1) uma tabela (*wavetable*) preenchida com valores aleatórios (gerando um impulso de ruído com um conteúdo espectral ligeiramente distinto a cada novo ataque); 2) o impulso de ruído resultante do primeiro passo é passado por um modificador (filtro do tipo passa-baixa); 3) após um brevíssimo tempo de atraso, definido por uma certa quantidade de amostras (*samples*), o processo é repetido com o impulso filtrado assumindo o lugar da tabela

inicial, sendo este passo reiterado em *loop* até a extinção do som resultante (devido à sucessiva filtragem dos impulsos).

Figura 5. Representação esquemática do algoritmo Karplus-Strong.

O som obtido se assemelha ao de uma corda pinçada, cuja a frequência fundamental é estabelecida pelo tempo de atraso e apresenta um decaimento verossímil de seus componentes espectrais.

Para produzir um som de corda realista, é desejável iniciar a corda com muitos harmônicos agudos. Para conseguir isso, a tabela de onda é preenchida com valores aleatórios no início de cada nota. Como as amostras da tabela de onda são repetidas, a aleatoriedade não produz chiado ou ruído. [...] O uso de um carregamento inicial aleatório também tem a vantagem de dar a cada repetição da mesma altura uma estrutura harmônica ligeiramente diferente. Essa variação é pequena o suficiente para que as notas soem como vindo do mesmo instrumento, mas grande o suficiente para que as notas não soem como repetição mecânica (KARPLUS; STRONG, 1983, p. 44).

A variação sugerida para a produção de sons percussivos inarmônicos, semelhantes a um tambor, tem como ponto de partida o mesmo impulso curto de ruído para a geração de som, apenas introduzindo uma variação probabilística no tempo do delay, o que faz com que este não produza um som de altura definida, mas sim um espectro ruidoso. Neste componente aleatório, há um fator de mistura (*blend factor*) que faz com que o resultado possa transitar de timbres ruidosos ao som de corda do algoritmo original, permitindo também obter graus intermediários de inarmonicidade.

As *guias de onda digital* (*digital waveguides*) consistem em um esquema introduzido por Julius Orion Smith III (SMITH, 1987, 1992), a partir de uma reinterpretação do algoritmo de Karplus-Strong, de maneira a generalizá-lo e aperfeiçoá-lo. Tal abordagem diferencia-se dos modelos baseados em sistemas massa-mola, que tomam como ponto de partida a vibração de uma única partícula e a partir daí derivam o comportamento de estruturas mais complexas. O modelo de síntese por guia de onda faz um caminho em certa medida inverso. A estrutura

mínima considerada é a corda, analisando-se, então, de que maneira uma força aplicada a um dado desta corda a coloca em vibração.

Ao se excitar por pinçamento uma corda fixa em suas duas extremidades, pode-se descrever seu comportamento por meio de duas ondas que se propagam em direções opostas a partir do ponto de contato, percorrendo todo o comprimento da corda e retornando na direção oposta com a fase invertida ao atingir as terminações da corda. Como a somatória das forças destas duas ondas é zero, tem-se como resultado uma onda estacionária que corresponde a todo o comprimento livre da corda.

Para simular tal comportamento, implementa-se uma linha dupla de delay para a propagação bidirecional das ondas sonoras ao longo da estrutura vibratória (como uma corda ou tubo), introduzindo pontos de perda e dispersão de energia. Sendo este modelo baseado na solução da equação de onda para cordas vibrantes proposta pelo enciclopedista D'Alembert (1747), pode-se considerar que este se aproxima, portanto, das equações diferenciais da física clássica. As *guias de onda* são utilizadas para simular diversos tipos de instrumentos, com estruturas uni e bidimensionais, tendo sido implementadas em sintetizadores e módulos de síntese comerciais a partir da década de 1990 (de fabricantes como Yamaha e Korg).

2.2.4.4 Síntese modal

Tendo sua origem na Análise Modal, que integra o estudo de estruturas ligados à Engenharia, a síntese modal encara um objeto que produz som como uma coleção de subestruturas (como as corda, a ponte e o corpo de um violino), sendo que cada uma delas é caracterizada por *modos de vibração* específicos. Tais modos respondem quando as subestruturas são excitadas por forças de interação ou fluxos de ar, sendo cada um deles caracterizado por uma amplitude, uma frequência de vibração e um coeficiente de amortecimento específico, bem como por um conjunto de coordenadas que determina o formato dos modos de vibração. A representação modal de uma estrutura visa simplificar configurações complexas como um conjunto de ressonadores paralelos independentes, que atuam cada um de maneira semelhante a um oscilador elementar. A somatória das respostas simples de cada um dos modos de vibração a uma força externa aplicada resulta, então, em um padrão vibracional complexo, que corresponde à vibração da estrutura em sua totalidade.

A implementação computacional da síntese modal pode ser considerada relativamente simples, consistindo em passar uma excitação de ruído por um banco de filtros ressonantes, ajustados de acordo com os dados modais obtidos de uma determinada estrutura. Tais dados podem ser obtidos por cálculos deduzidos diretamente das dimensões da estrutura, bem como a partir de uma análise espectral por FFT de amostras de áudio da estrutura em vibração.

Outras implementações de modelagem física, que descrevem estruturas através do modelo massa-mola não permitem vislumbrar de maneira mais direta as propriedades espectrais dos sons produzidos pelo modelo, o que é conveniente para uma série de aplicações musicais. Por isso, um dos grandes interesses da síntese modal é sua relativa proximidade com abordagens mais tradicionais de síntese por modelagem de sinal (em especial a síntese aditiva). Nesse sentido, pode-se considerar a *síntese modal* como um elo de integração possível entre a abordagem por modelagem física e outros tipos de síntese (ADRIEN, 1989). A Síntese Modal é a base para o tipo de síntese realizado pelo software MODALYS (inicialmente chamado MOSAÏC), desenvolvido no IRCAM.

2.2.4.5 Interação entre excitadores e ressonadores nos modelos físicos

Uma vez estabelecido um panorama mais geral da síntese baseada em modelos físicos, serão aqui discutidos seus dois principais elementos e a maneira pela qual estes atuam no sistema mecânico de produção de som de um instrumento musical. Em um primeiro momento, a discussão centra-se no excitador e seu papel na definição de características perceptivas do som, tais como o envelope dinâmico e transientes de ataque, aproximando-o também de certos aspectos importantes do solfejo do objeto sonoro proposto por Pierre Schaeffer, como a fatura grão e *allure*. A partir daí desenvolve-se uma breve tipologia dos excitadores, dividida em três grupos: modelos pontuais (impacto e pinçamento), modelos contínuos (sopro e fricção) e modelos iterativos (granulares e estocásticos). Em seguida, segue-se uma discussão sobre ressonadores. É apresentado o modelo elementar do sistema massa-mola amortecido, passando-se, a seguir, para uma sucinta tipologia dos ressonadores, na qual se distinguem dois tipos principais: ressonadores mecânicos (que consistem em estruturas postas diretamente em vibração) e ressonadores acústicos (que constituem caixas de ressonância, desenhadas para irradiar o som do instrumento, modelando suas reflexões de

modo a reforçar sua amplitude e conferir uma coloração específica). São identificados também os tipos mais comuns de ressonadores e suas especificidades.

2.3 SOBRE OS EXCITADORES

Em um modelo físico, dá-se o nome de *excitador* ao componente responsável pela injeção de energia, perturbando o equilíbrio estático de certas estruturas do instrumento (os *ressonadores*), colocando-as em vibração. Os excitadores carregam o traço da atividade humana na produção sonora, estando sempre acoplados de maneira direta ou indireta ao gesto realizado pelo instrumentista sobre o instrumento. Certos mecanismos de excitação engajam diretamente partes do corpo, como mãos e dedos que atuam diretamente sobre as cordas dedilhadas (no caso da harpa e do violão, por exemplo) e diversos instrumentos de percussão (congas, bongôs, atabaques, pandeiros, derbak/darabuka etc.). Instrumentos de sopro exigem também uma participação corporal ativa, envolvendo elementos como a respiração, a embocadura e o movimento dos lábios, que apresentam distintos modos de interagir nos mecanismos de produção sonora de cada instrumento da família dos metais e das madeiras (que ainda assim apresentam variações como palheta simples, dupla, embocadura livre e bisel).

A excitação de um instrumento também pode envolver a intermediação de alguma ferramenta auxiliar especialmente designada para este fim, em geral atuando como um prolongamento do corpo do instrumentista (como no caso de plectros, arcos e baquetas de diversos tipos) e favorecendo uma gama particular de qualidades gestuais. Há instrumentos em que excitadores são ativados de maneira indireta por meio de mecanismos complexos, criando uma relação ainda mais mediada entre o gesto corporal e a produção física do som. Tal é o caso dos diversos instrumentos que incorporam a interface de teclado e que demandam o emprego de habilidades técnicas em grande medida semelhantes, a despeito de suas notáveis diferenças, observadas tanto entre seus modos de excitação quanto na natureza de suas estruturas vibratórias. Isto pode ser constatado por uma análise comparativa dos mecanismos do piano, do cravo e do órgão, além de inúmeros instrumentos cujo funcionamento envolve meios eletromecânicos e eletrônicos de produção sonora, nos quais é também corriqueiro o uso de interfaces gestuais semelhantes.

2.3.1 O papel do excitador na constituição do envelope dinâmico de um som

Para a escuta, o *envelope dinâmico* é fundamental à caracterização de um timbre instrumental: como este se inicia; a evolução de sua amplitude ao longo de sua extensão temporal e a maneira como ele se extingue. Tal importância do contorno de amplitude (ou perfil de intensidade) na percepção de um som foi observada nos trabalhos pioneiros de Hermann Helmholtz – que já identificava as fases de ataque, regime estacionário e extinção (MENEZES, 2003, p. 30) –, e discutida por Pierre Schaeffer, que atribui particular importância ao ataque como “momento crucial do som” (CHION, 1983, p. 155).

Por isso, a utilização de envelopes tem grande importância na maioria das técnicas de síntese sonora, sendo comum se encontrar, tanto em *hardwares* quanto em *softwares*, um modelo genérico de envelope identificado pela sigla ADSR, em referência aos nomes em inglês de seus quatro estágios (ataque, decaimento, sustentação e repouso ou extinção). Esse tipo de envelope foi implementado pela primeira vez nos módulos de sintetizador controlados por voltagem, desenvolvidos pelo fabricante estadunidense Robert A. Moog (1934-2005), em 1965, por sugestão do compositor de origem russa Vladimir Ussachevsky (1911-1990) (PINCH; TROCCO, 2004, p. 59). A modulação do sinal sonoro por meio de tais envelopes permite obter contornos dinâmicos temporalmente mais precisos e controlados do que aqueles que antes eram somente possíveis de se obter pela manipulação em tempo real de potenciômetros ou por meio de cortes diagonais realizados diretamente sobre a fita magnética.

Desde então, praticamente todas as técnicas de síntese baseadas na modelagem do sinal aplicam envelopes, sejam estes derivados do modelo ADSR, ou mesmo com múltiplos pontos de quebra definidos pelo usuário (*breakpoint envelope*) para modular a amplitude aplicada à sinais contínuos, podendo afetar tanto o espectro sonoro como um todo, quanto agindo individualmente sobre cada um de seus parciais.

Entretanto, a síntese por modelagem física apresenta um caso diverso, pois abre mão da determinação direta do envelope dinâmico. Isso ocorre, pois o contorno de amplitude de um som produzido por um modelo físico é resultante de uma interação determinada entre excitadores e ressonadores com características específicas. Para além das definições de cada um dos elementos, a interação pode ser pontual, restringindo-se ao momento do ataque, ou pode ser prolongada durante o regime de sustentação do envelope, assumindo uma natureza

iterativa ou contínua. Portanto, nesse contexto não faz sentido considerar ataque, decaimento, sustentação e repouso de um som como parâmetros independentes de síntese.

2.3.2 O excitador e os transientes de ataque

Pierre Schaeffer atribui enorme importância ao ataque de um som para sua caracterização perceptiva como objeto sonoro, sendo o *cloche coupé* (sino cortado em sua porção inicial) considerado por ele uma das duas experiências fundamentais que dão origem à música concreta (ao lado do *sillon fermé*, o sulco fechado de um disco que permite a escuta repetida em *loop* de um único trecho gravado).

Posteriormente, no capítulo do *Solfejo do Objeto Sonoro* dedicado às anamorfozes temporais, Pierre Schaeffer propõe uma série de experiências de manipulação do ataque de determinados sons instrumentais fixados sobre fita magnética, com o intuito de investigar os efeitos perceptivos de tais intervenções. Ele verifica que, em certos casos, basta a remoção dos primeiros 50 milissegundos de um som gravado para que haja uma alteração bastante perceptível. Isto porque, mesmo em um intervalo de tempo tão breve, existem elementos importantes para a caracterização deste som que “provém do detalhe dos mecanismos instrumentais” (SCHAEFFER; REIBEL, 2007, p. 40). No caso da flauta, ele nota que “os primeiros 50 milissegundos fornecem uma espécie de ruído, um pequeno objecto preliminar, que não é senão o índice de causalidade, a irrupção do sopro no instrumento” (SCHAEFFER; REIBEL, 2007, p. 38).

A tais elementos breves, ruidosos e intimamente ligados à causa física da produção de um som instrumental damos o nome de *transientes* (ou *transitórios*) de ataque. Ou seja, não é apenas o contorno dinâmico do ataque que informa o ouvido humano sobre a maneira como um determinado som é produzido, mas também a presença de tais componentes frequenciais inarmônicos ou ruidosos. Sua duração é geralmente bastante breve, tendendo a desaparecer em questão de milissegundos, consistindo em uma fase transitória que antecede o regime estacionário de um som instrumental. Na duração infinitesimal dos primeiros instantes da interação do excitador com o corpo sonoro, identifica-se uma perturbação aperiódica no instante exato que a impedância acústica daquele corpo sonoro é vencida. A energia desta perturbação se dissipa então progressivamente, convertendo-se em oscilações periódicas à medida que alguns ciclos de onda se completam, definindo assim frequências minimamente estáveis que caracterizam a ressonância daquele corpo sonoro.

Dada a duração ínfima de muitas das frequências transientes presentes na fase de ataque da maioria dos sons acústicos, torna-se desafiador reproduzi-las através de métodos de síntese baseados na modelagem do sinal, exigindo uma precisão extrema no controle de tempo e amplitude destas frequências. Sob este aspecto, a síntese por modelos físicos apresenta uma grande vantagem. Por estar centrada na mecânica de vibração dos corpos sonoros envolvidos na produção de um som (e não em seu espectro frequencial), a síntese por modelo físico produz transientes naturalmente, como um efeito colateral do processo. Não há, portanto, a necessidade de se sintetizar necessariamente tais frequências, nem de definir controles precisos para suas durações e amplitudes.

Estar consciente da presença dos transientes de ataque no espectro sonoro esclarece por que os excitadores são modelados como impulsos essencialmente não-lineares na síntese por modelo físico, sendo sua aperiodicidade intrínseca convertida em oscilações periódicas devido à resposta linear do ressonador.

2.3.3 O modo de excitação como fatura do objeto sonoro

Ao propor sua tipologia e morfologia dos objetos sonoros no seu *Traité des Objets Musicaux*, Pierre Schaeffer estabelece como um dos seus critérios fundamentais a *fatura* (*facture*), por ele definida como “a forma que a energia se comunica e aparece na duração, intimamente ligada à sustentação” (SCHAEFFER, 2017 [1966], p. 342). A *fatura* está diretamente associada ao aspecto mecânico da produção sonora, destacando três maneiras de sustentação da vibração de um corpo sonoro: nula (percussão), contínua (sustentação ativa) e por percussão repetida (iteração).

Para o autor, a primazia das alturas na música tradicional leva a escrita musical a ser bastante precisa em relação ao momento em que o som se inicia e termina, mas tende a negligenciar uma especificação mais exata de como cada som deve ser sustentado. Ainda assim, mesmo partituras convencionais incorporam algumas indicações diretamente relacionadas à maneira de sustentação do som (como *tenuto*, *staccato*, *pizzicato*, *tremolo*), prescrevendo “um modo mais ou menos imperativo de fabricação dos sons” (SCHAEFFER, 2017, p. 353). Como causa física geradora do som, a *fatura* deixa sua assinatura sobre a

matéria do objeto sonoro, imprimindo suas características e acabando por dar origem a dois critérios de sustentação, propostos no Solfejo: o *grão* e o *allure*.²³

Na escuta do objeto sonoro, o *grão* pode ser considerado como um vestígio perceptível da mecânica envolvida na produção de um determinado som.

Um som homogêneo pode incluir uma micro-estrutura, geralmente devido à sustentação de um arco, uma palheta ou mesmo um rulo de tambor. Esta propriedade da *matéria sonora* nos lembra o *grão* de um tecido ou mineral (SCHAEFFER, 2017, 437).

Com o intuito de refinar este critério, o autor classifica os grãos em três tipos ligados, cada um deles, à *fatura* de sua sustentação: harmônico (sustentado por ressonância), compacto (por fricção) e descontínuo (por iteração). A partir dessa divisão inicial são definidos seis *gêneros* de grãos, sendo interessante o fato de estes serem sempre exemplificados por causalidades físicas: “uma fatura particular aplicada a um corpo sonoro particular” (SCHAEFFER, 2017, 438).

Por *allure*, Schaeffer se refere a micro-flutuações dinâmicas de um determinado som. Este não deve ser confundido com o perfil (ou envelope) dinâmico geral de um som, pois se deve a flutuações microscópicas típicas de tipos particulares de sustentação, tal como em um vibrato, em um violino ou em uma voz. Para Schaeffer, “o *allure* é constituído de muitos fatores (em proporções variáveis dependendo do tipo de sustentação), sendo as mais importantes associadas à dinâmica e à altura dos sons” (SCHAEFFER, 2017, p. 438). O autor sugere que o *allure* está ligado à qualidade de movimento daquilo que provoca um determinado som, o que nos permite associá-lo também ao excitador de um modelo físico:

A qualidade do grão ligada à matéria sonora sugeriu a superfície de um objeto material e o sentido do tato. De maneira similar, o critério de *allure*, ligado à forma, sugere o dinamismo do agente e o sentido cinético; ele nos permite apreciar a vivacidade e energia específica ao objeto (SCHAEFFER, 2017, p. 443).

Ainda segundo Schaeffer, o grau de ordem ou desordem apresentado pelo *allure* de um determinado som tem uma importância capital, visto que permite identificar a natureza de seu agente energético. Pode-se diferenciar tais agentes em três tipos: a *máquina*, a *natureza* e o *humano*. A *máquina* apresenta uma ordem extrema, levando a uma previsibilidade mecânica do comportamento do objeto sonoro. Já a *natureza* é caracterizada por sua extrema desordem, que tem por consequência a imprevisibilidade do acaso. O

²³ Embora ao longo do texto tenha sido feita a opção por manter o termo no original em francês, visto que aqui não cabe uma discussão alongada acerca da terminologia schaefferiana, vale notar que Flo Menezes propõe traduzi-lo em português como *flutuação* (MENEZES, 2003, p. 36).

humano, por sua vez, exibe a flutuação típica de um agente vivo, caracterizando-se como uma situação intermediária entre os dois casos extremos anteriores.

Concluimos agora esta breve incursão na tipologia e morfologia dos objetos sonoros, tal qual formulada por Schaeffer, com uma constatação interessante. A concepção schaefferiana do objeto implica na prática da *escuta reduzida*, que tem como princípio abolir a escuta das causas físicas do som em prol de suas propriedades fenomenológicas. No entanto, a importância ocupada pelo critério de *fatura* no solfejo, como uma assinatura perceptual do objeto sonoro determinada pela maneira como sua sonoridade é fisicamente produzida ou sustentada, revela que Schaeffer se depara com uma certa inescapabilidade da causa física na percepção humana. De tal maneira, o vocabulário ligado à fatura sonora permanece, mesmo quando o solfejo é aplicado a objetos sonoros que são obtidos pela manipulação de sons gravados, ou seja, que já não são mais registros diretos de eventos sonoros provenientes de uma causa física.

Em um primeiro momento, parece paradoxal uma aproximação entre a modelagem física (que tem nas causas mecânicas de produção sonora o cerne de sua formulação) e o solfejo do objeto sonoro (que visa abrir mão exatamente da escuta causal centrada na fonte sonora, típica de situações cotidianas, para instaurar a escuta reduzida, centrada nas propriedades perceptivas do som). Entretanto, pode-se identificar que o próprio vocabulário empregado no solfejo está impregnado de referências às causas físicas. Sendo assim, o próprio esforço em se afastar das causas físicas que deram origem a um som, acaba por involuntariamente atestar o papel determinante destas causas na caracterização de um objeto sonoro. Neste sentido, a atuação do excitador ocupa um papel fundamental por estar diretamente envolvido em componentes importantes do solfejo como a caracterização do ataque, bem como dos critérios de fatura, e seus desdobramentos em *grão* e *allure*.

2.3.4 Uma breve tipologia dos excitadores

Busca-se aqui estabelecer uma breve tipologia dos excitadores mais comumente encontrados em instrumentos musicais. Não existe aqui o interesse em fazê-lo de maneira exaustiva e enciclopédica, mas sim em delimitar categorias básicas que possam ser de utilidade para o desenvolvimento desta pesquisa, sendo estas eventualmente expandidas ou pormenorizadas no momento em que forem aplicadas na análise de casos específicos. Tomando por base os três tipos encontrados no critério de *fatura* do solfejo schaefferiano,

propõe-se aqui o agrupamento dos modos de excitação em três grandes categorias: *pontual*, *contínua* e *iterativa*.

Na categoria *pontual*, que corresponde à fatura nula no solfejo de Schaeffer, entende-se a maneira mais elementar de se excitar um corpo sonoro, que concentra a totalidade do aporte energético em um gesto realizado no início do som, sem que haja atualização desta energia. O prolongamento dessa excitação inicial se dá por um tempo máximo determinado pelas propriedades físicas do ressonador e, a depender do caso, poderá se estender por um tempo longo ou ser invariavelmente curto. Nesta primeira categoria, pode-se agrupar todas as excitações instrumentais por impacto ou pinçamento, que apesar de distintos, têm uma distribuição energética no tempo semelhante: chegam rapidamente a sua amplitude máxima e tendem a decair globalmente em uma curva exponencial (resultante da somatória do tempo de decaimento de cada um de seus componentes espectrais).

Já o modo de excitação *contínuo* é encontrado em sons cuja duração é prolongada pela insistência na atualização da excitação do corpo sonoro, em gestos que apresentam continuidade até final do som, injetando energia no sistema constantemente. Tal categoria agrupa sons obtidos por fricção ou turbulência, típicos respectivamente das cordas friccionadas e dos instrumentos de sopro.

Por sua vez, a categoria *iterativa* abarca casos em que se cria a ilusão de uma sustentação contínua pela repetição da excitação de sons pontuais com uma densidade temporal tal que não seja possível distinguir cada um destes ataques em sua individualidade, mas sim como um único som global mais complexo dotado de uma granularidade mais ou menos lisa ou rugosa. Certas faturas iterativas tendem a ser regulares e controladas, podendo ser modeladas como sequências rápidas de impulsos, outras tendem a um comportamento mais desordenado, podendo ser reproduzidas através de modelos estocásticos. Tal é o caso dos *tremolos* produzidos em um instrumento de corda dedilhada ou um rulo de caixa, bem como o modo de excitação observado em instrumentos como maracas e chocalhos, em que o instrumentista não tem acesso direto e individual aos grãos contidos no interior de uma cavidade oca, mas excita-os em conjunto por meio de gestos que movimentam o instrumento como um todo.

2.3.4.1 Modelos pontuais: Impacto e pinçamento

Os modelos pontuais de excitador, típicos de sons do tipo ataque-ressonância, podem ser subdivididos em dois tipos de modelos de *impacto* e *pinçamento*. Entre eles, pode-se identificar uma distinção fundamental: a posição inicial do ressonador.

Figura 6. À esquerda, impacto; à direita, pinçamento: deslocamento inicial do ressonador.

Um impacto por percussão encontra o ressonador (corda, corpo sólido ou membrana) em equilíbrio estático, colocando-o em movimento apenas a partir do instante em que é atingido pelo gesto do instrumentista. Produz-se então uma deformação no ponto que recebe o impacto, visto que este sai momentaneamente de sua posição original e esse deslocamento se irradia progressivamente pelos pontos adjacentes, causando o início da propagação de uma onda.

Já o pinçamento atua de maneira distinta, seja em um instrumento de corda ou em um laminofone (como a kalimba), este tipo de excitação é produzido por um deslocamento inicial do ressonador no instante imediatamente anterior ao momento do ataque. Há, portanto, uma deformação elástica momentânea que acumula uma certa quantidade de energia a ser liberada no instante seguinte ao pinçamento, fazendo com que aquele corpo sonoro atinja rapidamente sua amplitude máxima de vibração. Caso o processo de decaimento natural não seja interrompido por um novo ataque ou por algum tipo de abafamento, a energia inicial se dissipará totalmente em som até que esta estrutura retorne a seu estado de repouso inicial.

Em que pese tal diferença observada no processo mecânico de produção sonora, sons de impacto e pinçamento acabam por serem modelados digitalmente de maneira semelhante. Tal convergência pode ser constatada na própria constituição do algoritmo Karplus-Strong, base de diversos modelos físicos. Neste algoritmo, a simulação digital de corda pinçada converte-se em uma sonoridade de tambor com a simples introdução de uma recorrência probabilística, sem alteração do impulso de ruído inicial (*wavetable* contendo números aleatórios).

Embora a princípio bastante simples, o modelo de impacto pode ser incrementado, ao ser incorporado no modelo o rebote que pode ser obtido com uma baqueta em diversas situações, sendo este um elemento integrante da técnica de diversos instrumentos, como é o caso exemplar da caixa clara. Isto exige a incorporação de um segundo nível de *delay* com retroalimentação, reduzindo tanto a amplitude quanto o tempo de atraso a cada repetição, de modo a imitar a perda de energia por atrito a cada novo impacto da baqueta sobre a superfície, até o cessar do movimento.

2.3.4.2 Modelos contínuos: fricção e sopro

Fricção

A excitação por fricção é comum a um grande número de instrumentos musicais, sendo este o caso tanto dos instrumentos de cordas friccionadas por arco, quanto o caso de todos as inúmeras variações de instrumentos raspadores assemelhados ao reco-reco. Podemos considerar a fricção como uma força tangencial aplicada a duas superfícies em contato, podendo exibir comportamentos com alto grau de não-linearidade, portanto difíceis de serem simulados com precisão, havendo uma série de fatores a serem levados em consideração.

Para além das características físicas de cada uma destas superfícies postas em contato, há duas variáveis importantes que atuam em conjunto, interferindo uma na outra: a velocidade de deslocamento entre as duas superfícies e a pressão que uma exerce sobre a outra. Quanto maior for a velocidade de deslocamento, mais contínuo e liso o som produzido, quanto menor for, o som tende a uma maior rugosidade, eventualmente esgarçando a continuidade em uma sequência descontínua de impulsos.

O resultado obtido, porém, tem um grau de variação considerável a depender da pressão aplicada. Uma pressão mínima tende a produzir uma sonoridade frágil, que a partir de um certo ponto se estabiliza e vai aumentando sua amplitude à medida que a pressão aumenta. Entretanto, a curva entre pressão e amplitude não é linear, pois há também um aumento progressivo do coeficiente de atrito entre as superfícies. Quando nos aproximamos de um certo limiar, um incremento na pressão tende a desacelerar o movimento até interrompê-lo completamente. Tais efeitos não-lineares produzidos pelo incremento da

pressão do arco sobre a corda é bastante explorado no repertório contemporâneo para cordas, sendo o princípio por trás do efeito conhecido como *overpressure* ou *écrasé*.

É interessante notar que, embora o solfejo da sustentação de um som produzido por fricção nos leve em geral a identificá-lo com uma fatura do tipo contínuo, uma aproximação microscópica nos revela a presença de um caráter iterativo nesse tipo de excitação. Uma aproximação mais minuciosa revelar a fricção como uma sequência cerrada de minúsculos impactos ou pinçamentos. Os instrumentos da família do reco-reco facilitam uma aproximação com tal fenômeno.

Por mais variados que possam ser os materiais, dimensões e formatos dos raspadores, estes sempre se caracterizam por apresentar em seu corpo uma série de ranhuras dispostas paralelamente em sequência. Ao se raspar o instrumento tangencialmente com uma baqueta, esta atinge sequencialmente cada um dos altos-relevos das ranhuras, produzindo um certo número de pequenos impactos, que em conjunto produzem a sensação de um único som. Embora os instrumentos da família dos raspadores não favoreçam a entoação de relações intervalares exatas, variações de altura perceptíveis podem ser obtidas através de mudanças na velocidade com que a baqueta desliza por sobre a superfície dentada, que podem ser associadas a variações dinâmicas obtidas pelo aumento ou diminuição da pressão da baqueta sobre o corpo do instrumento.

Nas cordas friccionadas, embora tenhamos a sensação da produção de sons contínuos, observamos um comportamento semelhante, embora este ocorra a um nível mais microscópico. Pode-se pensar no arco de um violino ou outro instrumento da mesma família como um raspador, que em vez de ser tocado com uma baqueta, é posicionado sobre uma corda tensionada realizando uma sequência microscópica de pinçamentos na corda. O breu colocado sobre o arco proporciona uma característica de viscosidade à crina de modo que esta possa aderir à corda e nela produzir um deslocamento lateral (cuja velocidade coincide com a velocidade do arco). Isto acontece até o ponto em que a própria tensão gerada pela deformação da corda, combinada a um ligeiro aumento de temperatura no ponto de contato, vença a aderência do breu, fazendo a corda se desgrudar do arco e voltar quase instantaneamente para sua posição original, enquanto o arco continua se deslocando na mesma direção. No instante seguinte, o processo se reinicia: outro ponto do arco se adere à corda e esta sofre um novo deslocamento lateral, até se desgrudarem novamente. Tal processo acontece centenas de vezes por segundo, colaborando para que a corda estabeleça uma frequência constante de vibração.

Este é um tipo de comportamento que recebe o nome de *adere-desliza* (*stick-slip* na literatura anglófona), servindo em contextos-não musicais para entender o desgaste por atrito de estruturas que apresentam superfícies que deslizam uma sobre a outra (THORET et al, 2013). No caso das cordas friccionadas, ele está ligado ao regime de plena vibração da corda, sendo também chamado de *movimento de Helmholtz* (Helmholtz motion) no caso das cordas friccionadas, em homenagem ao físico alemão que foi um dos primeiros a observar tal fenômeno.

Figura 7. Comportamento adere-desliza no deslocamento relativo entre arco e corda.

A modelagem digital do comportamento *adere-desliza* se assemelha a uma geração de impulsos cerrada. A cada novo impulso, no entanto, a corda ainda está vibrando, não tendo tido tempo de retornar ao seu repouso inicial, portanto havendo aí um acoplamento entre arco e corda, uma retroalimentação. Após algumas vibrações iniciais irregulares, a alternância dos momentos de aderência e deslizamento do arco e os modos de vibração da corda tendem a se sincronizar este si, produzindo acoplamentos singulares. Trata-se de um comportamento complexo, com um grau elevado de não-linearidade, dificilmente modelado de maneira direta por modelos de *guia de ondas* (VÄLIMÄKI et al., 2005, p. 32).

Sopro

Os diferentes modos de excitação vistos até aqui envolvem a interação entre estruturas sólidas. O caso dos instrumentos de sopro se distingue, pois, seu mecanismo de excitação envolve diretamente a injeção de um fluxo de ar de alta pressão (ou seja, acima da pressão atmosférica circundante) na entrada de um tubo geralmente cilíndrico ou cônico, de modo colocar em vibração a coluna de ar contida no tubo. Para que um som seja sustentado sem alterar suas propriedades, é necessário que o instrumentista mantenha constante a pressão do ar interna ao tubo, soprando ininterruptamente por todo o tempo de sustentação

pretendido para aquela nota. Dentre os tipos de *fatura sonora* observados no regime de sustentação de instrumentos musicais, o sopro é o único que pode ser considerado verdadeiramente contínuo.

Nos instrumentos da família das madeiras, os mecanismos de excitação podem ser subdivididos em dois grandes grupos principais: 1) as flautas, que operam com impedância mínima, nos quais o som é produzido dirigindo-se um jato de ar através de um orifício, podendo estes instrumentos apresentar a embocadura livre (flauta transversal, shakuhachi, flautas de pão) ou havendo uma constrição da passagem de ar através de um bisel (flauta doce, ocarina), que produz um ponto de turbulência a ser amplificado pelo tubo do instrumento; 2) os instrumentos de palheta simples e dupla, que operam com impedância máxima, devendo a pressão do sopro ser capaz de colocar em vibração uma lâmina de um material, dureza e espessura específicos, que funciona como uma válvula que libera e obstrui alternadamente a passagem do fluxo de ar, produzindo um ponto de turbulência no vértice da boquilha. O comportamento das palhetas é complexo, pois além de possuírem características de não-linearidade, existe uma retroalimentação entre a vibração da palheta e a vibração da coluna de ar dentro do tubo do instrumento.

Os dois tipos de excitação são difíceis de modelar computacionalmente, visto que o mecanismo de excitação tem início na cavidade bucal do instrumentista, em uma interação complexa da boca do instrumentista (lábios, língua, dentes, movimentos de mandíbula) com estes excitadores na técnica de execução destes instrumentos, que acaba por produzir uma gama de variação sonora bastante ampla e perceptível.

Os instrumentos da família dos metais apresentam uma terceira forma de excitação, de certo modo semelhante à observada nos instrumentos de palheta. No entanto, a função de válvula que regula o fluxo intermitente do ar não é uma estrutura que possa ser observada no instrumento propriamente dito, mas sim nos lábios do músico que se convertem no corpo excitado pelo fluxo de ar. Ao posicionar os lábios sobre o bocal do instrumento, estes se conectam com o tubo do instrumento que amplifica sua vibração. A frequência desta vibração corresponde à fundamental da nota a ser produzida, sendo determinada pela pressão que os lábios exercem sobre o fluxo de ar. Um incremento na intensidade do sopro não faz variar esta frequência, mas força os lábios a se abrirem e fecharem de maneira mais abrupta. Isso introduz uma maior não-linearidade no som produzido, que confere uma maior energia a componentes mais agudos do espectro sonoro. É este fenômeno que garante aos instrumentos de metal sua característica variação no brilho espectral associada à variação de dinâmica, que imprime curvas de variação distintas a cada parcial.

Os vários tipos de órgãos de tubos, bem como os diversos instrumentos da família dos acordeões, são casos particulares de instrumentos de sopro. Nestes instrumentos, o ar utilizado na excitação dos ressonadores não é injetado diretamente pelo sistema respiratório do instrumentista, mas sim por artefatos mecânicos como foles e motores elétricos. Tal diferença faz com que estes instrumentos não apresentem a imensa variedade de nuances de entonação observada nos instrumentos que se beneficiam da maleabilidade dos lábios do instrumentista. No mais, são constituídos de maneiras bastante semelhantes às flautas, sendo observável em alguns tubos de órgão a eventual presença de linguetas metálicas que acabam por exercer uma função assemelhada à de uma palheta simples.

2.3.4.3 Modelo iterativo: excitações granulares e estocásticas

No mecanismo físico de produção de sons instrumentais o excitador está sempre ligado ao gesto do instrumentista. Porém, em certos instrumentos, o gesto determina com nitidez apenas o contorno global dos sons produzidos, devido a seu forte caráter granular. Neste caso, o gesto instrumental ativa um grande número de micro-excitações de comportamento estocástico, as quais não se pode controlar ou mesmo perceber de forma individualizada. Tais componentes granulares participam dos modos de excitação de certos instrumentos, tais como os grãos presentes no interior de diversos tipos de maracas, chocalhos e paus-de-chuva. As platinelas presentes em diversos tipos de pandeiros e a esfera rolante contida em certos tipos de apito podem também ser considerados elementos deste tipo.

Para modelar este tipo de excitação é preciso pensar em um modelo de partículas, que individualmente se comportam de maneira semelhante àquela já observada nos modos de excitação por impacto. No entanto, para construir uma excitação de tipo granular, cada impacto individual deve ser tratado como um dos grãos integrantes de um evento global modelado estocasticamente. Assim é determinada a quantidade de grãos, a maneira que estes se sobrepõem, se movimentam e interagem entre si, bem como com o espaço que os contém.

O pesquisador estadunidense Perry R. Cook propõe um modelo para implementar esse tipo de excitação granular, denominado *PhISEM* (acrônimo para *Physically Informed Stochastic Event Modeling*, ou Modelagem de Eventos Estocásticos Fisicamente Informados), através do qual é possível modificar o comportamento discreto ou estatístico de pequenos grãos sonoros de acordo com regras e parâmetros deduzidos de simulações físicas

e aproximações experimentais. Cada um dos grãos sonoros, por sua vez, é definido através de um modelo de partículas, caracterizado “por equações newtonianas básicas que regem o movimento e as colisões de massas pontuais, tal como podem ser encontradas em qualquer livro introdutório de Física”²⁴ (COOK, 1997, p. 230).

2.4 SOBRE OS RESSONADORES

Um ressonador é uma estrutura capaz de exibir um comportamento ressonante, ou seja, tende a vibrar com maior amplitude em determinadas frequências, chamadas frequências de ressonância. Mesmo diante de uma excitação ruidosa ou de larga banda espectral, o ressonador responde com maior ênfase às frequências próprias. Existem diversos tipos de ressonadores, que podem ser divididos, de acordo com o tipo de energia física com que trabalham, em: acústicos, mecânicos, hidromecânicos, elétricos e eletromagnéticos.

Em um instrumento musical acústico, as estruturas que atuam como ressonadores recebem a energia física da excitação, respondendo de uma maneira determinada pelo conjunto de suas características físicas, como forma, dimensões, material, tensão, entre outros. O ressonador atua como um filtro físico do sinal excitador, fornecendo uma resposta linear ao impulso energético não-linear injetado pelo excitador e produzindo padrões vibracionais que tendem à periodicidade (ROADS, 1996, p. 268). Assim, tem origem um espectro sonoro dotado de um conjunto dinâmico de frequências e amplitudes, podendo apresentar componentes harmônicos, inarmônicos e ruidosos. Acionados pelo mesmo mecanismo excitador, ressonadores diferentes produzirão resultados sonoramente distintos. Por exemplo, o mesmo arco que excita uma corda de contrabaixo pode ser utilizado para colocar um prato suspenso em vibração. Por sua vez, um mesmo ressonador excitado de maneiras distintas pode produzir espectros e morfologias sonoras absolutamente distintas.

²⁴“At the heart of the PhISEM algorithms are particle models, characterized by basic Newtonian equations governing the motion and collisions of point masses as can be found in any introductory physics textbook”.

2.4.1 Distinção entre ressonadores mecânicos e acústicos

Há que se ter um certo cuidado no estudo da literatura específica voltada para a utilização de modelos físicos na síntese sonora, visto que nela existe uma certa ambivalência no emprego do termo *ressonador*. Por exemplo, ao se modelar um instrumento de corda, certos autores chamam *ressonador* a própria corda, dando o nome de *caixa de ressonância* para o corpo de madeira do instrumento. Já outros autores assumem que a *corda* já é em si uma estrutura específica e utilizam *ressonador* para se referir à caixa de madeira. Alguns autores ainda evitam a generalidade do termo, optando pelos termos *estrutura vibratória* e *parte irradiadora* para diferenciar os dois tipos de ressonador (FLORENS e CADOZ, 1989, p. 240). Aqui opta-se por entender um instrumento como possível de conter ressonadores distintos, concatenados de maneira paralela ou serial (ou em uma combinação de ambas). Para compreender melhor este processo, se propõe aqui uma classificação dos ressonadores que se inicia pela distinção entre dois tipos principais: *ressonadores mecânicos* e *ressonadores acústicos*.

Os *ressonadores mecânicos* são compostos por estruturas sólidas colocadas em vibração, sendo a parte do corpo do instrumento que recebe diretamente a energia da excitação. Tal é o caso de cordas, barras, membranas e placas que fazem parte de inúmeros instrumentos musicais.

Já os *ressonadores acústicos* são caracterizados pela presença de uma cavidade interna preenchida por um certo volume de ar. Dentre os ressonadores acústicos, pode-se ainda identificar dois subgrupos: os de *alta pressão* e os de *baixa pressão*.

Por *ressonadores acústicos de alta pressão*, entende-se aqueles ressonadores cuja pressão interna é consideravelmente maior que a pressão atmosférica, devido à sua constrição em um tubo estreito. O diâmetro e o comprimento de tal tubo estão diretamente relacionados à frequência fundamental do som produzido, sendo esta sempre um dos parciais da série harmônica capaz de ser produzida pela porção daquele tubo preenchida com a coluna de ar de alta pressão.

Em conjunto com os de tipo mecânico, estes são normalmente os ressonadores principais de um instrumento, caracterizando de tal forma o som produzido, que se encontram na base das categorias principais do sistema de classificação dos instrumentos musicais de Hornbostel e Sachs (1914): cordofones, aerofones, membranofones, idiofones (nos quais o próprio corpo do instrumento é excitado) e eletrofones (que envolvem a eletricidade em seu meio de produção sonora).

Ressonadores unidimensionais como cordas, tubos e teclas de idiofones tendem a produzir sons de altura definida, bem como ressonadores bidimensionais (membranas, pratos, gongos, placas) tendem a produzir sons inarmônicos. Ressonadores com características semelhantes produzirão sons mais graves se forem maiores, mais agudos se forem menores. A construção da maioria dos instrumentos capazes de produzir diversas alturas, utilizam distintas estratégias para rapidamente encurtar ou prolongar os seus ressonadores. Instrumentos de corda em geral possuem um espelho sobre o qual suas cordas podem ser pressionadas, fazendo com que apenas a parte desejada de cada uma das cordas seja posta em vibração, gerando sons que partilham boa parte de suas características (afinal são produzidos por uma mesma corda, de mesma tensão, espessura e material) variando apenas o comprimento do ressonador. Para que a frequência fundamental do som seja alterada nos instrumentos de sopro, possibilita-se ao instrumentista variar o comprimento do tubo, seja por meio da abertura e fechamento de válvulas ou orifícios (diretamente com os dedos ou por meio de chaves), seja pela presença de um segmento de tubo deslizante (como é o caso do trombone de vara e do bocal para glissandos na flauta transversal desenvolvido por Robert Dick).

Restam os *ressonadores acústicos de baixa pressão*, consistindo em estruturas rígidas e tridimensionais que contêm em seu interior um volume de ar de pressão igual à do ar atmosférico circundante. Tal é o caso das caixas de ressonância acopladas à estrutura de diversos instrumentos, como os cordofones e os membranofones (sendo em geral feitas de madeira), bem como das campanas presentes no final do tubo de diversos instrumentos de sopro, nos quais a coluna de ar interna de alta pressão é dissipada de volta à atmosfera. Estas estruturas em geral não são passíveis de qualquer interferência do instrumentista durante a performance, permanecendo como características invariáveis do instrumento, independente do som que se esteja produzindo. Mesmo que o seu acoplamento interfira na afinação do instrumento, como é o caso das campanas de certos instrumentos de sopro devido ao ligeiro prolongamento do tubo que produzem, tal alteração permanece constante no decorrer de uma performance (a não ser que a campana seja deliberadamente removida de um instrumento que a permita desencaixar).

Nos instrumentos da família das madeiras, a porção do tubo que permanece com os orifícios abertos na emissão de uma determinada nota também pode ser considerada como um ressonador acústico de baixa pressão, visto que nesta parte do instrumento a coluna de ar já se encontra dissipada. Eventualmente, porém, certos dedilhados cruzados tocados sob condições específicas podem fazer com que a coluna de ar se divida de maneira a chegar até

a porção final do tubo com pressão alta o suficiente para convertê-la em um segundo ressonador, produzindo um multifônico, no qual mais de uma frequência fundamental soam simultaneamente (nem sempre claramente discerníveis).

Nessa categoria de ressonadores de baixa pressão, vale um breve comentário sobre os ressonadores desenvolvidos pelo cientista alemão Hermann Helmholtz para isolar determinadas frequências na escuta, com o intuito auxiliar na decomposição de sons complexos em componentes parciais mais simples. Os *ressonadores de Helmholtz* consistiam em esferas ou tubos ocos de vidro ou metal, dotados de duas aberturas, uma mais aberta e com bordas afiladas e outra em forma de funil. O orifício menor deveria ser posicionado no ouvido, permitindo filtrar o som ambiente e enfatizar a frequência privilegiada pelo tamanho e formato do ressonador (HELMHOLTZ, 1895[1862], p. 43). Embora estes guardem uma série de semelhanças com os ressonadores encontrados nos instrumentos musicais, tratam-se de dispositivos inventados para uma finalidade distinta.

Figura 8. Ilustrações de dois tipos de ressonadores desenvolvidos por Helmholtz.

Se tanto os *ressonadores de alta pressão* quanto os *ressonadores mecânicos* estão normalmente relacionados às frequências fundamentais das notas emitidas por um instrumento, as caixas de ressonância e campanas podem ser consideradas ressonadores secundários, que atuam de maneira indireta na produção sonora, irradiando as vibrações oriundas dos ressonadores principais na atmosfera circundante. Entre reflexões e absorções definidas pela forma, dimensões e material destas estruturas, certas frequências no espectro sonoro são privilegiadas e enfatizadas, independente da variação dos sons fundamentais produzida. A tais frequências energeticamente proeminentes no espectro dá-se o nome de formantes e constituem características invariáveis da sonoridade de um instrumento, visto estarem atreladas à solidez de sua construção. Portanto, os formantes podem ser considerados como índices da estrutura física impressos no conteúdo espectral de um som instrumental.

Uma vez estabelecida esta discussão acerca da síntese por modelo físico, este trabalho prossegue com a análise de alguns exemplos musicais selecionados. Deste ponto em diante, os elementos discutidos acerca da síntese por modelagem física são apropriados, menos por suas implementações tecnológicas do que por sua utilidade como ferramentas conceituais para se repensar a composição para instrumentos acústicos (eventualmente expandidos por recursos eletroacústicos, mas sem que isto seja uma condição necessária).

PARTE 3

NÃO SE IR, MAS DEIXAR-SE CHEGAR: DISCUSSÃO ACERCA DO INSTRUMENTO

3.1 O INSTRUMENTO-COMPOSIÇÃO, A COMPOSIÇÃO-INSTRUMENTO

Ao pensar o ato de compor por meio da metáfora da construção de um instrumento, Lachenmann toma a composição não somente como uma ordenação temporal de sons, mas também como algo que ele chama de uma “experiência de estrutura”. Ou seja, a atividade composicional como a descoberta progressiva de instrumento musical imaginário, único e desconhecido, dotado de uma estrutura particular que determina suas possibilidades e seu modo de funcionamento. A experiência do ouvinte partilha do mesmo caráter exploratório, pois este não tem um acesso nem *a priori*, nem imediato a tal estrutura imaginária, sendo esta revelada progressivamente no tempo, à medida que o instrumento imaginário é colocado em funcionamento. Na terminologia do compositor, isto equivale a dizer: à medida que o instrumento é *dedilhado*.

Para enfatizar este caráter exploratório e progressivo de revelação da composição-instrumento, o compositor propõe em seu texto duas imagens auxiliares: o *quarto escuro* e o *arpejo*. Na primeira, toma-se som e forma como análogos a um quarto mobiliado de uma maneira específica, sendo “mais lógico e interessante que seja um quarto escuro, que exija de nós a sensibilidade dos cegos e sua capacidade intuitiva de memorizar e reconstituir a hierarquia específica dos estímulos percebidos em relação à estrutura global deste espaço” (LACHENMANN, 1996 [1986], p. 74, tradução nossa). Portanto, é como se houvesse uma disposição espacial imaginária de elementos somente revelada à percepção à medida que o se percorre o espaço (no caso de quem compõe) ou se é conduzido através dele (no caso de quem escuta), experimentando-se um percurso temporal que delineia as características daquele instrumento-obra.

O *arpejo*, mais diretamente relacionado a uma ação musical é a segunda imagem auxiliar proposta por Lachenmann, permitindo descrever uma obra:

como um objeto dedilhado [*Abtastobjekt*] característico, projetado no tempo, direcionado em distintas direções, de maneira “aberta” e variável como são as possibilidades de se dedilhar uma harpa, que de uma maneira ou outra soa sempre como harpa, sobre a qual se toca – e de maneira “fechada” no percurso de uma forma estabelecida, que é talvez comparável a uma caixinha de música, cujas lâminas o fabricante forjou, afinou e ordenou sobre o rolo, em uma sequência

temporal fechada, de acordo com a caixinha de música [*Spielwerk*] que se pretendia construir. (LACHENMANN, 1996, p. 78, tradução nossa.)

Em ambos os casos, reforça-se o caráter processual da construção do instrumento-obra. Outra imagem à qual o compositor recorre é a da composição como um órgão, cujos *manuals* (teclados) devem ser imaginados. Tal ideia remete necessariamente à imaginação de escalas, estabelecendo assim *parâmetros* que sejam pertinentes (mas que não se restringem aos quatro parâmetros musicais clássicos de altura, duração, intensidade e timbre).

Para além de uma *estruturação*, a composição-instrumento implica também *ação*: ao afirmar que compor quer dizer construir um instrumento, mas também tocá-lo, Lachenmann ressalta a inter-relação entre a articulação interna de cada um dos sons possíveis de serem produzidos e a sua articulação do tempo. Para exemplificar o processo, Lachenmann propõe uma combinação de sons (um som de piano em *staccato*, seguido de um ataque abafado em um prato) como “constelação inicial”, dando origem à primeira *tecla*, a partir da qual são experimentadas, deduzidas e descobertas as demais teclas que formarão o *manual* imaginário do instrumento-obra em construção.

Através da primeira constelação, escolhida de forma totalmente lúdica, para a qual eu – mais uma vez totalmente subjetivo e lúdico – dei um exemplo, já me comprometi com leis, que se evidenciam a partir da natureza imediata do material, conexões/contextos [*Zusammenhänge*] conhecidos ou iluminados especulativamente no sentido que emerge de minhas primeiras observações, mas também das que vêm de mim e de atitudes abertas ou fechadas a este instrumento imaginário, do qual a primeira figura era apenas uma partícula: um meteoro de um planeta ainda desconhecido. Acessar [*erschließen*] este instrumento imaginário também quer dizer: de maneira consciente tocá-lo às cegas, na escuridão, descobrir outras teclas, inventar, descobrir outras variações [*Verwirklichungen*] das leis desconhecidas que entre mim e ele atuam e no dedilhar [*Ertasten*] deste instrumento imaginário colocá-lo de fato em funcionamento (LACHENMANN, 1996a, p. 80, tradução nossa).

Eventualmente, neste processo exploratório de tatear e dedilhar o instrumento imaginário, a constelação inicial pode ser enriquecida, modificada ou mesmo abandonada, uma vez que já tenha cumprido o seu papel de abrir as portas para o universo sonoro daquela composição.

Uma vez exposto de maneira sucinta aquilo que propõe Lachenmann com a observação de que *compor quer dizer: construir um instrumento*, propõe-se aqui uma derivação em seu entendimento. A intenção é conferir uma maior concretude e objetividade à proposição metafórica do instrumento-composição ou da composição-instrumento no contexto desta pesquisa, mesmo sob o risco de eventualmente mitigar a potência sugestiva da formulação original.

3.2 INTERPRETANDO A CONSTRUÇÃO DO INSTRUMENTO

Um instrumento pode ser entendido como uma sedimentação, uma amálgama material de uma certa tradição musical (milénar ou recém-inventada), que traz em seu bojo um arcabouço complexo de acepções e pressupostos acerca de quais sons devem ser produzidos e como isto deve ser feito. Sua construção materializa determinadas possibilidades de articulação e entoação, que atendem a certas expectativas em relação aos graus desejáveis de variação ou necessidades de permanência que satisfazem aos critérios daquela tradição. Desta maneira, a construção do instrumento tende a proporcionar maiores ou menores graus de controle a certos parâmetros sonoros compatíveis com a posição hierárquica que tais parâmetros ocupam nas práticas sonoras em que são empregados. Plasmado em sua estrutura física, portanto, o instrumento traz um acúmulo de escolhas e decisões, que atendem a expectativas tanto individuais quanto coletivas.

Quando Cage afirma que não se pode diminuir a importância do construtor de pianos em uma composição para este instrumento, ele traz para primeiro plano o fato, quase sempre ignorado, de que o processo de construção de um piano envolve a tomada de uma série de decisões que determinam as possibilidades de articulação acústica do instrumento, colocadas à disposição do compositor. A notável clareza cageana traz nas entrelinhas a formulação diversas vezes repetida de que para uma nova música é preciso criar novos instrumentos. Uma ideia que aparece como desejo manifesto, em textos como os de Edgard Varèse (1883-1965) (VARÈSE, 2009[1936]), e converte-se em determinação prática em produções de compositores-luthiers como Harry Partch (1901-1974) e Walter Smetak (1913-1984), nos quais a construção dos instrumentos é parte integrante da criação.

Construir um instrumento, quer dizer: delimitar um campo de possibilidades. Tal delimitação, no entanto, não torna o campo finito. Basta uma mirada ao repertório desenvolvido para piano nos últimos séculos desde sua criação para atestar uma enorme variedade de concepções sonoras dele extraídas. Nas primeiras décadas de sua produção, a evolução tecnológica do instrumento é observada de maneira mais sensível, mas o tempo faz tais inovações tenderem a uma certa estabilidade, tornando-as cada vez mais lentas. No entanto, tal aplainamento construtivo não é acompanhado pelo repertório, no qual discursos e dicções sonoras se multiplicam, não só dizendo respeito a aspectos mais abstratos da linguagem musical, tais como relações de duração, altura e dinâmica, mas também ao aspecto mais sensível da sonoridade mesma do instrumento. Ou seja, mesmo a partir de um

instrumento progressivamente mais padronizado por um tipo de produção industrial, inúmeras mentes criativas foram capazes de *compor um instrumento*, na medida em que cada nova composição cria a oportunidade de articular certa quantidade e qualidade de materiais, extraídas de uma totalidade virtual de possibilidades, que em vez de esgotar as capacidades do instrumento, acabam por expandi-la.

Pensando no piano como um instrumento dotado de um hipotético conjunto *Z* de possibilidades totais (que conteria todas as possibilidades tanto conhecidas quanto por conhecer), uma composição atua necessariamente como um filtro ressonante deste conjunto, extraíndo da totalidade características tais que fazem emergir um piano específico, característico, idiossincrático, definindo um dado período, um dado estilo, um dado compositor, ou mesmo uma única obra. O piano de Mozart não é o mesmo piano de Beethoven. Independente de mudanças implementadas historicamente no instrumento, modifica-se também a maneira de se apropriar e explorar a sonoridade do instrumento, como se pode constatar quando obras de ambos os compositores são tocadas no mesmo piano. Pensando desta maneira, de que cada composição constrói um novo instrumento a partir do instrumento, todo piano contém potencialmente muitos pianos, como um piano-Mozart, um piano-Beethoven, além do piano-Brahms, piano-Schumann, piano-Chopin, piano-Liszt, piano-Debussy, piano-Cowell, piano-Webern, piano-Messiaen, piano-Cage, piano-Boulez, piano-Stockhausen, piano-Berio, piano-Ligeti, piano-Lachenmann etc.²⁵ Uma aproximação mais cuidadosa pode revelar uma diversidade de pianos distintos na obra de um mesmo compositor. Mesmo que possamos identificar um piano-Beethoven, o piano da *Sonata n.º 1 em Fá Menor, Op. 2* não é o mesmo instrumento da *Appassionata*²⁶, que por sua vez não é o mesmo da *Hammerklavier*²⁷. Portanto, é possível observar um movimento em espelho, de interdeterminação entre composição e instrumento, no qual cada composição-instrumento construído também inventa um instrumento-composição.

Voltando à obra para piano de Lachenmann, tem-se a sensação de que *Guero*, de 1969, estabelece o paradigma do piano-Lachenmann, visto que reinventa radicalmente a sonoridade do piano, propondo um mundo sonoro construído a partir de uma recusa tácita (e tática) do modo tradicional de execução do instrumento. Com esta atitude, em vez da

²⁵ A discussão aqui apresentada desenvolve uma ideia proposta pelos compositores Sérgio Kafejian e Silvio Ferraz: “Para o compositor alemão, um violino – enquanto ferramenta de expressão artística – não é apenas um violino, mas é o instrumento que carrega consigo um “nome próprio”: o violino-Paganinni, o violino-Bach, o violino-Xenakis e por fim o violino-Lachenmann. (KAFEJIAN e FERRAZ, 2017, p. 202).

²⁶ Sonata para piano, No. 23 em fá menor, Op. 57.

²⁷ Sonata para piano, No. 29 em Si b Maior, Op. 106.

sonoridade reconhecível e saturada de tradição do piano, emerge um outro instrumento, um *piano-Guero*, de características sonoras completamente estranhas à boa parte do repertório pianístico. É sintomático aqui, que o próprio título da composição seja exatamente o nome de outro instrumento, associado a uma tradição musical distinta da centro-europeia – *guero*, variante francesa de *güiro*, instrumento raspador da família dos reco-recos oriundo na América Central (FRUNGILLO, 2003, p. 146) – sugerindo um afastamento imediato desta composição em relação tanto a um universo sonoro quanto a um contexto cultural aos quais o piano possa se encontrar associado.

Mesmo assim, é apressado dizer que *Guero* represente o piano-Lachenmann em sua integridade, sem que se leve em consideração outras peças do compositor, tanto anteriores como *Echo Andante* (1962) e *Wiegenlied* (1963), quanto posteriores como a série de pequenas peças *Ein Kinderspiel* (1980), o concerto para piano *Ausklang* (1984) e *Serynade* (1997-1998), para a qual é solicitada uma amplificação específica das ressonâncias por meio de um microfone de superfície (PZM), um compressor valvulado e um alto-falante apontando para cima, posicionado sob o piano. Cada uma destas composições-instrumento trabalha proposições poéticas específicas (mesmo sendo possível encontrar conexões entre elas) para construir seu próprio instrumento-composição a partir das possibilidades globais (antevistas ou não) do piano, que tal qual a imagem proposta pelo compositor, comporta-se como uma caixinha de música colocada em movimento pelo instrumentista. Porém, nenhuma delas é capaz de traçar sozinha a fisionomia completa do piano-Lachenmann, pois esta só pode se desenhar à maneira de uma constelação, aos serem todos estes instrumentos-composição contemplados em relação e em conjunto.

Pensando na maneira como cada nova elaboração de um instrumento-composição também repercute na elaboração de um instrumento-obra mais amplo dentro da produção musical de um compositor, há uma observação específica a ser feita sobre a obra do compositor Helmut Lachenmann e à uma leitura mais corriqueira que dela se faz. Na grande maioria das vezes, leva-se em consideração exclusivamente a fase mais radical da *música concreta instrumental*, que marca a fisionomia de sua obra sobretudo nas décadas de 1960 e 1970, sendo extensamente comentada e muitas vezes imitada por compositores mais jovens. No entanto, é preciso colocar em uma perspectiva dialética esta produção, visto que desde a década de 1980, suas obras vêm, de distintas maneiras, reelaborando materiais intervalares e harmônicos anteriormente refutados, fazendo referência até mesmo à tonalidade clássica. Dois exemplos bastante recentes são *My melodies* (2016-2018) para oito trompas e orquestra e *Marche Fatale* (2017), com versões para piano e para orquestra.

3.3 INTERFERÊNCIAS SOBRE O EXCITADOR

3.3.1. Henry Cowell: invenção do *cluster* e do *string piano*

As composições do estadunidense Henry Cowell (1897-1965) estão entre as primeiras a propor uma abordagem da escrita para piano que recusa os modos de excitação tradicionais do piano, propondo não somente a produção de sonoridades distintas, como instaurando atitudes corporais dos intérpretes distintas daquelas geralmente pressupostas em todas as obras escritas até então. Duas de suas principais inovações são o uso de aglomerados (*clusters*) e a execução de sons diretamente realizados sobre as cordas do piano (criando o que o compositor chamou de *string piano*, ou piano de cordas).

Uma das primeiras aparições do *cluster* se dá em *The Tides of Manaunaun*²⁸, uma peça de apenas 36 compassos, mas que acaba por instaurar um verdadeiro arquétipo pianístico do século XX, incorporado em inúmeras composições como parte de seu vocabulário sonoro. Nesta peça tais aglomerados, tocados sempre no registro grave e com o pedal pressionado do início ao fim da peça, assumem uma função programática de sugerir a sonoridade de ondas do mar, ideia presente tanto nas marés (*tides*) do título quanto na pequena história do folclore irlandês (sendo referências à mitologia celta recorrentes em diversas obras do compositor), transmitida ao compositor por seu professor John Varian, e que aparece impressa logo acima da primeira pauta da partitura da obra:

Manaunaun era o deus do movimento e muito antes da criação, ele enviou tremendas marés, que varreram de um lado a outro o universo e movimentaram rítmicamente as partículas e materiais dos quais os deuses depois fariam os sóis e os mundos.²⁹ (COWELL, 1960, p. 2, tradução nossa)

Não há nenhuma indicação expressa de que o texto mencionado deva de alguma maneira fazer parte da performance da obra, como um texto a ser lido para o público antes de sua apresentação ou eventualmente impresso em uma nota de programa. Aparentemente, seu intuito é fornecer ao músico um subsídio programático para sua interpretação.

²⁸ Embora esta peça seja muitas vezes considerada como a primeira a utilizar *clusters*, existe há um manuscrito de outra peça de Cowell intitulada *Adventures in Harmony*, datando de 1913. Esta peça deve ser considerada anterior, pois não existe nenhum documento ou manuscrito de *Tides the Manaunaun* anterior a 1914, ano em que provavelmente foi escrita, embora tenha sido publicada com a data de 1912 (HICKS, 1993, p. 433).

²⁹ “Manaunaun was the god of motion, and long before the creation he sent forth tremendous tides, which swept to and fro through the universe, and rhythmically moved the particles and materials of which the gods were later to make the suns and the worlds.”

Nas peças de Cowell, os aglomerados são notados de maneira a especificar apenas sua nota mais grave e sua nota mais aguda, devendo ser tocadas todas as notas existentes entre suas extremidades. Para além de sua variação de âmbito e tessitura, três tipos de clusters são utilizados pelo compositor: um que utiliza todas as notas do total cromático situadas entre as notas extremas, outro que emprega apenas as teclas brancas (diatônico) e um terceiro que aciona somente as pretas (pentatônico). Desta maneira, é possível estabelecer uma variação na densidade harmônica em três graus distintos: 12, 7 e 5 notas por oitava.

Figura 9. Os três tipos de *cluster* utilizados nas partituras de Cowell: cromático, pentatônico (teclas pretas) e diatônico (teclas brancas).

Em *Tides of Manaunaun* os três tipos de aglomerados são utilizados. Em 34 compassos da peça são utilizados clusters cromáticos na mão esquerda, enquanto o material harmônico-melódico da mão direita se mantém rigorosamente diatônico do começo ao fim, com uma forte sugestão modal de si eólio, sendo observados acidentes ocorrentes em apenas duas notas, nos compassos 5 e 6. Nos compassos 22 e 23, observa-se uma aceleração no movimento na mão esquerda, que passa a alternar entre clusters de teclas brancas e pretas em um movimento marcado pela presença de tercinas de semínima (em oposição ao fluxo de mínimas em todo o restante da peça). Mesmo neste momento, não se observa nenhuma alteração na qualidade das relações intervalares observadas na mão direita, o que reforça a ideia de que nesta peça os clusters criam uma camada apartada, possivelmente com uma carga programática, extra-musical.

Em *Exultation* (1919), Cowell retoma o uso dos clusters de maneira um pouco mais livre do ponto de vista do registro, fazendo-os soar ora em direção ao registro grave, na mão esquerda, ora ocupando o registro agudo, na mão direita. No entanto, quanto à qualidade

harmônica dos clusters, o compositor opta por utilizar apenas os de teclas pretas, que faz reduzir a tensão harmônica entre os elementos melódico-harmônicos e os aglomerados da mão oposta, pois estes acabam por entoar apenas classes de altura correspondentes aos cinco sustenidos presentes na armadura de clave utilizada.

Os *clusters* de Cowell muitas vezes são entendidos como uma inovação no aspecto harmônico da composição, introduzindo um elemento radicalmente distinto do material harmônico tonal, que se aparta não somente da tonalidade clássica quanto de um sentido mais amplo de uma lógica harmônica baseada no encadeamento de combinações intervalares, instaurando uma escuta estatística de massas de densidade variável.

Embora possam ter sido uma novidade radical na época de Cowell, com o passar dos anos a inovação harmônica potencialmente contida nos *clusters* desgastou-se consideravelmente, atraindo críticas desconfiadas quando recuperados em outros contextos. Isso fica evidente, por exemplo, na análise do compositor Jonathan Harvey sobre a *Klavierstück X*, concluída por Karlheinz Stockhausen em 1961:

Clusters não são fenômenos complexos; eles arrasam completamente todas as relações musicais e têm muitos graus a menos de significância do que uma simples tríade. Como Boulez escreveu sobre os clusters: “Este material rapidamente ‘empacotado’ não é garantia de grande agudeza de concepção; ele sugere, ao contrário, uma estranha fraqueza de estar satisfeito com organizamos acústicos indiferenciados”. (HARVEY, 1975, p. 46-47, tradução nossa)

No âmbito desta pesquisa, porém, o aspecto que mais se ressalta com a introdução destes agregados na escrita do piano é outro: a mudança na atitude corporal do pianista em relação à maneira de se produzir sonoridades por meio de seu instrumento (que vai além do fato de este inclinar o corpo sobre o teclado para a execução dos *clusters* de antebraço). Por mais que o mecanismo excitador do martelo que percute as cordas permaneça funcionando da mesma maneira que nos dois séculos anteriores, produz-se uma mudança paradigmática na relação com a interface do teclado no momento em que o instrumentista é explicitamente solicitado a acionar as teclas por meio do antebraço, palma da mão e punho.

O câmbio conceitual aos olhos de hoje pode parecer trivial, mas contém uma ruptura drástica: pela primeira vez desde a invenção do teclado (muito anterior ao surgimento do próprio piano) realiza-se a descoberta de que as teclas podem ser acionadas por outras partes do corpo do instrumentista, desfazendo uma relação antiga de mapeamento gestual um-para-um entre dedo e tecla. Punho, palma da mão e antebraço produzem pela primeira vez uma relação de um-para-muitos (mapeamento divergente), na qual um único gesto coloca em ação

um grupo de sons, uma relação relativamente comum em instrumentos digitais, mas bastante rara em instrumentos acústicos.

Uma segunda invenção de Cowell que hoje encontra-se plenamente incorporada ao arsenal de técnicas do piano contemporâneo é o *string piano*, ou seja, o piano tocado diretamente sobre as cordas. Aqui, abandona-se definitivamente tanto o modo de excitação por percussão dos martelos sobre as cordas, quanto o teclado muda radicalmente de função. A primeira peça que faz uso deste recurso é *Aeolian Harp* (1923). A partitura está escrita em uma única pauta, visto que uma das mãos assume a função de pressionar as teclas correspondentes às notas escritas, abaixando-as sem produzir som, e a outra mão assume a função de tocar diretamente sobre as cordas, ora em rápidos arpejos (marcados como *sw.* de *sweep*, varrer) ora pinçando as notas uma a uma (notado como *pizz.*). Para além disso, Cowell busca criar variações sutis na sonoridade ao variar tanto a parte do dedo que excita a corda (parte de trás da unha do dedão ou polpa do dedo) quanto o ponto da corda em que a ação é realizada, podendo ser antes da barra de metal da moldura interna do instrumento ou depois dela (indicados como *inside* e *outside* respectivamente).

A técnica do piano tocado sobre as cordas desenvolvida em *Aeolian Harp* é revisitada em outras obras como *Fairy Bells* e *Fairy Answer*, ambas escritas em 1929. As duas peças são escritas sobre uma pauta dupla na qual o pentagrama superior tem a indicação *cordas* e o inferior, *teclado*, indicando em que parte do piano devem ser executadas as notas grafadas sobre cada um.

Em toda sua extensão, *Fairy Bells* estabelece uma estrutura a duas vozes, na qual *clusters* são realizados pela mão esquerda e notas são pinçadas uma a uma no interior do piano. As notas tocadas dentro do piano têm a indicação de oitava acima, de maneira que estrategicamente correspondam ao registro mais agudo do piano, no qual as cordas não possuem abafadores, podendo as cordas pinçadas soarem livremente. Já *Fairy Answer* estabelece um jogo de pergunta e resposta, no qual breves sequências de acordes ou notas individuais são tocadas sobre o teclado pela mão esquerda, sendo respondidas por sons produzidos diretamente sobre as cordas do piano (na maioria das vezes, consistindo em uma ligeira variação daquilo que foi tocado sobre o teclado), usando a mesma técnica de *Aeolian Harp* (divergindo apenas ligeiramente nas indicações de *sw.* e *pizz.*, que passam a ser notadas como *sw.* e *pl.*). O que é mais interessante nestas duas peças é que, devido à clara divisão dos materiais em modos distintos de excitação, Cowell constrói através destas peças um piano que soa como uma conjugação de dois instrumentos distintos. Para além disso, a produção de sons diretamente sobre as cordas exige mais uma vez que o pianista reconfigure sua

posição corporal. Em oposição aos *clusters* de antebraço que exigem que o pianista se abaixe sobre o teclado, a realização de ações sobre as cordas exige muitas vezes que o pianista fique em pé, a depender de sua estatura e do modelo do instrumento.

Aos sons produzidos pelo arpejo e pinçamento das cordas do piano, Cowell acrescenta em *The Banshee* (1925) ainda um outro modo de excitação: a raspagem longitudinal das cordas. Os sons produzidos desta maneira acabam por assumir uma sonoridade ruidosa na qual se obscurece a percepção de altura. Tal como os clusters no extremo grave *Tides of Manaunaun*, a estranheza do som produzido em relação à sonoridade tradicional do instrumento acaba invocando uma associação imagética, explicitada no título. No caso, trata-se mais uma referência ao folclore irlandês, no qual uma *banshee* é uma entidade sobrenatural que, ao anunciar uma morte próxima na família, emite gritos fantasmagóricos, aos quais o compositor associa os sons de raspagens produzidos nesta peça.

Esta peça cria uma situação de performance inusitada, visto que na página de instruções que antecede a partitura, solicita-se que esta seja executada por duas pessoas, uma posicionada em pé atrás do piano que efetivamente realiza as raspagens e demais ações sobre as cordas e uma segunda, sentada ao teclado, com a única incumbência de manter pressionado o pedal durante toda a composição.

As peças de Henry Cowell reformulam definitivamente o instrumento herdado do século XIX, revelando um piano ampliado, com o qual instrumentistas e compositores passam a interagir não somente através da interface do teclado, mas de modo a explorá-lo de forma mais global. Uma vez aberto esse caminho, ele é seguido de diversas maneiras por inúmeros compositores, descobrindo modos de produção sonora distintos daqueles obtidos por meio da excitação por impacto do martelo sobre as cordas.

3.3.2 Michelle Agnes: osciladores magnéticos e outros excitadores em *Mobile*

Uma obra recente que busca confrontar os modos tradicionais de produção sonora do piano é *Mobile* da compositora sul-mato-grossense radicada na França Michelle Agnes Magalhães (1979). Esta peça foi escrita em 2012 como encomenda para um álbum do Selo SESC concebido em homenagem ao compositor estadunidense John Cage. Feito por Leonardo Martinelli, o convite para participar do projeto continha a solicitação de que a peça fosse escrita para *piano preparado*, um elemento bastante importante na produção cageana

(que será mais amplamente discutido na segunda parte deste capítulo, destinada às interferências sobre os ressonadores).

Nesta peça, a compositora não recusa a forma tradicional de excitação das cordas do piano, empregando as teclas para acionar os martelos que percutem as cordas, sendo esta forma bastante explorada em uma porção central da peça, momento em que ela mais se aproxima da sonoridade de piano preparado explorada por John Cage (que domina os compassos de 48 a 78). Porém, em boa parte da peça são exploradas outras formas de excitação das cordas, que atuam tanto por impacto, mantendo a morfologia percussiva típica dos sons do piano, quanto atuam por fricção estabelecendo a possibilidade de continuidade sonora.

Destaca-se aqui uma sonoridade bastante particular e característica dessa peça, obtida pela excitação das cordas por meio de osciladores magnéticos, que pode ser classificada como uma espécie de excitação por pinçamento, porém realizada de uma maneira bastante original. A preparação do instrumento inclui o posicionamento de 11 imãs cilíndricos de neodímio³⁰ colocados verticalmente sobre as cordas do piano. Cada um deles é tocado, deslocando-se ligeiramente o imã para o lado e soltando-o em seguida, de modo que ao tentar voltar para seu equilíbrio estático em aderência com a corda este acaba por produzir uma oscilação. A sonoridade é semelhante a um *tremolo* sem um ataque fortemente pronunciado com uma sustentação atipicamente prolongada, o que faz com que a escuta se aproxime mais de um som produzido eletronicamente do que do universo sonoro do piano. Tal movimento oscilatório tem a peculiaridade de reduzir progressivamente a sua amplitude, ao mesmo tempo que a velocidade da oscilação aumenta até que o imã pare por completo. A delicadeza sonora obtida tem de ser necessariamente produzida por meio de uma delicadeza do gesto, visto que mesmo sendo bastante forte o poder magnético de atração do imã, seu deslocamento produz um equilíbrio temporariamente precário, que pode resultar na queda do cilindro sobre as cordas.

³⁰ Trata-se de imãs de alto poder de atração magnética, feito de um material cujas moléculas incluem também elementos ferro e boro ($\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$). A compositora especifica na partitura que estes tenham diâmetro de 10 mm e altura entre 40 e 60 mm.

Figura 10. Exemplo de posicionamento dos ímãs contido nas instruções da partitura.

O local de posicionamento dos ímãs é deixado relativamente em aberto por Agnes, sendo sugerido que estes sejam dispostos em locais variados das cordas, respeitando uma certa distribuição pelos registros. Seu posicionamento deve buscar lugares que permitam a produção de sons complexos, ricos e ressonantes. Deve-se buscar variedade entre sons harmônicos e inarmônicos (ruidosos), mas evitar que a combinação de cordas produza acordes maiores, menores ou referências à tonalidade.

Figura 11. Disposição nos registros de cada um dos 11 ímãs de neodímio.

A excitação através dos ímãs é bastante explorada em quase toda a extensão da peça (não soando apenas nos compassos 48-82 e nos dois compassos finais), em especial a partir do compasso 83, no qual tem início uma espécie de desenvolvimento da introdução da peça. Esta seção é dominada pela sonoridade dos osciladores magnéticos, que aqui inicialmente parecem ser uma ressonância acoplada aos ataques secos e acentuados de um si bemol muito grave, sempre forte. Este trecho diferencia-se da introdução pela rítmica mais irregular dos

ataques graves e por uma ressonância mais complexa, marcada por uma maior quantidade de camadas de ímãs oscilando soando simultaneamente e ataques mais desencontrados entre os parciais. Aqui, não se especifica quais osciladores devem ser ativados em cada ataque, sendo que estes devem ser escolhidos a cada novo ataque de maneira “improvisatória”. Há um certo grau de indeterminação, portanto, mas com delimitações bem claras através de instruções, como as que constam na instrução verbal no início desta seção que sugere a ênfase nos de número 6 a 11. É interessante aqui uma atenção para a escuta da ressonância pelo intérprete, de modo a guiar sua execução. A notação rítmica das oscilações favorece a fluidez por não ser ritmicamente exata, mas distribuída espacialmente ao longo dos compassos, sugerindo uma interpretação proporcional às posições relativas das notas entre as barras de compasso, que são mais um elemento gráfico que a auxilia a ordenação dos eventos do que uma forma mais estrita de organizar o tempo.

Dois tipos de som obtidos por fricção sobre as cordas são utilizados na peça. O primeiro deles é o primeiro som ouvido na peça, obtido pela raspagem de um pedaço de madeira longitudinalmente às cordas no registro extremamente grave, com um gesto energético e preciso (a partitura marca um *sforzando* com a indicação verbal *violent*), com o pedal de sustentação abaixado. O som resultante, de textura rugosa e reverberante, sem uma definição de altura precisa nos faz remeter às sonoridades exploradas por Henry Cowell em *The Banshee*. Outra excitação por fricção empregada pela compositora é a raspagem de um objeto de vidro sobre as cordas, produzindo uma sonoridade bastante distinta de natureza mais etérea e delicada. Embora a indicação seja de que esta ação seja realizada sobre as cordas do registro grave, o som resultante é agudíssimo. Nas duas aparições deste elemento ao longo da peça, ele é sempre contínuo, prolongado, variando sua dinâmica entre *piano* e *mezzoforte*, sempre acompanhado da indicação verbal *ghostly* (fantasmagórico).

Um último tipo de excitação inusitado explorado pela compositora é a percussão realizada diretamente sobre parafusos rosqueados nas cordas do piano, sendo solicitado um tipo de baqueta conhecido como *superball* (que se caracteriza por possuir uma esfera de borracha na ponta). O som produzido é ligeiramente inarmônico, sendo o ataque bastante suave devido ao material da baqueta. Assim como no caso do som obtido pela oscilação dos ímãs, a escuta aqui se remete mais a uma sonoridade de síntese eletrônica do que ao universo sonoro do piano acústico.

Mais uma vez aqui, a exploração ampla de sonoridades realizadas dentro do piano diretamente sobre as cordas, exige uma atitude corporal e gestual distinta por parte do intérprete. Devido à demanda de gestos bastante diversos entre si por parte do instrumentista,

Mobile acaba por estabelecer um jogo coreográfico sobre o piano, instaurando uma situação de performance particular também no aspecto de sua visualidade cênica.³¹

3.3.3 O saxofone percussivo de *era como se estivéssemos vivos*

Na produção artística do autor desta pesquisa, pode-se encontrar um trabalho de elaboração composicional centrado nos excitadores em *era como se estivéssemos vivos*³², escrita para saxofone alto e sons eletrônicos. Tal peça foi desenvolvida entre os anos de 2016 e 2018, resultado de uma colaboração com o saxofonista Pedro Bittencourt, baseado no Rio de Janeiro. A primeira versão da partitura, com apenas três páginas, foi escrita entre junho e julho de 2016, aproveitando uma passagem do saxofonista por São Paulo por ocasião de um workshop sobre música eletroacústica para saxofone, realizado na UNESP em 8 de julho do mesmo ano. Porém, a estreia da peça veio a acontecer quase um ano depois, em 9 de maio de 2017, durante o *Simpósio Brasileiro de Computação Musical*, realizado na USP. A partitura tocada neste concerto já consistia em uma versão consideravelmente ampliada, contendo duas páginas a mais em relação à primeira. Tal expansão da peça foi decorrente de uma gravação feita pelo saxofonista e para que o compositor pudesse adicionar uma simulação dos processamentos eletrônicos em tempo real, visto que era obrigatório anexar um arquivo de áudio para a inscrição no referido simpósio. A escuta desta gravação pelo compositor revelou que aquela composição demandava um maior fôlego para desenvolver seu discurso, levando-o a retomar a escrita da peça. Após este concerto, no entanto, mesmo a versão expandida da peça ainda soava formalmente incompleta e foi retomada mais uma vez, chegando até a forma atual com sete páginas, que garante uma duração de cerca de 8 minutos. Esta versão ampliada foi estreada em 9 de outubro de 2018, em um concerto solo para saxofone e eletrônica que Pedro Bittencourt realizou na UNESP, como parte da *XII Bienal Internacional de Música Eletroacústica de São Paulo*.

A principal característica de *era como se estivéssemos vivos* é a exploração de modos de excitação não convencionais do saxofone, com o intuito de construir um discurso que privilegiasse um conjunto de sonoridades percussivas, pouco usuais para o instrumento. Para

³¹ A compositora comenta esta composição em entrevista concedida ao compositor Arrigo Barnabé, em seu programa Supertônica, realizado pela Rádio Cultura FM. A entrevista pode ser ouvida no link: <http://culturabrasil.cmais.com.br/programas/supertonica/arquivo/michelle-agnes-acidentes-e-evidencias>

³² Partitura e gravação disponíveis em <<http://www.rodolfovalente.com/>>.

estabelecer tal gama de sonoridades, a principal referência foi o repertório do próprio instrumentista, em especial as peças por ele trabalhadas durante sua pesquisa de doutorado (BITTENCOURT, 2015a), como *Modes of Inteference 2* (2006), do italiano Agostino DiScipio (1962), *Magma* (2010), do espanhol Jorge Sancho (1979), *True Story* (2009), do grego Phivos-Angelos Kollias (1982) e *Le Patch Bien Temperé II* (2012) do estadunidense Tom Mays (1966). Boa parte delas encontra-se gravada no álbum *Enlarge Your Sax* (BITTENCOURT, 2015b). Em *era como se estivéssemos vivos*, além do modo de emissão sonora normal do instrumento são empregados oito modos de excitação adicionais, sendo:

- 1) Ruído de chave;
- 2) *Slap tongue* normal;
- 3) *Slap tongue seco* (sem altura definida);
- 4) *Slap tongue* aberto (sem altura definida, podendo ser realizado de maneira ligeiramente mais fechada para não danificar a palheta;
- 5) *Pulse tongue*: golpes rápidos e levíssimos com a língua na palheta (articulando as consoantes (“tktktk...” ou “dgdgdg...”).
- 6) *Tip tongue*: som obtido usando-se a ponta da língua e articulando-se a sílaba *tá*, produzindo um som similar ao *slap tongue*, mas com um ataque mais suave.
- 7) *Golpe de glote*: articulado utilizando apenas a garganta, devendo a embocadura apenas proporcionar alguma ressonância ao ataque.
- 8) *som eólico*: som de altura definida, mas com grande escape de ar. Em alguns trechos da partitura existe uma indicação específica de se incrementar ou diminuir a quantidade de ar.

Figura 12. Os oito modos de ataque adicionais em *era como se estivéssemos vivos*.

Tais modos de excitação do instrumento estão diretamente ligados à organização formal da peça, na medida em que estes são o principal traço que caracteriza cada um dos sete grupos de materiais que se articulam para construir o discurso desta peça para saxofone e eletrônica. Tais materiais aparecem ao longo de toda peça com uma feição bastante característica do ponto de vista energético e figural (ritmos, alturas, dinâmica, articulação), de modo a serem de imediato reconhecíveis. Cada um apresenta processos distintos e independentes de desenvolvimento interno, revelados aos poucos a cada nova aparição.

Material	Modo de excitação	Traços característicos	Traços variáveis
A	Ruído de chave	Alternância entre grupos de fusas (duas chaves) e colcheias (movimento escalar descendente). Dinâmica fixa em <i>mp</i> .	Aumento ou diminuição do número de ataques, com eventual supressão de uma das figuras.
B	<i>Pulse tongue</i>	Sequência rápida de ataques com altura fixa. Sempre crescendo de <i>pp</i> a <i>p</i> . Até compasso 34, sempre apresenta grupo de fusas. De 50 a 58, mais lento, associa-se ao material E. Sendo retomado mais livremente na coda.	Aumento ou diminuição do número de ataques, acréscimo de figuras mais lentas. Eventual acréscimo de pausa ao final.
C	<i>Slap</i> normal, <i>tip tongue</i>	Movimento melódico – apresenta saltos. Inicia sempre em <i>mf</i> , quase sempre reduzindo para <i>p</i> e <i>pp</i> depois. Pequenos agrupamentos intercalados por pausas com subdivisão e colcheias e quiálteras de três e cinco colcheias.	Permutação livre entre um número limitado de alturas. Acréscimo ou diminuição de figuras e pausas. Somente no compasso 24, faz uma breve sequência cadencial com sons eólicos, de modo a antecipar sonoramente a primeira entrada com eletrônica do elemento D, dois compassos depois.
D	eólico	Sequência de movimentos escalar descendentes, com número variável de notas.	A longo prazo, realiza também um movimento descendente que se inicia no compasso 18 com D6 e vai polarizando o C#4, antecipando o elemento G.
D'	eólico	A partir do compasso 70, D e G se hibridizam dando origem a esta variação da sonoridade eólia.	Variações de altura, dinâmica, sons vocais, <i>flutterzunge</i> .
E	<i>Slap</i> aberto, golpe de glote, <i>slap</i> seco	Espécie de variante mais agressiva do <i>slap</i> inicial do elemento C, no qual se exploram variedades de ataque sem altura definida, iniciando sempre em <i>ff</i> . Pequenas sequências de ataques articulados por pausas.	Número de ataques e de pausas, pequenas variações de figura rítmica.
F	Som normal	Elemento caracterizando notas longas sustentadas, antecedidas por apojeturas. Dinâmica sempre <i>p</i> , exceto no compasso 84 no qual é introduzido o multifônico.	Variação das alturas utilizadas, do número de notas presentes na apojetura, da duração da nota sustentada.
G	eólico com trêmolo	Presença do ruído de chave. De 48 a 69, alterna somente entre Db4 e G4. Até 67, dinâmica <i>crescendo dal niente</i> para <i>pp</i> e <i>decrecendo al niente</i> .	Variação de duração. Eventual variação na quantidade de ar. A partir do compasso 68, há variações de dinâmica e a partir de 71, uma variação de altura faz com que esse elemento hibridize suas características com D, gerando D'.

Tabela 1. Caracterização de cada um dos grupos de materiais trabalhados na peça.

A caracterização de cada um dos elementos é conservada de uma maneira mais rígida até o compasso 68 da peça, que pode ser entendida como uma grande seção de exposição dos

materiais³³. O trecho que vai do compasso 69 até 85 pode ser entendido como uma seção de desenvolvimento – ou de improviso escrito sobre os materiais até então expostos. Neste momento, intensificam-se as justaposições e há um tratamento mais livre e fluido dos materiais, criando hibridizações momentâneas de suas características. Neste momento da peça, são introduzidas pontualmente algumas sonoridades não ouvidas anteriormente, como a modulação da emissão sonora do instrumento por meio de intervenções vocais e o uso do *frulato* (as instruções de performance solicitam o uso do *frulato* de garganta para melhor controle dinâmico). Além da emergência destas sonoridades, temos no clímax de tensão final desta seção, o emprego de um multifônico, que integra um objeto sonoro de função cadencial (*som-cadência*).

A constituição específica deste multifônico foi escolhida a partir de sugestões de Bittencourt, visto que este multifônico possibilita que seja realizada uma entrada em crescendo e uma saída em diminuendo sem interromper a emissão de um longo si agudo (escrito como B5, cujo som real é D5). Segue-se uma coda (compassos 87 a 102), conduzida por um dos elementos hibridizados surgidos na seção anterior (D'), acrescido de uma retomada transformada de fragmentos dos materiais A e B.

The image shows a musical score for saxophone (sax.) and electronics (eletro.). The saxophone part is written in treble clef with a key signature of one flat (Bb). The electronics part is indicated by a vertical line labeled 'eletro.' at measure 84. The saxophone part starts at measure 84 with a dynamic of *f* (forte). It features a long, sustained note (B5) that is crescendoed to *fff* (fortississimo) and then diminuendo back to *f*. Above the saxophone staff, there is a box labeled 'TA' containing a vertical list of numbers: 1, 2, 3, 4, 5, 7. To the right of this box is a Bb symbol. The electronics part includes a box labeled '[83] climax' and another labeled '[87] coda'. A bracketed instruction '[aguardar eletrônica diminuir para pp]' (wait for electronics to decrease to pp) is placed above the saxophone staff. The saxophone part ends at measure 87 with a dynamic of *mf* (mezzo-forte). The coda section (measures 87-102) features a series of notes marked with 'x' symbols, indicating electronic intervention.

Figura 13. Trecho de função cadencial, no qual o multifônico é empregado.

De um modo geral, o uso de sons eletrônicos em *era como se estivéssemos vivos* opta pela sutileza, buscando preservar o protagonismo da ação instrumental e mantendo-se sempre em segundo plano. Os processamentos eletrônicos são aqui pensados como um conjunto de caixas de ressonância virtuais características, cada uma delas sendo acoplada a um tipo de material específico. Ao longo da peça pode-se identificar quatro tipos principais de transformação sonora, que soam alternadamente ou em simultâneo.

³³A versão estreada em 2017 no SBCM concluía a peça neste ponto, tendo sido o restante (compasso 69 em diante) escrito somente em 2018, para o concerto da XII BIMESP.

1) *Ghost tape*: a fita-fantasma consiste em uma textura distribuída em quatro canais de áudio, criada pela sobreposição de gravações da primeira parte da peça (antes da entrada do material F) com transposições distintas e velocidades e direções de leitura variáveis, reproduzida continuamente com amplitude zero, portanto como uma presença inaudível. Há um rastreador de amplitude associado que monitora em tempo real o sinal do instrumento ao vivo e quando este atinge um limiar (*threshold*) é disparado um envelope dinâmico que torna momentaneamente audível o conteúdo sonoro da fita-fantasma. Como todos os sons são gerados a partir de uma gravação da parte instrumental efetivamente executada e como esse material sempre emerge como uma resposta dinâmica à variação de amplitude realizada pelo saxofone, este tipo de transformação produz uma ampliação e complexificação do gesto instrumental, estando sempre subordinada a ele. Esse tratamento é associado aos materiais de natureza mais percussiva, como A, B e C, sendo acionado nos compassos 1, 29, 35, 80, 83 e 87.

2) *Eco Granular*: trata-se de um *delay* com retroalimentação cujo tempo de atraso é determinado dinamicamente pelo rastreador de amplitude. Tanto o intervalo entre as repetições quanto suas amplitudes são reguladas por uma função matemática baseada em um modelo físico de ‘bolinha quicante’, sendo a amplitude associada à força com que a bolinha é arremessada contra uma superfície. Isto produz uma textura granular delicada em dinâmica suave, com alto grau de variação temporal interna. Este tratamento é quase sempre associado à *ghost tape*, produzindo uma segunda camada de densificação textural (acionamentos nos compassos 1, 29, 35), aparecendo uma vez associado à *Reverberação Ressonante* (a partir do compasso 40) e em combinação com outros processamentos nos compassos 80, 83 e 87.

3) *Reverberação Ressonante*: trata-se de uma reverberação que passa por um banco de 12 filtros passa-banda e 12 filtros ressonantes, cujas frequências são ligeiramente moduladas por osciladores senoidais independentes, de modo que a reverberação produzida adquira certa coloração espectral e granularidade características. Esta ressonância tem sempre um comportamento espacial rotativo, sendo esta velocidade começando lenta (uma circunvolução completa a cada 13 segundos) e acelerando-se a cada nova ocorrência (reduzindo a duração de cada volta para 11, 7, 5, 3, 2 e 1 segundos respectivamente). Este tratamento associa-se aos sons eólicos do material D, sendo ativado em suas entradas nos compassos 26, 32, 36 e 40, aparecendo mais adiante no momento em que o elemento G se hibridiza com D, dando origem a D’ no compasso 70, participando ainda das combinações simultâneas de processamentos ativadas nos compassos 80, 83 e 87.

4) *Ring Modulation*: modulação em anel clássica, distribuída em quatro canais. Para evitar uma escuta estática no espaço, cada um dos canais apresenta um ligeiro desvio de frequência e todos realizam uma rotação espacial bastante lenta (um giro completo a cada 10 segundos). Este tratamento está sempre associado à emissão de notas de altura definida, que caracterizam o material F (aparecendo nos compassos, 44, 46, 51, 55, 59, 62, 65 e depois mais adiante em 80 e 83) e a cada nova ocorrência, tendo cada uma delas uma ou mais frequências de modulação distintas. Há sempre um envelope de amplitude que faz com que a modulação não se inicie de maneira abrupta, com um ligeiro *crescendo* inicial. A motivação que levou à escolha da modulação em anel foi a de densificar o conteúdo frequencial das notas longas emitidas de forma convencional pelo saxofone, criando uma sonoridade de *multifônicos virtuais*, que é depois metaforicamente encarnada como um multifônico real na última ocorrência do material F.

A tabela abaixo busca fornecer uma visão geral da relação explorada ao longo da peça entre os distintos tratamentos eletrônicos e cada um dos materiais que articulam sonora e formalmente a peça. A indicação de páginas não tem nenhuma relação com a estruturação formal da peça, estando presente apenas para facilitar o cotejamento desta tabela com a partitura peça.

Página 1								Página 2															
Ghost tape1 (GT) + eco granulador1 (EG)																							
A		A		A			A		A		A			A				A			A		
	B		B		B			B		B		B			B				B			B	
						C							C			C							C
																D				D			

Página 3										Página 4													
revRes1			GT+EG			revRes2			GT EB	revRes3				revRes4+EG				RM1			RM2		
		A		A			A																
			D		B			B															
C						C			C				C										
	D						D			D	D			D		D			D				
												E			E		E			E			
																	F				F		
																					G	G	

Página 5										Página 6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
RM2		RM3				RM4				RM5		RM6		RM7			revRes5										c																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
	B				B				B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</

Página 7																
Cresc.			clímax	Coda												Fade Out
				A			A		A			A		A		
						B					B			B	B	
D		D			D			D		D			D			D
			F													
	G															

Tabela 2. Encadeamento sequencial dos materiais na peça, indicando acionamentos da eletrônica

A nota de programa escrita para a peça por ocasião de sua inscrição no SBCM (2017), busca explicitar algumas das imagens poéticas presentes no processo de elaboração das sonoridades instrumentais e eletrônicas, bem como das relações entre elas estabelecidas:

Pouco antes dos primeiros rascunhos desta peça, eu havia visto uma peça de teatro ao ar livre chamada “Cidade Vodou”, da companhia Teatro de Narradores (com a qual já colaborei em diversas ocasiões). O enredo colocava em confronto dois importantes momentos na história do Haiti: a rebelião dos negros escravizados no final do século XVIII, que acabaram por derrotar as tropas de Napoleão (“*Liberté, Egalité, Fraternité*” nunca foram pensadas para as colônias do ultramar), tornando-se o primeiro país das Américas a conquistar a independência, e o terrível terremoto de 2010 (que parecia incomodamente próximo na meio abandonada, meio reconstruída Vila Itororó, na qual o espetáculo era encenado). O elenco reunia atores brasileiros e haitianos, representando tanto figuras históricas quanto personagens atuais. Os mortos e os vivos (que na crença popular haitiana não são assim tão separados uns dos outros) tinham suas vozes igualmente escutadas. Sem a intenção de ser uma peça narrativa, *era como se estivéssemos* vivos investiga poeticamente relações de presença e ausência, corporeidade física e sonoridades incorpóreas via a interação entre o saxofone alto e os sons eletrônicos. A maioria dos sons vindos do instrumento são “periféricos”, em sua maioria percussivos e aerados, tendo a entonação tradicional de notas de altura definida um espaço muito menor. Em diversos momentos, a parte eletrônica tem uma “fita fantasma” tocando constantemente com uma amplitude zero, tornando-se audível por um rastreamento de amplitude aplicado à entrada ao vivo do saxofone. Uma maior complexidade sonora é gerada em tempo real por uma segunda camada de processamento eletrônico. Ecos granulares implementam o comportamento de modelos físicos e reverberações fatiadas polifonicamente passadas por filtros variáveis independentes dispersam e desmembram gestos instrumentais no espaço. Quando notas de altura definida entram na peça, efeitos de modulação em anel são cuidadosamente aplicados para produzir “multifônicos virtuais”, expandindo a estrutura harmônica da peça e trazendo os sons eletrônicos para mais perto do vocabulário de técnicas estendidas que já se tornou padrão para o instrumento. Todos os sons eletrônicos são implementados no ambiente de programação SuperCollider.

3.4 INTERFERÊNCIAS SOBRE OS RESSONADORES (ESTRUTURAS VIBRATÓRIAS)

Aqui reúnem-se algumas estratégias de interferência sobre os ressonadores mecânicos, ou estruturas vibratórias do instrumento (cordas, membranas, colunas de ar), a fim de alterar o modo pelo qual o instrumento transforma o aporte energético do gesto em som, mesmo nos casos em que o componente excitador segue atuando da maneira convencional.

3.4.1 Manipulação escrita da ressonância

Retornando ao repertório de piano, encontramos também em Cowell um recurso que viria a ser amplamente utilizado em peças do século XX e XXI: abaixar as teclas do instrumento sem que os martelos cheguem a percutir as cordas e segurá-las, possibilitando às cordas vibrar por simpatia ou mesmo prolongar de maneira seletiva notas que já se encontrassem soando. Tal recurso pode ser entendido como a base para uma *escrita de ressonâncias*. Na peça *Tiger* (1928), tal estratégia de escrita é empregada para obter dois tipos de articulação sonora sutilmente diferenciados: abaixar as teclas logo após um grande cluster (comp. 6-7, 15-16, 41-42), de maneira a filtrar sua ressonância (conectando ambos através do pedal de sustentação); ou manter as teclas pressionadas com a mão (ou braço) esquerdo (eventualmente demandando o auxílio do pedal tonal) enquanto a mão direita toca elementos melódicos ou clusters, ambas as situações aparecendo sempre de maneira encadeada (comp. 6-7, 15-17, 41-47).

Tal recurso é bastante explorado por Helmut Lachenmann em todas as sete pequenas peças que compõem de *Ein Kinderspiel* (1980), sendo empregado de maneira particularmente exaustiva na quinta peça, *Filter-Schaukel/Filter Swing* (*Filtro-Balanço*, associando o processo de filtragem acústica ao vai-e-vem do tradicional brinquedo infantil caracterizado por uma tábua suspensa por duas cordas em um galho de árvore ou barra horizontal). Toda a peça é baseada na exploração de ressonâncias escritas de um cluster de 10 notas que cobre toda a gama cromática entre o Db4 o Bb4, reiterado no início de todos os compassos da peça (com exceção dos 4 últimos que constituem a coda). Centrando-se unicamente no aspecto da escrita das ressonâncias, pode-se identificar uma primeira parte, que vai até o compasso 15, na qual é a filtragem do cluster é realizada liberando-se parte das teclas do cluster e

prolongando três ou quatro das notas que já encontravam-se soando. Desta maneira, cada ataque inicialmente ruidoso dá origem a uma harmonia frequencialmente menos saturada, não raro revelando acordes de estrutura intervalar tonal.

Figura 14. Comp. 4-7: sequência de cluster, pedal, teclas abaixadas e melodia.

Do compasso 16 em diante, tem início uma segunda parte, na qual o processo de filtragem torna-se mais sutil, explorando o fenômeno das vibrações por simpatia. Cada um dos *clusters* é prolongado pelo pedal de sustentação, enquanto os dedos deslocam-se para um outro grupo de notas, que ora podem se caracterizar tríades ou tétrades – cuja composição de intervalos remete a alguma tonalidade –, ora configuram agregados cromáticos. A cada vez que o pedal é liberado, são reveladas para a escuta as ressonâncias por simpatia filtradas por cada um destes grupos de notas. É interessante notar que a variação destes acordes de ressonância não se dá somente pela modificação de suas alturas e de sua qualidade intervalar, mas também por deslocamentos de oitava e pela sua eventual dobra em duas oitavas distintas.

Tais estratégias de *escrita da ressonância*, experimentadas pelo compositor em *Ein Kinderspiel*, serão retomadas posteriormente de maneira ampliada em obras de maior envergadura como *Serynade* (1997-1998), com cerca de trinta minutos de duração. (GUIGE, 2011).

Figura 15. Primeiros compassos da peça: filtragens por liberação de teclas do cluster.

3.4.2 Surdinas

Diversos instrumentos incorporam em seu modo de execução convencional a interferência no regime vibratório de seus ressonadores por meio de surdinas. Estas são comuns tanto nos instrumentos de corda friccionada quanto nos instrumentos de metal. Em ambos os casos, o acoplamento da surdina ao instrumento produz uma modificação na resposta do ressonador em relação à energia injetada por meio do mecanismo de excitação. A presença da surdina produz um considerável aumento na impedância acústica das estruturas vibratórias, produzindo uma atenuação não-linear dos componentes vibracionais do espectro sonoro, que resulta não somente em um decréscimo sensível na amplitude geral do sinal mas também numa perceptível alteração no timbre produzido por aquele instrumento.

Nos instrumentos de corda friccionada, encontramos referência ao uso da surdina já no século XVII³⁴, tanto mencionada no trabalho teórico de Marin Mersenne (1636), quanto indicações esporádicas para seu uso em partituras como as da ópera *Armide* (1686), de Jean-Baptiste Lully (1632-1687), e na obra *Fairy Queen* (1692), de Henry Purcell (1659-1695), difundindo-se posteriormente como um recurso comum na escrita para instrumento de corda. Estas consistem em pequenos objetos geralmente posicionados sobre a ponte do instrumento, feitas em diversos formatos e materiais (como madeira, metal, borracha e plástico), e desenvolvidas tanto para atender a demandas práticas (como surdinas pesadas para uma redução drástica no volume sonoro para certas situações de estudo e aquelas utilizadas em violoncelos e contrabaixos entre a ponte e o cavalete para atenuar ressonâncias indesejadas, chamadas *wolf tones*), quanto com o intuito de produzir timbres com um caráter específico.

³⁴ Cf. Sarch (2017)

Nos instrumentos de metal, é difícil precisar historicamente em que momento as surdinas começaram a ser usadas na prática musical. No entanto, uma das primeiras solicitações expressas do uso de surdinas nos metais é encontrada no alto da partitura da *Toccata* que abre a ópera *L'Orfeo, Favola in Musica* (1607), de Claudio Monteverdi (1567-1643), reduzindo o volume da sua emissão sonora dos trompetes, de modo a equilibrá-los com os demais instrumentos (SULPÍCIO, 2012, p. 30). O trabalho de Mersenne acima citado, também faz menção ao uso das surdinas nos instrumentos de metal.

As surdinas nos metais são introduzidas na campana do instrumento, não só aumentando a impedância acústica da coluna de ar mas também produzindo um ligeiro encurtamento do tubo, o que tende a produzir uma mudança de afinação que precisa ser compensada pelo instrumentista. Em comparação aos instrumentos de corda, observa-se nos metais uma variedade muito maior de surdinas, não somente em relação aos materiais de fabricação, mas na existência de formatos deliberadamente distintos, com o intuito de se produzir uma diversidade de efeitos, que atualmente encontra-se incorporada tanto na técnica destes instrumentos em repertório de concerto, quanto em outros contextos como o *jazz* e outras vertentes musicais.

3.4.3 Preparações fixas e móveis

Entende-se por instrumento preparado aquele ao qual são acoplados objetos que interferem no seu modo de produção sonora, atribuindo-lhe características sonoras particulares, distintas daquelas obtidas pelo instrumento em seu estado convencional. Deste ponto de vista, uma preparação não é essencialmente distinta da ideia de surdina e pode ser entendida como uma generalização ou expansão desta. Via de regra, a preparação tem como enfoque uma modificação no regime vibratório dos ressonadores mecânicos do instrumento, podendo ser mantido o modo de excitação convencional. Tal é o caso do piano preparado proposto pelo compositor estadunidense John Cage, bastante explorado por ele em diversas composições nas décadas de 1940 e 1950³⁵.

³⁵ É curioso notar, que apesar de o piano preparado ser um elemento bastante característico da obra de Cage, este é praticamente abandonado posteriormente. Aparentemente, a ideia de preparação do piano deixa de corresponder com o crescente interesse do compositor em *deixar os sons serem eles mesmos*, em uma busca por uma música cada vez mais radicalmente indeterminada. (Cf. COSTA, 2004).

A aparição inaugural do piano preparado na obra de Cage se dá na peça *Bacchanale* (1940) escrita para o acompanhamento de uma coreografia da bailarina Syvilla Fort que, como ele, lecionava na The Cornish School em Seattle. As dimensões reduzidas do palco do teatro em que a apresentação seria realizada não eram capazes de acomodar o grupo de percussão com que Cage vinha trabalhando na época, havendo, no entanto, um piano disponível. Após uma série de experimentos, influenciados pelo *string piano* de Henry Cowell, ele viria a encontrar a solução inventiva do *piano preparado*, que faz o piano funcionar como um grupo de percussão compacto, no qual o teclado passa a produzir timbres percussivos ao acionar cordas com objetos posicionados sobre elas. Se pensarmos o piano preparado tal como proposto por Cage a partir do modelo físico do instrumento, temos uma estratégia de interferência no piano centrada nas cordas do instrumento, portanto, em seus ressonadores mecânicos. O mecanismo de excitação convencional do instrumento acionado pelo instrumentista através do teclado, no entanto, é preservado.

Preparar um piano tem como consequência mais evidente a transformação na qualidade tímbrica do instrumento. Outro efeito importante a ser observado é uma redução geral da intensidade em comparação com o piano em sua configuração normal. Isso acontece porque toda preparação produz um acréscimo na massa do ressonador, consequentemente aumentando sua inércia e sua impedância acústica diante do impulso de excitação, o que resulta tanto uma redução na amplitude do som produzido, quanto altera o seu envelope dinâmico, encurtando o tempo de decaimento típico do instrumento. Ou seja, cada corda preparada altera a relação entre a energia empregada no gesto excitador do instrumentista e a resposta sonora do instrumento. A situação se torna mais complexa quando diferentes tipos de preparação são utilizados em uma mesma peça ou existe uma combinação entre notas preparadas e não preparadas, visto que isso tende a introduzir um desequilíbrio entre as teclas do piano, cujas respostas dinâmicas ao toque do pianista apresentam diferenças mais ou menos sutis de acordo com a presença de uma quantidade maior ou menor de massa adicional em cada preparação. O piano preparado, portanto, mesmo que demande do instrumentista uma atitude convencional diante do teclado, introduz uma necessidade de adaptação da técnica pianística a esta nova relação energética entre som e gesto, entre excitação e ressonância.

Figura 16. Todas as alturas utilizadas em *Bacchanale*, indicando suas preparações.

A partitura de *Bacchanale* revela uma escrita bastante econômica, que enfatiza o caráter percussivo através de recursos como o uso de ostinatos e de acordes repetidos. A tessitura da peça é reduzida, não chegando a duas oitavas (A2 a F4). Apenas 12 alturas distintas são utilizadas em toda a composição, todas exibindo algum tipo de preparação que altera seu timbre, produzindo sonoridades complexas que não podem ser antecipadas pela simples leitura da partitura, que apesar de grafar com precisão a articulação das teclas, não dá conta das resultantes timbrísticas resultantes das preparações.

É interessante notar, que mesmo com toda a economia de meios observada nessa composição, a preparação do piano em *Bacchanale* acaba por estabelecer um modelo paradigmático para praticamente todas as preparações observadas em peças posteriores de Cage, ao propor três famílias distintas e bem caracterizadas de sons. Podemos agrupar estas famílias de sons da seguinte maneira:

1) *Abafamento da corda*, aqui obtido através da inserção de fragmentos do material utilizado para vedação térmica de janelas (*weather stripping*) entre as cordas de 11 das 12 notas empregadas na peça. Este tipo de preparação é o que mais se assemelha à colocação de uma surdina. Seu efeito principal é uma atenuação e encurtamento do som, conferindo-lhe um caráter mais percussivo, geralmente mantendo a presença da altura original da corda. A disposição da preparação sobre a corda influencia no resultado sonoro. Caso coincida com um nó harmônico da corda, sua frequência será enfatizada. Para obter efeitos semelhantes, Cage utiliza em peças posteriores outros tipos de material maleável, como borrachas, pedaços de pano e plástico. Pode-se considerar as sonoridades obtidas por Cowell, em *Sinister Resonance* (1930) por meio de abafamentos realizados com a mão diretamente sobre as cordas, como precursoras deste tipo de preparação.

2) *Parafuso simples*. Talvez os objetos mais característicos sonora e visualmente das preparações cageanas sejam os parafusos³⁶. Em *Bacchanale*, temos o F4 preparado com um

³⁶ Nas instruções para preparação de suas peças, Cage utiliza os termos em inglês *screw* e *bolt* para especificar os parafusos. Embora a língua portuguesa não possua palavras específicas para cada um deles, os primeiros são

parafuso simples. O atarraxamento de um parafuso entre duas cordas do piano produz algumas alterações importantes, dentre as quais destacamos alguns aspectos descritos por Costa (2004), que fala em *sistema corda-parafuso*, visto que ambos se tornam componentes de um único ressonador complexo.

De maneira análoga à situação dos abafadores, o posicionamento da preparação altera o resultado sonoro, eventualmente produzindo *resultantes harmônicas* correspondentes aos nós de vibração da corda. Outra alteração importante é o surgimento de uma *resultante de massa*, um som grave que se ouve em decorrência do aumento de massa do ressonador produzido pela preparação. É possível adicionar ou subtrair massa do sistema variando-se o tamanho do parafuso e, portanto, modificando a frequência desta resultante grave. Nas três últimas oitavas do piano, tornam-se mais nítidas outras alterações na sonoridade, ganhando relevância não somente o ponto de contato do parafuso com a corda como sua *posição vertical* em relação à corda, ou seja, quanto mais voltas são dadas no parafuso, mais grave é o som resultante.

Peças posteriores experimentarão a inserção de outros objetos entre as cordas, como pedaços de madeira (em *Spontaneous Earth*, de 1944) e moedas (em *A Room*, 1943). Cabe notar que salvo as particularidades de cada uma destas preparações, elas podem ser entendidas como expansões do princípio básico do sistema corda-parafuso.

3) *Objeto de interferência*³⁷ pode ser entendido como um objeto que faz parte da preparação, mas diferentemente do sistema corda-parafuso visto acima, o objeto não se integra à corda de modo a formar uma única estrutura estável que vibra conjuntamente, mas sim vibra livremente *sobre* ela, introduzindo um componente intencionalmente ruidoso no timbre. No caso de *Bacchanale*, a nota Bb3 é preparada com um parafuso com uma *porca flutuante* (cujo diâmetro deve ser maior que o do parafuso para que esta fique solta e vibre livremente em relação a ele – muitos intérpretes substituem a porca por uma arruela), produzindo um ruído bastante característico sempre que a tecla correspondente é acionada. Em composições posteriores, Cage voltará a explorar o recurso das *porcas flutuantes* como *objeto de interferência*. Uma variação desta ideia é a utilização de parafusos soltos sobre as cordas, recurso empregado em *In the Name of the Holocaust* (1942), *Primitive* (1942) e *Amores* (1943).

parafusos cilíndricos normalmente associados a porcas e arruelas e os últimos são parafusos cônicos de rosca livre.

³⁷ Nomenclatura proposta por Costa (2004).

Algumas preparações fazem com que os objetos não somente interfiram nas cordas, mas também diretamente sobre a tábua harmônica do piano. Tal é o caso de *And the Earth Shall Bear Again* (1942), em que um parafuso e um grande fragmento de bambu posicionado verticalmente entre as cordas devem permanecer em contato com a tábua harmônica. Já para *Root of an Unfocus* (1944), o compositor solicita dois parafusos em contato com a mesma estrutura interna do instrumento. Esse tipo de preparação produz um estalo de grande amplitude cada vez que a tecla é acionada, devido ao impacto do objeto contra a tábua, tendendo a se sobrepor em intensidade aos demais sons preparados.

Já uma variação mais sutil do princípio de *objetos de interferência* pode ser obtida quando um parafuso é colocado próximo a outra preparação já presente em uma mesma corda (parafuso ou outros objetos). Tal procedimento tende a gerar batimentos e produzir uma complexificação do resultado harmônico pela interferência entre ambas as preparações. Isto pode ser observado, em *Tossed as It Is Untroubled* (1943) em que parafusos pequenos são colocados próximos a outros maiores de modo a produzir uma perturbação em sua sonoridade.

Outro recurso técnico interessante introduzido por Cage em *Bacchanale* é a potencialização de variação timbrística das preparações através do pedal *una corda*. Em sua utilização normal, este pedal desloca os martelos do piano para a direita, de modo a percutir uma única corda do conjunto correspondente quando uma tecla é acionada. No contexto desta peça para piano preparado, a mudança de coloração produzida pelo pedal *una corda* é intensificada devido à distribuição estratégica das preparações sobre as cordas. Todos os materiais abafadores são posicionados entre as duas cordas mais à esquerda de cada grupo de três cordas. Já os dois parafusos utilizados na preparação estão fixados sobre as duas cordas mais à direita. Ou seja, quando o pedal é acionado, este acaba por enfatizar as sonoridades produzidas pelos parafusos, visto que soam apenas as cordas preparadas.

As preparações utilizadas por Cage, em praticamente toda a sua carreira, são caracterizadas pela fixação de objetos às cordas do instrumento, a ser realizada em um momento anterior à performance e permanecendo intocados até o final da execução da peça. Por isso podem ser consideradas *preparações fixas* que se diferem de *preparações móveis*, manipuladas ao longo da peça, ou da utilização de *objetos livres* posicionados sobre as cordas, podendo ser colocados ou retirados durante a performance. Tais recursos serão posteriormente explorados por outros compositores, como George Crumb em *Makrokosmos I* (1972) e *Makrokosmos II* (1973) para piano amplificado.

3.4.3.1 Tatiana Catanzaro: reinterpretando a preparação do piano

A composição para piano *Andma Shajarat al-Hayah tanmow fi al-Sahra Yahi*³⁸ (2015) de Tatiana Catanzaro é um excelente exemplo de incorporação de diversas propostas de exploração sonora do piano registradas ao longo do século XX, reinterpretando-as e reinventando-as no contexto de uma poética pessoal. A peça apresenta uma gama de sonoridades bastante diversificada, que combina distintos modos de excitação com intervenções sobre a ressonância das cordas, fazendo uso tanto da interface convencional do teclado quanto de sons diretamente produzidos na parte interna do piano. Estão presentes *preparações fixas e móveis*, além de *objetos livres*, que acabam por se alternar entre as funções de excitadores e a de preparações móveis.

Na nota de programa escrita para a peça, somos informados de que seu processo de composição resulta de uma densa trama simbólica tecida a partir de um estado pessoal de choque diante da série de atentados terroristas ocorridos no início 2015 em alguns locais ao redor do mundo, incluindo a cidade de Paris, seu local de residência na época. Motivada por uma reflexão acerca da origem econômica e geopolítica de tais atos, Catanzaro encontra seu material sonoro de base nos sons de uma perfuratriz de petróleo (coletados em vídeos na internet) que paradoxalmente aproxima da imagem da *árvore da vida* (*Shajarat al-Hayah*), em referência a uma árvore de mais de 400 anos que realmente existe e se localiza em uma área desértica entre a Arábia Saudita, Qatar, Irã e Iraque, mas que o título da peça faz transpor para o *deserto de Yahi*, cenário fictício da peça teatral *A Exceção e a Regra*, escrita pelo dramaturgo alemão Bertolt Brecht (1898-1956) em 1931, cujo enredo se desenrola na busca por um poço de petróleo. De modo a, em suas palavras, tentar transformar “uma força destrutiva e árida em outra mais produtiva”, a compositora integra ainda à imagética sonora da peça dois objetos: uma tigela de meditação tibetana e um par de bolas Baoding (originárias da medicina tradicional chinesa), que para ela “simbolizam uma visão mais contemplativa e humanista da vida e da natureza” (Catanzaro, 2018, p. 172).

Uma vez realizada uma análise computacional de sons gerados por estas três fontes sonoras – perfuratriz de petróleo, tigela de meditação e bolas Baoding –, Catanzaro deriva diversos elementos a serem trabalhados na composição: tessituras, harmonias, melodias, texturas, cores, densidades, durações e ritmos. Tal procedimento de constituição de estruturas

³⁸ Segundo a compositora, o nome da peça é uma transcrição fonética da frase em árabe “Quando a árvore da vida cresce no deserto de Yahi”.

musicais a partir da análise computacional de amostras de som aproxima a compositora do *modus operandi* típico da chamada *música espectral*. Contudo, a abordagem de Catanzaro se distingue ao não conferir primazia às notas de altura definida e por não delinear um grande plano formal prévio, calcado na mutação e evolução lineares de um modelo dinâmico extraído do domínio microscópico do som. Em vez disso, a compositora se aproxima das estruturas micro-temporais com o intuito de extrair fluxos sonoros (que ela associa à concepção de *objeto sonoro* forjada por Pierre Schaeffer) que apresentem certa instabilidade e potencial de transformação, construindo gradualmente a macroforma da peça através de “um embate orgânico e local entre diferentes materiais sonoros” (Catanzaro, 2018, p. 171), no qual a transformação dos elementos se dá em múltiplas dimensões.

Figura 17. Tigela de meditação excitador, objeto de interferência e corpo excitado.

Potencialmente, todo o material sonoro a ser transformado até o final da composição está contido no primeiro gesto, contido no primeiro compasso, que faz interagir imediatamente as três principais fontes geradoras de som mobilizadas: as bolas Baoding, a tigela de meditação e o piano preparado. Tais objetos-fonte são trabalhados então em combinações múltiplas de componentes de *fluxos-objetos sonoros*, extraídos pela compositora dos sons analisados computacionalmente.

A peça se inicia com um evento sonoro composto por duas camadas: a queda das duas bolas Baoding sobre cordas no registro agudo, simultânea à percussão com os dedos sobre a tigela de meditação, posicionada sobre as cordas do registro grave (notas C3 a E3).

Tal ataque duplo tem um rastro ressonante complexo, que resulta da soma da oscilação residual da tigela sobre as cordas após o impacto e do rolamento por inércia da esfera metálica. Há ainda uma camada adicional e bastante sutil advinda da própria rotação das bolas *baoding*, que produzem um som característico e de comportamento estocástico, devido ao fato de possuírem em seu interior uma cavidade dotada de uma estrutura de metal

fixa e pequena esfera de vidro solta, que colidem entre si. Nos compassos 2, 3 e 4, temos como eco do primeiro gesto, um ataque composto reiterado três vezes em *crescendo*, cuja primeira camada consiste em um golpe suave (indicação dinâmica: *piano*) sobre a barra de reforço do instrumento, de modo a provocar uma vibração indireta na tigela. A esta ação, combina-se uma segunda camada que enfatiza a porção de ataque do gesto: o acionamento de um si grave, de sonoridade curta e seca devido à presença na corda de uma preparação com massa adesiva (a compositora especifica a marca comercial Patafix).

modelos analisados (fluxos-objetos sonoros)		fontes sonoras (objetos físicos)
perfuratriz	→	piano preparado
bolas Baoding	→	bolas Baoding
tigela de meditação	→	tigela de meditação

Figura 18. Relação entre modelos espectrais e objetos utilizados na performance.

Dentre os objetos auxiliares utilizados ao longo da peça, é particularmente interessante a maneira como atua a tigela de meditação, visto que ela ora atua como componente de excitação, ora como integrante de um ressonador composto. No compasso 5, quatro compassos após ter sido percutida com os dedos, tem-se a tigela percutida com a baqueta de madeira característica deste instrumento. Mais adiante, nos compassos 38 e 41, a tigela de meditação posicionada sobre as cordas volta a ser percutida com baqueta. Assim, na mudança dos dedos para a baqueta temos um progressivo aumento da rigidez do elemento excitador (dedos, baqueta, anel metálico) de modo a produzir transientes de ataque de maneira mais pronunciada a cada nova etapa de transformação. Se na primeira etapa, a sonoridade da tigela é pouco presente, funcionando mais como um componente de transmissão de energia do que como um corpo ressonante, na segunda, a tigela já se torna presente como componente ressonador propriamente dito e na terceira, temos ainda uma proeminência do transiente gerado pelo impacto pontual entre dois elementos metálicos. Nos compassos 58 e 59, há uma nova ressignificação gestual da tigela, na qual ela deixa de ser um elemento percutido que indiretamente transmite a energia para a corda, para tornar-se um excitador efetivo, sendo percutida contra as cordas e em seguida friccionada longitudinalmente sobre as mesmas.

Um trecho que merece especial atenção é o claro processo direcional de transformação do timbre que ocorre na porção final da peça, através de uma manipulação

direta dos materiais de preparação de uma única nota. O compasso 57 introduz pela primeira vez na peça o mi bemol agudo (Eb6), que até então não havia soado, mas que a partir daí, soando novamente nos compassos 59 e 61, polariza-se na escuta por seu isolamento cada vez mais pronunciado das demais alturas (E5-A5-C6-Db6-D6-Eb6 > C6-Db6-G5-Eb6 > G5-Eb6). No compasso 62, há uma indicação verbal para que esta mesma nota receba uma dupla preparação: massa de modelar e massa adesiva.

Inicia-se então no compasso 63 da partitura uma *coda* constituída por 11 repetições quase exatas de um objeto sonoro complexo, composto por dois gestos: o acionamento por tecla do Eb6, realizado quase sempre em simultâneo (exceto por uma única ocorrência defasada dos dois elementos no compasso 64) com um golpe sutil (de dinâmica não especificada) sobre a barra de reforço do piano, de modo a produzir indiretamente uma vibração na tigela de meditação posicionada sobre as cordas (como um eco tardio do gesto já ouvido diversas vezes anteriormente, desde sua primeira enunciação no segundo compasso da peça). Tais ataques são sempre realizados no primeiro tempo de cada compasso, sendo introduzida uma certa imprevisibilidade rítmica através da variação na fórmula de compasso.

Em todas essas repetições, o componente sonoro gerado pelo golpe sobre a barra do piano varia apenas em duração, ao mesmo tempo em que se opera sobre o Eb6 uma progressiva liberação da ressonância. A sequência se inicia com uma sonoridade inicial velada, abafada, sem altura definida, e se conclui no compasso 74, quanto a nota é entoada pela primeira vez com sua sonoridade plena, sem interferência de preparação alguma. Este processo é realizado em 4 etapas, sendo algumas das transições bastante sutis, exigindo uma escuta atenta. Tal minúcia auditiva é estrategicamente favorecida pela compositora em sua escrita, que cria nesse trecho uma textura transparente e arejada, na qual convivem apenas duas camadas, com uma distribuição temporal esparsa o suficiente para conferir a cada um dos ataques o necessário tempo de reverberação.

indicação:	M+P	P	P	O
material da preparação	Massa de modelar + massa adesiva	Massa adesiva	Massa adesiva sobre as cordas 2 e 3	Ordinário (sem reparação)
sonoridade	Sem altura definida, abafado	Som tônico, bastante seco	Som tônico, pouco ressonante	Som tônico ressonância plena
Duração	3 comp., 8,5 tempos	4 comp., 11,5 tempos	4 comp., 11,5 tempos	2 comp., 10 tempos
nº de ataques	3 ataques	4 ataques	4 ataques	1 ataque

Tabela 4. Transformação gradual do timbre em quatro etapas na coda da peça.

3.4.4 Scordaturas

A *scordatura* é um tipo de interferência sobre os ressonadores bastante utilizada em instrumentos de corda dedilhada e friccionada, consistindo na utilização de uma afinação distinta da convencional para um determinado instrumento. Sua ocorrência é registrada em peças do repertório para estes instrumentos desde o século XVI, tendo sido amplamente utilizada entre 1600 e 1750. As razões para a utilização de uma afinação distinta daquela estabelecida para o instrumento são várias: modificar a sonoridade do instrumento, explorar possibilidades harmônicas alternativas e, em alguns casos, expandir a tessitura do instrumento. Alterações na afinação podem facilitar a entoação de combinações simultâneas de notas duplas ou triplas, bem como facilitar a criação de notas pedal específicas. Seu uso generalizado tendeu a declinar nos séculos XVIII e XIX, embora diversos exemplos importantes sejam encontrados no repertório. Um caso particular é o do contrabaixo, em cuja escrita a *scordatura* é muito utilizada, visto que mesmo no contexto orquestral não tem ainda hoje uma afinação única padronizada, sendo que no repertório solista para esse instrumento é comum afinar todas as suas cordas um tom acima. Fora do contexto da música de concerto, o uso de afinações específicas é comum em instrumentos como rabecas e violões, sendo encontradas em diversas tradições populares (BOYDEN, 2001).

3.4.4.1 Kaija Saariaho, *Spins and Spells*: estrutura harmônica e idiomatismo

Dentre as obras da finlandesa Kaija Saariaho (nascida em 1952), podemos destacar sua prolífica e importante produção para violoncelo. Nestas obras, a compositora acaba por estabelecer uma escrita bastante pessoal e característica para o instrumento, explorando de maneira extremamente idiomática uma grande variedade de recursos timbrísticos (constrói um violoncelo-Saariaho). O recurso da *scordatura* aparece como um elemento estrutural importante na peça para violoncelo solo *Spins and Spells* (1997), na qual se solicita que o instrumento seja afinado de modo a produzir dois intervalos de sexta maior separados por um trítono.

Figura 19. Scordatura utilizada em *Spins and Spells*.

Em nota de programa escrita para a peça, a compositora afirma que escolheu reafinar o instrumento:

[...] para personalizar a escrita harmônica: as quintas são substituídas por estruturas que favorecem sextas maiores e terças menores. Provocada por esta *scordatura*, a sonoridade de *Spins and Spells* lembra-me da música e das cores instrumentais de um outro tempo, muito mais antigas que aquelas do violoncelo que conhecemos (SAARIAHO,1997)³⁹.

Uma consulta à partitura revela uma escrita repleta de harmônicos naturais e cordas soltas. Devido à *scordatura*, a estrutura harmônica principal da peça torna-se prenhe nestes elementos, que ao soar de maneira distinta do que seria convencional no instrumento, acabam por criar uma espécie de ressonância particular desta composição. Mesmo certos elementos idiomáticos que em outro contexto poderiam soar bastante genéricos ou mesmos desgastados por sua obviedade, aqui acabam soando de maneira perfeitamente integrada por seu conteúdo harmônico, como é o caso do arpejo de cordas soltas que observamos no início do compasso 62 (ver figura).

Figura 20. Notas tocadas na pauta superior, notas que soam na inferior.

3.4.4.2 Helmut Lachenmann, *Pression*: *scordatura* como citação

Em suas peças para instrumentos de cordas, Helmut Lachenmann, de um modo geral, busca se distanciar ao máximo das sonoridades herdadas da tradição. Para além das formas de produção sonora não convencionais empregadas pelo compositor, é comum que ele solicite também *scordaturas*. Tal é o caso de *Pression*, para um violoncelista. Segundo o compositor⁴⁰, as alturas que compõem a afinação utilizada nesta peça são originárias de um

³⁹Disponível em <https://saariaho.org/works/spins-and-spells/> Acesso em: 10/01/2020.

⁴⁰ Tal informação é fornecida por Lachenmann em entrevista ao violoncelista Lucas Fehls no vídeo disponível em https://www.youtube.com/watch?v=uT_bel-pXk

acorde de uma canção de Gustav Mahler (*Rückert Lieder* No. 4. “Ich bin der Welt abhanden gekommen”, escrita em 1901). A elucidação de tal escolha revela uma atitude do compositor de reivindicar sua inserção em uma certa tradição musical, mesmo em uma de suas obras que soa mais radicalmente afastada desta mesma tradição.

Figura 21. Afinação utilizada em *Pression*.

As alturas produzidas pelas notas soltas em *scordatura* são os únicos sons de altura definida ouvidos ao longo da peça, concentrando-se em uma seção que se inicia na página 7 da partitura (na edição original de 1969, dois últimos compassos da página 4 na edição de 2010). Aí tem início um longo som flautado, no qual deve-se ouvir apenas o atrito do arco, sendo a corda abafada pelo dedão da mão esquerda, posicionado por baixo da mesma. Por breves momentos (durações de uma fusa a uma semínima), o dedão libera a corda que está sendo friccionada, deixando que esta soe solta, emitindo brevemente a nota na qual está afinada. Logo em seguida, na partitura, encontramos a conclusão desta seção no início da página 8 (página 6 na edição de 2010) na qual temos o lá bemol grave da quarta corda solta um pouco mais claramente entoado – embora amenizado pela dinâmica *ppp* e pelo *flautando sul ponticello* (indicado *am Steg flaut.*) –, e, na sequência, há um salto para um ré bemol tocado na terceira corda, única altura plenamente entoada em toda a peça. Ela começa com uma dinâmica *dal niente* e vai crescendo com a indicação de que seja tocada *gradualmente com o som normal pleno* (na partitura, *allmählich normaler voller Ton*). A escuta de altura é inicialmente reforçada com a entrada da corda II solta em uníssono. No entanto, pouco depois há uma indicação de que se deve baixar progressivamente a afinação da nota entoada na corda III, obscurecendo a escuta da altura definida e introduzindo uma oscilação por batimentos que cresce até uma dinâmica fortíssimo e é sustentada em uma fermata de cerca de 10 segundos. Tal proeminência sugere para tal elemento uma função cadencial, pois trata-se de uma sonoridade que atinge um ponto máximo de distanciamento em relação ao início da seção e articula o início de uma nova parte. Essa impressão de que o uníssono desafinado tenha a função de um som-cadência (*Kadenzklang*) se acentua pelo fato de ele ser desfeito logo em seguida, de modo que em um *diminuendo*, o compositor solicite que se retorne ao som de atrito do arco com a corda abafada pelo dedão escutado no início da seção.

Figura 22. Trecho com som pleno do violoncelo, obscurecido em seguida.

Não se pode negar a importância formal das quatro notas correspondentes às cordas soltas, afinadas em referência ao acorde mahleriano, por estas caracterizarem e servirem à articulação interna de toda uma seção da peça (como veremos adiante, do ponto de vista lachenmanniano, as alturas definidas podem ser consideradas *formantes* desta seção da peça). Porém, dificilmente pode-se dizer que o uso desta *scordatura* específica estabeleça uma base para a articulação do material harmônico da composição, visto que ela é em sua maior parte construída por sonoridades de altura indefinida. Para além da referencialidade à canção de Mahler (que de resto permanece incógnita para a grande maioria do público e, eventualmente, até para boa parte dos intérpretes), pode-se entender que a escolha desta afinação tenha se dado sobretudo devido à sonoridade, visto que ela tende a atenuar os harmônicos superiores típicos do instrumento e obscurecer suas ressonâncias usuais.

3.4.4.3 Martin Herraiz: *scordatura* como expansão microtonal do instrumento

Inúmeros compositores buscaram no uso de microtons uma expansão das possibilidades harmônicas e timbrísticas dos instrumentos convencionais. A entoação exata de intervalos menores que um semitom, no entanto, pode constituir uma dificuldade de ordem prática, especialmente em instrumentos nos quais o temperamento igual é determinante de sua construção, tais como o piano, os instrumentos de percussão de teclado ou os cordofones dotados de trastes, como o violão e a guitarra elétrica. Nestes últimos, inflexões microtonais podem ser facilmente obtidas, pressionando-se uma determinada corda com o dedo e deslocando-a verticalmente para cima ou para baixo. Este recurso, em geral descrito pela palavra em língua inglesa *bend* (curvar, dobrar) é idiomático destes instrumentos, sendo bastante característico de alguns estilos musicais. Porém, acaba por se revelar um recurso

impreciso em uma composição na qual os microtons tenham um caráter mais estruturante. Neste contexto, a *scordatura* aparece como um recurso amplamente acessível para resolver tecnicamente a execução.

Em *Dois Movimentos para Duo de Violões em Quartos de Tom* (2006), o compositor paulistano Martin Herraiz opta por afinar cada um dos violões com uma *scordatura* distinta. Ambas as afinações são complementares: o primeiro violão tem alterações nas cordas I, III e V, o segundo, nas cordas II, IV, VI. Em ambos os casos, em cada violão duas das cordas são afinadas um quarto de tom abaixo e uma delas, quarto de tom acima (indicados por setas para cima e para baixo). Com esta estratégia de *scordaturas* complementares, a combinação dos dois violões acaba por possibilitar uma imensa variedade de combinações harmônicas microtonais sem que isso incida em alguma dificuldade técnica adicional para os violonistas, para além daquelas intrínsecas à própria interpretação musical da partitura.

Figura 23. Início de *Dois movimentos*, indicando afinações dos violões.

Em *Quartos*, para violão em quartos de tom (2018), Herraiz opta por uma *scordatura* microtonal mais sutil, com alterações de quarto de tom apenas nas cordas II e IV, sendo a sexta corda afinada um tom inteiro abaixo. Se *Dois movimentos* parecia optar pelo uso da microtonalidade como expansão do vocabulário harmônico do duo de violões, nota-se na escrita de *Quartos* uma ênfase maior na busca de uma sonoridade particular através da incorporação dos quartos de tom, fazendo amplo uso de recursos tímbrico-harmônicos como acordes de harmônicos e o prolongamento de *tremolos* e rasgueados em clusters microtonais impossíveis de se entoar com uma afinação normal.

Em ambos os casos, uma leitura atenta da partitura revela que os acidentes microtonais não podem apenas ser lidos como se correspondessem a uma escrita normal no temperamento de 12 sons por oitava. A presença de setas para a cima ou para baixo, acabam inclusive por servir de indicativo para o intérprete da corda em que aquela nota deve ser tocada.

Figura 24. Início de *Quartos*, especificando *scordatura* (D2-A2-D3↓-G3-B3↑-E4).

Em um trecho próximo ao final da peça, solicita-se que o violonista desafine a corda ré de maneira controlada, obtendo notas cada vez mais graves até chegar a um B $\flat$ 1 afinado um quarto de tom abaixo, ao mesmo tempo em que são tocados acordes em cordas soltas e harmônicos naturais.

Figura 25. Sexta corda progressivamente desafinada até um B $\flat$ 1 $\frac{1}{4}$ de tom abaixo.

3.4.4.4 Silvio Ferraz: *scordatura* como aproximação espectral

O compositor Silvio Ferraz elaborou toda a estrutura frequencial da peça *De um tempo em deserto* (1997), para flauta, clarone, violoncelo, violão, piano e percussão, a partir dos resultados obtidos em uma série de análises computacionais do espectro de um tamtam, que integra o *set* percussivo utilizado na peça. De modo a proporcionar situações de integração tímbrica entre os instrumentos, parciais encontrados nas análises espectrais realizadas foram utilizados para determinar a afinação do violão, que tem as cordas II e V afinadas $\frac{1}{4}$ de tom abaixo e a terceira corda, $\frac{1}{4}$ de tom acima.

Figura 26. Afinação do violão em *Um tempo em deserto*.

Com esta *scordatura* estratégica, torna-se possível a construção de transformações timbrísticas sofisticadas como um momento situado na partitura um pouco antes da cifra de ensaio A, no qual o percussionista ataca o tamtam em dinâmica *f* com uma baqueta macia de feltro, deixando a ressonância soar livremente (há uma indicação *l. v.*). Em simultâneo, o violonista realiza o ataque de um acorde cujas alturas correspondem aos primeiros parciais detectados por meio da análise espectral do tam-tam, tanto reforçando a presença auditiva destas frequências e de seus harmônicos, quanto promovendo uma perceptível integração dos timbres de ambos os instrumentos, devido às coincidências existentes no conteúdo frequencial de seus espectros.

Figura 27. Trecho de convolução simulada entre tamtam e violão.

Se a escrita instrumental é utilizada para proporcionar a fusão entre os timbres em um determinado momento, pouco depois estes começam a se afastar novamente, pela incidência de novos ataques de notas individuais em *accelerando* do violão, que embora reforcem as mesmas frequências já não produzem a sensação de fusão por não coincidirem com novos ataques da percussão. Assim sendo, o violão assume progressivamente o primeiro plano, à medida que a ressonância do tamtam se evanesce. Esse jogo de fusão e contraste pode ser entendido como uma simulação escrita do processamento eletroacústico de *convolução* entre dois sinais de áudio. (ROSSETTI; FERRAZ, 2016, p. 89).

3.5 INTERFERÊNCIAS SOBRE A CAIXA DE RESSONÂNCIA

A caixa de ressonância é o componente menos maleável de um modelo físico, sendo um elemento tridimensional feito de material rígido, de maneira a criar uma cavidade em seu interior cuja geometria construtiva favorece a reflexão das ondas sonoras irradiadas diretamente pelo ressonador mecânico do instrumento. Ao direcionar e concentrar tais reflexões a caixa de ressonância cumpre sua função primária de fornecer um reforço e amplificação do sinal sonoro produzido. Tal incremento energético, porém, nunca se dá de maneira idêntica em todo o espectro de frequências, devido ao seu tamanho e seu formato, que acabam por fazer com que determinadas frequências ganhem proeminência enquanto outras são atenuadas. Tal fenômeno independe de qual seja a frequência fundamental do som emitido pelo ressonador mecânico ou mesmo de que este som não seja tônico, sendo sempre as mesmas frequências enfatizadas. Esta distorção do espectro sonoro promovida pela caixa de ressonância não pode ser considerada um defeito, visto que esta reflexão desigual das frequências confere a um dado instrumento uma coloração própria e específica, que o caracteriza, imprimindo-se em todos os sons por ele produzidos. No estudo da acústica denominam-se *formantes*, as faixas de frequência enfatizadas pela caixa de ressonância do instrumento. Devido ao fato de a caixa de ressonância enfatizar certas frequências, podemos considerá-la também um ressonador.

Porém, trata-se de um tipo de ressonador distinto do ressonador mecânico, que faz vibrar um corpo denso, que tem como elemento principal uma estrutura sólida ou uma coluna de ar submetida a uma alta pressão (diversas vezes superior à pressão da atmosfera circundante). Na caixa de ressonância, temos um volume tridimensional de ar de baixa pressão (equivalente à do ar atmosférico) que não pode ser excitado diretamente, mas em cujo interior as ondas sonoras que se irradiam do ressonador mecânico se propagam. Tem-se, portanto, que um ressonador acústico, cujo funcionamento é semelhante ao dos ressonadores de Helmholtz, capazes de isolar frequências que ressoam no ambiente.

Ao pensarmos a composição musical como um instrumento, pode-se associar a caixa de ressonância ao aspecto harmônico. A harmonia não diz respeito apenas às alturas que efetivamente soam em um determinado momento da composição, mas sim faz situar cada uma das alturas entoadas em uma rede virtual de relações que se revela apenas à medida que estas são atualizadas. Para tomar de empréstimo o vocabulário de Iannis Xenakis, a harmonia é uma estrutura *hors-temps* (fora do tempo) que se constrói gradualmente na escuta a partir

daquilo que vai sendo atualizado no fluxo temporal (*temporelle*). Na música tonal, não é a primeira nota ou a primeira tríade ouvida que estabelece a tonalidade, mas sim é a sequência de cadências que vai se apresentando que estabelecerá o centro gravitacional da harmonia, que pode ser apresentado de maneira mais ou menos direta, podendo ser deliberadamente evitado⁴¹. De maneira semelhante, e ainda mais imediata, a caixa de ressonância revela os formantes do instrumento não apenas por sua proeminência no espectro de uma única nota, mas pela reiteração destas mesmas saliências espectrais em todos os sons por ele produzidos.

Uma modulação na harmonia, portanto, pode ser entendida como uma deformação elástica da caixa de ressonância do instrumento-composição, que passa a privilegiar um outro conjunto de frequências, tensionando a estrutura do instrumento construído para que mais adiante a energia acumulada por esta deformação da estrutura se dissipe, criando a sensação de resolução formal. Com o progressivo enfraquecimento estrutural das relações tonais com elementos organizadores do discurso musical, é como se tivéssemos um instrumento cuja caixa de ressonância se tornou maleável, fazendo com que esta não mais assuma uma forma definida ou que mude constantemente sua configuração geométrica, dificultando a caracterização de seus formantes. A tensão aplicada ao corpo deformável da caixa de ressonância passa a ser de tal intensidade que já não produz uma deformação elástica, que permite ao corpo retornar ao seu equilíbrio estático anterior. Pode-se pensar aí tanto em uma deformação plástica, em que a estrutura se modifica de maneira irreversível, ou mesmo em uma ruptura, produzindo um colapso estrutural.

3.5.1 A caixa de ressonância escrita: congelamento de alturas

No contexto de uma música que não mais se estrutura em torno de centros tonais, diversas estratégias foram buscadas ao longo do século XX para ancorar a escuta, criando pontos de referência para o ouvinte, mesmo que momentâneos ou provisórios. Uma destas estratégias é a fixação no registro de determinadas alturas. Tal rigidez no tratamento da disposição do material harmônico em oitavas específicas, se assemelha mais à definição dos formantes de uma caixa de ressonância particular, na qual a nota passa a ser ouvida como uma frequência determinada, do que à lógica tonal, na qual a funcionalidade de uma nota em

⁴¹ Para encontrar um caso em que o estabelecimento da tonalidade é adiado pelo compositor, não é preciso ir mais longe que a *Sinfonia n.º 1 em Dó Maior* de L. Beethoven, em que este apresenta o acorde da tônica apenas no oitavo compasso da introdução e faz com que o dó maior se estabeleça como centro tonal inequívoco no compasso 13, quando se inicia efetivamente o primeiro tema da composição.

relação ao centro tonal se deve apenas à sua *classe de alturas* (ou *croma*) sem qualquer relação com sua posição efetiva no registro.

A terceira das *Cinco peças para Orquestra*, Op. 16 (1908) de Arnold Schoenberg, intitulada *Farben* (cores) pode ser considerada o primeiro exemplo histórico a adotar tal estratégia. Nos primeiros compassos desta obra, temos uma harmonia não-tonal imóvel no registro, que permanece quase estática ao longo de toda a peça, sofrendo progressivamente pequenas alterações. Nesta composição, o compositor opta por esta quase estaticidade harmônica para tornar mais evidente a transformação da sonoridade sobretudo no aspecto timbrístico. Cada uma das notas presentes na harmonia é entoada alternadamente no mesmo registro por distintos instrumentos, que entram sempre de maneira sutil, de modo a alterar constantemente a coloração dos acordes que compõe o tecido harmônico, colocando pela primeira vez em prática a ideia de uma *melodia de timbres*.⁴²

Outro caso bastante comentado desse tipo de estratégia seja o primeiro movimento da *Sinfonia Op. 21* de Anton Webern (1883-1945), na qual, embora a organização harmônica obedeça a princípios de ordenação da série dodecafônica, o compositor opta por fixar cada uma das notas da série em uma oitava específica. Assim, “Webern transforma a escuta serial em percepção global de um acorde cintilante, já que o processo é feito de tal forma que instrumentos diferentes tocam as notas fixas alternadamente” (ZUBEN, 2005, p. 88). Mais do que uma simples escolha de orquestração, opera-se aqui uma mudança importante na escuta, que retira do primeiro plano a escrita polifônica a quatro vozes empregada pelo compositor austríaco, como comenta Boulez a respeito desta obra:

O registro tem, pois, uma forte propensão para dominar a individualidade das vozes e, se não estivermos muito atentos, esta exposição percebe-se como uma espécie de registro animado, como um mapa cujas coordenadas marcadas não de, por seu turno, iluminar-se. Uma dada nota, por estar absolutamente fixa em determinada altura, é pois ela própria, antes de pertencer a este ou aquele complexo de alturas, a esta ou aquela voz (Boulez, 2013[1987], p. 322)

Ou seja, de maneira análoga à imediaticidade da caracterização do timbre instrumental favorecida pelos formantes espectrais enfatizados pela caixa de ressonância, temos por meio da fixação das alturas no registro o estabelecimento de uma entidade harmônico-tímbrica pregnante daquela composição musical.

⁴² Aquilo que descrevemos aqui como *congelamento de alturas* nesta peça de Schoenberg, foi tomado como ponto de partida pelo compositor Flo Menezes para o desenvolvimento de seu conceito de *entidade harmônica*, de importância fundamental tanto em seu trabalho teórico quanto composicional (MENEZES, 2002, p. 333).

Figura 28. Disposição das alturas no registro na *Sinfonia*, Op. 21 de Webern.

É possível encontrar congelamentos de alturas em peças posteriores de outros compositores. Raramente depara-se com situações em que as alturas permaneçam congeladas por toda a duração da peça. Um caso bastante singular é a peça *Stimmung* (1968), para seis vozes amplificadas de Karlheinz Stockhausen, que tem como base um acorde de seis notas afinadas em entonação justa, que correspondem aos parciais 2, 3, 4, 5, 7 e 9 de um si bemol grave (HARVEY, 1975).

Figura 29. Acorde de 6 notas de *Stimmung*, com si bemol grave entre parênteses.

O compositor Luciano Berio também utiliza em diversas peças a estratégia de congelamento de alturas. Na maioria das vezes, trata-se de uma única nota congelada que assume uma função de centro gravitacional da harmonia, mas há casos em que um ou mais acordes congelados no registro assumem uma função estruturante. Um bom exemplo é a *Sinfonia* (1968), para vozes amplificadas e orquestra, de Luciano Berio, que também congela o registro de dois acordes estruturalmente importantes no primeiro movimento, orquestrando-os sempre na oitava em que foram entoados pela primeira vez pelo grupo vocal nos seis primeiros compassos da peça. Ambos assumem as funções harmônicas pseudo-tonais de criar tensão (A) e repouso (B) durante todo este movimento, sendo retomados posteriormente ao final do quinto movimento, que conclui a composição.

Figura 30. Os dois acordes estruturais no 1º movimento da *Sinfonia* de Berio.

Um caso bastante particular na utilização de registro fixo pode ser encontrado na obra de Pierre Boulez, em *Memoriale (...explosant-fixe... originel)* de 1985, para flauta solista e grupo instrumental (2 trompas, 3 violinos, 2 violas e violoncelo). Nesta composição, a escrita da flauta solista apresenta cada uma das classes de altura da gama cromática sempre na mesma oitava, não importando as transformações por permutação que ocorrem ao longo da peça. Há apenas três notas auxiliares que fugiriam a esta regra, mas são utilizadas apenas como notas secundárias nos inúmeros *trilos* que o instrumento solista realiza ao longo da composição.

Figura 31. Congelamento do registro em *Memoriale*. Notas dos trilos entre parênteses.

Quando ocupam o mesmo registro que a flauta solista, os demais instrumentos via de regra utilizam as alturas nas mesmas oitavas, salvo exceções bastante pontuais.

Fazendo o uso de um efetivo inteiramente acústico, *Memoriale* traz em sua escrita instrumental a marcas de transformações eletroacústicas do som, que aqui aparecem de maneira metafórica, adaptadas às relações estabelecidas entre os instrumentos. Um destes procedimentos que nos chama atenção é a estratégia de *acompanhamento “ressonador”* (Goldman, 2008), que consiste em destacar elementos harmônicos importantes pelo reforço e prolongamento de notas específicas entoadas pelo instrumento solista. Esse recurso pode ser observado, por exemplo, na cifra de ensaio 4 da partitura, na qual os instrumentos de corda intervêm um a um, realizando uma sequência de colcheias em *tremolo* que termina em uma nota longa, cuja altura acaba de ser entoada pela flauta solista.

Figura 32. Representação sintética de acompanhamento “ressonador” em *Memoriale*.

Outras situações em que o acompanhamento funciona com um conjunto de ressonadores podem ser observadas ao longo da mesma peça, de uma maneira mais ou menos evidente. Um exemplo é o prolongamento por ao menos uma das trompas da nota Eb4 longa que marca o final da sequência tocada pela flauta nas seis seções onde há na partitura a

indicação de andamento lento (*Lent, calme* ou *Lent*), nos quais tem-se sempre a semínima=56 (cifras de ensaio 3, 6, 10, 14, 18 e 29). Em todas as seis ocorrências nota-se que a nota entoada pela flauta sempre tem sua pulsação menor que a nota entoada pela trompa em ao menos uma pulsação, havendo a presença de uma fermata, que na parte da flauta incide sobre a pauta e da trompa, sobre a nota entoada. Embora todas as vezes ambos os elementos ocorram com uma dinâmica bastante reduzida (*pp, ppp*), Boulez ressalta a presença da flauta em primeiro plano tornando a emissão sonora mais ruidosa através da sobreposição da articulação em *tremolo* e de um trinado de semitom.

Figura 33. Exemplo de prolongamento do Eb4 da flauta pela primeira trompa.

3.5.1.1 Alexandre Lunsqui, *Guttur.Extensio*

A ideia de trabalhar o grupo instrumental como um ressonador acústico do instrumento solista é trabalhada por Alexandre Lunsqui (1969) em *Guttur.Extensio* (2014),

escrita para 5 flautas doce. Esta peça é uma expansão de outras peças anteriores, escrita no mesmo ano: *Guttur* (2014) para flauta solo e *Guttur.Duo* (2014), sendo que a segunda expande a primeira peça tanto em extensão quanto em densidade textural ao acrescentar um segundo instrumento, que interage com o material da primeira flauta, criando jogos de ressonância entre ambos. *Guttur.Extensio* amplia essa ideia composicional, ao transpor o material para a flauta doce e estabelecer como ressonadores um grupo de 4 flautas.

Nesta peça, o compositor se apropria da ideia de ressonador de uma maneira flexível, sem aplicar processos ou procedimentos determinados de forma rígida⁴³:

Não tenho interesse em simplesmente utilizar os instrumentos como ressonadores fixos. Portanto eles acabam fazendo parte da construção da peça de outras formas – texturas, harmonias, frases, etc. A função de ressonador fica sendo uma espécie de guia, mas com a devida flexibilidade conforme o material vai sendo desenvolvido (LUNSQUI, 2019[informação pessoal]).

Ao longo da peça pode-se observar exploração de “ressonâncias” distintas entre a parte solista e as demais, criando uma variedade de texturas e criando articulações formais claras na peça. Há situações como aquelas observadas anteriormente em *Memoriale*, que podemos considerar como um uso “clássico” da ideia de ressonador na escrita instrumental, encontrado em inúmeros exemplos dos séculos XX e XXI, no qual um instrumento prolonga uma nota articulada por outro instrumento, de modo a criar uma simulação do fenômeno físico de ressonância através da escrita. Outros momentos, porém, criam outros tipos de relação.

⁴³ “Não tenho interesse em simplesmente utilizar os instrumentos como ressonadores fixos. Portanto eles acabam fazendo parte da construção da peça de outras formas - texturas, harmonias, frases, etc. A função de ressonador fica sendo uma espécie de guia, mas com a devida flexibilidade conforme o material vai sendo desenvolvido. Ou seja, para essas peças preferi esse tipo de peça com regras ‘menos fixas’ do que processos/procedimentos mais explícitos e/ou rigidamente determinados. A escrita é fixa, mas a ideia do ressonador é que tem essa flexibilidade” Comunicação pessoal com o compositor.

80

R.S. *p* *f* *mf* *f*

80

Fl.1 *mf*

80

Fl.2 *mf*

80

Fl.3 *mf*

80

Fl.4 *mf*

freely, but as continuous as possible; break the melody to breath whenever necessary

freely, but as continuous as possible; break the melody to breath whenever necessary

freely, but as continuous as possible; break the melody to breath whenever necessary

freely, but as continuous as possible; break the melody to breath whenever necessary

Figura 35. Ressonador textural: flautas repetem e densificam fragmento da parte solista.

accelerando gradually

90

R.S. *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p*

90

vocal sounds *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p*

90

Fl.1 *pp* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p*

90

Fl.2 *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p*

90

Fl.3 *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p*

90

Fl.4 *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p* *mf* *p*

Figura 36: Ressonador tímbrico: flauta 1 prolonga F4, as demais colorem solista.

Outra situação encontrada é a ideia de um *ressonador tímbrico*, como pode ser observado do compasso 90 em diante. Aí tem-se a primeira flauta do grupo acompanhante prolongando a nota F4, polarizada na escrita do instrumento solista. Ao mesmo tempo, as flautas 2, 3 e 4 entram progressivamente em articulação rítmica quase idêntica à da flauta solo, mas distorcendo a escuta de alturas ao tocar cada uma um semitom abaixo da anterior. Esse processo, somado à intervenção de sons vocais realizada pelo próprio solista, produz um efeito colorístico de transformação progressiva na qualidade sonora da flauta doce.

3.5.2 Caixas de ressonância acopladas

Para além da simulação de caixas de ressonância a partir de estratégias de escrita musical, é possível encontrar a partir do século XX, a existência de peças que buscam acrescentar fisicamente uma caixa de ressonância ao instrumento, sendo o piano muitas vezes empregado para este fim.

3.5.2.1 Luciano Berio, *Sequenza X*: piano como caixa de ressonância acoplada

Um caso conhecido e notável de utilização do piano como caixa de ressonância acoplada é *Sequenza X per tromba em do (e risonanze de pianoforte)*, escrita em 1984 pelo compositor italiano Luciano Berio (1925-2003). Nesta peça que tem como elemento central a escrita solista para trompete, o compositor adiciona um piano *obbligato*, que ao longo de toda a composição adiciona ressonâncias ao trompete, dada a vibração por simpatia das cordas do piano. Em uma escrita elaborada, o compositor manipula as ressonâncias produzidas pelo piano, articulando três camadas distintas ao longo da peça.

Ressonância total cromática: trata-se da utilização do *pedal de sustentação* do piano, que afasta os abafadores das cordas de todas as suas 88 notas, afinadas de acordo com as frequências correspondentes ao total cromático no sistema temperado. Quando o pedal de sustentação se encontra abaixado, qualquer nota emitida pelo trompete é capaz de fazer vibrar por simpatia as cordas afinadas em frequências contidas em seu espectro sonoro (tanto as frequências fundamentais, quanto os harmônicos mais próximos).

Ressonância filtrada pelo pedal tonal: o uso do *pedal tonal*, faz com que permaneçam livres dos abafadores apenas as cordas correspondentes às teclas que se encontravam pressionadas no momento em que o pedal foi abaixado. Desta maneira, é possível ao compositor filtrar a ressonância, permitindo que apenas algumas alturas selecionadas possam

ressoar no piano. Desta maneira, quando permanece pressionado o *pedal tonal*, algumas das alturas produzidas pelo trompete ganham maior proeminência na escuta, destacando sonoramente sua relevância como elemento estrutural da harmonia naquele trecho específico da peça. Na *Sequenza X*, os agregados utilizados para realizar este tipo de filtragem têm uma densidade variável entre 3 e 10 notas, com conteúdos harmônicos distintos: desde a simples sobreposição de dois intervalos de oitava, até clusters atonais, passando por tétrades que sugerem uma coloração modal-tonal em ré menor.

Ressonância filtrada por teclas abaixadas: um terceiro recurso utilizado pelo compositor, é o de indicar na partitura que um determinado grupo de teclas seja abaixado sem que os martelos atinjam as cordas, mantendo, portanto, as cordas correspondentes livres para soar. Trata-se de um recurso cujo efeito sonoro é praticamente idêntico ao do pedal tonal, sendo que a grande vantagem de o incorporar é que ambos podem ser ativados em distintas possibilidades de simultaneidade e sobreposição, a partir de uma ação coordenada entre mãos e pés. Assim, após qualquer acorde ser sustentado pelo pedal tonal pode-se acrescentar momentaneamente notas adicionais, aumentando o número de frequências contidas na ressonância filtrada. Pode-se observar um exemplo deste tipo de utilização logo na primeira página da partitura: no terceiro sistema um agregado de 7 notas é preso com auxílio do pedal tonal e enquanto este é mantido pressionado, dois sistemas à frente é adicionado um agregado de 4 notas, perfazendo um filtro ressonante de 11 frequências.

Para além desta combinação de três camadas de atividade no piano, Berio inclui na escrita do trompete um outro elemento, imediatamente perceptível em uma situação de performance ao vivo ou gravação em vídeo que é o gesto de apontar a campana do trompete para dentro do piano, indicado na partitura pela presença de uma seta apontada para baixo sob a nota. Assim, são enfatizadas as ressonâncias de determinadas notas no instante em que são emitidas (há 34 ocorrências deste recurso ao longo da peça), entoadas quase sempre em em dinâmica *fff* (há apenas duas exceções na peça, uma em *f*, outra em *ff*). Salvo uma única ocorrência na penúltima página, todas estas notas tocadas para dentro do piano são brevíssimas (notadas como fusa) e seguidas de um silêncio, seja este uma breve indicação de respiração ou uma longa fermata. Assim, o compositor cria um intervalo de tempo, mesmo que breve, para que o ouvinte perceba a ressonância pronunciada produzida pelas cordas do piano nestes momentos específicos. Na figura seguinte, vemos uma representação simplificada da primeira página, com interação entre pedal de sustentação, pedal tonal, teclas abaixadas e as notas projetadas pelo trompete dentro do piano. Cada compasso corresponde a um sistema.

Figura 37. Representação simplificada do início da *Sequenza X*.

3.5.2.2 Iannis Xenakis, *Eonta*: a sala de concerto como caixa de ressonância

Em *Eonta* (1964), escrita para piano e 5 instrumentos da família dos metais (2 trompetes e 3 trombones tenor), anterior em duas décadas à *Sequenza X*, Iannis Xenakis (1922-2001) também implementa o piano como caixa de ressonância acoplada. Embora nesta peça o compositor grego não manipule a ressonância do piano de maneira tão minuciosa e detalhada como Berio depois faria, tem-se aqui uma obra notável por explorar uma série de possibilidades de espacialização e projeção sonora dos metais. Temos em *Eonta* um trabalho de modelagem das ressonâncias instrumentais que pode ser pensado em três níveis: o da projeção sonora através do direcionamento das campanas dos instrumentos de metal, o acoplamento do piano como caixa de ressonância do grupo de metais, a disposição espacial do grupo de metais. A atuação destes três níveis é melhor detalhada a seguir.

Direcionamento da campana dos instrumentos

Um instrumento da família dos metais não tem propriamente uma caixa de ressonância, mas sim uma campana cuja função é irradiar e projetar o som do instrumento. A maneira com que esta campana é direcionada modifica a projeção sonora do instrumento, modificando sua sonoridade devido à chegada mais ou menos indiretas dos componentes espectrais do som aos ouvidos do público, sendo este aspecto explorado de distintas formas em *Eonta*. Trata-se de um recurso que incide sobre um aspecto local do instrumento.

A primeira indicação na partitura em relação ao direcionamento das campanas se dá logo na primeira entrada dos instrumentos de metal, após uma longa introdução desacompanhada do piano. Do compasso 40 ao 48, trompetes e trombones sustentam um único acorde por 9 compassos, realizando um crescendo que vai de *ppp* a *f*, utilizando

surdinas⁴⁴. O compositor acrescenta um grau extra de dramaticidade a este crescendo ao solicitar que os instrumentos comecem a tocar apontados para o chão, permanecendo assim durante 4 compassos. Do quinto ao oitavo compasso desta sequência, os instrumentistas são solicitados a retornar progressivamente à posição normal, atingida apenas no compasso 48, ao mesmo tempo que atingem a dinâmica forte. Desse modo, o compositor acaba por enfatizar, sobremaneira, o efeito dinâmico do crescendo, visto que a projeção sonora voltada para o chão acaba por amortizar certos componentes dos espectros sonoros dos instrumentos que vão paulatinamente se revelando à medida que os instrumentos retomam sua posição normal e projetam o som diretamente sobre o público.

Na segunda intervenção dos metais, nos compassos de 55 a 79, estes sustentam um segundo acorde, articulado ritmicamente por cada um dos instrumentos, em cinco periodicidades distintas. Há aqui também um aumento progressivo do nível dinâmico geral, no entanto aqui ele não é feito de maneira linear como na primeira intervenção, mas sim oscilando entre *crescendi* e *diminuendi* independentes. Ao longo deste trecho, os instrumentistas tocam em pé e realizam um movimento de rotação sobre seu próprio eixo, ora à esquerda, ora à direita, segundo indicações individuais especificadas na partitura. Desta maneira, produz-se um relevo móvel na massa sonora projetada pelos instrumentos, visto que os giros fazem com que o som irradiado por seu instrumento se projete alternadamente em direção ao público, às laterais e ao fundo do palco.

Um terceiro momento da peça em que o direcionamento das campanas é explorado pelo compositor situa-se nos compassos 144 a 167 da partitura, nos quais solicita aos instrumentistas que apontem seus instrumentos para o teto da sala de concerto, retornando um a um à sua posição normal a partir do compasso 168.

Piano como caixa de ressonância

Em dois momentos da peça, os trompetes e trombones são solicitados a se posicionarem em torno no piano, tocando sobre as cordas do instrumento, que se encontra aberto, desnudado de sua tampa de madeira, de maneira que o piano solista passa a atuar como uma caixa de ressonância acoplada ao grupo dos metais. Trata-se de um recurso criado ao nível da interação entre instrumentos distintos.

⁴⁴ A partitura indica o uso de uma surdina robinson (bol): A surdina robinson é um tipo de surdina de origem americana do início do século XX, curiosamente muito utilizada na música francesa, e que não é mais fabricada, hoje em dia utilizamos a surdina *cup* pois é a que mais se assemelha a sonoridade das antigas robinsons. (Cf. SULPÍCIO, 2012)

A terceira intervenção dos metais na peça marca o primeiro momento em que estes se posicionam em torno do piano, que ocorre do compasso 82 ao 91. Avança-se um passo no processo de complexificação crescente da textura instrumental, com a manutenção de algumas das características das duas entradas anteriores: mantém-se o desenho geral de um acorde com alturas sustentadas por articulações rítmicas internas de maneira a sobrepor periodicidades distintas. Contudo, há um incremento considerável na energia de excitação mobilizada: tais periodicidades apresentam uma aceleração, cada uma das notas sustentadas passa a ser articulada internamente por *tremolos* em *staccato* e a dinâmica de cada instrumento oscila independentemente em níveis de *f* a *fff*, até se estabilizarem em *fff* a partir do compasso 86, quando o compositor solicita que os instrumentos sejam direcionados para as cordas do piano. Em 88, o piano para de tocar, mantendo apenas pressionado o pedal de sustentação – marcado como (D) na partitura. Este trecho da peça se conclui com uma grande pausa nos compassos 92 a 94, preenchida pelo rastro ressonante dos metais na vibração das cordas do piano.

O segundo momento em que os metais se aproximam do piano ocorre mais adiante, nos compassos de 309 a 331. Nesse trecho, o piano inicia uma passagem que acaba em um acorde *fff* que combina notas dos extremos grave e agudo, sendo respondido pelos metais com um acorde brevemente sustentado em *pp*. A partir daí há repetições variadas tanto do gesto do piano como da resposta dos metais, reiterando os mesmos acordes, com variações dinâmicas e uma aceleração que culmina no compasso 317, quando o acorde dos metais converte-se em um fluxo ininterrupto de colcheias em *staccato*, que inicia em *fff* e vai diminuindo até *pp* no compasso 321. Já no compasso 320 os acordes reiterados do piano se diluem em outras alturas e de 322 a 326 estabelece-se uma textura geral mais polifônica.

Espacialização do conjunto instrumental

Uma terceira estratégia utilizada por Xenakis nesta peça é a constante modificação da disposição espacial dos instrumentos, na qual o piano permanece fixo à esquerda do palco, enquanto o grupo de metais se mobiliza de maneiras distintas. Tal mobilização das fontes sonoras, fazem com que os instrumentos alterem suas relações tanto entre si, quanto com o ambiente em que a performance se realiza. Nesta situação, a própria sala de concerto, de certa maneira, se revela como uma grande caixa de ressonância do *instrumento-Eonta*, provisoriamente coabitada pelos músicos e pelo público durante a apresentação.

O mapa incluído pelo compositor nas instruções da partitura, mostra que o piano se encontra posicionado à esquerda do palco (na visão do público) e fornece para a

espacialização do grupo de metais quatro situações possíveis, sendo três estáticas e uma móvel:

- a) dispostos em linha ao fundo do palco, sentados (comp. 0-40) ou em pé (comp. 40-80);
- b) à esquerda, em pé alinhados junto ao piano (comp. 82-92 e 309-331);
- c) à direita, sentados em linha, simetricamente opostos ao piano (comp. 95-305 e 375-481)
- d) área central do palco, caminhando de um lado para outro; (comp. 335-375)

Tais disposições espaciais ao longo da peça permitem ao compositor estabelecer distintas nuances de relação, tanto dos instrumentos entre si, dos instrumentos com o espaço da sala de concerto e destes com o público. Dessa maneira, o espaço converte-se em um elemento concreto da escrita musical, que torna mais sensíveis as articulações formais da peça. De início, temos um piano solista que em um dado momento se relaciona com um grupo instrumental inicialmente distante, mas que em seguida se aproxima e acaba por acoplar-se. Depois esta situação de acoplamento se alterna com uma outra de oposição simétrica complementar, que por fim se afirma com relação definitiva entre piano e metais, logo após a intromissão de uma dispersão estatística momentânea das fontes sonoras.

Este estilhaçamento do espaço sonoro ocorre no que se pode chamar de seção *promenade* (passeio), que chama especial atenção pela situação incomum de os instrumentistas se deslocarem de uma ponta à outra do palco à medida que tocam, criando com movimentações para a esquerda e para a direita uma notável mobilização das sonoridades no panorama estereofônico, que se abre e fecha constantemente diante do ouvinte, bem como uma aproximação e distanciamento, quando os músicos se deslocam para a frente e para trás. Em indicação na partitura, o compositor estipula que este deslocamento sobre o espaço bidimensional do palco deve ser realizado o tanto quanto possível em direções opostas, maximizando assim a dinamização dos efeitos de deslocamento⁴⁵.

Em muitas discussões acerca da espacialidade sonora, esta aparece mais como um parâmetro abstrato, geometrizado da composição, do que como uma relação estabelecida a partir da disposição real e efetiva entre elementos que se afetam energeticamente entre si. Restringindo-nos ao modelo físico de um instrumento, podemos levá-lo a um grau de complexidade conceitual no qual passamos a considerar não somente os seus mecanismos de

⁴⁵ Na partitura: “En se promenant librement d’un bout à l’autre de la scène en directions autant que possible opposées”.

produção sonora, mas também a sua interação com os demais instrumentos e, por fim, sua interação com o ambiente em que a performance é realizada. Ou seja, o instrumento e a sala de concerto estabelecem também uma estrutura de excitador e ressonador, na qual o ambiente funciona como uma caixa de ressonância para além da caixa de ressonância do instrumento, fazendo com que diversos aspectos de sua sonoridade sejam modulados por características da sala.

Uma peça *Eonta* torna esta relação mais evidente. Embora não pareça factível alterar a constituição física da sala de concerto enquanto a peça é realizada, é possível interagir com sua estrutura, fazendo-a ressoar com nuances diferentes a cada momento. Aqui, isto se obtém de maneira interessante, modificando a relação dos instrumentos com o espaço por meio de uma ação combinada do direcionamento das projeções dos metais, sua interação com o piano e sua mobilização efetiva sobre a superfície do palco.

Figura 38. Mapa da disposição espacial dos músicos sobre o palco no prefácio de *Eonta*.

3.5.2.3 *Dialogue de l'ombre double*: virtualização eletroacústica

Outra peça que nos permite expandir a ideia de caixa de ressonância acoplada é *Dialogue de l'Ombre Double*, escrita por Pierre Boulez (1925-2016) em 1985, em homenagem a Luciano Berio por ocasião de seus sessenta anos. Trata-se de uma peça

complexa, cuja análise detalhada fugiria do escopo deste trabalho, no entanto, há alguns aspectos importantes a serem destacados no contexto de nossa discussão.

Tal peça foi escrita originalmente para clarinete e fita magnética⁴⁶, tendo a peculiaridade de que a parte fixa da eletrônica deve ser gravada pelo próprio solista que vai tocar a peça, não devendo ser reutilizada por outros intérpretes. Estas partes pré-gravadas pelo instrumentista formalmente constituem a introdução e a coda da peça (chamadas pelo compositor de *Sigle Initial* e *Sigle Final*), além das transições (*Transitions I* a *VI*). Estas partes são tocadas de forma intercalada às seções tocadas ao vivo (*Strophes I* a *VI*), nas quais são utilizados alguns processamentos sonoros em tempo real, como a espacialização do material pré-gravado nos alto-falantes e o acréscimo de reverberação, sendo este último um dos aspectos mais peculiares desta peça. Em vez de a reverberação ser produzida por algum aparato eletrônico dedicado a este fim, o efeito é produzido através da utilização de um piano.

Mais uma vez tem-se aqui uma variação da ideia do piano como caixa de ressonância acoplada a outro instrumento, que projeta seu som sobre as cordas, que vibram em simpatia e produzem uma reverberação específica. O que torna *Dialogue de l'ombre double* um caso peculiar é a mediação tecnológica empregada para ocultar dos olhos do público a maneira como este efeito é obtido: o piano deve ser mantido longe dos olhos do público, nos bastidores do teatro ou em um outro ambiente isolado. Um alto-falante voltado para cima é posicionado sob o piano para reproduzir o som do clarinete enquanto este é tocado ao vivo no palco. Com o pedal de sustentação do piano mantido permanentemente pressionado, as cordas vibram e a vibração produzida é captada por um segundo microfone que as reenvia para dois pequenos alto-falantes posicionados sobre o palco próximos ao clarinetista, cuja função é a de amplificar ligeiramente o som do instrumento. Tal sistema eletroacústico cria uma caixa de ressonância acoplada que se virtualiza e é capaz de se potencializar no espaço pela projeção dos alto-falantes.

⁴⁶ Pode-se encontrar gravações de transcrições desta peça para outros instrumentos da família das madeiras, como fagote (Pascal Galois), flauta transversal (Helen Bledsoe) e flauta doce (Erik Bosgraaf).

Figura 39. Figura contida nas instruções técnicas da partitura.

3.5.3 Projeções da caixa de ressonância na forma musical

Acima, apresentamos duas estratégias composicionais oriundas da exploração do conceito de caixa de ressonância, consistindo a primeira na simulação escrita de um ressonador acústico através do congelamento de alturas e a segunda, na interação do instrumento com uma caixa de ressonância acoplada, trabalhando sua relação com um outro instrumento propriamente dito, com as reflexões do ambiente da sala de concerto ou mesmo com caixas de ressonância virtuais criadas por meio de um sistema eletroacústico. Uma terceira estratégia consiste em projetar a caixa de ressonância na forma musical, distendendo-a no tempo. Dessa maneira, fenômenos a princípio associados a uma percepção mais imediata e momentânea do timbre instrumental podem encontrar uma projeção tanto na microforma (regulando estruturas rítmicas locais) quanto na macroforma (informando a articulação formal da composição).

Todos os casos a serem discutidos aqui apropriam-se da ideia do *formante*, que corresponde a cada uma das regiões do espectro sonoro de um determinado timbre instrumental ou vocal na qual se observa uma saliência, uma maior quantidade de energia acústica, cuja localização frequencial é independente da frequência fundamental do som produzido. Tal coloração pela ênfase em determinadas faixas de frequência é praticamente

invariável em toda a tessitura do instrumento, sendo determinada pela estrutura física do corpo sonoro (dimensões, forma, materiais). Determinantes da fisionomia acústica de cada instrumento ou voz individual, os *formantes* podem ser considerados como índices espectrais da constituição material do instrumento.

3.5.3.1 Projeção rítmica dos *formantes*: Debussy, Zimmermann, Stockhausen

A partir da década de 1950, existe uma tomada de consciência por parte de diversos teóricos e compositores de que a composição musical lida simultaneamente com múltiplas escalas temporais, de modo que a relação e a interação entre estas escalas passam a ser um campo fértil de investigação e especulação criativa. Dentre estes, podemos destacar as formulações de Werner Meyer-Eppeler (2009[1954]), Bernd Alois Zimmermann (1974[1957]) e Karlheinz Stockhausen (1959), que desenvolveram teorias que estabelecem uma continuidade escalar entre os níveis micro e macrotemporal, na qual estão contidos frequência, ritmo e forma (ROSSETTI; FERRAZ, 2016). A ideia do formante é explorada no texto *...wie die Zeit vergeht...* de Stockhausen (1959), no qual o compositor descreve como realizou sua transposição do domínio espectral do timbre para o da organização rítmica da composição, descrevendo os *formantes rítmicos* por ele desenvolvidos para a peça instrumental *Gruppen* (1955-1957), para três grupos orquestrais.

Nesse texto, o compositor questiona a validade de se fazer corresponder à escala cromática de 12 notas uma “escala cromática” de 12 durações, obtida por sucessivas adições de uma duração mínima (como uma fusa), solução adotada em diversas obras seriais. Em sua ótica, isto produz um duplo problema. Primeiro, há uma inconsistência teórica entre uma série gerada por uma progressão aritmética (adição progressiva de um valor constante) e as relações logarítmicas entre as frequências (que se dá em progressão geométrica). Em segundo lugar, cria-se um problema prático, pois as durações mais longas acabam por dominar a textura da composição, gerando uma tendência irreversível a articulações sonoras lentas⁴⁷.

⁴⁷ Embora a criação de escalas de durações baseadas em progressões aritméticas seja aparentemente rejeitada neste texto, é possível encontrá-las em obras suas, mesmo posteriores à escrita do texto. Ou seja, o que Stockhausen rejeita não é tal tipo de escala de durações em si, mas sim sua *equivalência* ao sistema cromático de alturas (Cf. KOHL, 1984).

Sua proposição é estabelecer durações básicas (*Grundphasen*, na terminologia idiossincrática do texto, que emprega o termo *fase para se referir ao período* da onda) que sejam subdivididas sucessivamente tal qual as parciais harmônicas do espectro de um som tônico.⁴⁸ A partir daí é possível estabelecer um *espectro de formantes* (*Formantenspektrum*), utilizando apenas um conjunto específico de subdivisões. Para Stockhausen, tais formantes rítmicos já existiriam nas relações métricas e rítmicas da música tradicional, limitadas às correspondências com as relações intervalares observadas na harmonia tonal (oitava, quinta, terça, sétima). Segundo esta perspectiva, há uma progressão histórica que primeiro admite divisões binárias e ternárias do compasso, correspondentes às relações frequenciais presentes nos intervalos de oitava e quinta. Posteriormente, a incorporação nos acordes da terça maior e da sétima menor (dissonância típica do acorde de dominante) seriam responsáveis pelo surgimento de subdivisões em cinco e sete, razões frequenciais presentes nestes intervalos. A presença de tais relações intervalares e frequenciais transpostas para o domínio rítmico, portanto, permite caracterizar o *timbre rítmico* [*Klangrythmus*], definido por *ritmos formantes* [*Formantrythmen*].

Cada um dos *grupos* que organizam a forma musical *Gruppen* é caracterizado por um *espectro de formantes* específico, ao qual são aplicados sucessivamente *envelopes* e *ruídos temporais*. Os *envelopes* [*Hüllkurven*] estabelecem o desenvolvimento temporal distinto para cada um dos *formantes rítmicos*, fazendo com que em boa parte das vezes apenas uma parte de cada um deles efetivamente soe. Em seguida, o compositor introduz o que ele chama de *ruídos temporais* [*Zeitgeräusche*], que consistem em nem sempre utilizar todos os ataques oferecidos por um determinado formante, sendo sua periodicidade interna perturbada pela substituição de algumas notas por pausas ou pela fusão de ataques consecutivos em notas de duração mais longa.

Embora abandonada na organização microformal das figuras rítmicas, a ideia de *escala cromática* é a base para a *escala de andamentos* utilizada em *Gruppen*, abrange a oitava-temporal (*Zeit-oktave*) que vai de 60 a 120 pulsações por minuto e é utilizada para determinar as durações, estabelecendo 12 gradações pela multiplicação sucessiva do andamento mais lento pela razão do semitom cromático ($\sqrt[12]{2}$ ou aproximadamente 1,0594). Estes andamentos são utilizados para determinar as durações básicas de cada seção da peça.

⁴⁸ Embora não mencione o termo *formante*, Henry Cowell faz em 1930, no seu livro *New Musical Resources* uma proposição semelhante à de Stockhausen ao associar a subdivisão rítmica à série harmônica, além de propor a criação de *escalas de ritmos* e *escalas de andamentos*. (COWELL, 1969[1930], pp. 44-49 e 98-108).

60	63,6	67,4	71,4	75,6	80,1	84,9	89,9	95,2	100,9	106,9	113,2	120
----	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-----

Figura 40. Escala de andamentos utilizada em *Gruppen*.

Embora a escrita do texto *...wie die Zeit vergeht...* diga mais diretamente respeito ao processo de composição de *Gruppen* já é possível observar este tipo de configuração em outras obras escritas por Stockhausen no mesmo período, aparecendo pela primeira vez nos últimos compassos de *Zeitmasze* para quinteto de sopros, nos quais cada um dos cinco instrumentos propõe uma subdivisão rítmica diferente. Na obra *Gesang der Jünglinge* (1955-1957), também da mesma época, o compositor retoma a noção de formantes para organizar distintas subdivisões periódicas da duração total de cada um dos complexos sonoros que se sucedem na obra.⁴⁹ Em composições posteriores, tanto os *formantes rítmicos* quanto as *escalas de andamentos* voltam a aparecer, mesmo que eventualmente de maneira parcial ou reformulada.

O uso de *espectros rítmicos* anterior a Stockhausen, mas no contexto de uma poética composicional bastante diversa, é apontado pelo compositor francês de origem búlgara André Boucourechliev (1925-1997), ao analisar obras para piano do compositor francês Claude Debussy (1862-1918). Um exemplo é *Cloches à travers les feuilles*, do segundo livro de *Images* (1907-1908), em cuja escrita é quase onipresente a sobreposição de camadas homorrítmicas, de modo a estabelecer subdivisões distintas e simultâneas da duração básica do compasso, de maneira semelhante ao *ritmos-formantes* desenvolvidos por Stockhausen, embora Boucourechliev não torne explícita a referência.

Trata-se de um contraponto a quatro vozes? De forma alguma: seria defeituoso demais e além do mais monótono, usando sempre as mesmas alturas repetitivas. Trata-se então de um contraponto rítmico? A riqueza rítmica proverbial de Debussy está aqui no seu apogeu. Estamos um pouco mais perto da verdade. Devemos então parar por aqui? É preciso ainda tirar uma conclusão. Cada *formante* é individualizado; o *conjunto dos formantes* constitui o som na sua evolução; o todo é da ordem do tempo musical. (BOUCOURECHLIEV, 1998, trad. Silvio Ferraz, grifo nosso).

⁴⁹ DECROUPET; UNGEHEUER, 1998, p. 4: “1- The *value*: the fundamental duration, which regulates the intervals of entry between successive complexes; 2- the *duration*: the actual duration of each complex obtained by a positive or negative transformation of the value; depending on the duration/value, the complexes will be partially superimposed or will be separated by a silence; 3- the *group of formants*: the number of ‘octaves of durations’ within which the durations will be taken for carrying out the various harmonic subdivisions of the duration, the octave grouping being limited to five octaves; and 4- the *evolutionary form in time*: where the concepts of attack and decay of the sound, developed earlier, take place”.

Outro traço presente na escrita de Debussy que preconiza o tratamento dado por Stockhausen para os formantes rítmicos é a criação de perturbações localizadas por meio da adição de pontos de aumento, apojeturas e subdivisões irregulares, produzindo certa instabilidade na sobreposição das periodicidades, atuando de maneira semelhante aos *ruídos temporais* introduzidos pelo compositor alemão, tal como se pode observar no exemplo abaixo, que corresponde ao início da partitura.

The image shows the beginning of the piano score for Debussy's 'Cloches'. The tempo is marked 'Lent' with a metronome marking of 92 (M.M. 92 = ♩). The time signature is 4/4. The score is for piano, indicated by 'PIANO' on the left. The first system shows the piano playing 'douxement sonore' (pp) with a melody in the right hand and a bass line in the left hand. The second system shows the piano playing 'un peu en dehors' (pp) with a melody in the right hand and a bass line in the left hand. The third system shows the piano playing 'm.g.' (m. g.) with a melody in the right hand and a bass line in the left hand. The score is written in 4/4 time and features complex rhythmic patterns, including triplets and sixteenth notes, which are characteristic of Debussy's style.

Figura 41. Início de *Cloches*: subdivisão simultânea do compasso em 2, 8 e 24 partes.

3.5.4 Projeção macroformal: Boulez, Menezes, Lachenmann

Para além da projeção dos formantes no domínio microformal do ritmo, nos deparamos ao longo do século XX com outras proposições que transpõem a ideia de formantes como elementos salientes no espectro sonoro para a forma musical.

3.5.4.1 Boulez: os formantes e a fisionomia de uma obra musical

Em um texto publicado pela primeira vez em 1954 na *Nouvelle Revue Française*, sob o título *Recherches Maintenant* e, posteriormente, republicado na coletânea de artigos *Relèves d'Apprenti* de 1966, Pierre Boulez propõe uma reinterpretação da noção *formantes* no contexto da estrutura de uma obra musical. Tal proposição se dá em um momento no qual o compositor francês busca saídas para o principal impasse perceptivo produzido pelo serialismo integral: a sensação de estaticidade temporal e homogeneidade textural, que Boulez chama de “a monotonia exasperante da obra”, paradoxalmente produzidas pela renovação permanente de todos os parâmetros musicais.

O grande esforço, no domínio que nos é próprio, é procurar, atualmente, uma dialética que se instaure a cada momento da composição entre a organização global rigorosa e uma estrutura momentânea submetidas ao livre-arbítrio. Tomemos uma comparação acústica simples; o timbre de um som é principalmente devido à distribuição dos sons harmônicos: estes se repartem por grupos mais ou menos importantes segundo suas relações com o som fundamental em intensidade e altura; são os ‘formantes’ de um timbre. Não poderíamos também encará-los como os ‘formantes’ de uma obra? Ligados por certo, à organização do universo próprio de uma obra, mas não dependendo dela? Nada seria menos parecido com o ‘tema’, uma vez que o tema consiste em particularidades já integradas; entretanto este ‘formante’ – particularidades não integradas – seria responsável pela fisionomia da obra, por seu caráter único. (BOULEZ, 1995 [1954], pp. 33-34).

Neste contexto, o *formante* aparece como uma justificativa acusticamente embasada para a introdução na obra de elementos não determinados previamente pelo plano estrutural global, criando assim um conjunto de traços característicos e caracterizantes de uma determinada obra, sem fazer recurso à ideia clássico-romântica de ‘tema’ (recusada pelo compositor como referência a um método de composição incongruente com o pensamento serial). Em sua *Terceira Sonata para piano*, escrita entre 1955 e 1957, mas sofrendo novas reelaborações até 1963, Boulez utiliza a palavra *formante* em vez de *movimentos* para nomear

cada uma das seções que constituem a obra, buscando assim afastar-se de uma nomenclatura herdada do passado.

3.5.4.2 Lachenmann: formantes como polarização de materiais sonoros

O compositor alemão Helmut Lachenmann também confere um significado formal à noção de *formantes*, que podem ser entendidos como “momentos de pregnância de materiais sonoros que de tempos em tempos criariam zonas de polarização de determinados materiais” (KAFEJIAN; FERRAZ, 2017). Embora Lachenmann não chegue a realizar uma elaboração teórica mais aprofundada, ele recorre ao conceito de *formante* ao falar de obras suas, como o seu primeiro quarteto de cordas *Gran Torso* (1972), no qual ele propõe uma ampla gama de modos não convencionais de produção sonora com os instrumentos do quarteto. Há nesta atitude uma maneira de libertar os materiais sonoros de determinados condicionamentos tradicionais de maneira a torná-los disponíveis para modos de estruturação alternativos àqueles herdados anteriormente:

A manipulação alterada dos meios e a redefinição do conceito de material são compreendidas e descritas de maneira relativamente rápida em uma análise. Mas os processos sonoros liberados dessa maneira se oferecem como *formantes* de processos sonoros dialéticos e situações que só agora se tornaram estruturáveis. (LACHENMANN, 1996b, p. 197, grifo nosso)

Em outra entrevista, o compositor retorna à ideia de formantes, tornando mais clara a relação que estes estabelecem entre o fenômeno acústico e sua transposição para a forma musical, no contexto de seu pensamento composicional:

A ideia de uma espécie de “hiper-consonância”, da qual eu derivo a forma e o material sonoro me é simpática e próxima. Contudo, eu prefiro reunir objetos completamente diferentes, por assim dizer, por indução sob o mesmo teto de um contexto composicional: desta maneira assumem estes objetos a função de *formantes*, que – devido à estratégia de estruturação – dão um novo sentido à ideia de uma consonância global que daí resulta e da qual são componentes. (LACHENMANN, 1996c, p. 211, grifo nosso).

Logo em seguida, na mesma entrevista o mesmo busca deixar claro que sua concepção de formantes se afasta de uma aplicação direta do conceito acústico à organização frequencial e intervalar dos materiais, que para ele remete às experiências do impressionismo, do serialismo e da música espectral, que encontrariam nesta ideia de hiper-consonância uma “fuga para segurança mágica, análoga à tonalidade”.

Na figura abaixo, vemos a representação visual da distribuição no tempo das “regiões formânticas” da obra *temA* (1980) para flauta, mezzo-soprano e violoncelo, realizada por Sérgio Kafejian e Silvio Ferraz no software ProTools, a partir do sonograma da gravação realizada pelo Ensemble Recherche, presente no CD *Helmut Lachenmann II*, de 1994. Cada uma das linhas representa a polarização de uma família de materiais sonoros estruturados a partir de suas características acústicas (KAFEJIAN; FERRAZ, 2017).

Figura 42. Distribuição temporal das “regiões formânticas” de *temA* (KAFEJIAN; FERRAZ, 2017).

3.5.4.3 Flo Menezes: projeções formais no ciclo *TransFormantes*

Na década de 1980, encontramos na obra do compositor paulistano Flo Menezes uma outra apropriação particular da noção de formantes, que dá origem a um conjunto de obras que carregam o título *TransFormantes*. Em cada uma delas, o conceito é transposto para certos aspectos estruturais da composição, havendo reelaborações desta relação de uma obra para outra. Até o momento, este grupo conta com seis peças: *Transformantes I* (1983), para piano e orquestra de cordas; *Transformantes II* (1995), para piano e clarinete em si bemol; *Transformantes III* (1997), para vibrafone e sons eletrônicos em tempo real; *Transformantes IV* (1998), para clarinete solo; *Transformantes V - O Poema das Vogais* (2011), para coro a 6 vozes *a cappella* e *Transformantes VI* (2012), para quinteto de sopros.

Em *TransFormantes I*, a apropriação do conceito de formantes pelo compositor tem uma dupla acepção: uma ligada à organização da forma musical e uma segunda ligada à constituição do material harmônico de base da peça. Com relação à transposição da ideia de formante para a forma musical, o compositor entende o formante como o que ele chama de uma *zona de perturbação* da forma, que marca mudanças texturais na composição:

[...] tomei como ponto de partida a ideia de se criar uma *nova forma musical* que tivesse como base o problema do *formante* tímbrico, conceito este que já tinha constituído elemento fundamental das pesquisas formais tanto de um Boulez

quanto de um Stockhausen em meio aos anos 50. [...] Uma vez transpostos ao tempo diacrônico constituinte das formas musicais, elaborei aquilo que constituiria, a meu ver, analogia perfeita a este conceito: uma “*zona de perturbação*” da forma, de curta duração, que se distinguísse morfologicamente do restante dos acontecimentos musicais. (MENEZES, 2002, p. 319-320, grifos do autor).

Embora o próprio compositor aponte Boulez e Stockhausen como precursores de sua formulação, fica claro aqui que sua elaboração acerca do formante é mais próxima da bouleziana, como traços constituintes da fisionomia da obra, do que da noção stockhauseniana de formantes rítmicos. A segunda transposição composicional do conceito de formantes do compositor incide sobre a definição do material harmônico utilizado:

Assim sendo, considerei cada arquétipo por mim utilizado como um *formante da história da harmonia*: uma entidade harmônica que diferentemente de outras tantas relações intervalares possíveis e contextos gerais harmônicos, se sobressaía em meio ao “discurso harmônico histórico” por sua significação arquetípica. Em *Transformantes I*, obra composta entre março e setembro de 1983 para orquestra de cordas com piano, procurei pois conferir a tais harmonias, através da forma musical, os lugares de destaque que lhes fazem jus suas significações históricas. (MENEZES, 2002, p. 320-321, grifos do autor).

Nesta associação do formante à eleição do material harmônico, nota-se um claro distanciamento em relação à noção bouleziana de formante, que os assumia como elementos não-integrados da estrutura, visto que, neste caso, a imbricação entre ambas as elaborações acaba por converter os formantes em elementos geradores da estrutura.

Em *TransFormantes II* (1995), Menezes retoma a ideia de *formantes da história da harmonia* no estabelecimento do material harmônico de base. Neste caso, a harmonia é elaborada a partir de dois acordes extraídos de obras orquestrais do compositor italiano Luciano Berio, sendo um originário do primeiro movimento de sua *Sinfonia* (1968-1969) e outro de *Formazioni* (1985-1987).

Já em *TransFormantes III* (1997) e *IV* (1998), existe uma reinterpretação do conceito, e Menezes propõe que as próprias obras se tornem *formantes* da situação do concerto como um todo. Assim sendo, ambas são compostas como uma sequência de breves fragmentos que não devem ser tocados de maneira sequencial, mas sim intercalados com as demais peças do programa, portanto se convertendo eles mesmos em *zonas de perturbação* que incidem sobre a forma do evento. Tal estratégia é retomada pelo compositor em algumas obras posteriores, constituindo o que ele chama de *obras-ambiente*, visto que estabelecem um espaço temporal imaginário no interior do qual as demais obras acontecem. É interessante notar que tal ideia de integração da obra em um contexto de programa é uma expansão de uma ideia já presente em *TransFormantes I*, na qual o compositor solicita que seja precedida em concerto pela execução ao piano do *Prelúdio N°2* (1977) de Willy Corrêa de Oliveira (nascido em 1938).

3.5.4.4 Formantes instrumentais na *palavratrovão #1*, para sexteto

A ideia de formantes instrumentais foi empregada pelo autor deste texto na composição *palavratrovão #1*⁵⁰, que tem como ponto de partida a primeira das *thunderwords*, palavras de cem letras ou mais que emergem em pontos cruciais de *Finnegan's Wake* (1939), último romance do escritor irlandês James Joyce (1882-1941). Escrita para trompete em C, percussão, voz feminina, violino, violoncelo, contrabaixo, *palavratrovão #1* foi composta no segundo semestre de 2018, sendo dedicada ao Ateliê Contemporâneo, agrupamento coordenado pelo compositor Tiago Gati, na Escola Municipal de Música de São Paulo.

A primeira palavra-trovão ocorre na página 3 do romance, sendo composta por uma aglutinação de corruptelas linguísticas da pronúncia da palavra “trovão” em 11 línguas diferentes (hindi, árabe, japonês, grego, francês, italiano, inglês, português, sueco, dinamarquês e irlandês). Por ocasião da segunda apresentação desta peça, foi escrita uma nota de programa, na qual a palavra-trovão é apresentada na íntegra e busca-se sugerir certa impressão imagética derivada do próprio significado nela contido.

bababadalgharaghtakamminarronkonnbronntonnerronntuonnthunntrovarrhouna
wnskawntooohooordenenthurnuk! thunderword. donnerwort. palavra mal dita:
palavratrovão. trova-trovão, palavra-palavrão. palavra impossível, palavra
indizível, palavra impronunciável. palavra sem sentido que contém tantos sentidos.
trovão, trovão, trovão e outra vez trovão. em todas as línguas ou ao menos nas
línguas que pode conter uma boca. se o sentido pleno não se revela a uma só
consciência, evocaliza a onisciência de todas as línguas, de todos os deuses-trovão:
thores, júpiteres, zeuses, iansãs: tonitroante palavra daquilo que é o que é. o verbo
faça-se, o verbo-luz. verbo inaugurador de mundos que no verbo não cabem,
enquanto que o verbo não cabe no mundo. palavra-objeto sonoro, objet trouvé,
trovejado, trovado, atrevido, trevado, travado na língua. trovaneio-delírio em
joyce, enjoy-se... (VALENTE, 2019).

Nesta peça, a palavra-trovão joyceana é pensada como um conjunto de excitadores não-lineares acoplados a um sistema de ressonadores acústicos (ou caixas de ressonância) lineares. Tendo isto em mente, a palavra-trovão foi dividida em 11 fragmentos, delimitados de maneira a corresponder às distintas matrizes linguísticas que a constituem. O próximo passo foi realizar uma série de experimentações empíricas de vocalização de cada um destes fragmentos, de modo a estabelecer gestualidades vocais específicas, marcadas por uma certa fisionomia rítmica, dinâmica, articulatória e de perfil. Uma vez estabelecidos tais materiais-

⁵⁰ Partitura e gravação disponíveis em <<http://www.rodolfovalente.com/>>.

pronúncia como excitadores, elaborou-se para cada um deles *ressonadores acústicos* distintos, completando assim o sistema-instrumento da composição.

Handwritten notes and diagrams illustrating 11 parts of a segmentation process and their respective vocal gestures. The notes are numbered 1 through 11, and the diagrams show various phonetic notations and gestures.

- 1) babadal**: Diagram shows "ba" and "dal" with a "sustentação" (sustained) gesture above "ba".
- 2) ghavaghta**: Diagram shows "gha" and "hta" with a "sustentação" (sustained) gesture above "gha".
- 3) Kamminar/ronn konn**: Diagram shows "Kamminar" and "konn" with a "sustentação" (sustained) gesture above "Kamminar".
- 4) bronn**: Diagram shows "br" and "ronn" with a "sustentação" (sustained) gesture above "br".
- 5) tonneronn**: Diagram shows "tonner" and "ronn" with a "sustentação" (sustained) gesture above "tonner".
- 6) tuonn**: Diagram shows "tu" and "onn" with a "sustentação" (sustained) gesture above "tu".
- 7) thunn**: Diagram shows "th" and "unn" with a "sustentação" (sustained) gesture above "th".
- 8) trovarr**: Diagram shows "tro" and "varr" with a "sustentação" (sustained) gesture above "tro".
- 9) how nawn skawn**: Diagram shows "how", "nawn", and "skawn" with a "sustentação" (sustained) gesture above "how".
- 10) toohooorderneu**: Diagram shows "toohoo" and "orderneu" with a "sustentação" (sustained) gesture above "toohoo".
- 11) tuorruk**: Diagram shows "tuorruk" with a "sustentação" (sustained) gesture above "tuorruk".

The diagrams also include various phonetic notations and gestures, such as "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação", "sustentação".

Figura 43. Rascunho da segmentação em 11 partes e respectivos gestos vocais.

Cada um destes 11 acoplamentos entre excitadores e ressonadores é composto por um conjunto de *formantes instrumentais*, caracterizados por um certo subconjunto do grupo instrumental, que por sua vez assume determinadas maneiras de tocar, construindo sonoridades específicas (representadas esquematicamente na figura abaixo). O elemento de maior variação tímbrica é a percussão, pois envolve o uso de três instrumentos diferentes: a güira (espécie de reco-reco típico da República Dominicana), o temple bell (tigela de meditação) e o pandeiro (típico da música brasileira). Três dos elementos têm a particularidade de serem caracterizados por intervenções vocais dos instrumentistas. Em 1 (sílabas *bababadal*), todos intervêm, em 3 (*kamminarirronkonn*) há vocalizações do percussionista. Já o quarto elemento (*bronn*) marca uma intervenção *a capella* exclusivamente realizadas pelo conjunto instrumental, sem a participação da voz feminina solista.

Figura 44. Os 11 ressonadores, seus formantes instrumentais e o número de ocorrências.

Regiões formânticas na macroforma da *palavratrovão* #1

Conforme visto, todo o material musical da *palavratrovão* #1 é estruturado a partir da constituição da palavra joyceana. Tal estratégia de trabalhar a composição a partir de estruturas verbais faz remeter necessariamente à *forma-pronúncia*, desenvolvida por Flo Menezes em algumas de suas obras. Na proposição do compositor, as *formas-pronúncia* consistem em formas musicais “calcadas nas constituições fonológicas das palavras” (MENEZES, 2009, p. 215). Tal pesquisa formal tem início em obras escritas na primeira metade da década de 1980 e ganha maiores proporções em *PAN - Poema Sinfônico, Sinfonia e Capriccio* (1985-1986), para orquestra e sons eletrônicos, realizando-se plenamente na obra acusmática *Phantom-Wortquelle; Words in Transgress* (1986-1987), realizada no Estúdio de Música Eletrônica de Colônia.

A *forma-pronúncia* propõe um mergulho na estrutura fonológica interna de uma única palavra, assim “percebendo cada detalhe de seu expressivo dinamismo sonoro, expandindo em seguida sua forma para além de seus considerados limites perceptíveis” (MENEZES, 2009 [1993], p. 221). Presente como sonoridade efetiva por meio de recursos eletroacústicos ou impregnado na constituição da estrutura musical, o verbo radicalmente estirado no tempo torna-se gerador de articulação da textura e da forma. Na *forma-pronúncia*, a elaboração noção de *formante* desenvolvida pelo compositor é contextualizada como *zonas de perturbações da forma*, que ocorrem sempre em duas regiões temporais que correspondem à aos dois principais formantes de cada vogal contida na palavra escolhida como base para a composição. Sendo os formantes associados às vogais, tais *zonas de perturbação da forma* ocorrem unicamente nos momentos da *forma-pronúncia* correspondentes aos fonemas vocálicos.

Pode-se tomar como caso exemplar deste procedimento a segunda parte de *Profils Écartelés* (1988) para piano e sons eletrônicos, na qual se tem uma distensão temporal de 8 minutos da palavra *solidarité*. Tal escolha faz referência à obra acusmática *Trois Visages de Liège* (1961) do compositor belga Henri Pousseur (1929-2009), cujo aniversário de 60 anos é homenageado na obra. A estrutura verbal dilatada torna-se articuladora de diversos

elementos da composição, com especial atenção para as relações estabelecidas entre a escrita pianística e os sons eletrônicos⁵¹.

fonema	/s/	/o/	/l/	/i/	/d/	/a/	/r/	/i/	/t/	/é/
duração	1'02"	45"	9"	14"	8"	35"	24"	25"	6"	3'40"

Tabela 5. Distensão temporal dos fonemas em *Profils Écartelés* de Flo Menezes.

Plenamente consciente da elaboração da *forma-pronúncia* por Menezes, mas sem qualquer intuito de produzir uma imitação, a estratégia de elaboração formal da *palavratrovão #1* busca incorporar a pronúncia da palavra de Joyce de uma maneira distinta. É inegável que nesta peça existe uma direcionalidade geral guiada pela estrutura interna da palavra, fazendo com que o início da peça coincida com a emissão da primeira sílaba da palavra (*ba*), entoada *fortíssimo* em uníssono por todos os músicos, e a composição se encerre no instante exato em que a última sílaba (*nuk*) é entoada pela voz feminina solista em *piano*. Contudo, o caminho percorrido composicionalmente entre as duas sílabas não é linear nem sequencial, desenhando um trajeto caleidoscópico por meio da constante alternância e justaposição dos 11 materiais-fragmentos, cada um deles apresentando a cada nova recorrência um tipo particular de evolução interna (como compressão ou dilatação temporal progressiva, permutações internas, acréscimo ou omissão de elementos). A forma musical se desenvolve produzindo contrastes locais e continuidades à distância, evitando constituir qualquer tipo de simetrias exatas, à medida que todos os elementos constituintes da palavra-trovão são progressivamente revelados.

Cada um dos elementos associados aos fragmentos da palavra-trovão ocupa uma porção temporal bastante desigual na totalidade da forma. Por exemplo, o fragmento 1 (*bababadal*) tem 31 ocorrências, já o fragmento 8 (*trovarr*) tem apenas uma (as repetições de cada um dos elementos estão indicada na figura anterior, que retrata os formantes instrumentais). Devido a estas distribuições não congruentes no decorrer da peça é possível estabelecer um segundo nível de analogia com os *formantes* do espectro sonoro, ao se pensar que a macroforma da peça apresenta zonas formânticas temporárias nas quais um ou outro elemento tende a predominar.

⁵¹ Uma análise mais aprofundada desta obra é encontrada no trabalho de Helen Gallo Dias (2014).

Uma comparação entre a versão estreada em 2018 e a apresentada em junho de 2019, em concerto realizado pelo mesmo grupo de músicos que participou da estreia, revela que a primeira era consideravelmente mais longa. A segunda versão, por ora tomada como definitiva, apresenta um total de 144 compassos, contabilizando 19 a menos que os 163 originais, devido à redução no número de ocorrências de alguns elementos. Isso se dá em especial no material-fragmento 3 (*kamminarronkonn*) caracterizado por uma articulação periódica em tercinas de colcheia, pois embora existissem variações internas na primeira versão, estas não eram capazes de evitar a sensação de repetição excessiva produzida por este elemento. Além da eliminação de parte das ocorrências do elemento, foi acrescentado um procedimento extra de variação: a substituição de alguns dos grupos de tercinas por grupos de três semicolcheias seguidas de uma pausa do mesmo valor, de modo a perturbar o excesso de periodicidade do elemento, sem descaracterizá-lo demasiadamente. Outra modificação importante foi a elisão do elemento 4 (*bronn*) com o elemento 3 em suas duas ocorrências, minimizando assim a sensação de interrupção da fluidez temporal que este elemento acabava por produzir. Para implementar tal elisão, foi realizada uma sobreposição deste elemento com o elemento anterior, resultando nos compassos 77 e 100 (na versão revista da partitura).

bababadal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----

Bababadal		14	15	16	17	18			19	20			
Gharaghta	1						2	3			4	5	6

Bababadal					21	22	23											
gharaghta				7														
kammina- rronkonn	1	2	3					4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Bababadal		24	25	26	27	28						23	30			31			
Gharaghta																			
kammina- rronkonn							15	16	17	18									
Bronn	1										2								
Tonnerron													1			2	3		
Tuonn														1					2

Bababadal																				
Gharaghta																				
kammina- rronkonn																				
Bronn																				
Tonnerron					7	8														
Tuonn				3			4	5		6	7	8								
Thunn												1	2							
Trovarr								1												
hounawn-skawn													1			2	3			
toohoo hoordenen	4	5	6											1	2			3		
Thurnuk																		1	2	3

Tabela 6. Sequência dos materiais-fragmentos na *palavratrovão* #1.

3.6 INTERFERÊNCIAS SOBRE OS MODOS DE INTERAÇÃO

As peças até aqui analisadas ou comentadas, enfatizam a interferência ou elaboração composicional a partir de um aspecto do modelo físico do instrumento. Na última seção desta parte dedicada ao repertório, o enfoque será dado a peças que interferem diretamente na relação entre excitadores e ressonadores, fazendo com que estes eventualmente assumam novos papéis no processo mecânico de geração sonora.

O primeiro exemplo abordado aqui é *Gesti*, de Luciano Berio, talvez uma das primeiras peças a propor a dissecção do gesto instrumental em camadas independentes, reconfigurando completamente o modelo físico de produção sonora do instrumento. Em seguida, apresentamos um exemplo mais recente, o *Study for String Instrument #1* do compositor dinamarquês Simon Steen-Andersen, no qual são explorados separadamente os movimentos do arco e da mão esquerda. Nos detemos também sobre a peça para contrabaixo solo *too big for the door...* da compositora brasileira Fernanda Aoki Navarro, na qual o instrumento é explorado de maneira percussiva, sem remeter aos seus modos convencionais de produção sonora. Por fim, a última análise apresentada pertence à produção do autor deste trabalho, consistindo na *peça revirada* para tamborim.

3.6.1 Luciano Berio, *Gesti*: desacoplamento entre digitação e sopro

Na produção composicional de Luciano Berio, as *Sequenze* certamente ocupam um lugar de destaque, escritas pelo compositor entre 1958, ano da primeira versão da *Sequenza* para flauta, e 2003, quando conclui a *Sequenza XIV* para violoncelo. Trata-se de uma série de 14 peças para instrumentos desacompanhados (incluindo a voz feminina), sendo que cada uma delas acaba por se afirmar como peça obrigatória na literatura contemporânea de cada um destes instrumentos. Todas elas propõem uma reflexão acerca dos recursos técnicos e expressivos presentes no repertório tradicional de cada um destes instrumentos, ora reiterando-os, ora contrapondo-se a eles, mas sempre expandindo consideravelmente o vocabulário de cada um deles visando explorar um certo tipo de virtuosismo que não seja “confinado à habilidade manual ou à especialização filológica” (BERIO, 1998, p.9). Uma peça que parece cumprir todos os requisitos para figurar no catálogo do compositor como uma *Sequenza*, é a peça para flauta doce *Gesti*, escrita em 1966 para o flautista belga Frans Brüggen (1934-2014). Entretanto, o compositor opta por um título diverso.

É possível que tal fato se dê por alguma razão absolutamente circunstancial, sem qualquer intenção de fazê-la se contrapor diretamente em relação ao projeto das *Sequenze*. Porém, sua nomenclatura diversa sugere a existência de alguma singularidade que afaste tal peça da totalidade do conjunto. Se a expansão da sonoridade de cada instrumento é nas *Sequenze* um traço fundamental, *Gesti* talvez contenha uma atitude ainda mais radical: a recusa tácita do modo de produção sonora convencional do instrumento, desmembrando a articulação direta e causal entre o mecanismo de excitação (o sopro do instrumentista) e o ressonador (o tubo cujo comprimento é dinamicamente articulado pela movimentação dos dedos).

Durante dois terços da peça, Berio trabalha a digitação e embocadura de maneira independente, produzindo efeitos gestuais e timbrísticos totalmente inusitados em relação ao repertório tradicional do instrumento. Tal descolamento articulatório só será desfeito no terço final da peça, quando a partitura assume a notação tradicional, funcionando como uma resolução conciliatória entre a boca e as mãos do instrumentista.

Figura 45. Primeiro sistema de *Gesti*: ações independentes da boca e dos dedos.

Logo no início da peça, tem-se uma pauta superior que indica ações relacionadas à boca: pressão do ar (baixa, média ou alta, de acordo com seu posicionamento entre duas linhas paralelas), sons instrumentais (notas pretas), sons vocais (notas brancas), sons simultaneamente vocais e instrumentais (notas brancas contendo um ponto negro). Barras horizontais indicam a duração dos sons e notas cortadas devem ser tocadas o mais rápido possível. Já a pauta inferior prescreve ações para os dedos, estando vazia no início para que seja preenchida com a digitação de uma passagem rápida de uma obra barroca – as instruções na partitura sugerem a *Giga da Sonata em ré menor* de Georg Philipp Telemann (1681-1767) para flauta e baixo contínuo –, um padrão sugerido pelo compositor ou qualquer outro criado pelo intérprete que “assegure muitos harmônicos” (BERIO, 1970). Desta maneira, *Gesti* revela-se como:

[...] uma exploração do que acontece quando as funções normalmente inseparáveis nos instrumentos de sopro de respiração, articulação de língua e digitação são forçadas a atuar independentemente uma da outra de modo que a perfeita coordenação entre estas habilidades que o músico adquiriu em muitos anos de treinamento é deliberadamente destruída (O'KELLY, 1990, p. 55).

Vale notar que, embora *Gesti* se destaque pela radical dissecção do gesto instrumental, é possível encontrar na obra de Berio um exemplo anterior em que este trabalha um instrumento, dissociando-o em duas camadas distintas. Trata-se de um breve momento da *Sequenza* para flauta em que se observa um contraponto entre a ação dos dedos e do sopro, quando existe um *crescendi* e um *diminuendi* simultâneo, no qual os ruídos de chave devem crescer gradualmente enquanto o fluxo de ar deve diminuir de intensidade.

Figura 46. Crescendo com as chaves e diminuindo quantidade de ar na *Sequenza I*

As três seções de *Gesti*

A macroforma de *Gesti* pode ser dividida em três seções, cada uma delas estabelecendo uma relação particular entre os três principais elementos empregados pelo instrumentista na produção de notas no instrumento: a digitação, o sopro e língua/lábios. O mecanismo de excitação normal da flauta é composto por um fluxo de ar que é articulado por meio da língua, atuando sempre em uma relação acoplada com a variação do comprimento do tubo ressonador através da digitação. Aqui estes elementos são ativados de maneira independente.

Primeira seção: 47 compassos de ca 3" [totalizando 141" ou 2'21"]

Nesta primeira seção, observamos uma divergência máxima entre os três elementos apontados acima. A notação está dividida em duas pautas, indicadas como boca (mouth) e dedos (fingers), de maneira a tratar ambos os elementos de maneira independente. Como explicado nas notas de performance contidas no prefácio da partitura, durante este primeiro trecho (em que a segunda pauta consiste em um retângulo alongado, com uma linha tracejada horizontal ao centro) deve ser repetido à maneira de um *ostinato* um padrão de digitação qualquer. Sugere-se a execução, no respectivo andamento, de um ou dois compassos do *Allegro (Giga)* da sonata em Ré Menor para Flauta Doce e Contínuo de G. P. Telemann, dos *Esercizi Musici* (sonata esta que fazia parte do repertório de Franz Brüggen, que a gravou em

1963). Tal escolha levaria provavelmente a um *ostinato* homorrítmico de 9 ou 18 colcheias, composto por movimentos escalares ascendentes e descendentes intercalados por arpejos, tal qual o início da peça de Telemann. No entanto, em seguida o compositor sugere que possa ser digitado “o mais rápido possível” um padrão como fá 4, lá 4, si bemol 4, ré 5, si natural 4, “ou qualquer outro padrão que garanta a riqueza de harmônicos”. Devido a essa grande abertura de possibilidades de realização, o compositor já antecipa que existe aí um alto grau de imprevisibilidade, em algumas vezes produzindo harmônicos *overblown* e em outras, não produzindo som algum.

A notação reservada à boca faz uso de uma pauta de duas linhas, utiliza uma notação espacial, na qual os ataques devem ser distribuídos no tempo de maneira proporcional à posição que ocupam nos espaços entre as linhas tracejadas que subdividem esta pauta tais como compassos, devendo cada um destes espaços ter cerca de três segundos de duração. As notas constituem de círculos pretos (sons com os instrumentos, excitados pelos movimentos de língua e cuja altura relativa deve ser variada ao grave ou ao agudo com a variação da pressão dos lábios) e círculos brancos (sons de voz, excitados pelas cordas vocais). Tais círculos ocorrem ora simultaneamente, ora em sequências muito próximas, sendo esta independência de emissão somente possível por tratarem-se de modos de excitação distintos, que não obstruem um ao outro ao serem articulados. A estes dois tipos básicos, soma-se um tipo híbrido, indicado por círculos brancos com um ponto negro no centro, no qual o som instrumental deve ser “colorido” por um som instrumental de mesma altura. Ou seja, temos aqui algo distinto do som instrumental e vocal emitidos de maneira simultâneo: trata-se de um processo análogo ao de modulação de frequência no qual o som vocal atua como onda moduladora e o som instrumental como onda portadora. Há também um processo de modulação de amplitude introduzido pelo uso de *frullati*, em dois tipos distintos: um “aerado” (*breathy fluttertongue/Flatterzunge: hauchig*), produzido pelo rolamento de língua, de resultado mais ruidoso, e um outro produzido com a garganta, de resultado mais sutil. Por duas vezes nesta seção é solicitado a inversão do fluxo do ar, sendo o som produzido inalando-se o ar.

O que é curioso em relação a esta pauta, é que a dinâmica que o flautista normalmente trabalha pela pressão do fluxo de ar, tendendo naturalmente a uma maior intensidade nas notas mais agudas, aqui é tratada de maneira independente da embocadura. Isto exige que o instrumentista produza um desacoplamento entre elementos (sopro e lábios) que trabalham de maneira intimamente relacionada na técnica convencional. Provavelmente é exatamente este descolamento entre elementos básicos da técnica da flauta doce (que acaba

por produzir descolamentos entre a intensidade do sopro e a intensidade do som em diversos momentos), que leva o compositor a adotar uma notação dinâmica indicada por números de 1 a 7, não por arbitrariedade, mas para enfatizar que a peça desfaz a correlação entre a intensidade do gesto (sopro) e o resultado sonoro. Utilizar uma notação em sete níveis dinâmicos que fosse de *ppp* a *ff*, por exemplo, poderia sugerir uma ênfase distinta, na qual o instrumentista devesse se esforçar com a variação da dinâmica do resultado sonoro em vez de se concentrar no modo de produção sonora, pela variação de intensidade da pressão do ar.

Transição: 1 compasso de ca. 5"

Nesta brevíssima transição, que nos conduz em direção à segunda seção, as duas pautas se fundem e é introduzida momentaneamente uma pauta de cinco linhas, prescrevendo a emissão de notas de altura definida. Promove-se assim, por um pequeno período, o acoplamento entre todos os elementos de excitação e ressonância normalmente envolvidos na produção sonora do instrumento (lábios, língua, dedos, sopro), antecipando a situação que será observada na terceira e última seção da peça. O recurso à técnica convencional do instrumento aparece nesta transição, portanto, como uma novidade em relação ao modo que a peça vinha sendo conduzida até o momento.

Figura 47. Transição de 5 segundos com pauta de 5 linhas. Segue início da segunda seção.

Segunda seção: 46 compassos de ca. 2" [totalizando 92" ou 1'32"]

Em contraste com a divergência máxima entre os elementos de produção sonora do instrumento da primeira seção, temos aqui uma relativa convergência entre os elementos (uma situação intermediária entre a primeira seção e o acoplamento total da parte final, antecipado na transição). A pauta volta a dividir-se em dois, com atividades distintas atribuídas para boca e dedos distribuídas entre as duas pautas. A primeira pauta volta a ter duas linhas e a apresentar boa parte dos elementos de notação ao longo de toda a primeira seção. Nota-se, no entanto, a quase que completa ausência de sons vocais (círculos brancos) e sons híbridos (círculo branco com ponto negro no centro), exceto por duas breves

intervenções no terceiro e quinto “compassos” desta seção. A duração das subdivisões temporais sofre um encurtamento, passando estas a durarem apenas dois segundos cada. Embora graficamente cada uma delas ocupe o mesmo espaço que ocupava um “compasso” da seção anterior, produz-se assim uma aceleração no andamento da peça.

A direção dos movimentos ascendentes e descendentes realizados com a boca nesta seção são sempre convergentes com as ações desempenhadas pelos dedos, que aqui abandonam o *ostinato* da primeira seção e passam a atuar de maneira deslizante, produzindo *glissandi* quase contínuos, cujas notas iniciais e finais não são absolutamente definidas. No entanto, toda a ação de dedos é aqui prescrita em uma pauta de quatro linhas que tem quatro alturas definidas como referência, indicadas no início da seção (fá 4, sol 5, mi bemol 6 e dó 7). Muito embora não se possa falar em alturas muito definidas, a partir do décimo compasso dessa seção nota-se uma presença cada vez maior de movimentos escalares ascendentes e descendentes nos sons a serem realizados com a boca, gerando um reforço de fase em relação ao deslizamento produzido pelos dedos.

Figura 48. Movimentos escalares da boca em fase com o deslizamento dos dedos.

Nos compassos de 1 a 6 desta seção temos um padrão que se repete a cada par de compassos: os dedos permanecem estacionados em um compasso e deslizam para a próxima linha da pauta no compasso seguinte. De 7 a 13 os dedos deslizam durante todo o compasso, mudando de direção a cada novo compasso. De 14 a 28, as quebras na linha de *glissando* (ora com mudança de direção, ora com acelerações e desacelerações no deslocamento) passam a ocorrer com mais frequência, de duas a quatro vezes por compasso, sendo a dinâmica mantida sempre no nível máximo. Nos compassos 29 e 30, os dedos mantêm-se fixos na posição mais aguda para, no compasso seguinte, haver uma intensa movimentação de dedos, com 10 pontos de quebra na linha de *glissando*. Após um compasso de silêncio, temos um novo compasso denso, com 8 quebras na linha de *glissando* e dinâmica máxima, seguido de um novo compasso de silêncio. Depois, tanto a dinâmica quanto o padrão de quebra dos *glissandi* irão variar, voltando às variações mais lentas com menos quebras por compasso, ocorrendo

ainda uma intensificação do movimento, de maneira espaçada, em dois compassos com 7 quebras cada.

Terceira seção: 21 compassos de 3/8, ♩=72 [63 colcheias ou 52,5"]

Na quarta e última página da partitura tem início a terceira seção, na qual existe um acoplamento total entre os movimentos de boca e dedos, voltando a escrita a se fundir em uma única pauta de cinco linhas (tal qual na transição da primeira para a segunda seção). Devido a esta fusão, a escrita assume um aspecto mais convencional, a notação especializada em subdivisões temporais cronométricas é substituída por compassos convencionais de 3/8, com um andamento de ♩= 72. Provavelmente trata-se de uma referência à articulação ternária típica de uma giga, tal qual à sugerida pelo compositor no prefácio. A notação rítmica, mesmo abundante em quiálteras e síncopas, torna-se metricamente definida, existindo uma progressiva desaceleração da rítmica geral. A seção se inicia com uma nota aguda em *flutterzunge*, em seguida há uma ocorrência frequente de quiálteras de fusa, havendo no sexto compasso desta seção um ponto máximo de densidade rítmica, com os três tempos do compasso ocupados por sextinas de fusa.

Figura 49. Maior densidade rítmica da peça, seguido de desaceleração das durações.

Nos dois compassos seguintes, o ritmo começa a ser diluído, observando-se um progressivo aumento das durações. Há uma proliferação de ligaduras e um número de ataques por compasso cada vez menor, até chegarmos ao compasso 19, no qual há uma única semínima pontuada, seguida por duas fermatas no próximo compasso. Temos então uma última frase que retoma brevemente esse processo de desaceleração, iniciando com um grupo de fusas com apojeturas que se distende até encontrar repouso na nota mais grave do instrumento, o que dá início a uma pequena coda de dois compassos.

Codeta: 2 compassos de 3/8, ♩= 40 [6 colcheias ou 9"]

Além da redução do andamento para pouco mais que metade do andamento anterior, esta *codeta* marca uma última intervenção de sons vocais na peça (ausentes desde suas últimas aparições residuais no início da segunda seção), primeiramente em uníssono (ou

oitava) com o som simultaneamente emitido através do instrumento, depois desviando-se meio tom abaixo (como uma pequena divergência) e retornando ao uníssono.

Figura 50. Codeta de *Gesti*: última dissociação entre boca e dedos.

A última nota contém um gesto sutil, mas concisamente dramático, no qual o som vocal se prolonga por mais um tempo em fermata, ao mesmo tempo em que uma nota de rodapé pede: “descolar o instrumento da boca e abaixá-lo, enquanto canta”. Como se este gesto final sintetizasse o descolamento entre os elementos de excitação e ressonância, que atuam de maneira independente na maior parte da peça.

3.6.2 Simon Steen-Andersen: gesto dissecado

O compositor dinamarquês Simon Steen-Andersen, nascido em 1976, escreveu três peças as quais denominou “estudos para cordas” cada uma investigando um tipo de dissecção do gesto de produção sonora dos instrumentos de corda, explorando algum elemento específico. No primeiro deles, *Study for String Instrument #1* (2007), que será objeto de uma análise mais detalhada a seguir, é explorada uma situação puramente acústica na qual temos um tratamento dissociado e independente do movimento do arco e da posição da mão esquerda sobre as cordas (notados em pautas separadas). Já o *Study for String Instrument #2* (2009), explora em diversos graus a convergência e divergência entre sons emitidos por meio do instrumento e sua transposição eletrônica realizada por meio de um pedal de expressão, configurado para ser capaz de criar *glissandi* ascendentes de duas oitavas⁵². Assim como o estudo anterior, esta peça também emprega duas pautas separadas, sobre as quais estão divididas as ações sobre o instrumento e sobre o pedal. Por indicação do compositor, os dois primeiros estudos podem ser executados empregando-se qualquer instrumento de corda friccionada, inicialmente como peça solo, mas sendo possível realizar versões em que mais de um instrumento realiza a partitura simultaneamente. A partitura do *Study for String Instrument #3*, por sua vez, indica que este deva ser realizado preferencialmente com um violoncelo (nas instruções de performance que antecedem a partitura propriamente dita, no entanto, o compositor acaba por abrir a possibilidade de que esta peça seja tocada com “um instrumento de cordas menor” ou um violão). O elemento característico de dissociação explorado neste terceiro estudo é que o instrumentista deve tocar a parte ao vivo (escrita em uma primeira pauta, indicada como *LIVE*) em simultâneo com um vídeo pré-gravado dele próprio tocando a parte escrita na segunda pauta, indicada como *VIDEO*, que explora diversos tipos de sincronia, defasagem, convergência e divergência da parte ao vivo. Para um máximo de sincronia com o vídeo, é solicitado o uso de um *click-track* tanto durante a execução da parte pré-gravada quanto da parte tocada diante do público.

Embora possam os três estudos suscitar interesse para uma maior aproximação, será aqui discutido apenas o primeiro deles, visto que parece estabelecer uma relação mais direta com o objeto da presente pesquisa. Além disso, por utilizar meios puramente acústicos, sem recursos a interferências eletrônicas sonoras ou audiovisuais, tal peça acaba por se oferecer

⁵² Vale confrontar esta peça com o uso paradoxal feito pelo compositor brasileiro Henrique Iwao (nascido em 1984) de um pedal de transposição aplicado à guitarra elétrica na peça *Panóptico Dn* (2011), escrita para o guitarrista, compositor e improvisador Mario Del Nunzio.

de maneira mais sucinta à presente análise, que investiga a elaboração composicional da relação entre excitadores e ressonadores em um instrumento musical, não como um fato consumado tanto na *lutheria* do instrumento quanto em suas técnicas convencionais consolidadas, mas como um campo de investigação criativa. Interessa, portanto, a estratégia adotada pelo compositor de dissociar em gestos distintos e independentes o modo de excitação das cordas (papel tradicionalmente atribuído ao movimento do arco) da variação constante no comprimento das mesmas (que aqui funcionam como estrutura vibratória ou ressonador mecânico, responsável pela estabilização vibracional da altura das notas).

Trata-se de uma composição que dá primazia ao movimento e ao gesto, como elementos enfaticamente trabalhados e desenvolvidos, sem que seja posta ênfase no resultado sonoro a ser obtido, ao menos no que diz respeito ao seu conteúdo frequencial, que aparecerá inevitavelmente como resultante, como elemento *composto* pelo encontro momentâneo (e por vezes contraditório, como atestam inúmeras passagens que acabam por soar silenciosas ou em ações praticamente inaudíveis, mas perceptíveis pelos olhos). Por trás da aparente simplicidade da escrita temos portanto uma modificação radical na hierarquia dos parâmetros, na qual ritmo e dinâmica são os parâmetros tradicionais trazidos ao primeiro plano, ao mesmo tempo em que os movimentos das mãos sobre o instrumento se tornam elementos efetivos de composição, não aparecendo como um resultado casuístico e colateral da articulação das alturas, mas sim colocando as alturas como elemento secundário na performance, sem lhes ser atribuído qualquer poder de estruturação do discurso, visto que estas são provocadas indiretamente pela interação entre os gestos.

A escrita é feita em duas pautas independentes, cada uma com apenas duas linhas. A primeira delas é reservada para os movimentos de arco (*bow*), sendo que a linha superior representa o talão (*frog*) e a inferior a ponta do arco (incorretamente indicada na partitura como “point”, quando a palavra em inglês mais utilizada é “tip”). Utiliza-se nesta pauta sempre uma cabeça de nota quadrada e vazia.

A segunda pauta (‘string(s)’) indica o movimento da mão sobre as cordas, sendo que as instruções iniciais deixam em aberto a escolha de qualquer uma das quatro cordas, bem como o uso de qualquer par de cordas adjacentes. A linha inferior representa a posição mais grave possível de ser obtida pela corda (*deep*) e a superior uma posição o mais aguda possível (*high*). As cabeças de nota nesta segunda pauta alternam entre notas redondas normais – indicando que o *glissando* que parte daquela nota deve ser feita com pressão normal do dedo sobre a corda – e notas em forma de losango, que indicam o uso de pressão de harmônico. Vale notar em relação aos harmônicos, que as instruções de performance solicitam o uso de

harmônicos artificiais. Embora isto não fique claro apenas pelas informações contidas na partitura, em todas as gravações encontradas, os intérpretes optam por fazer o glissando de harmônico artificial de maneira a não alterar a distância entre o dedo que pressiona a corda e aquele que mantêm a pressão de harmônico, resultando ao longo da peça em uma profusão de “efeitos de gaivota” (*seagull effect*, cujo uso mais conhecido e talvez inaugural encontra-se na escrita da parte de violoncelo na peça *Vox Balenae for Three Masked Players*, para flauta, violoncelo e piano, escrita em 1971 pelo compositor estadunidense George Crumb).

Figura 51. Início de *Study for String Instrument #1*: ações separadas para as duas mãos.

A1 Comp. 1-6. Introdução. Dissecção do gesto: elementos fundamentais.

Os seis primeiros compassos da peça podem ser considerados como uma introdução, que apresenta sucintamente os dois elementos (movimento da mão e movimento do arco) a serem trabalhados ao longo da peça, bem como o processo de dissociação entre ambos, a ser amplamente explorado pelo compositor. Temos logo de início um gesto curtíssimo em dinâmica forte (que será mantida durante toda a introdução), aquilo que o compositor chama de *sample* e que reúne um movimento completo do arco, do talão à ponta, simultâneo a um glissando realizado com a mão esquerda, percorrendo a corda da posição mais grave à posição mais aguda. Nota-se uma divergência entre a indicação gráfica da partitura, na qual se vê dois *glissandi* em movimento aparentemente contrário, parecendo convergir para um mesmo ponto central, e os movimentos de arco e mão esquerda efetivamente realizados pelo instrumentista, pois ambos se deslocam em eixos perpendiculares (90°) – situação que dificilmente seria reproduzida sobre o papel, visto que salvo casos muito específicos, as pautas de uma partitura estão sempre dispostas de maneira paralela.

Em seguida, a mão esquerda desliza lentamente de volta à posição inicial, sem qualquer gesto de excitação do arco (apenas é pedido que este seja recolocado na posição inicial pouco antes de realizar o próximo gesto), portanto gerando um movimento silencioso (ou quase). Ao longo das seis repetições, há um “movimento contrário” no desenvolvimento

das durações de cada gesto: existe uma progressiva ampliação temporal do gesto simultâneo em “movimento contrário” (a cada etapa: fusa, semicolcheia, tercina de colcheia, colcheia, colcheia pontuada e semínima), ao mesmo tempo em que o retorno silencioso da mão esquerda torna-se mais curto a cada nova etapa ($7+7/32$; $4+3/16$; $2+2/12$; 2 , $1+1/16$, $3/16$). Ou seja, o movimento silencioso de retorno da mão à sua posição inicial desaparece progressivamente, até que restem apenas movimentos realizados em simultâneo por ambas as mãos. Como os compassos nesta introdução têm sua duração determinada pela somatória entre tais gestos (simultâneo sonoro e retorno silencioso da mão esquerda), suas durações também se tornam mais curtas a cada nova ocorrência do gesto: $8/4$, $5/4$, $3/4$, $5/8$, $2/4$, $7/16$, aproximando-se cada vez do compasso de $3/8$ que será mantido pelos 12 compassos seguintes. Tem-se início, então, uma segunda seção da peça, que consideramos aqui como indo do compasso 7 ao 68.

Figura 52. Trecho da segunda seção da peça em “movimentos contrários”.

B1 Material principal. Compassos 7 a 28. “Movimento contrário linear.”

A segunda seção da peça é dominada por “movimentos contrários” (lembrando-se a ressalva de que visualmente tais movimentos se dão em eixos perpendiculares), nos quais o movimento do arco e o deslizamento da mão sobre as cordas sempre se dão em sincronia temporal. De início temos uma sequência de 12 compassos de tamanho idêntico ($3/8$), no interior dos quais há um movimento oscilatório linear constante entre dois estados (arco no talão com mão esquerda no extremo grave e arco na ponta com mão esquerda na posição aguda), cuja duração relativa muda, mas cuja somatória permanece sempre a mesma. Tal qual um oscilador de baixa frequência (*LFO*), que embora mantenha sempre a mesma velocidade de oscilação, tem sua largura de pulso (*pulse width*) constantemente modulada, fazendo com que a forma de onda passe por entre uma dente-de-serra ascendente e uma dente-de-serra descendente, passando pela onda triangular como estado intermediário. Tomando-se o compasso 12 como um pivô (que corresponderia à onda perfeitamente triangular, com o período dividido simetricamente em duas colcheias pontuadas), nota-se

uma retrogradação rítmica dos compassos anteriores. Depois disso há uma nova ocorrência de um compasso “triangular” idêntico ao 12, que encerra a sequência de compassos em 3/8 e dá início a uma sequência de compassos simétricos cuja unidade básica de contagem, no entanto, é progressivamente reduzida a uma semicolcheia (passando por colcheia, tercina de colcheia, semicolcheia) e depois, aos poucos, ampliada até o tamanho normal, modificando constantemente a fórmula de compasso, como se a modulação de largura de pulso dos primeiros 12 compassos da seção desse lugar a uma modulação de frequência. Em seguida, temos uma sequência em que os compassos voltam a se tornar assimétricos (modulação de largura de pulso), ao mesmo tempo em que a duração total do compasso se amplia (modulação de frequência).

B1.2 Comp. 29-38. Primeiro contraste. Movimento contrário exponencial com variação dinâmica.

A seguir temos uma sequência de 10 compassos, nos quais há uma progressiva contração temporal (3/4, 4/4, 3/4, 3/4, 2/4, 2/4, 3/8, 1/4, 1/4, 3/16). Aqui é observada a introdução de dois novos elementos que contribuem para desestabilizar a textura sonora até então explorada: a variação dinâmica, que pela primeira vez na peça abandona o nível *forte* e passa a oscilar entre três níveis: *pppp*, *pp* e *f*. Além disso, as curvas de deslocamento de arco e mão esquerda deixam de ser lineares e passam a ser exponenciais, de maneira que os movimentos, que até aqui deveriam ser realizados em velocidade uniforme, devem passar a incorporar acelerações e desacelerações.

B2.1 Retomada do material principal. Comp. 39-49. Movimento contrário linear com variação de pressão de dedo.

Após a sequência de movimentos exponenciais, o movimento volta a ser linear em uma sequência de 11 compassos em movimento contrário escrita em compassos de 3/8, lembrando de certa forma a sequência inicial desta seção. Aqui, no entanto, não se observa a *modulação de largura de pulso*, observada em 2A, mas uma forma de onda constante (sempre semínima, colcheia, uma forma assimétrica algo semelhante a uma dente-de-serra descendente). Durante quatro compassos, há um paralelismo rítmico entre as duas mãos, quebrado nos sete compassos seguintes por uma variação (articulada ritmicamente) na mão esquerda da pressão de dedo, entre pressão normal e pressão de harmônico.

B2.2 Comp. 50-51. Movimento direto, mãos praticamente se tocando.

Em seguida, há dois compassos em que pela primeira vez inverte-se a relação entre os movimentos das duas mãos, escritos como “movimentos diretos” na partitura – embora na performance produzam um movimento alternadamente divergente e convergente entre as mãos (o que leva o compositor a inserir uma indicação textual: “mãos praticamente tocando uma a outra”). Antes e depois destes dois compassos, nota-se também uma cesura de respiração, devido a uma inevitável quebra no fluxo sonoro, que por sua vez é decorrente da mudança na direção do movimento, que obriga um reposicionamento do arco – fato também reforçado neste por uma indicação textual que pede que a quebra seja incorporada, mas sem que o movimento de arco seja realizado dentro do tempo.

No segundo destes compassos, observa-se também pela primeira vez na peça uma inversão da relação entre a pressão de dedo e a posição da mão esquerda sobre a corda, sendo solicitada a pressão de harmônico para o movimento em direção ao agudo e a pressão normal para o movimento em direção ao grave. Neste compasso também, a relação temporal entre os movimentos ascendente e descendente se torna simétrica, com metade do compasso para cada um (mantendo a mesma relação nos sete compassos seguintes).

B2.3 Compassos 52 a 68. Movimento contrário linear. Pressão de dedo invertida.

Nos 17 compassos seguintes, volta a se estabelecer o “movimento contrário”, que sofre uma sequência de variações. Em um primeiro momento, com 7 compassos de duração, temos a manutenção da simetria temporal entre sons ascendentes e descendentes, na qual a velocidade primeiro se acelera a cada novo compasso (cujos tamanhos variam entre 1/4 e 1/8), indo da colcheia à quintina de semicolcheia, depois dilatando-se até a colcheia pontuada. Nos seis compassos seguintes, volta o compasso 3/8 e temos o retorno da célula rítmica inicial (semínima, colcheia) que aqui, do ponto de vista dos movimentos ascendentes e descendentes, no entanto, apresenta uma inversão de fase em relação à figura do início (além de uma inversão em relação à variação das pressões de dedo). Esta célula sofrerá então nestes compassos um processo de variação da largura de pulso, durante o qual a introdução de um compasso de 1/4 (pela eliminação da segunda figura do compasso) produz uma inversão de fase tanto da movimentação das mãos quanto da pressão de dedo associada a cada movimento. Seguem-se quatro compassos idênticos, em que a figura semínima-colcheia é apresentada de maneira idêntica à sua primeira aparição, salvo pela introdução de uma

variação na dinâmica (que desde o compasso 39, com a retomada do movimento linear permaneceu em *f*).

A2 Compassos 69 a 83: “Retransição”. Retomada da introdução.

Na sequência de 15 compassos que se segue temos uma espécie de retransição à maneira clássica, tal qual a preparação para a volta do primeiro tema muitas vezes observada na forma sonata. Pela primeira vez depois dos seis compassos introdutórios da peça temos novamente uma escrita rítmica não-sincrônica entre arco e deslizamento da mão esquerda, de modo que nestes compassos voltamos a ter a situação inicial de dissecção do gesto instrumental, que por vezes produz situações de deslizamento silencioso dos dedos sobre as cordas, sem que estas sejam ativadas pelo mecanismo excitador do arco.

B3 Compassos 84 a 107. Reexposição. Movimento direto e contrário alternados.

Em uma sequência de compassos de 3/8 temos aqui uma reexposição praticamente exata do material ouvido nos compassos de 7 a 11, retomados com escrita rítmica (variação de largura de pulso), dinâmica (*f*) e variação de pressão de dedo idênticas, observando-se inclusive uma repetição da mesma indicação textual para que sejam acentuados os primeiros tempos de cada compasso (com a indicação “*Strong downbeats*”). A única e importante variação nesta reexposição temática é o fato de as duas mãos encontrarem-se em movimento direto. No entanto, do compasso 89 ao 99 começam a ocorrer ligeiros desvios rítmicos entre o deslizamento da mão esquerda e a movimentação do arco, que por vezes apresenta três figuras rítmicas contra duas da mão esquerda (que permanece na mesma velocidade), o que acaba por produzir uma alternância da relação entre a movimentação das mãos entre movimento contrário e direto. De 93 a 99 há uma aceleração da movimentação de ambas as mãos por uma redução no tamanho do compasso (de 3/8 para 1/4, ou seja, também em uma proporção de 3 para 2).

Nos compassos 100 a 102, são introduzidas duas pausas de colcheia que interrompem o movimento do arco, enquanto o deslizamento da mão continua, de modo que o movimento se sincroniza, passando a ser direto. Após uma segunda pausa, tem início um trecho de cinco compassos com os movimentos das duas mãos sincronizados, embora em direção contrária, no qual são introduzidas variações dinâmicas entre *p* e *f*.

C1 Comp. 108-117. Entrecortado por pausas. A bit slower. ‘As if dancing’.

Nesta sequência de apenas 10 compassos, temos o único momento da peça em que se nota a presença abundante de pausas, consistindo em uma sequência de movimentos contrários entre as duas mãos, sempre sincrônicos, mas entrecortados. As dinâmicas tendem aos níveis mais suaves: de 112 a 117 há uma predominância da dinâmica *ppp*, sendo exatamente sons pontuais em *mf* que farão a conexão com a seção seguinte, que retoma a morfologia inicial de sons deslizantes sincrônicos (material B). O contraste produzido por esta seção é enfatizado pelo compositor através de uma indicação textual que contém três nuances de variação: 1) de andamento (*A bit slower*); 2) de posição de contato do arco com a corda (*poco sul pont.*) e de caráter (*as if dancing*).

B4 Comp. 118 e 128.

Última aparição de uma variação do material inicial (compasso 3/8, dinâmica forte, movimentos deslizantes sincrônicos, que aqui já aparecem um pouco modificados, com a relação rítmica de 3:2 observada em B3), que após dois compassos, começa a ser descaracterizado por uma série de intervenções: a mudança de compasso para 1/4, a introdução de pausas, a alternância entre ataques *pp* e *f*, associada a uma variação entre arco *col legno* (que o compositor especifica verbalmente como 100% madeira) e *ordinário*. Duas novas cabeças de nota são introduzidas, de maneira a acrescentar novos gestos à ação da mão esquerda: um triângulo invertido (com a indicação verbal *tapped*), que indica uma sutil percussão do dedo sobre a corda de modo que esta encoste sobre o espelho; e um quadrado negro, que segundo a indicação verbal indica que diversas cordas devem ser raspadas simultaneamente com as unhas (*scratch several strings with fingernails*).

Tais modificações, associadas a um desacelerando podem ser entendidas como uma transição para um novo momento da peça.

D1 Comp. 129-186.

Esta última seção da peça, que se estende até a coda, é relativamente longa e a mais densa em termos de alternância de técnicas, sendo tanto combinadas técnicas/gestos com que já nos familiarizamos nas seções anteriores, quanto introduzidas formas de produção sonora ou figuras que não haviam ainda sido apresentadas durante a peça.

The image shows a musical score for two staves: 'bow' (top) and 'str.' (bottom). The score spans measures 132 to 138. Above the staves, various performance instructions are written: 'c.l.' (col legno), 'c.l. - - -> ord. - - -> c.l.', 'sim. ppp=c.l. ff=ord', and '(c.l. "jeté")'. The notation includes notes with stems, beams, and dynamic markings such as *ff*, *pp*, and *ppp*. There are also markings for 'tapped' sounds (triangles) and 'col legno jeté' (arcs over notes). The time signature changes from 3/4 to 2/4 and then to 3/8.

Figura 53. Novos excitadores: sons *tapped* (triângulos) e *col legno jeté*.

Sons *tapped* e *col legno jeté*

Uma destas novas figuras aparece no compasso 133: um grupo de três tercinas de semicolcheia com a cabeça de nota em forma de triângulo invertido em dinâmica *pp*, que sempre aparece em movimento ascendente (da posição mais grave da corda em direção à posição mais aguda, estando a terceira nota sempre ligeiramente abaixo da linha que indica o limite utilizado da corda) e soa como um desenvolvimento do gesto percussivo *tapped* seguido de glissando que aparece pela primeira vez no compasso 121. Em sua segunda aparição, no compasso 137, esta figura é respondida/prolongada pelo arco com uma figura ritmicamente idêntica (três tercinas de semicolcheia) no compasso 138, a ser realizada com um gesto de “jogar” o arco sobre as cordas, como esclarece a indicação *c. l. jeté* (*col legno jeté*).

Overpressure ou écrasé

Nos compassos 140 e 144, essa combinação de gestos em tercinas de semicolcheia entre mão esquerda e direita reaparece, mas depois a relação se desfaz temporariamente ao observarmos quatro reaparições (nos compassos 153, 156, 158 e 161) da sequência de três sons *tapped* na mão esquerda, sem seu “consequente” no arco (nos compassos 153 e 156 a tercina é seguida de uma nota com cabeça de nota em X, descrita como “som percussivo por golpear as cordas com força”), ao qual na maior parte deste trecho (de 152 a 159) são solicitadas variações de pressão de acordo com linhas de espessura variável posicionadas sobre a pauta, que indicam o trânsito entre a pressão normal e o som ruidoso conhecido como *overpressure* ou *écrasé* (na indicação da partitura: *hard bow pressure, pure noise*), indicação que depois deste momento reaparece uma única vez na passagem do compasso 178 para o 179. O compasso 153 apresenta além da indicação verbal técnica relativa à pressão do arco, uma segunda indicação mais interpretativa na qual se lê “mãos praticamente tocando uma a outra, como dois objetos trocando energia cinética”, sugerindo que o deslizamento de dedo

sobre a corda seja realizado como se fosse um desdobramento físico do gesto de pressão exagerada realizado pelo arco.

The image shows a musical score for violin and strings, measures 150-184. The score is written for violin (bow) and strings (str.). The violin part features a series of notes with dynamic markings (ff, pp) and articulation marks. The strings part features a series of notes with dynamic markings (ff, pp) and articulation marks. Annotations include: "(hard bow pressure, pure noise)" above the bow staff; "(the hands practically touching each other, as if two objects exchanging kinetic energy...)" below the strings staff; and "(percussive sound by hitting the strings hard)" below the strings staff. The score is in 3/16 time and includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

Figura 54. Momentos de maior intensidade sonora com *overpress* no arco.

O jogo de pergunta e resposta em tercinas de semicolcheias entre as mãos direita e esquerda ressurgem nos compassos 163 e 164. Notando-se, porém, uma inversão na direção de movimentação do arco: a sequência de três contatos do arco com a corda em *jeté col legno* agora se inicia perto do talão indo em direção à ponta. Há variações deste jogo entre as mãos nos pares de compassos 167-168 e 171-172, em duas sequências um pouco mais longas que a original (agora com três partes: direita-esquerda-direita), nas quais a mão esquerda permanece sempre ascendente, mas a direção do arco se inverte. Nos compassos 174 e 176, vemos repetir-se apenas a parte da figura realizada pelo arco, sem o “antecedente” da mão esquerda. Do compasso 179 ao 184, último trecho em que esta figura aparece, a mesma praticamente domina a textura (como que sendo liquidada por saturação), sendo realizadas consecutivamente duas sequências de quatro gestos idênticas (1. *tapping* ascendente na mão esquerda; 2. *col legno jeté* descendente na direita; 3. glissando de unha descendente na esquerda; 4. *col legno jeté* ascendente na direita). Uma terceira repetição desta sequência tem início, mas é interrompida na metade, completando apenas os dois primeiros gestos e logo cedendo lugar ao material da coda.

Coda. Comp 185-191. Ausência de deslizamento. *Tremoli* e *molto vibrati* alternados.

Nesta breve *coda* de 11 compassos, temos pela primeira vez um trecho da peça onde não há nenhum movimento deslizante do arco nem dos dedos da mão esquerda. De modo a, de certa maneira, liquidar o material da peça neutralizando-o, o compositor opta aqui por se concentrar nos movimentos temporalmente densos e de pouca amplitude introduzidos a partir do compasso 141: *tremoli* de arco na mão direita; *tremoli “scratch”* (com a unha sobre a corda) e *molto vibrati* na mão esquerda. Tais gestos, que até então se alternavam entre as mãos de maneira em geral mais dispersa, em sequências de não mais que três gestos, agora

tornam-se os únicos elementos da textura musical (propondo também uma liquidação por saturação semelhante à observada nos compassos imediatamente anteriores com o jogo *tapped-jeté* entre as mãos esquerda e direita).

De um modo geral, há aqui uma simplificação da atividade rítmica, restando apenas uma sequência de colcheias na qual se pode observar duas fases: a alternância de tempo entre as mãos durante quatro compassos e, por fim, uma sequência homorrítmica de três compassos (que reduz a densidade de ataques pela metade em relação aos compassos anteriores).

3.6.3 Fernanda Aoki Navarro: o contrabaixo percussivo de *...too big for the door*

A peça *...too big for the door*, para contrabaixo solo, foi escrita em 2013 pela compositora brasileira Fernanda Aoki Navarro, durante seu doutorado na Universidade de San Diego (NAVARRO, 2015). Dedicada ao contrabaixista Matt Kline, a peça se destaca por recusar as formas tradicionais de produção sonora do instrumento, explorando uma ampla gama de recursos percussivos e exigindo do intérprete o desenvolvimento de um vocabulário gestual específico.

Figura 55. Início de *...too big for the door*: primeiros elementos gestuais da peça.

Seção 1: Introdução

A primeira seção da peça tem um caráter introdutório, ocupando do início da primeira página da partitura até o primeiro compasso da segunda, com duração de apenas 10 compassos (todos de tamanhos diferentes e irregulares, mas tendo a semicolcheia como base para a contagem da pulsação, com exceção do primeiro compasso da segunda página, indicado como 4/4), já apresentando a abordagem característica que será explorada ao longo de toda a peça: a vasta exploração do corpo do contrabaixo (ressonador) como um idiofone percutido com as mãos (excitadores), obtendo sonoridades diferentes a partir de diferentes pontos de contato e distintas formas de ataque. O discurso da composição, de uma maneira geral, enfatiza o aspecto rítmico favorecido por esta abordagem. As cordas são utilizadas apenas eventualmente (ainda assim excitadas de maneira a explorar sons predominantemente percussivos), não sendo empregada em momento algum a fricção por meio de um arco, afastando definitivamente o instrumento de sua identidade sonora ligada à orquestra sinfônica.

Nesta primeira parte são explorados apenas dois pontos de contato, que a compositora identifica com a linha superior (ombro/shoulder) e inferior (peito/chest), sendo tal divisão enfatizada por uma diferença na cabeça de nota utilizada (provavelmente por uma questão relativa à clareza de leitura): as da pauta superior são sempre indicadas por um x circundado por um círculo e as da pauta inferior por um x simples. Além destas cabeças de nota, nota-se

eventualmente na pauta inferior também um terceiro tipo de cabeça de nota, indicando ataques com os nós dos dedos. A direção das hastes das notas indica se estas devem ser tocadas com a mão esquerda (haste para cima) ou direita (haste para baixo). Logo no início, há uma indicação textual de que o braço esquerdo deve estar posicionado de maneira a envolver as cordas, abafando-as.

Quase todos os compassos (com exceção do segundo e do nono) apresentam acentos no primeiro tempo. Na estrutura métrica da mão direita (compassos 1 a 8): os compassos seguem progressão aritmética, ampliando sua duração em uma colcheia a cada novo compasso, indo de 7/16 a 21/16, desta maneira:

$$2\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 3\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 4\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 5\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 6\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 7\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 8\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \mid 9\text{.}\text{♩} (+3\text{.}\text{♩}) \cdot$$

A dinâmica indicada para toda a seção é *f* (forte), havendo apenas uma queda para *mf* (mezzoforte) no último compasso da página, que serve como ponto inicial de um crescendo para *fffff*, que se conclui no primeiro compasso da página seguinte, no qual a mão esquerda pela primeira vez toca as cordas, realizando um rápido arpejo das quatro cordas soltas, que são deixadas soar (l. v.) até o final do compasso, no qual uma nova indicação textual solicita que o braço esquerdo seja reposicionado em volta das cordas de maneira a abafá-las. O crescendo dinâmico do último compasso da primeira página é acompanhado por um deslocamento progressivo do ponto de contato dos ataques da mão direita com o corpo do instrumento, indo progressivamente do “peito” (chest) para a cavidade em f (“f” hole), ponto de chegada atingido em concomitância com o arpejo de cordas soltas realizado da mão esquerda.

Segunda seção: páginas 2 a 6. Pulsação em *ostinato* na mão esquerda.

A segunda seção, inteiramente escrita em compasso 4/4, se caracteriza por uma marcação ininterrupta de semicolcheias percutidas pela mão esquerda no “ombro” (shoulder) do contrabaixo. Uma indicação verbal solicita escolher para esta percussão da mão esquerda um pulso constante entre rápido e moderadamente rápido (eventualmente não sincrônico com o pulso da mão direita), variando-se o mínimo possível em dinâmica, velocidade e timbre. Vale notar, que o módulo escrito para a mão esquerda contém sete semicolcheias, talvez retomando o compasso inicial da peça de 7/16. Já a mão direita passa a desenvolver um discurso rítmico, construído pela concatenação de células rítmicas compostas

majoritariamente por colcheias e semicolcheias, sendo a semicolcheia inicial eventualmente substituída por pausa.

Figura 56. Pauta de quatro linhas da segunda seção: distintos pontos de percussão.

A escrita se dá em uma pauta de quatro linhas, que indica seis diferentes pontos de contato em seus espaços, adicionando ao *chest* e *shoulder* utilizados na primeira página a cavidade em *f* (“f” hole), as cordas (“strings”), a ponte (“bridge”) e o espigão (“tail piece”). Além de serem posicionados sobre linhas diferentes na pauta, cada um desses pontos de contato é explicitamente indicado acima de cada cabeça de nota. Nos primeiros 14 compassos dessa seção, a compositora explora apenas três pontos de contato (*ch*, *sh* e *f*). Do compasso 15 desta seção em diante, é introduzido o ataque sobre as cordas como possibilidade de ponto de partida. Este evento marca também uma alteração no tipo de células rítmicas utilizadas, passando a predominar uma articulação em grupos de quatro semicolcheias (sem pausas), intercalados por grupos com quiáleras. Uma densificação da presença de quiáleras é observada a partir do compasso 20, como que antecipando um aumento da variedade de pontos de contato nos compassos 21 (em que é adicionado o espigão ou *tail piece*, indicado por *TP*) e 22 (onde são introduzidos ataques sobre a ponte, *bridge*, indicado por *Br.*). Nos compassos 23 e 24, observa-se uma espécie de liquidação do material da seção em movimentos “escalares” obtidos pela variação dos pontos de contato. Ao final do compasso 24, tem início um breve rulo, que conduz no compasso seguinte a uma finalização semelhante à da primeira seção: o ponto de contato da mão direita desliza do *chest* para *f*, sendo que no instante exato da chegada, a mão esquerda realiza um arpejo rápido em *pizzicato* em todas as quatro cordas (desta vez com a dinâmica em *fff*).

Seção 3: páginas 7 (segundo compasso) a 9 (primeiro sistema). Breve desenvolvimento.

A terceira seção, com duração de 15 compassos, pode ser entendida como uma espécie de desenvolvimento, no qual elementos apresentados anteriormente são variados, ampliados e justapostos. As sonoridades desenvolvidas pela mão direita são bastante

similares às desenvolvidas na seção anterior, com algumas modificações: a introdução de um novo ponto de ataque percussivo (*Under the bridge*) e de *pizzicati* Bártok nas cordas soltas (a partir do terceiro compasso da seção). A articulação rítmica é também mais lenta, desacelerada à metade ao se tomar a colcheia como figura básica para a construção do discurso rítmico.

Já o arpejo de quatro cordas em pizzicato, realizado até o momento por duas vezes pela mão esquerda com função cadencial, a partir do oitavo compasso desta seção, torna-se ele mesmo um personagem rítmico, ganhando uma variação de sonoridade delicada: o som resultante do gesto de “desabafar” as cordas passa a ser explorado.

Nesta seção observa-se uma ampliação da variação constante entre um número razoavelmente grande (seis) de pontos de contato para os sons percutidos sobre o corpo do instrumento, sendo que em seus dois últimos compassos este número se reduz progressivamente a duas possibilidades (ponte e cordas).

Quarta seção: páginas 9 a 13. Harmônicos percutidos deslizantes.

Na partitura, o início da quarta seção pode ser rapidamente identificado pela utilização pela primeira vez na peça de uma pauta tripla, indicando de maneira independente a posição (ora fixa, ora em deslizamento) da mão esquerda sobre o espelho (fingerboard) em uma primeira pauta, sua pressão ou ação sobre as cordas na segunda e sendo a terceira pauta reservada para os sons percutidos pela mão direita sobre o corpo do instrumento. Existe uma mudança de andamento com a colcheia passando a corresponder a 130 bpm. É observada a seguinte sequência de fórmulas de compasso:

6/8 | 17/8 | 22/8 | 31/8 | 47(16+14+17+27)/8 | 16/8 | 13/8 | 17/8 | 7/8 | 10/8 | 15/8 | 5/8 | 9/8 |

Pode-se subdividir esta seção em 13 partes, cada uma correspondendo a uma espécie de frase do objeto sonoro composto por alguns elementos característicos. O primeiro compasso de 6/8 desta seção apresenta o elemento composto da mão esquerda que será recorrente em todas as unidades sonoras compostas desta seção: uma série de sons percutidos sobre um único ponto de contato (inicialmente a ponte), que se encerra com um golpe na altura do *f* (“f” hole), tendo um comportamento dinâmico que inicia em um nível relativamente baixo (aqui *p*, mais adiante *mp*), apresentando em uma porção inicial um crescendo seguido de um decrescendo ao nível dinâmico inicial, para em um segundo momento iniciar um crescendo até uma dinâmica bastante intensa.

Neste primeiro compasso da seção, vemos retomado o elemento do arpejo em pizzicato das quatro cordas do instrumento, que apresentou função cadencial nas seções 1 e 2, articulando a mudança de uma seção para outra. Na seção 3 este elemento passou a ser explorado como elemento gestual, articulado individualmente, sem conotação cadencial.

	Ponto de Contato	Din. inicia l	Cresc./ Decresc.	Crescendo final	Din. Fina l	Pizzicato	Pressão da mão esquerda
1	Br	<i>p</i>	5 colcheias	Súbito	<i>Ffff</i>	Arp. 4 cordas	--
2	Br	<i>p</i>	9 colcheias	7 colcheias	<i>Ffff</i>	---	Norm+1/2 harm
3	Cordas	<i>p</i>	8 colcheias	13 colch.	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Norm+1/2h+harm
4	Cordas	<i>mp</i>	9 colcheias	21 colch.	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Norm
5	Cordas	<i>mp</i>	16+14+17	24+3 colcheias	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. H. 1+2+3+4
6	Cordas	<i>mp</i>	15	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. Harm 1
7	Cordas	<i>mp</i>	12	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. Harm 4
8	Cordas	<i>mp</i>	17	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. Harm 1
9	Cordas	<i>mp</i>	7	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(III+IV)	Nat. Harm 4
10	Cordas	<i>mp</i>	10	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(III+IV)	Nat. Harm 1
11	Cordas	<i>mp</i>	15	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. Harm 2
12	Cordas	<i>p</i>	5	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. Harm 3
13	Cordas	<i>pp</i>	9	Súbito	<i>Ffff</i>	Bártok(IV)	Nat. Harm 1

Tabela 7. Elementos consituientes de cada uma das 13 partes da quarta seção da peça.

As primeiras quatro unidades apresentam uma absoluta regularidade na subdivisão rítmica em colcheias, sendo observada a presença de acelerações e desacelerações da unidade 5 em diante. O deslizamento da mão esquerda sobre as cordas se dá de maneira predominantemente lenta e constante nos compassos de 2 a 7 desta seção (com paradas temporárias nos compassos 3 e 5). A posição da mão esquerda mantém-se estacionária durante todo o oitavo compasso. Do compasso 9 em diante os deslizamentos passam a ser curtos, ocorrendo apenas na porção final do compasso (coincidindo com o golpe percussivo da mão direita no *f*), mantendo-se a mão parada sobre as cordas na maior parte do tempo.

Quinta seção: páginas de 14 a 23. Segundo desenvolvimento.

Esta seção marca uma mudança na contagem e no andamento, que se torna mais lento, passando a ser contado com a semínima correspondendo a 40 pulsações por minuto. Mais uma vez uma nova seção é marcada por uma mudança no tipo de pauta utilizado: pela primeira vez temos uma pauta tradicional de cinco linhas na peça, onde o uso alternado de claves de sol e de fá indica serem solicitadas alturas definidas nos sons produzidos. Tal mudança notacional corresponde a um material novo introduzido pela compositora: pequenas frases articuladas pela mão esquerda sobre as cordas, cuja excitação é realizada pela própria mão esquerda em gestos do tipo *hammer-on* (pressionar os dedos sobre a corda com força suficiente para que o contato da corda contra o espelho produza uma vibração audível) e *pull-off* (processo inverso ao anterior, em que a vibração da corda é produzida por uma remoção enfática do dedo que já se encontra posicionado sobre a corda, de modo a produzir um pinçamento que resulta em sonoridade audível) – técnicas que podem ser encontradas em peças do repertório dos instrumentos de corda pinçada. Em meio às frases em *hammer-on* e *pull-off* (que pela natureza de tais técnicas acabam mais por favorecer o caráter percussivo dos transientes de ataque do que propriamente a percepção auditiva das notas de altura definida precisamente indicadas na partitura), temos a retomada dos acordes de quatro notas em pizzicato, que aqui aparecem com algumas modificações: não há indicação de articulação em arpejo, sugerindo uma emissão mais simultânea das notas e são indicadas alturas definidas que diferem das notas comumente encontradas nas cordas soltas do contrabaixo, estando presente no primeiro acorde da seção um si grave uma quarta abaixo do mi normalmente encontrado na afinação padrão da quarta corda. O fato de tal tipo de acorde, com articulação semelhante, ocorrer ainda três vezes ao longo desta seção – sendo duas delas com as mesmas notas e outras duas com uma transposição paralela de todas as notas um quarto de tom acima, associada em ambas as vezes a um *glissando* em direção a outra transposição do acorde um trítone acima (ou quase) –, sugere tratar-se de um acorde obtido por uma *scordatura* do instrumento (da qual não se encontra indicação anterior na partitura).

Tal qual a terceira seção da peça, que pode ser considerada um breve desenvolvimento de materiais presentes nas duas primeiras seções, podemos entender esta quinta seção como uma articulação entre o material novo apresentado (frases em *hammer-on* e *pull-off*), associado ao desenvolvimento de elementos anteriormente apresentados (por ampliação e variação). Esta seção se inicia com um compasso (4/4) de pauta única no qual se articulam duas frases curtas em *hammer-on/pull-off*, intercaladas pelo acorde de quatro notas em pizzicato, possivelmente inteiramente executado pela mão esquerda. No compasso

seguinte, a escrita se abre em três pautas (duas para as cordas, sendo um pentagrama de alturas definidas; uma pauta de quatro linhas que representam as quatro cordas e uma para representar a percussão sobre o corpo do instrumento), apresentando um material que aparenta ser uma variação de materiais anteriormente observados na seção 3, compostos pela associação entre sons percutidos sobre o corpo do contrabaixo e *pizzicati* Bártok em cordas soltas executados pela mão direita. Segue-se então um compasso em que a escrita volta a se concentrar na pauta de cinco linhas, no qual podemos observar uma variação em glissando do acorde de quatro notas em pizzicato, gesto que necessita do emprego de ambas as mãos para ser realizado.

Segue-se então uma sequência de 9 compassos na qual voltam elementos da seção 4: o andamento (colcheia a 130), a divisão em compassos de unidade 8 e materiais bastante semelhantes às sequências daquela seção, que são alternados com materiais derivados da seção 3, tal qual a sequência executada pela mão direita há pouco ouvida no segundo compasso desta seção, de modo que acabam por se constituir seis frases bipartites (material 3 – material 4).

Na página 17, volta o material inicial da seção 5, havendo uma nova mudança de pauta (pentagrama, com claves de sol e fá, embora no início a clave de sol esteja ausente, talvez por um problema na editoração da partitura) de andamento (semínima a 42) e sendo retomadas as frases em *hammer-on/pull-off*, escritas em compasso 4/4. Tal como havíamos observado no início desta quinta seção, há novamente uma sobreposição com o material derivado da seção 3, executado pela mão direita. A esta sobreposição, segue-se um último compasso quaternário com material em *hammer-on/pull-off*, por sua vez sucedido por um compasso 11/8 preenchido por material derivado da seção 3, relativamente ampliado.

Do início da página 19 até a página 23, temos então uma retomada do material da seção 4, alternado com o material da seção 3 (não há, no entanto, indicação de retomada do andamento de colcheia igual a 130), que se prolonga até a conclusão da peça. Pode-se notar que ao mesmo tempo em que há uma ampliação na duração das intervenções do material 3, há uma nítida e progressiva predominância do material 4 até o penúltimo compasso.

O último compasso, porém condensa elementos dos materiais três (*pizzicato* Bártok) e quatro (percussão sobre um único ponto de contato), primeiro em uma sequência de cinco alternâncias rápidas em desaceleração, seguida por cinco alternâncias rápidas espaçadas por pausas irregulares (6, 5, 4 e 5 colcheias), sendo a última delas sincronizada com a última ocorrência do acorde arpejado de quatro cordas soltas em pizzicato (desta vez com a indicação de *pizz. Bártok*), que aqui reassume a sua função “cadencial”. De maneira a

ênfatizar este último gesto, é solicitado ao intérprete que no instante exato da emissão deste acorde pela mão esquerda, seja removido o braço esquerdo, que até o momento se encontrava posicionado sobre as cordas de maneira a abafá-las, de modo a deixá-las soar, reverberando o derradeiro gesto da composição.

end
neck
nut

dampen the strings with left arm.

pull left arm and produce the pizz in an unified and fast gesture.

I
II
III
IV

Sh
Ch
J
III
Br
TP

ff *fff* *fff* *ffff*

pizz.

Tabela 8. Trecho final de *...too big for the door*, com a expansão do gesto final.

3.6.4 *revirada* para tamborim solo

Escrita pelo autor desta pesquisa em 2014, *revirada* para tamborim solo⁵³ tem sua origem no contexto da pesquisa de mestrado da percussionista Catarina Percínio, voltada para a criação colaborativa de peças solo para instrumentos “marginalizados”. Tal termo é utilizado pela pesquisadora de maneira consonante ao trabalho de Carlos Stasi (2011) sobre o reco-reco, que o define como um instrumento “marginal e, por contraste, distante de tudo aquilo que é angelical, pacífico, ordenado e belo” (STASI, 2011, p. 26). Com o termo *marginalizado*, o conceito é expandido “para definir instrumentos de percussão que se enquadrem nas condições a seguir: não possuem múltiplas técnicas instrumentais codificadas e/ou não tem uso arraigado na música ocidental de concerto e/ou não tem repertório solo consolidado” (SILVA, 2014, p. 29).

Em seu uso mais convencional, o tamborim está fortemente ligado ao contexto do samba, sendo portador de uma identidade timbrística bastante pregnante e característica. Em um contexto diverso, o do repertório da música contemporânea de concerto, há peças que empregam o tamborim em seu instrumentário percussivo, como é o caso de diversas obras do compositor paulistano Flo Menezes, como *Dialética da Praia* (1993), composta para dois percussionistas e sons eletroacústicos estereofônicos (com cerca de 70 instrumentos distintos), e *Pan-cada(s)* (2009), estudo textural e rítmico para grupo de 8 percussionistas (cuja instrumentação totaliza 34 peles, grande tam-tam e 8 instrumentos pequenos), dentre outras. Em tais peças, o tamborim está inserido em um universo poético e rítmico radicalmente distinto daquele ligado ao samba. Entretanto, do ponto de vista timbrístico, as características arquetípicas do instrumento são preservadas e tal “som de tamborim” é integrado à vasta paleta sonora de cada uma das peças. Em um contexto como esse, de escrita para grupo, as limitações espectromorfológicas do tamborim são contornadas pela combinação com outros instrumentos. Já a escrita de uma peça solista para este instrumento postula um desafio bastante diverso.

Das experimentações iniciais a uma sistematização operacional

Para dar início ao processo de composição de *revirada*, elaborei uma lista de sons, que foram tocados e gravados pela percussionista que, por sua vez, contribuiu com variações e adições diversas. Um catálogo de “técnicas estendidas” ou “novas sonoridades” era necessário, mas não suficiente: sentiu-se a necessidade de um embate corporal mais direto

⁵³ Partitura e gravação disponíveis em <<http://www.rodolfovalente.com/>>.

com o instrumento e um engajamento mais efetivo na experimentação sonora, levando o próprio compositor a adquirir dois tambores (um com o corpo de metal, típico de escolas de samba, e outro de madeira, típico de rodas de choro). Assim, foi possível ir além da escuta dos aspectos espectromorfológicos das sonoridades e investigar de maneira mais aprofundada o caráter gestual de sua produção, ajudando a agrupar e concatenar as ideias sonoras em combinações ergonomicamente factíveis.

Buscou-se, então, elaborar ferramentas conceituais para dar sentido composicional a uma coleção de sonoridades inicialmente caótica, disparatada, descontínua e multidirecional. Agrupamentos por semelhança e contraste permitiram construir escalas (contínuas ou discretizadas em etapas) a fim de propiciar processos graduais de transformação e estabelecer direcionalidades a curto ou longo prazo, permitindo “fazer sentir o tempo no seu desdobramento e na sua duração” (POUSSEUR, 2009, p. 114). Ao desejo de se constituir processos direcionais, somou-se a ideia de que “um processo musical envolve uma pluralidade de camadas de operações de diversos tipos” (VAGGIONE, 2001, p. 56, tradução nossa), levando à criação de três categorias de *operadores* que pudessem organizar uma polifonia de processos da qual a composição emergiria como resultante tangível. São estes:

a) *operadores morfológicos*, que dão conta da maneira de atacar os sons: o contínuo em oposição ao descontínuo, tendo o granular como situação intermediária;

b) *operadores espectrais*, que interferem sobre o espectro do som produzido, manipulando o conteúdo frequencial típico do tamborim: podem ser lentos (processos gradativos que duram toda uma seção, por exemplo) ou rápidos (variações que tem o tempo de um gesto, de uma figura rítmica);

c) *operadores formais*, que estabelecem critérios de distribuição temporal dos materiais, propiciando desde cortes abruptos a transformações graduais, articulando, assim, a forma da composição.

Tais foram os termos utilizados durante o processo de composição da peça, aqui reinterpretados a partir do modelo da síntese por modelagem física. Os *operadores morfológicos* são, portanto, entendidos como variações sobre o excitador e os *operadores espectrais*, como variações sobre o ressonador (estrutura vibratória e caixa de ressonância).

Repensar o instrumento acústico através de seu modelo físico

Ao aplicar o modelo físico ao tamborim, pode-se considerar sua membrana como estrutura vibratória fixa sobre o corpo rígido de madeira ou metal, que funciona como caixa de ressonância (eventualmente convertendo-se em estrutura vibratória, como no caso de

ataques sobre o aro). Segue-se uma análise da composição *revirada* a partir deste modelo. Por uma questão de concisão, dado aquilo que interessa ao escopo desta pesquisa, essa análise se restringe à primeira seção da peça.

Figura 57. Elementos do modelo físico, tais como aplicados ao tamborim em *revirada*

Análise de *revirada*: seções da peça e clave de tamborim

Em sua forma acabada, *revirada* é composta por cinco seções. Cada uma corresponde graficamente a uma página da partitura, excetuando-se a última seção, que acaba por ocupar três páginas, devido à sua escrita em pauta dupla e sua duração mais alongada. Além destas cinco seções principais, há uma transição de uma página entre as seções 3 e 4, que faz a passagem do tamborim de metal para o tamborim de madeira, que é introduzido neste ponto da peça. Cada seção explora uma constelação específica de sonoridades, que trabalha características particulares do excitador, da membrana e da caixa de ressonância (não necessariamente todos ao mesmo tempo). Pode-se entender *revirada* como um encadeamento de estudos composicionais para expandir os recursos sonoros e expressivos do tamborim.

Toda a peça é escrita utilizando-se uma “clave de tamborim”, que indica a localização espacial relativa dos gestos sobre o instrumento, sem correspondência necessária com o conteúdo frequencial dos sons produzidos (de maneira semelhante às claves utilizadas por Lachenmann em algumas de suas peças). Em *revirada*, a clave consiste em um círculo posicionado sobre uma pauta de três linhas, de modo a representar espacialmente a superfície da membrana do instrumento. A linha central indica o centro da pele; a primeira e a terceira linhas representam as bordas e eventuais linhas suplementares sinalizam ações sobre as laterais do instrumento (fora da pele). Visando uma escrita polifônica, solicita-se nas instruções de performance que figuras com hastes para cima sejam tocadas com a mão direita e as com hastes para baixo, com a mão esquerda.

Primeira seção: tamborim colado ao corpo, preparado com fitas crepe

A primeira seção da peça explora variações dos três componentes do modelo físico adotado: excitadores, estrutura vibratória e caixa de ressonância. A peça se inicia com a membrana completamente recoberta por oito tiras adjacentes de fita crepe. Tal preparação modifica as características da estrutura vibratória, amortecendo parciais mais agudos do espectro sonoro e descaracterizando o som típico do instrumento. Além disso, torna-se áspera uma superfície anteriormente lisa, o que viabiliza o emprego de uma nova forma de excitação, bastante explorada nesta primeira parte da peça: a fricção da unha sobre a membrana (que de outra maneira produziria sons de amplitude por demais reduzida). A seguir, há um exame mais detalhado das variações tímbricas aplicadas ao instrumento ao longo desta primeira seção, agrupando-as pelo componente do modelo físico em que atuam.

Variações sobre o excitador

Na primeira seção, diversos modos de excitação são utilizados para a obtenção de morfologias sonoras distintas: fricção para sons contínuos, impacto para sons descontínuos e *tremolos* ou ataques reiterativos para texturas granulares – o que nos critérios de *facture* de Pierre Schaeffer correspondem a sons de tipo *tenuto*, *impulsivo* e *iterativo* (RIBEIRO; FERRAZ, 2017, p. 4).

Com o intuito de variar características físicas do componente excitador como massa, densidade, área de contato e tipo de interação, são utilizadas nesta seção cinco maneiras de ataque identificadas na partitura por cabeças de nota distintas: unha, ponta de dedo, primeira falange, segunda falange e dedo esticado sobre a pele (Fig. 2). Nuances ainda mais sutis são criadas variando-se o local de contato com a membrana, bem como especificando-se os dedos a serem utilizados (indicador, médio, anular, mínimo), em combinações de um a quatro dedos simultâneos. Como mencionado mais acima, durante a escrita da primeira versão da peça, tais variações sobre o excitador receberam o nome de *operadores morfológicos*.

Figura 58. Cabeças de nota utilizadas na primeira seção da peça:

- 1) unha (fricção); 2) ponta de dedo (impacto e granulação); 3) primeira falange (impacto);
- 4) segunda falange (impacto); 5) dedo esticado sobre a pele (impacto e granulação).

A partir destas possibilidades de excitação, pensou-se cinco tipos de material:

- a) sons contínuos: fricção lenta da unha;
- b) sons descontínuos: impactos pontuais;
- c) textura granular: impactos iterativos (tremolos e repetições cerradas);
- d) sons variados: combinação de todas as formas de excitação desta seção;
- e) sons contínuos: fricção rápida da unha;

A distribuição temporal de tais materiais foi feita diretamente na página do manuscrito, com o auxílio de interferências gráficas que atuaram como *operadores formais*. Tais operadores consistem no artifício de traçar linhas diagonais sobre a página, delimitando áreas nas quais os distintos materiais seriam distribuídos (Fig. 3). Cada linha tem sua “frequência” específica. A linha maior vai do canto superior esquerdo ao inferior direito e ocupa toda a largura da página. As duas linhas menores vão dos cantos superiores ao ponto médio inferior da página. Estabelece-se assim, uma proporção de 2:1, como dois fragmentos de ondas triangulares a uma oitava uma da outra. Estratégia semelhante é utilizada em todas as demais seções da peça, estabelecendo razões como 2:3, 3:4, 4:3, 4:5 entre as linhas diagonais (ou ondas triangulares).

Figura 59. Distribuição espacial das variações sobre o excitador na primeira página.

Variações sobre a estrutura vibratória

Os movimentos de fricção se iniciam no mesmo sentido das fitas crepe, mas logo há uma variação sutil: um giro de 90° do instrumento e uma mudança na direção do movimento mudam esta relação e resultam em quase imperceptíveis irregularidades micro-rítmicas. Ao longo da primeira seção, os oito pedaços de fita crepe são arrancados um a um, em gestos incorporados ritmicamente à escrita. Tem-se assim, uma diminuição progressiva do atrito da pele, silenciando aos poucos os sons contínuos obtidos por fricção, ao mesmo tempo em que

boca da caixa de ressonância junto ao abdômen, tal qual se faz tradicionalmente com a cabaça de um berimbau, possibilitando variar a irradiação sonora do instrumento de acordo com sua distância em relação ao corpo.

A primeira seção apresenta este recurso em três gradações: *colado ao corpo*, *semi-colado ao corpo* e *descolado do corpo*. O primeiro gesto da segunda seção (que coincide com o completo desvelamento da membrana) introduz um quarto nível: o tamborim afastado do corpo, posicionando o instrumento pela primeira vez no plano superior, posição em que é comumente utilizado (ver a próxima figura). Neste último caso, “o gesto funciona como estímulo visual para transmitir a sensação de maior duração do som, ou seja, a ressonância que o instrumento não oferece sendo buscada de outra maneira” (SILVA, 2014, p. 45).

Figura 62. Símbolos utilizados para gradações de afastamento do instrumento em relação ao corpo.

1) colado ao corpo; 2) semi-colado ao corpo; 3) descolado do corpo; 4) afastado do corpo.

Como ilustração final desta breve análise da primeira seção de *revirada*, a próxima figura traz o primeiro sistema da primeira página da partitura com o intuito de exemplificar a maneira que os elementos até aqui apontados se apresentam em conjunto no contexto da peça.

Figura 63. Trecho inicial da primeira seção de *revirada*.

Em 2014, *revirada* foi apresentada pela primeira vez ao público no recital de mestrado de Catarina Percínio, realizado na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia. Na ocasião, não foi possível ao compositor estar presente no concerto e a preparação da peça foi realizada à distância, através do envio de vídeos com trechos da peça e conversas por e-mail e Skype. Em julho de 2018, o trabalho com a peça foi retomado por conta de sua apresentação em um concerto integrante da programação comemorativa de 40 anos do grupo de percussão do Instituto de Artes da UNESP, o Piap. Tal retomada da peça possibilitou elucidar detalhes de execução que tinham anteriormente permanecido ambíguos, experimentar nuances de

interpretação, possibilidades de organização do *set* para performance e fazer pequenos ajustes. Para além disso, durante os ensaios presenciais houve uma percepção conjunta de que o final deveria ser ligeiramente mais longo, sendo escritos e enxertados sete novos compassos, um pouco antes do fim. Tais compassos não apresentam qualquer material novo, mas prolongam por variações rítmicas o material previamente existente naquele trecho. Para além destas questões práticas relacionadas à performance, o reencontro com a peça permitiu repensar elementos do processo composicional (em especial os operadores morfológicos e espectrais) à luz do quadro conceitual da síntese por modelo físico, trabalhada no contexto do presente trabalho de pesquisa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com estas análises, chega-se ao final do presente trabalho de pesquisa. Esperamos que em conjunto elas possam elucidar a importância dos aspectos desenvolvidos ao longo dos três capítulos. Dentre os quais se destaca, a ideia de uma Composição por Modelo Físico, entendida como uma abordagem na qual os modos mecânicos de produção sonora de um instrumento musical são trazidos ao primeiro plano, integrando o motor criativo da composição musical. Tal como a síntese por modelo físico, que se trata antes de uma abordagem do que de um procedimento técnico específico, quando se fala aqui em compor por meio do modelo físico não se tem a presunção de estabelecer um método único de composição a ser defendido como válido, em detrimento de outras propostas criativas. Trata-se antes de propor uma reflexão sobre o funcionamento dos instrumentos musicais como potencial gerador de possibilidades criativas, sem que isto esteja *a priori* atrelado a uma poética ou uma concepção estética determinada.

A própria noção de instrumento musical é discutida no início deste trabalho de maneira a delinear uma concepção complexa e múltipla, informada por distintos contextos, observados desde o século XIX até os dias atuais. A proposta aí não foi a de estabelecer uma hierarquia nem uma teleologia, mas sim apontar para um quadro abrangente, no qual diversos aspectos se sobrepõem, se justapõem e contrapõem. A abordagem do modelo físico aparece nesse contexto como um recurso para aprofundar e dar seguimento a essa discussão sobre a relação entre o instrumento musical e a prática composicional.

Neste trabalho, a abordagem proposta em relação ao modelo físico esteve mais atenta em apontar de que modo a criação musical pode se beneficiar do conhecimento acumulado neste campo do que enfatizar seus aspectos mais diretamente físicos e matemáticos. Não interessa aqui uma composição musical que seja uma ilustração audível de um fenômeno físico, mas sim de que maneira uma atenção maior aos fenômenos físicos mobilizados pelo fazer musical pode revelar caminhos antes recalcados. No âmbito da criação musical, entendemos que os modelos originários do campo científico podem ter grande utilidade, embora seja salutar manter uma relação crítica em relação a tais modelos, não pressupondo que uma maior ou menor formalização da aplicação do modelo corresponda a um maior ou menor sucesso artístico da obra.

Segundo Barrière (1989), a pesquisa e o estudo de modelos e sua aplicação mais ou menos estrita são testemunhas de uma época e sua ideologia, sendo esta social, política, ou

especificamente científico-musical. Tal aproximação deve ser feita sempre com uma certa cautela, não se estabelecendo a natureza da relação entre a realização e o modelo como critério de validação ou invalidação de uma composição. O trabalho que realizamos aqui segue este espírito, acrescentando um nível extra de precaução, pois nos propomos a aproximar do modelo físico obras que não o trazem em sua gênese. Tal aproximação é feita com o intuito de vislumbrar estratégias de composição que levem em consideração os modos de produção sonora do instrumento como um potencial gerador criativo, seja no âmbito microscópico e instantâneo da sonoridade, seja no macroscópico dos elementos micro e macroformais. Por isso, optou-se aqui por entender o modelo físico como uma ferramenta conceitual, um quadro de referência capaz de organizar elementos que de outra maneira poderiam escapar, e que se tonam mais evidentes quando são pensados como oriundos dos próprios mecanismos instrumentais. Pensa-se aqui nos pressupostos embutidos tanto em poéticas calcadas na combinatória de parâmetros previamente estipulados quanto naquelas que tomam o espectro sonoro como ponto de partida, antecipando em certa medida a auralidade dos resultados, mas sem se deter nas possibilidades latentes nas causas físicas que se ocultam por trás da sonoridade.

Nesse sentido, o conhecimento científico acumulado em torno dos modelos físicos nos ajuda a organizar esse quadro de referências amplo e expansível, que não precisa ser circunscrito por uma tipologia fechada, na qual todas as categorias já se encontrem determinadas e delimitadas *à priori*. Por exemplo, se pensamos numa sonoridade instrumental específica como resultado de uma interação entre ressonadores e excitadores feita de uma determinada maneira (cuja função pode ser reconfigurada pela natureza da própria interação), já não faz mais sentido pensar em técnicas convencionais ou estendidas como categorias diversas. Quaisquer técnicas instrumentais, ancestrais ou recém-inventadas podem ser conectadas entre si graças ao modo pelo qual mobilizam o modelo físico. Trata-se de uma atitude intelectual distinta daquela que busca expandir as possibilidades sonoras por meio da consulta a “catálogos de técnicas estendidas” que, embora extremamente úteis, eventualmente convertem-se em um convite à repetição de procedimentos tecnicamente bem sucedidos em contextos anteriores (possivelmente animados por motivações distintas daquelas em jogo em um determinado projeto composicional), em detrimento da exploração mais direta e aberta de possibilidades particulares de um determinado instrumento. O recurso a tais soluções já previamente catalogadas “pode, dependendo de seu uso contribuir para uma standardização de procedimentos composicionais, e, de certa forma, desestimular o

desenvolvimento de linguagens instrumentais particulares e (potencialmente) novas” (DEL NUNZIO, 2013, p. 35).

No contexto desta pesquisa, o instrumento musical foi tomado como uma entidade em permanente construção, que inevitavelmente envolve aspectos técnicos, culturais e simbólicos. O recurso ao modelo físico aparece como uma ferramenta para, ao mesmo tempo, fazer estranhar os modos de produção sonora estabelecidos e tornar familiares processos de geração de som que à primeira vista podem parecer arbitrários e extravagantes. Este aparato conceitual não interessa por si só, mas, sobretudo, na medida em que torna possível pensar as obras do repertório selecionado, vislumbrando nestas não somente uma busca por “novos sons”, mas a possibilidade de construção de um novo instrumento a partir dos recursos materiais disponibilizados por um instrumento musical legado pela tradição anterior. Fortalece-se aí uma relação viva entre criação musical e a concretude do instrumento, na qual a ação criativa engendra instrumentos renovados, cujos limites se alargam e cujas possibilidades se expandem. Ao mesmo tempo, o instrumento que se mantém aberto e expansível alimenta o pensamento composicional, estabelecendo-se um ciclo permanente de renovação.

Embora se tenha aqui conferido um espaço considerável para discussões de natureza mais técnica, essa mesma tecnicidade não é entendida como algo neutro e autossuficiente, descolado de um contexto prático de experiência. Por isso, a importância de estabelecer a conexão com peças do repertório que abrem uma perspectiva mais heterogênea, rica e complexa para a discussão, criando pontos de contato entre poéticas e proposições de orientações estéticas bastante diversas entre si (embora ainda assim não se pretenda aqui um mapeamento totalizante).

Chegar ao final de um projeto de pesquisa não implica somente reconhecer aquilo que pôde ser feito, mas também aquilo que poderia ter sido abordado ou levado em consideração pelo pesquisador, e não o foi. Os motivos específicos são vários, mas a maioria deles se relaciona com a pressão exercida pelo tempo, bem como com as condições nas quais a atividade da pesquisa se realiza, nunca ideais, que ora comprimem, ora aliviam o barômetro interno do processo.

Realizar uma pesquisa como esta é um trabalho, por um lado, cumulativo, no qual se somam referências e descobertas em torno de um certo tema, de um certo objeto, que por mais que já parecesse claro de início, é forçado a desenhar-se de maneira progressivamente mais precisa. Por outro lado, tem-se um processo constante de seleção e de escolha de materiais, no qual muito do que inicialmente pareceu pertinente e interessante não sobreviveu

a uma primeira ou segunda incursão exploratória. Em uma mirada retrospectiva, tem-se mais consciência dos desbastes e das eliminações, percebe-se que muito ficou para trás em relação ao que chegou até aqui. Para o leitor do texto final, pouco ou nenhum vestígio resta das digressões abortadas, dos desvios retificados, das hipóteses e intuições abandonadas.

Em relação ao que permaneceu registrado e discutido nestas páginas, fica a expectativa de que possa contribuir para a área na qual a pesquisa se insere, fomentando diálogos e reverberando positivamente na reflexão teórica acerca das práticas musicais, na construção coletiva de conhecimento e na especulação criativa.

5 REFERÊNCIAS

ADRIEN, Jean-Marie. “The Missing Link: Modal Synthesis”. In: DE POLI, G.; PICCIALY, A.; ROADS, C. (Ed.). *The Representations of Sound*. Cambridge e Massachusetts: MIT Press, 1989.

ALBÈRA, Philippe. “Entretien avec Iannis Xenakis”. In: *Musiques en création: Textes et entretiens*. Genève: Éditions Contrechamps, 1997. Disponível em: <http://books.openedition.org/contrechamps/1252>. Acesso em: 18 de jun. 2019.

ARISTÓTELES. *Poética*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.

BARBIERO, Daniel. *HELMUT LACHENMANN/JACK Quartet – Complete String Quartets*. Avant Music News, 19.05.2014. Disponível em: <http://www.moderecords.com/catalog/267-lachenmann.html>. Acesso em: 15 out. 2019.

BARRIÈRE, Jean Baptiste. “Ecriture et modèles. Remarques croisées sur séries et spectres”. *Revue Entretemps*, Paris, n. 8, p. 25-45, 1989.

BERIO, Luciano. *Sinfonia*. London: Universal Edition, 1968. Partitura. Oito vozes e orquestra.

_____. *Gesti*. London: Universal Edition, 1970. Partitura. Flauta doce.

_____. *Sequenza X per tromba in do (e risonanze di pianoforte)*. Viena: Universal Edition, 1984. Partitura. Trompete e piano.

_____. *Sequenzas* [encarte do CD Triplo, com interpretação do Ensemble Intercontemporain]. Deutsche: Grammophon, 1998.

BITTENCOURT, Pedro S. *Intérpretation Musicale Participative – La Médiation d’un Saxophoniste dans l’Articulation des Compositions Mixtes Contemporaines*. 2015. 479 f. Tese (Doutorado). École Doctorale Esthétique, Sciences et Technologies des Arts, Université Paris 8, Paris, 2015a.

BITTENCOURT, Pedro S. *Enlarge your Sax. Kompositionen für Saxofon und Elektronik*. Mainz: Wergo/Schott Music & Media, 2015b. 1 CD.

BOUCOURECHLIEV, André. *Debussy: La révolution subtile*. Les Chemins de la Musique. Paris: Fayard, 1998.

BOULEZ, Pierre. *Dialogue de l’Ombre Double*. Viena: Univesal Edition, 1985. Partitura. Clarinete e sons eletrônicos.

_____. *Memoriale (...explosant-fixe... originel)*. Viena: Univesal Edition, 1985. Partitura. Flauta e oito instrumentos.

_____. “Pesquisas atuais”. In: *Apontamentos de Aprendiz*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1995.

_____. “Sistema e ideia” [1987]. In: ASSIS, Paulo de (Ed.). *Pierre Boulez: Escritos Seletos*. Porto: Casa da Música/Centro de Estudos de Sociologia e Estética Musical, 2013.

BOYDEN, D. D. et al. “Scordatura”. *Grove Music Online*. Oxford: Oxford University Press, 2001. Disponível em: <https://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000041698>. Acesso em: 9 Jan. 2020.

CADOZ, C.; LISOWSKI, L.; FLORENS, J.L. “A modular feedback keyboard design”. *Computer Music Journal*, Cambridge, v. 14, n. 2, p. 47–51, 1990.

CADOZ, C.; LUCIANI, Annie; FLORENS, J. L.. “CORDIS-ANIMA: A Modeling and Simulation System for Sound and Image Synthesis: The General Formalism”. *Computer Music Journal*, Cambridge, v. 17, n. 1, p. 19-29, 1993.

CADOZ, Claude. “Geste-Modèle physique-Composition musicale”. *Journées d’informatique musicale 2001*, p.1-13, Bourges, 2001.

CAGE, John. *De Segunda a um Ano*. Tradução de Rogério Duprat, revista por Augusto de Campos. Rio de Janeiro: Cobogó, 2013 [1963].

_____. *Bacchanale*. New York: Edition Peters, 1960. Partitura. Piano preparado.

CASTAGNÉ, N. et al. “Haptics”. *Computer Music: a Paradigm Shift*. In: Proceedings of the EuroHaptics Conference. Munique, 2004.

CASTAGNÉ, Nicolas. “Mapping and control vs. Instrumental interaction”. *Enaction and enactive inter-faces: a handbook of terms*. Grenoble: Enactive Systems Books, p.189-190, 2007. hal-00977516.

CATANZARO, Tatiana. “The Breath of Sound”. *CR: The New Centennial Review*, vol. 18 n. 2, p. 165-177, 2018. Disponível em: muse.jhu.edu/article/714120. Acesso em: 10 de fev. 2020.

_____. *Andma Shajarat al-Hayah tanmow fi al-Sahra Yahi*. Edição da compositora, 2015. Partitura. Piano preparado.

CHION, Michel. *Guide des Objets Sonores. Pierre Schaeffer et la Recherche Musicale*. Paris: INA & Buchet/Chastel, 1983.

COOK, Perry R. “Physically inspired sonic modeling (PhISM): Synthesis of percussive sounds”. *Computer Music Journal*, Cambridge, v. 21, p. 38-49, 1997.

COSTA, Valério Fiel da. *O Piano Expandido no Século XX nas obras para piano preparado de John Cage*. 2004. 193p. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes, Campinas, 2004.

_____. “Piano Preparado: Composição com Resultantes”. In: *ANPPOM, XV Congresso*, 2005, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos...Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

COWELL, Henry. *Piano Music by Henry Cowell*. New York/London: Associated Music Publishers, 1960. Publicação com 9 partituras. Piano.

_____. *New Musical Resources* [1930]. Nova Iorque: Something Else Press, 1969.

CRAENEN, Paul. *Composing Under The Skin: The Music-Making Body on the Composer's Desk*. Leuven: Leuven University Press, 2014.

D'ALEMBERT, Jean-Batiste le Rond. “Recherches sur la courbe que forme une corde tenduë mise en vibration”. In: *Histoire de l'académie royale des sciences et belles lettres de Berlin*, vol. 3. Berlin: Haude et Spener, 1749. p. 214-219.

DEBUSSY, Claude. *Images. 2ª Série pour Piano seul*. Paris: A. Durand & Fils, 1908. Partitura. Piano.

DECROUPET, P.; UNGEHEUER, E.; KOHL, J. “Through the Sensory Looking-Glass: The Aesthetic and Serial Foundations of Gesang der Jünglinge”. *Perspectives of New Music*, Princeton, v. 36, n. 1, p. 97-142, 1998.

DE LA MOTTE, Dieter. *Harmonielehre* [1974]. Kassel: Baerenreiter-Verlag, 2007.

DEL NUNZIO, Mário Augusto Ossent. *Fisicalidade: potências e limites da relação entre corpo e instrumento em práticas musicais atuais*. 2011. 211p. Dissertação (Mestrado em Música) – Universidade de São Paulo, Escola de Comunicação e Artes, São Paulo, 2011.

DIAS, Helen Gallo. *Música em Duas Dimensões: Correspondências entre os Universos Instrumental e Eletroacústico*. São Paulo: Ed. Unesp/Cultura Acadêmica, 2014.

DODGE, C.; JERSE, T. A. *Computer Music: Synthesis, Composition and Performance*. 2. ed. New York: Schirmer Books, 1997.

DUFOURT, H. “O ar@hcio da escrita na música ocidental”. Tradução: Carole Gubernikoff. In: GUBERNIKOFF, C. (Ed.). *Debates*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 9-18, 1997.

EIMERT, HERBERT. “What is Electronic Music?” In: *Die Reihe 1. Electronic Music*. London: Universal Edition, 1958[1955]. p. 1-10.

ERKUT, C. et al. “Physics-Based Sound Synthesis”. In: POLOTTI, P; ROCHESSO, D (Ed.). *Sound to Sense, Sense to Sound: A State of The Art in Sound Music Computing*. Berlin: Logos Verlag, 2008.

FERRAZ, Silvio; PADOVANI, José Henrique. “Proto-história, evolução e situação atual das técnicas estendidas na criação musical e na performance”. *Música Hodie*, Goiânia, v. 11, n. 2, p. 37-58, 2011.

FERRAZ, S. Ensaio sobre uma Experiência de Escrita para o Violoncelo. In: PRESGRAVE, Fábio S. (Coord.); MENDES, Jean J. F.; NODA, Luciana. *Ensaio sobre a música dos séculos XX e XXI*. Natal: EDUFRN, 2016. p. 14-44.

_____. *De um tempo em deserto*. Edição do compositor, 1997. Partitura. Flauta, clarinete baixo, violoncelo, violão, piano e percussão.

FINEBERG, Joshua. "Spectral Music". *Contemporary Music Review*, 2000a, Vol 19, Part 2, p. 1-5, 2000a.

_____. "Guide to the Basic Concepts and Techniques of Spectral Music". *Contemporary Music Review*, 2000b, Vol 19, Part 2, pp. 81-113.

FLORENS, J-L.; CADOZ, C. "The Physical Model: Modeling and Simulating the Instrumental Universe". In: DE POLI, G.; PICCIALI, A.; ROADS, C. (Org.). *Representations of Musical Signals*. Cambridge e Massachusetts: MIT Press, 1991.

FRUNGILLO, Mário D. *Dicionário de Percussão*. São Paulo: Ed. UNESP/Imprensa Oficial do Estado, 2003.

GELINECK, Steven; SERAFIN, Stefania. "A Practical Approach towards an Exploratory Framework for Physical Modeling". *Computer Music Journal*, Cambridge, v. 34, n. 2, p. 51-65, 2010.

GERZSO, Andrew. "Analyse de Dialogue de l'ombre double de Pierre Boulez". *Ressources.IRCAM*. Paris: IRCAM, [s.d]. Disponível em: brahms.ircam.fr/analyses/dialogue/. Acesso em: 21/02/2020.

GOLDMAN, Johnathan. "Charting Mémoire: Paradigmatic Analysis and Harmonic Schemata in Boulez's ... explosante-fixe..." In: *Music Analysis*, v. 27, n. 2/3, p. 217-252, 2008.

GUIGE, Didier. *Estética da Sonoridade: a Herança de Debussy na Música para Piano do Século XX*. São Paulo: Perspectiva; Brasília: CNPQ; João Pessoa: UFPB, 2011.

HANSLICK, Eduard. *Geschichte des Concertwesens in Wien*. Viena: Braumüller Verlag, 1869.

HARVEY, Jonathan. *The Music of Stockhausen: An Introduction*. Berkeley e Los Angeles: University of California Press, 1975.

HELMHOLTZ, Hermann. *The Sensations of Tone As a Physiological Basis for the Theory of Music* [1862]. London: Longman, Green and Co. 1895.

HERRAIZ, Martin. *Dois movimentos para duo de violões em quartos de tom*. Edição do compositor, 2006. Partitura. Dois violões.

_____. *Quartos*. Edição do compositor, 2018. Partitura. Violão afinado em quartos de tom.

HICKS, Michael. "Cowell's Clusters" *The Musical Quarterly*, Oxford, v. 77, n. 3, p. 428-458, 1993.

HILLER, L.; RUIZ, P. "Synthesizing Sounds by Solving the Wave Equation for Vibrating Objects". *Journal of the Audio Engineering Society*, n. 19, p. 463-470, 1971.

HORNBOSTEL, E. M. "The Ethnology of African Sound-Instruments. Comments on 'Geist und Werden der Musikinstrumente' by C. Sachs". In: *Africa: Journal of the International African Institute*, v. 6, n. 2, p. 129-157, 1933.

IAZZETTA, Fernando. "A música, o corpo e as máquinas". *OPUS - Revista Eletrônica da ANPPOM*, v. 4, p. 27-44, 1997. Disponível em: <http://www.anppom.com.br/revista/index.php/opus/article/view/36>. Acesso em: 21 Jul. 2016.

KAFEJIAN, Sergio; FERRAZ, Silvio. O uso das técnicas estendidas e o conceito de instrumento musical em Helmut Lachenmann. *Musica Theorica*. Salvador: TeMA, 2017. p. 198-214.

KARPLUS, Kevin; STRONG, Alex. Digital Synthesis of Plucked String and Drum Timbres. *Computer Music Journal*, Cambridge, v. 7, No. 2, p. 43-55, 1983.

KELLY, J. L.; LOCHBAUM, C. C. "Speech synthesis". in *Proceedings of the Fourth International Congress on Acoustics*, Stockholm, Paper G42, p. 1-4, 1962.

KOHL, Jerome. "The Evolution of Macro- and Micro-Time Relations in Stockhausen's Recent Music". *Perspectives of New Music*, v. 22, n. 1-2, p. 147-185, 1983-1984. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/832939>. Acesso: 27 de jan. 2020.

KOJS, J.; SERAFIN, S.; CHAFE, C. "Cyberinstruments via Physical Modeling Synthesis: Compositional Applications". *Leonardo Music Journal*, n. 17, p. 61-66, 2007. Disponível em: <https://www.muse.jhu.edu/article/229977>. Acesso em: 15 de out. 2019.

KUMIZUKA, Yuri. *Modelização e Pensée Sauvage na Prática Composicional*. 2019. 190p. Tese (Doutorado em Música) - Universidade de São Paulo, Escola de Comunicação e Artes, São Paulo, 2019.

LACHENMANN, Helmut. *Ein Kinderspiel. Sieben kleine Stücke*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1980. Partitura. Piano.

_____. *Pression für einen Cellisten*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1980. Partitura. Violoncelo.

_____. "Über das Komponieren [1986]". In: HÄUSLER, Josef (Ed.). *Helmut Lachenmann: Musik als existentielle Erfahrung: Schriften 1966-1995*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1996a, p. 73-82.

_____. "Fragen – Antworten (Gespräch mit Heinz-Klaus Metzger) [1988]". In: HÄUSLER, Josef (Ed.). *Helmut Lachenmann: Musik als existentielle Erfahrung: Schriften 1966-1995*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1996b, p. 191-204.

_____. “Paradiese auf Zeit (Gespräch mit Peter Szendy) [1993]”. In: HÄUSLER, Josef (Ed.). *Helmut Lachenmann: Musik als existentielle Erfahrung: Schriften 1966–1995*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel, 1996c, p. 205-212.

_____. *Musique Concrète Instrumentale: A conversation and concert with Helmut Lachenmann about the composition, musical languages, and unconventional playing techniques*. Philadelphia: Slought Foundation, 2008. 1 áudio (75 minutos). Disponível em: https://slought.org/resources/musique_concrete_instrumentale. Acesso em: 21/02/2020.

LALITTE, Philippe. “Le spectre d’une voix, analyse de L’esprit des dunes de Tristan Murail”. In: SSZENDY, Peter; TRISTAN, Murail (Ed.). *Tristan Murail*, Paris, p. 59-102, 2002.

LUNSQUI, Alexandre. *Guttur.Extensio*. Edição do compositor, 2014. Partitura. Cinco flautas doces.

MAGALHÃES, Michelle Agnes. *Mobile*. Edição da compositora, 2012 (revisão 2016). Piano preparado.

MALT, Mikhaïl. *Les Mathématiques et la Composition Assistée par Ordinateur*. 2000. Tese (Doutorado em Música e Musicologia) – Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Université de recherche Paris-Sciences-et-lettres, Paris, 2000.

MANNIS, J. A. “Intérprete do som: bases interdisciplinares da performance eletroacústica - tomada e projeção do som”. *SemEA* - Primeiro Seminário Brasileiro de Engenharia de Áudio, Belo Horizonte, 2002.

MARTENS, F. H.; SONNECK, O. G.; HEINE, H. “Heinrich Heine's Musical Feuilletons [Continued]”. *The Musical Quarterly*, Oxford, v. 8, n. 2, p. 273-295, 1922.

_____. “Heinrich Heine's Musical Feuilletons [Concluded]”. *The Musical Quarterly*, Oxford, v. 8, n. 3, p. 435-468, 1922.

MENEZES, Flo. *Profils écartelés*. São Paulo: Edições Flopan, 1988. Partitura de execução. Piano e sons eletroacústicos quadrifônicos.

_____. *Apoteose de Schoenberg: Tratado sobre as Entidades Harmônicas*. 2 ed. Cotia-SP: Ateliê Editorial, 2002.

_____. *A acústica musical em palavras e sons*. Cotia-SP: Ateliê Editorial, 2003.

_____. “Em Direção às Formas-Pronúncia”. In: MENEZES, Flo (Org.). *Música Eletroacústica: Histórias e Estéticas*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2009.

MEYER-EPPLER, Werner. “Problemas sonoros estatísticos e psicológicos da música eletrônica [1954]”. In: MENEZES, Flo (Org.). *Música Eletroacústica: Histórias e Estéticas*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 73-79.

MERSENNE, Marin. *Harmonie Universelle, Contenant la Théorie et la Pratique de la Musique*. Paris: Baillard, 1636.

MIRANDA, Eduardo Reck. *Computer Sound Design*. 2. ed. Oxford: Focal Press, 2002.

MIRANDA, Eduardo Reck; WANDERLEY, Marcelo. *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*. Middleton: A-R Editions, 2006.

MOOG, Robert A. "Voltage-Controlled Electronic Music Modules". *Sixteenth Annual Fall Convention of the Audio Engineering Society*, Nova Iorque, 1964.

NAVARRO, Fernanda Aoki. "Too big for the door". In: BONAFÉ, Valéria (Org.). *Revista Vórtex* (Dossiê Músicas feitas por mulheres para ressoar em todos os corpos), Curitiba, v.3, n.2, p.224-240, 2015.

NYMAN, Michael. *Experimental Music: Cage and Beyond* [1974]. 2. ed. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1999.

O'KELLY, Eve. *The Recorder Today*. Nova Iorque: Cambridge University Press, 1990.

PIAGET, Jean. *La naissance de l'intelligence chez l'Enfant*. Neuchâtel: Delachaux et Niestlé, 1936.

PINCH, T.; TROCCO, F. *Analog Days: The Invention and Impact of the Moog Synthesizer*. Cambridge: Harvard University Press, 2004.

POUSSEUR, Henri. "Por uma periodicidade generalizada". *Apoteose de Rameau e outros ensaios*. São Paulo: Ed. Unesp, 2009.

RIBEIRO, G.; FERRAZ, S. "Guero: música concreta instrumental e direcionalidade na peça-estudo para piano de Helmut Lachenmann". *Revista Vórtex*, Curitiba, v. 5, n. 1, p.1-22, 2017.

RIEMANN, Hugo. "Ideas for a Study 'On the Imagination of Tone'". In: *Journal of Music Theory*, New Haven, v. 36, n. 1, p. 81-117, 1992.

ROSSETTI, D.; FERRAZ, S. "Forma musical como um processo: do isomorfismo ao heteromorfismo". *OPUS*, v. 22, n. 1, p. 59-96, 2016. Disponível em: <http://www.anppom.com.br/revista/index.php/opus/article/view/372/336>. Acesso em: 25 jan. 2020.

SAARIAHO, Kaija. *Spins and Spells*. Brighton: Chester Music, 1997. Partitura. Violoncelo

SARCH, Kenneth. "Con Sordino: The Art of the Mute". In: *American String Teacher*, v. 67, n. 4, p. 24-29, 2017.

SCHAEFFER, P.; REIBEL, G. *Solfejo do Objecto Sonoro* [1966]. Trad.: António de Sousa Dias. Paris: INA- GRM, 2007.

SCHAEFFER, Pierre. *Traité des Objets Musicaux. Essai Interdisciplines*. Paris: Ed. Seuil, 1966.

SCHOENBERG, Arnold. *Harmonia* [1911]. São Paulo: Ed. Unesp, 2002.

SERAFIN, Stefania. “Computer Generation and Manipulation of Sounds”. In: COLLINS, N.; D’ESCRIVAN, J. (Ed.). *The Cambridge Companion to Electronic Music*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

SHANNON, Claude. “A symbolic analysis of relay and switching circuits”. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, v. 57, p. 713–723, 1938.

SILVA, Catarina Percínio Moreira da. *Sete Obras Brasileiras Inéditas para Percussão: Concepção, Colaboração e o Processo de Criação de Solos para Instrumentos Marginalizados*. 74f. Dissertação (Mestrado em Música). Escola de Música e Artes Cênicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

SIMÕES, Carla Alexandra Estima. *Equações Diferenciais na Física*. 2014. 176p. Dissertação (Mestrado em Matemática) Departamento de Matemática – Universidade de Évora, 2014.

SMALLEY, Denis. “Spectromorphology: explaining sound-shapes”. *Organised Sound*, Cambridge, v. 2, p.106-126, 1997.

SMITH III, Julius O. **Music Applications of Digital Waveguides**. California: Department of Music - Stanford University, 1987. 185 p. Relatório Técnico STAN-M-39. Disponível em: <https://ccrma.stanford.edu/files/papers/stanm39.pdf>. Acesso em: 10 de fev. 2020.

_____. “Viewpoints on the History of Digital Synthesis”. *Proceedings of the International Computer Music Conference*, Montreal, p. 1-10, 1991. Disponível em: <https://ccrma.stanford.edu/~jos/kna/>. Acessado em: 20 de fev. 2020.

_____. “Singing Kelly-Lochbaum vocal Tract”. In: *Physical Audio Signal Processing* (online book). 2010. Disponível em: https://ccrma.stanford.edu/~jos/pasp/Singing_Kelly_Lochbaum_Vocal_Tract.html. Acesso em: 02 de fev. 2020.

SOLOMOS, Makis. “Do Tom ao Som” In: GUIGUE, D. *Estética da Sonoridade: a herança de Debussy na música para piano do século XX*. São Paulo: Perspectiva; Brasília: CNPq; João Pessoa: UFPB, 2011.

STEEN-ANDERSEN, Simon. *Study for String Instrument #1* [2007]. Frederiksberg: Edition S, 2011. 1 partitura. Instrumento de corda friccionada ad lib.

STEFANIAK, Alexander. *Schumann's Virtuosity: Criticism, Composition and Performance in the Nineteenth-Century Germany*. Bloomington e Indianapolis: Indiana University Press, 2016.

STASI, Carlos. *O instrumento do “Diabo”: música, imaginação e marginalidade*. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

STOCKHAUSEN, Karlheinz. “... How time passes by... [1957]”. *Die Reihe*, v. 3, p. 10-40, 1959. Trad. inglesa: Cornelius Cardew.

_____. *Stimmung für 6 Vokalisten*. Viena: Universal Edition, 1968. Partitura. Seis vozes.

_____. “Da situação do Métier [1953]”; “A unidade do tempo musical [1962]”. In: MENEZES, F. (Org.). *Música eletroacústica: Histórias e Estéticas*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 59-71; p.141-9.

STRAWN, John. “The Intégrales of Edgard Varèse: Space, Mass, Element, and Form”. *Perspectives of New Music*, v. 17, n. 1, p. 138-160, 1978.

SULPÍCIO, Carlos. Transformação e formação da Técnica do Trompete: De Monteverdi a Stockhausen. 2012. 193 f. Tese (Doutorado). Instituto de Artes, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.

THORET, Etienne et al. (2013). “Controlling a non linear friction model for evocative sound synthesis applications”. *16th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx)*, At Maynooth, Ireland, 2013.

VAGGIONE, Horacio. “Some Ontological Remarks about Music Composition Processes”. *Computer Music Journal*, v. 25, n.1, p. 54-61, 2001.

VALENTE, Rodolfo. *revirada*. Edição do compositor, 2014 (revisão 2018). Partitura. Tamborim. Disponível em: <<http://www.rodolfovalente.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

_____. *era como se estivéssemos vivos*. Edição do compositor, 2016. Partitura. Saxofone alto e sons eletrônicos. Disponível em: <<http://www.rodolfovalente.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

_____. *palavratrovão #1*. Edição do compositor, 2018. Partitura. Voz, trompete em dó, percussão, violino, violoncelo, contrabaixo. Disponível em: <<http://www.rodolfovalente.com/>>. Acesso em: 16 jun. 2019.

VÄLIMÄKI, Vesa et al. “Discrete-time modelling of musical instruments”. *Reports on Progress in Physics*, Bristol, v. 69, n. 1, p. 1-78, 2006.

VAN ECK, Cathy. *Between Air and Electricity. Microphones and Loudspeakers as Musical Instruments*. London: Bloomsbury, 2017.

VARESE, Edgard. “Novos Instrumentos e Nova Música [1936]”. In: MENEZES, Flo (Org.). *Música eletroacústica: Histórias e Estéticas*. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2009. p. 57-58.

VELLOSO, José Henrique Padovani. *Música e Técnica: Reflexão Conceitual, Mecanologia e Criação Musical*. 2013. Tese (Doutorado em Música) - Instituto de Artes - UNICAMP, 2013.

VIEIRA, Tácio César; PIEDADE, Acácio. “O violoncelo de Kaija Saariaho na obra *Spins and Spells*”. *XXIV Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música*, São Paulo, 2014.

WEBER, Max. *Os Fundamentos Racionais e Sociológicos da Música*. São Paulo: EDUSP, 1995.

WEBERN, Anton. *Sinfonia, Op. 21*. Viena: Universal Edition, 1929. Partitura. Orquestra.

_____. *Der Weg zur Neuen Musik*. Viena: Universal Edition, 1960.

WOLFRUM, Philipp. *Die Heidelberger Konzertreform in 16 Blitzlicht-Naturaufnahmen zum Besten des Stuttgarter 'Deutschen Symphoniehauses'*. Berlin: Spemann, 1915.

ZICARELLI, David. "Communicating with Meaningless Numbers". *Computer Music Journal*, Cambridge, v. 15, n. 4, p. 74-77, 1991.

ZIMMERMANN, Bernd-Alois. "Intervall und Zeit [1957]". *Intervall und Zeit*. Mainz: Schott, 1974, p. 14-20.

ZUBEN, Paulo. *Ouvir o som: Aspectos de Organização na Música do Século XX*. Cotia-SP: Ateliê Editorial, 2005.

XENAKIS, Iannis. *Eonta*. London: Boosey & Hawkes, 1967. Partitura. Piano, dois trompetes em dó e três trombones tenor.