

CESAR ADRIANO TRALDI

**Doutorado em Música**

**Percussão e Interatividade**  
**PRISMA: Um Modelo de Espaço**  
**Instrumento Auto-Organizado**

Orientador: Prof. Dr. Jônatas Manzolli

**Instituto de Artes**  
**UNICAMP**

**Campinas – SP**  
**2009**

CESAR ADRIANO TRALDI

**Percussão e Interatividade**  
**PRISMA: Um Modelo de Espaço**  
**Instrumento Auto-Organizado**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Música do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas sob orientação do Prof. Dr. Jônatas Manzolli como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Música.

**Instituto de Artes**  
**UNICAMP**

Campinas – SP  
2009

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DO INSTITUTO DE ARTES DA UNICAMP**

1683p	<p>Traldi, Cesar Adriano. Percussão e interatividade PRISMA: um modelo de espaço instrumento auto-organizado. / Cesar Adriano Traldi. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Jônatas Manzolli. Tese(doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes.</p> <p>1. Interação. 2. Percussão. 3. Interface. 4. Eletrônicos. 5. Auto-organização. I. Manzolli, Jônatas. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Artes. III. Título.</p> <p>(em/ia)</p>
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Título em inglês: "Percussion and interactivity PRISMA: a model of a self-organized instrument-space."

Palavras-chave em inglês (Keywords): Interaction ; Percussion ; Interface ; electronics ; Self-organization.

Titulação: Doutor em Música.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Jônatas Manzolli.

Prof.ª. Dr.ª. Denise Hortência Lopes Garcia.

Prof. Dr. Adolfo Maia Junior.

Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida.

Prof. Dr. Daniel Luis Barreiro.

Prof. Dr. Ricardo Pereira Fassinari.

Prof. Dr. Claudiney Rodrigues Carrasco.

Prof. Dr. Silvio Ferraz Mello Filho.

Data da defesa: 15-12-2009

Programa de Pós-Graduação: Música.

**Instituto de Artes**  
**Comissão de Pós-Graduação**

Defesa de Tese de Doutorado em Música, apresentada pelo Doutorando Cesar Adriano Traldi - RA 8325 como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor, perante a Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jônatas Manzolli  
Presidente

Prof. Dra. Denise Hortência Lopes Garcia  
Titular

Prof. Dr. Adolfo Maia Junior  
Titular

Prof. Dr. Anselmo Guerra de Almeida  
Titular

Prof. Dr. Daniel Luis Barreiro  
Titular

## RESUMO

O desenvolvimento tecnológico contemporâneo potencializa a criação de modelos com o objetivo de estudar as possíveis correlações entre os estímulos e as sensações sonoras, visuais e espaciais. Muitos compositores já têm criado processos composicionais explorando estas dimensões, mas isso ainda é incipiente no desenvolvimento de uma nova postura interpretativa de instrumentistas que, normalmente, se apegam somente à especialização virtuosística e, muitas vezes, levando a uma dissociação entre música e outras linguagens artísticas. Assim, partimos do princípio que é possível descrever e estudar a estrutura de uma composição musical através de uma visão sistêmica como um processo no qual agentes desempenham diferentes funções dentro de um sistema. Refletimos sobre o conceito de auto-organização que é vinculado à possibilidade de emergência de padrões e regularidades que ocorrem nas relações estabelecidas entre os agentes de um sistema. O conceito de que a estrutura musical pode ser descrita como um sistema complexo é diretamente empregado no modelo desenvolvido nesta pesquisa. Para estudá-lo criamos um ambiente interativo computacional denominado *PRISMA*. A proposta conceitual do projeto é que os agentes do sistema se auto-organizam quando desenvolvem um comportamento interativo que molda e dirige suas ações em tempo real e que os influencia mutuamente. Verificamos como uma instalação criada a partir do conceito de auto-organização potencializa o desenvolvimento de uma nova postura interpretativa, o surgimento de organizações sonoras emergentes e, finalmente, a função da improvisação como veículo mediador de expectativas sonoras.

**Palavras-chave:** interação, percussão, interface, eletrônicos, auto-organização.

## ABSTRACT

The contemporary development in technology makes it possible to create models for studying the correlations between stimuli and auditory, visual and spatial sensations. Numerous composers have already created compositional processes to explore these dimensions, but this is still incipient in the context of theoretical studies in music performance. Performers normally adhere only to a superb specialization, and often, to the dissociation of music and other artistic forms. Thus, we assume that it is possible to describe and study the structure of a musical composition taken Systems Theory view. It is possible to understand music as a process in which different agents play different roles within a system. Here we study self-organization, that describes emergent properties in complex system and it is established among the information agents of a system. The concept that musical structure is a complex system is directly employed in the model developed in this research. For this purpose, we have created a computer-based interactive environment called *PRISMA*. The conceptual proposal of the project is that agents of the system will be self-organized when they develop a complex interactive process, shaping and directing their actions in real time, influencing and being influenced by other agents. Our study observed not only how the installation based on the concept of self-organization affords the development of performance studies, but also the creation of complex sound organizations, as well as the role of improvisation as mediator of sound expectations.

**Keywords:** interaction, percussion, interface, electronics, self-organization.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. Jônatas Manzolli, pela amizade, compreensão, dedicação e conhecimento.

Aos amigos Cleber Campos, Carlos Menezes, Celso Cintra, André Machado, Daniel Barreiro, Manoel Moura, Felipe de Moraes e Lúcio Scaranaro, pelo apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus pais, Elias e Terezinha e minha irmã Nádia, pelo infinito apoio e carinho que sempre me deram.

À minha esposa Juliana pelo companheirismo e amor que nunca me faltaram.

A Deus por me dar saúde e disposição para realizar este trabalho e por ter colocado essas pessoas em meu caminho.

E à FAPESP que nos deu completo apoio através de uma bolsa de doutorado.

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	01
<b>CAPÍTULO 1 — Correlações entre o Sonoro, o Visual e o Espaço Físico .....</b>	<b>13</b>
1.1 Do Musical ao Sinestésico.....	16
1.2 Interação entre Cor e Som .....	23
1.3 Interação entre Espaço Físico e Sonoro .....	26
1.4 Espaço Incorporado na Interpretação .....	31
1.5 Da Interface ao <i>Espaço Instrumento</i> .....	36
1.6 Discussão.....	39
<b>CAPÍTULO 2 — Reflexões sobre Sistemas Sonoros e Auto-Organização .....</b>	<b>41</b>
2.1 Definições Iniciais .....	44
2.1.1 Tipologias de Sistemas .....	45
2.2 Visão Sistêmica .....	47
2.2.1 Funções Sistêmicas .....	48
2.3 Auto-Organização.....	50
2.4 Emergência Musical: Idealização e Articulação.....	56
2.5 Discussão.....	59
<b>CAPÍTULO 3 — PRISMA: O Modelo de um Espaço Instrumento.....</b>	<b>61</b>
3.1 PRISMA.....	64
3.2 Material: Timbres e Luzes .....	66
3.2.1 Critérios de Interação entre Timbres e Luzes .....	67
3.2.2 Sentidos e Sensores Digitais .....	70
3.3 Processo: Adaptação ao Ruído.....	71
3.3.1 Modelo de Interatividade .....	71
3.3.2 Probabilidade: Mecanismo de Interação .....	73
3.3.3 Programação Interativa do PRISMA .....	74
3.3.4 Ações e Reações do PRISMA .....	76
<b>CAPÍTULO 4 — PRISMA: A Implementação de um Espaço Instrumento .....</b>	<b>81</b>
4.1 Descrição .....	83
4.1.1 Instrumentos de Percussão .....	85
4.1.2 Sensores.....	85
4.1.2.1 Pedal MIDI.....	86
4.1.2.2 Microfone.....	86
4.1.2.3 Microfone Sem Fio.....	87
4.1.2.4 Micro Câmera Sem Fio.....	87
4.1.2.5 Sensores Piezoelétricos .....	87
4.1.3 Processadores de Sinal .....	87
4.1.3.1 Módulo de Percussão Digital .....	88
4.1.3.2 Mesa Controladora de Luz DMX.....	89
4.1.3.3 Processador de Som .....	90
4.1.3.4 Computador com o Software Pure Data (Pd) .....	91



4.1.4 Equipamentos de Projeção e Amplificação.....	91
4.1.4.1 <i>Canhão de Luz</i> .....	91
4.1.4.2 <i>Projetor de Imagens</i> .....	92
4.1.4.3 <i>Sistema de Amplificação</i> .....	92
<b>4.2 Programação <i>Prisma</i></b> .....	<b>92</b>
4.2.1 Estrutura .....	94
4.2.2 Patches Desenvolvidos – Patch <i>Principal</i> .....	95
4.2.2.1 <i>Parte 1 – Ativação do PRISMA</i> .....	98
4.2.2.2 <i>Parte 2 – Processamento do áudio dos microfones</i> .....	98
4.2.2.3 <i>Parte 3 – Volume dos tapes</i> .....	100
4.2.2.4 <i>Parte 4 – Escolha dos tapes</i> .....	103
4.2.2.5 <i>Parte 5 – Processamento do áudio dos tapes</i> .....	106
4.2.2.6 <i>Parte 6 – Controle das Luzes</i> .....	107
4.2.3 Patch processamentos.....	108
4.2.4 Patches controle-probabilidade e probabilidade .....	110
<b>CAPÍTULO 5 — Análise de Performances com o <i>PRISMA</i></b> .....	<b>117</b>
<b>5.1 Descrição do Procedimento</b> .....	<b>119</b>
5.1.1 Perfil dos Intérpretes .....	120
5.1.2 Setup Experimental.....	120
<b>5.2 Observações e Análise</b> .....	<b>123</b>
5.2.1 Interação com os sons .....	123
5.2.2 Influência do processamento sonoro na performance .....	124
5.2.3 Influência da iluminação da performance.....	125
5.2.4 Relações com as respostas do sistema.....	126
5.2.5 Semelhanças e diferenças na performance.....	127
<b>5.3 Análise Videográfica Comparada</b> .....	<b>127</b>
<b>5.4 Análise do Pesquisador</b> .....	<b>131</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>135</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>141</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>149</b>
<b>A. Comunicações e Resumos Publicados em Anais de Congressos ou Periódicos</b> .....	<b>151</b>
<b>A.1 Completo</b> .....	<b>151</b>
<b>A.2 Resumo</b> .....	<b>151</b>
<b>B. Respostas do Questionário</b> .....	<b>153</b>
<b>C. CD-ROM: <i>PRISMA – Espaço Instrumento</i></b> .....	<b>157</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01: Imagem da Performance de “continuaMENTE” .....	07
Figura 02: Imagem do interior da ADA criada pelo Institute of Neuroinformatics, University/ETH Zurich.....	39
Figura 03: Diagrama de relação entre os agentes sistêmicos .....	60
Figura 04: Imagem das performances realizadas no <i>PRISMA</i> .....	63
Figura 05: Imagem de algumas formas de prismas.....	65
Figura 06: Diagrama das relações entre os materiais utilizados no <i>PRISMA</i> , intérprete e computador.....	67
Figura 07: Ilustração do modelo de <i>Espaço Instrumento: PRISMA</i> .....	84
Figura 08: Diagrama das conexões existentes em <i>PRISMA</i> .....	93
Figura 09: Lista de patches e trechos musicais utilizados no <i>PRISMA</i> .....	94
Figura 10: Patch <i>Principal</i> .....	96
Figura 11: Divisão do Patch <i>Principal</i> em seis partes.....	97
Figura 12: Parte 01 do patch <i>Principal</i> .....	98
Figura 13: Parte 02 do patch <i>Principal</i> .....	99
Figura 14: Parte 03 do patch <i>Principal</i> .....	100
Figura 15: Patch <i>volume</i> .....	101
Figura 16: Patch <i>controle_volume</i> .....	102
Figura 17: Parte 04 do patch <i>Principal</i> .....	103
Figura 18: Patch <i>Tape</i> .....	104
Figura 19: Patch <i>gravador1</i> .....	105
Figura 20: Parte 05 do patch <i>Principal</i> .....	106
Figura 21: Parte 06 do patch <i>Principal</i> .....	107
Figura 22: Patch <i>luz</i> .....	107
Figura 23: Patch <i>processamentos</i> .....	109
Figura 24: Patch <i>controle_probabilidade</i> .....	111
Figura 25: Patch <i>contapulso_tempo</i> .....	112
Figura 26: Gráfico comparativo da Tabela 08 apresentada no capítulo anterior e Tabela 14, quando o número de ataques do intérprete está entre 1-19. A linha azul é a distribuição de probabilidade (representa o percentual numérico) e a linha vermelha são os valores acumulados enviados para o patch <i>probabilidade</i> .....	113
Figura 27: Gráfico comparativo da Tabela 08 apresentada no capítulo anterior e Tabela 14, quando o número de ataques do intérprete está entre 40-49 .....	114
Figura 28: Patch <i>probabilidade</i> .....	115
Figura 29: Sub-patch <i>probabilidade_decision</i> .....	116
Figura 30: Desenho da montagem do <i>PRISMA</i> utilizada nas gravações .....	122
Figura 31: Imagens de performance realizada no <i>PRISMA</i> pelo pesquisador ....	132

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01: Relação do material pré-gravado.....	68
Tabela 02: Estrutura do material pré-gravado .....	68
Tabela 03: Retomada da Memória .....	69
Tabela 04: Descrição das Saídas do <i>PRISMA</i> .....	75
Tabela 05: Descrição das Entradas do <i>PRISMA</i> .....	76
Tabela 06: Critério de Mudança da Distribuição de Probabilidades .....	76
Tabela 07: Critérios de Ação e Reação .....	77
Tabela 08: Distribuição de probabilidade de escolha de eventos de acordo com o número de ataques realizados pelo intérprete, conforme os critérios apresentados na Tabela 07.....	78
Tabela 09: Configuração do Pedal MIDI e suas funções em <i>PRISMA</i> .....	86
Tabela 10: Configuração do Módulo de Percussão Digital e suas ações em <i>PRISMA</i> .....	88
Tabela 11: Configuração da Mesa Controladora de Luz (DMX) e suas ações no <i>PRISMA</i> .....	90
Tabela 12: Volumes controlados pelo patch <i>volume</i> .....	101
Tabela 13: Tapes controlado pelo patch <i>tape</i> .....	105
Tabela 14: Pacotes de números selecionados de acordo com o número de ataques realizados pelo intérprete nos instrumentos com sensores piezoelétricos acoplados .....	113

# Introdução

A construção de modelos com o objetivo de estudar as possíveis correlações entre as sensações sonoras, visuais e espaciais não é uma novidade dos séculos XX e XXI. Entretanto, a tecnologia contemporânea potencializa a criação de artefatos e dispositivos digitais que propiciam o desenvolvimento de novas experiências, ambientes interativos onde homem e máquina se entrelaçam nesses três domínios.

Nos últimos anos, estas possibilidades já têm sido exploradas por muitos compositores em suas obras. Mas quando olhamos para os intérpretes, notamos um apego a uma especialização virtuosística e, muitas vezes, à dissociação entre música e outras linguagens artísticas. A interação do intérprete com estímulos e sensações sonoras, visuais e espaciais propicia o surgimento de novos desafios interpretativos e técnicos. Holmes (2002) apresenta uma descrição do desenvolvimento da área sob o ponto de vista histórico e composicional.

Arrojo (1993), no seu livro, busca uma visão geral do conceito de tradução e ao tratar o ato tradutório de um texto argumenta que o significado somente se delinea e se cria a partir de um ato de interpretação, com base em elementos culturais que constituem a comunidade sociocultural. Laboissière (2007) aponta que o intérprete é um coautor da partitura que interpreta, designando a ele a responsabilidade sobre as possibilidades performáticas para a realização da obra e a consciência de que nenhum dos elementos interpretativos pode estar totalmente livre. Segundo Boulez (1986), a imprecisão e a individualidade humana trazem elementos que atuam de maneira positiva no resultado de algumas obras.

Atualmente, em paralelo ao desenvolvimento tecnológico contemporâneo, há um grande esforço de pesquisa no sentido de ampliar a criação de novas interfaces musicais e sistemas interativos que propiciem novas experiências relacionadas com sensações sonoras, visuais e espaciais. Freire (2003; 2007) descreve a criação e a montagem de *Pandora*, um sistema interativo que envolve um instrumento de percussão (i.e., uma caixa clara), dispositivos eletrônicos e programação computacional. Este autor também apresenta uma discussão sobre estratégias de captação de movimentos, mapeamento de dados e

performance desenvolvidas especialmente para sua *Pandora*. Esse trabalho apresenta um conceito importante desenvolvido também em nossa pesquisa: *da ampliação da percussão através de dispositivos digitais nascem novos instrumentos musicais*. Para tanto, é necessário estudar e conhecer melhor as sonoridades ampliadas por essas interfaces e desenvolver uma nova postura interpretativa. Um processo que fomente técnicas interpretativas expandidas e que faça o intérprete selecionar, ouvir, reagir e interagir, através da Escuta<sup>1</sup>, com essas diferentes dimensões.

Portanto, a interpretação de obras que envolvem instrumentos de percussão e interação com dispositivos eletrônicos em tempo real cria desafios interpretativos diferentes dos tradicionais. Essa postura interpretativa foi alvo de pesquisa passada do autor desta tese e resultou no fomento de uma nova área de estudo interpretativo chamada de “*Técnicas Interpretativas Mediadas*”, desenvolvida junto ao NICS (Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora da Unicamp). Essa abordagem é apresentada em: Traldi e Manzolli, (2006) e Traldi *et. all.* (2007a), e resultou na sua dissertação de mestrado. A relação entre música e recursos visuais também já foi abordada por esses autores em Traldi *et. all.* (2007b).

No contexto de intérpretes de renome e em centros de excelência internacionais, o estudo da interpretação e da interação com novas interfaces também ganha grande destaque na atualidade. O percussionista português Pedro Carneiro é um bom exemplo de intérprete que tem buscado moldar sua postura interpretativa às diferentes necessidades impostas pela diversidade das obras contemporâneas. Carneiro destaca-se como um dos principais solistas do repertório de percussão da atualidade e tem se dedicado muito ao repertório interativo em tempo real, já tendo estreado inúmeras obras para marimba/percussão e eletrônicos em tempo real dos compositores Paul Wilson, Ricardo Climent, Pedro Rebelo, Cort Lippe, Pedro Amaral, João Pedro Oliveira, Petra Bachratá, entre outros.

---

<sup>1</sup> O termo Escuta é usado no texto no sentido técnico musical de acordo com as idéias expressas por Pierre Schaeffer que apontam para uma tipologia de quatro escutas diferentes.

No Brasil temos o professor de percussão da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) Dr. Fernando Rocha que, em 2008, concluiu o seu doutorado em música pela McGill University (Montreal, Canadá) onde estudou aspectos da performance de obras para percussão e recursos eletrônicos. Durante os quatro anos em que residiu em Montreal, estudou com Aiyun Huang e D'Arcy Philip Gray e participou do projeto McGill Digital Orchestra, coordenado pelos professores Sean Ferguson e o brasileiro Marcelo Wanderley.

Atualmente Marcelo Wanderley tem dirigido o laboratório IDMIL "*Input Devices and Music Interaction Laboratory*"<sup>2</sup> filiado à área de tecnologia musical da Escola de Música Schulich da Universidade McGill (Montreal, Canadá). Esse laboratório tem desenvolvido projetos relacionados à interação homem-computador, ao design de instrumentos musicais e de interfaces para a expressão musical, coleta e análise de dados, desenvolvimento de sensores e controle gestual.

Miranda e Wanderley (2006) produziram um livro texto que serve de referência para diversos aspectos da pesquisa sobre sistemas interativos musicais. Nesse livro os autores comentam que controles gestuais podem ter qualquer forma, desde uma forma semelhante a um instrumento acústico a formatos alternativos que não se assemelham aos conhecidos instrumentos musicais acústicos. Por outro lado, a adição de sensores em instrumentos acústicos já existentes pode aumentar suas possibilidades de controle. Tais instrumentos modificados são conhecidos como instrumentos expandidos ou ampliados e representam a combinação do conhecimento relacionado ao controle de um instrumento acústico e o desenvolvimento de habilidades de performance completamente novas usando um controlador alternativo.

Na Universidade de Brown (EUA) o compositor Todd Winkler<sup>3</sup> tem desenvolvido um amplo trabalho de exploração das possibilidades de ações humanas afetarem o som e as imagens produzidas por computadores nas produções de dança, instalações de vídeo interativas, concertos e peças para computadores e instrumentos. Todd Winkler é o autor de "Composing Interactive

---

<sup>2</sup> [www.idmil.org/](http://www.idmil.org/)

<sup>3</sup> [www.brown.edu/Departments/Music/sites/winkler//](http://www.brown.edu/Departments/Music/sites/winkler//)

Music” Winkler (2001), um livro acompanhado de um CD-ROM que trata sobre a teoria e tecnologia na música interativa e performance, publicado pela MIT Press.

O compositor Todd Machover foi um dos pioneiros na pesquisa de música computacional no IRCAM<sup>4</sup> (*Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique*) na França e, atualmente, nos seus trabalhos no *MIT Media Lab*<sup>5</sup>, nos EUA, tem desenvolvido uma série de trabalhos criando “*hyperinstruments*”, ou seja, instrumentos que possuem uma ampliação de suas atuações práticas tradicionais através da interação em tempo real possibilitada por processamento digital (Machover 1992).

No Brasil, no final do século XX (década de 80), Aluizio Arcela criou na Universidade de Brasília (UnB) o primeiro núcleo formal na área de computação através da implementação da pós-graduação em computação sônica e a criação de um Laboratório de Processamento Espectral. Entre os principais trabalhos que Arcela desenvolveu destaca-se a linguagem SOM-A para composição musical algorítmica baseada em síntese aditiva e processamento de informação MIDI e trabalhos de interação entre som e imagens digitais. Entre seus trabalhos explorando relações entre música e imagem está o software *Notas São Cores*<sup>6</sup>. Esse software é um sistema interativo onde o espectador atua como um compositor criando imagens tridimensionais a partir de notas musicais. A música é formada pelas estruturas de dados existentes no interior dos intervalos musicais.

O NICS<sup>7</sup>, núcleo no qual esta pesquisa de doutorado foi realizada, também tem desenvolvido junto com seus pesquisadores e colaborações com outras instituições nacionais e internacionais uma ampla pesquisa sobre música, tecnologia e interfaces.

Em 2007, numa parceria, NICS e Itaú Cultural, foi realizado o espetáculo de música interativa computacional “*continuaMENTE*<sup>8</sup>”, de autoria de Jônatas Manzolli. No palco, grafismos desenhados em dois computadores e exibidos em duas telas de projeção são transformados ao vivo em sons

---

<sup>4</sup> [www.ircam.fr/](http://www.ircam.fr/)

<sup>5</sup> [www.media.mit.edu/](http://www.media.mit.edu/)

<sup>6</sup> <http://www.cic.unb.br/docentes/arcela/colormusic/>

<sup>7</sup> [www.nics.unicamp.br](http://www.nics.unicamp.br)

<sup>8</sup> [www.nics.unicamp.br/continuaMENTE](http://www.nics.unicamp.br/continuaMENTE)



executados por um Piano Robô (Disklavier) controlado via sinal MIDI enviado por um computador. Interagindo com este Piano-ator, três percussionistas utilizam interfaces gestuais: luvas, baquetas e tapetes ligados a sensores eletrônicos, que criam novas sonoridades e geram material audiovisual em tempo real. No centro da interação entre os intérpretes humanos e robóticos está o software Rabisco<sup>9</sup>, que transforma imagens em trajetórias sonoras (Manzolini, 2008). Esta obra fez parte do processo de pesquisa do autor desta tese que atuou como intérprete e contribuiu no desenvolvimento musical e cênico que resultaram na postura interpretativa de “continuaMENTE”.



Figura 01: Imagem da Performance de “continuaMENTE”.

Em maio de 2009, através da parceria do NICS com o grupo SPECS (Synthetic, Percpective, Emotive and Cognitive Group) do Instituto Audiovisual da Universidade Pompeu Fabra de Barcelona (Espanha), foi desenvolvida a

<sup>9</sup> [www.nics.unicamp.br/~ichizo/rabisco](http://www.nics.unicamp.br/~ichizo/rabisco)

*Multimodal Brain Orchestra*<sup>10</sup>, uma performance na qual quatro intérpretes geram ondas cerebrais que controlam instrumentos virtuais (VSTi) em tempo real.

Em março desse mesmo ano foi apresentada em Campinas a instalação sonoro-visual AURAL<sup>11</sup> (Moroni et. all., 2008). Trabalho de colaboração entre o NICS e o Centro de Tecnologia da Informação “Renato Archer” (CTI), trata-se de um ambiente evolutivo aplicado à sonificação de trajetórias robóticas. No AURAL, existe uma integração entre música criada por processos evolutivos, um sistema de visão artificial e uma comunidade de robôs para produzirem juntos sons e imagens.

A exibição do AURAL foi encerrada com a estreia da obra “Variações Robóticas” para marimba, piano, eletrônicos, dança e robôs, composta por Jônatas Manzolli e por trechos gerados pelo sistema. Esta obra foi tocada por quatro intérpretes em interação direta com as trajetórias sonoras do AURAL. Durante esta performance, o autor desta tese pôde também participar como percussionista e vivenciar estas novas possibilidades e desenvolver a postura necessária para interpretar a marimba como parte de uma instalação onde ocorre interação homem-máquina.

Nesse contexto tão amplo e através do conhecimento de uma nova percussão, de novas composições e durante a participação nessas performances, nasceram perguntas: *como conciliar a complexidade da tecnologia atual com uma visão interpretativa? Seria possível estudar e desenvolver um ambiente interativo para experimentar e apreender as novas dimensões da percussão mediada por dispositivos digitais?* Com objetivo de estabelecer um estudo sobre essas questões é que então estruturou-se a tese que apresentamos a seguir.

Os dois primeiros capítulos que se seguem apresentam um conjunto de conceitos que serviram como fonte inspiradora para a elaboração do modelo interativo, ou seja, um ambiente de expressão multimodal, um espaço de interpretação onde estão envolvidos instrumentos/interfaces, sons, cores, luzes, o espaço físico e dispositivos eletrônicos. Esse modelo, que visa a construção de

---

<sup>10</sup> <http://specs.upf.edu/?q=installation/2025>

<sup>11</sup> [www.iar.unicamp.br/galeria/aural/index.htm](http://www.iar.unicamp.br/galeria/aural/index.htm)

um novo ambiente de expressão, será definido no primeiro capítulo e denominado de “*Espaço Instrumento*”.

Para elucidar as questões conceituais aqui apresentadas, o primeiro capítulo apoia-se no texto de Caznok (2003) que, no seu livro, apresenta uma discussão sobre a existência de uma dimensão visual na música. A autora apresenta uma investigação histórica demonstrando que o sentido da audição desde a Antiguidade é relacionado ao da visão. Zatiti (2005) e Peirce (1998)<sup>12</sup> são referências para tratarmos sobre as múltiplas possibilidades sensoriais do homem e da especialização e intensificação de alguns sentidos e da dormência de outros em decorrência da habituação advinda do contexto cultural.

Como mencionamos anteriormente, as relações entre audição e visão trazem à tona as indagações sobre o conteúdo, significado e natureza da música. Para estudar esse ponto de vista utilizamos o trabalho do crítico musical Eduard Hanslick (1994)<sup>13</sup>, no qual esse autor busca criticar a ideia de que o conteúdo da música seria representar sentimentos e a expressão deles seria seu objetivo. Como apoio também é utilizado o texto de Videira (2007) onde o escritor apresenta uma análise da visão conceitual de Hanslick (1994) buscando aclarar pontos cruciais.

O primeiro capítulo é finalizado com a apresentação do conceito de *Espaço Instrumento*, uma instalação sonora interativa que envolve instrumentos e dispositivos eletrônicos com o objetivo de realização de performances por instrumentistas especializados.

O tema abordado no segundo capítulo parte do princípio que é possível descrever e estudar a estrutura de uma composição musical como um processo no qual agentes desempenham diferentes funções dentro de um sistema. O conceito de que a estrutura musical se trata de um sistema complexo é diretamente empregado no modelo interativo estudado. Essa noção tangencia a visão conceitual desenvolvida pelo grupo de auto-organização do Centro de Lógica (CLE) da Unicamp apresentado em trabalhos (Debrun, 1996a; Debrun, 1996b; Manzolli, 1993; Manzolli, 1996 e Manzolli 2005). No segundo capítulo

---

<sup>12</sup> Edição de “collected papers”, Hartshome e Wiess.

<sup>13</sup> Livro escrito pelo autor em 1854 e editado em 1994 pela Edições 70 Ltda em Lisboa – Portugal.

refletimos também sobre o conceito de auto-organização que aponta para a possibilidade de emergência de padrões e regularidades que ocorrem nas relações e na troca de informação entre os agentes de um sistema. Indagamos sobre a possibilidade de que a interação e auto-organização possam prover um modelo para o projeto e para a construção de sistemas sonoros interativos.

Para inserir o conceito de auto-organização no escopo da nossa pesquisa, desenvolvemos uma taxonomia dos agentes envolvidos nos sistemas musicais. Propusemos que os agentes pertencentes a esse sistema sonoro podem desempenhar diferentes funções que foram denominadas de *Idealizar*, *Articular*, *Mediar* e *Observar*. Entretanto, o processo de troca de informação entre os agentes pode ocorrer de diferentes formas e as funções que os agentes irão desempenhar estão diretamente ligadas a esses modos de interação que são tipificados no segundo capítulo em três grupos: *Sistemas Fechados*, *Sistemas Mediados* e *Sistemas Interativos*. A partir dessas definições buscamos compreender as relações entre os agentes envolvidos em cada um dos sistemas. A pergunta de estudo que fizemos foi: *Qual o papel da auto-organização nos diferentes modelos sistêmicos tipificados?*

Com a *visão sistêmica* aplicada às estruturas sonoras, de acordo com Gaziri (1996), podemos entender as obras e composições musicais como sistemas complexos onde ocorrem interações entre diversos agentes. Isso pode ser feito, principalmente devido ao fato de que os sistemas musicais são sistemas que evoluem a partir de si mesmos. Essa autonomia do sistema sonoro leva a indícios de *Auto-Organização*. Segundo Debrun (1996), um sistema é auto-organizado quando os elementos que o formam produzem a si próprios. Na seção *Emergência Musical: Idealização e Articulação* do segundo capítulo, nós discutimos que, em sistemas musicais interativos, a auto-organização está relacionada à fusão entre as funções *Articular* e *Mediar*. Dessa forma, a hipótese de trabalho foi que o sistema interativo terá mais característica de auto-organizado quanto mais as fronteiras entre os agentes que desempenham as funções de articular e mediar forem diluídas. No caso específico da interpretação musical de

sistemas interativos, estamos propondo um redimensionamento das relações tradicionais estabelecidas entre compositor, intérprete e público.

O terceiro e quarto capítulos apresentam *PRISMA*, a implementação de estudo do modelo de *Espaço Instrumento* Auto-Organizado. No terceiro capítulo são apresentadas as ideias conceituais que fomentaram a idealização do *PRISMA* e o quarto capítulo é dedicado à descrição das soluções tecnológicas encontradas e ao desenvolvimento técnico do trabalho. Apresentamos alguns detalhes sobre os equipamentos, conexões e programação no software Pure Data (Pd) utilizado na pesquisa. A construção do *PRISMA* foi um grande desafio pois, tratando-se originalmente de um estudo na área de Fundamentos Teóricos, não se pressupunha a realização de um complexo sistema computacional e audiovisual. Todavia, com os recursos da FAPESP e com o estudo da linguagem Pd, pudemos chegar a um bom termo e desenvolver o *PRISMA* em sua totalidade. Desta forma, foi possível realizar uma análise crítica da aplicação prática dos conceitos apresentados nos capítulos iniciais da tese.

Concluimos a tese analisando quatro performances realizadas no *PRISMA* atentando para a postura interpretativa dentro do modelo de sistema auto-organizado. A proposta conceitual do projeto é que *os agentes do sistema se auto-organizam desenvolvendo um complexo processo interativo, moldando e dirigindo suas ações em tempo real, influenciando e sendo influenciados pelos outros agentes*. O foco da análise foi verificar como o *PRISMA*, criado a partir do conceito de auto-organização, potencializou o desenvolvimento de uma nova postura interpretativa e o surgimento de organizações sonoras emergentes. Analisou-se também a função da improvisação como veículo mediador de expectativas sonoras e a criação de um novo repertório de gestos para dialogar com o *PRISMA*.

Para avaliar a interação com o *PRISMA* foram realizadas performances pelo próprio pesquisador e por três alunos de percussão da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). As performances foram gravadas e um questionário foi elaborado e apresentado aos três intérpretes ao término de suas performances. As informações obtidas através do questionário e os vídeos das performances

foram analisados. Este material audiovisual está disponível no CD-ROM que acompanha a tese (anexo C) ou no Youtube, na Internet<sup>14</sup>.

Olhando para o desenvolvimento histórico das manifestações musicais, o intérprete sempre teve papel de destaque e houve uma dissociação entre composição e interpretação na especialização do século XIX. Todavia, o intérprete continuou sendo o canal pelo qual a manifestação artística elaborada pelo compositor ganha vida. No escopo da pesquisa aqui apresentada, a possibilidade de realizações de performances interativas, aliadas a noção de sistemas auto-organizados, amplia ainda mais as responsabilidades do intérprete colocando-o, muitas vezes, na condição de cocriador ou mesmo de agente explicitamente integrante da obra. Assim, buscamos, através da nossa pesquisa, expandir e moldar nossa postura interpretativa, possibilitando a realização de performances cada vez mais conscientes de obras inseridas nesse contexto artístico. Em síntese, além de buscar soluções teóricas e tecnológicas, esta tese serviu também de processo de aprendizagem para o próprio pesquisador. Um desenvolvimento do seu próprio perfil interpretativo e potencializou a sua própria visão e habilidade em processos criativos.

Finalmente, a tese teve apoio da FAPESP através de uma bolsa de doutorado e foi acolhida e desenvolvida dentro do NICS/UNICAMP, onde pudemos realizar todos os experimentos, ampliar o nosso conhecimento tecnológico e conviver num ambiente instigante de pesquisa interdisciplinar.

---

<sup>14</sup> Intérprete 01 – Parte 01: [http://www.youtube.com/watch?v=wN39noe\\_wEA](http://www.youtube.com/watch?v=wN39noe_wEA)  
Intérprete 01 – Parte 02: <http://www.youtube.com/watch?v=Yf3t9oleekY>  
Intérprete 02 – Parte 01: <http://www.youtube.com/watch?v=megyClluCVk>  
Intérprete 02 – Parte 02: <http://www.youtube.com/watch?v=tlj-h7gWycA>  
Intérprete 03 – Completo: <http://www.youtube.com/watch?v=izwjOvMIRnc>  
Pesquisador – Completo: <http://www.youtube.com/watch?v=zdxM-u4B9NQ>

# **CAPÍTULO 1**

## **Correlações entre o Sonoro, o Visual e o Espaço Físico**

Para elucidar as questões conceituais vinculadas à criação de um ambiente de expressão multimodal esse capítulo foi desenvolvido em cinco seções seguidas de uma discussão.

A primeira seção, *Do Musical ao Sinestésico*, é uma discussão conceitual sobre o conteúdo, significado e a natureza da música. Essa seção é finalizada com a apresentação do conceito de sinestesia onde se relacionam diferentes sensações táteis, visuais, sonoras e olfativas. Em *Interação entre Cor e Som* apresentamos os primeiros modelos audiovisuais criados a partir de correlações entre cores e sons.

O próximo subtítulo *Interação entre Espaço Físico e Sonoro* discute a importância do espaço físico na interpretação musical e citamos algumas explorações espaciais encontradas na história da música ocidental até a tecnologia atual. Na próxima seção, *Espaço Incorporado na Interpretação*, realizamos uma discussão sobre interpretação multimodal, onde apresentamos os argumentos utilizados por Laboissière (2007), que apontam a interpretação musical de obras com elementos multissensoriais como um processo de recriação e não apenas de reprodução.

Descrevemos em *Da Interface ao Espaço Instrumento* a obra *Pandora*, criada por Freire (2007), como um modelo que envolve um instrumento de percussão, dispositivos digitais e técnicas interpretativas mediadas. Segue a discussão da noção de *Espaço Instrumento*, definido como um ambiente de expressão multimodal, um espaço de interpretação onde estarão envolvidos o instrumento/interface, o som, a cor, o espaço físico e as muitas possibilidades de interações entre dispositivos eletrônicos.

Finalizamos discutindo que obras compostas com a finalidade de explorarem processos multissensoriais exigem dos intérpretes uma familiarização com diferentes linguagens artísticas e o desenvolvimento de uma nova postura interpretativa. A presença de um intérprete nesses sistemas interativos ou *Espaço Instrumento* potencializa a exploração das interações.



## 1.1 Do Musical ao Sinestésico

A audição musical, sem o uso de processos de gravação ou reprodução em mídia fixa, está vinculada à presença de um ou mais intérpretes e as interpretações sempre são realizadas em um determinado espaço físico, seja ele um teatro, sala de concerto, pequena sala de uma casa, entre outros. Quando o público entra num ambiente de concerto está preparado principalmente para uma experiência perceptiva sonora, mas também sofre influência de outros aspectos percebidos pela visão, tato e olfato. Os nossos sistemas perceptivos trabalham de maneira ligada uns com os outros. Este processo, quase que ritualístico, foi o grande meio de contato com a obra musical até os dias derradeiros do século XIX.

Até a criação do fonógrafo por Thomas Edison, na segunda metade do século XIX e, posteriormente, a fita magnética inventada por Fritz Pfleumer em 1928, a audição musical estava diretamente ligada à presença de intérpretes no espaço físico onde se realizaria a performance. Assim, a audição musical sempre esteve vinculada, mesmo que de maneira inconsciente, à presença de elementos sensoriais diferentes dos sonoros, isto é, sensações acústicas derivadas das diferentes propriedades de cada espaço físico ou elementos visuais gerados pelos intérpretes. Além disso, expressões artísticas, como a ópera, acrescentavam uma carga cênica e dramática muito grande às apresentações e os elementos visuais passavam a comunicar informações ao público tanto quanto ou mais que os elementos sonoros.

O desenvolvimento tecnológico do século XX possibilitou a união e o desenvolvimento de processos que criam novas correlações entre elementos sonoros e visuais. Caznok (2003) comenta que a união desses elementos na música é hoje fato corriqueiro e está presente na produção artística de inúmeros autores e de diferentes maneiras. Caznok (2003, p.17) “Há obras que exigem do espectador uma totalidade perceptiva nunca antes ousada, tais como *performances*, as instalações e os eventos multimídia que requerem, além da visão e da audição, a participação do tato, do olfato e, por vezes, do paladar.”

O público pode ser levado a ter uma experiência multissensorial. Compositores importantes da atualidade, cientes desta correlação natural entre os diferentes sentidos humanos, utilizam elementos que possibilitam criar obras que levam os espectadores a desfrutarem sensações diversas. Além de compositores como Alexander Scriabin, Edgar Varèse e Olivier Messiaen, que serão mencionados posteriormente neste capítulo. Há obras como *Koyaanisqatsi* (1982) do compositor americano Philip Glass, um filme não-verbal que integra imagens, música e ideias contrastantes com cenas de paisagens naturais e urbanas dos EUA e é apontado como um filme artístico pioneiro do século XX.

Outro compositor minimalista, Steve Reich, compôs *Different Trains* (1988), onde utiliza a interação entre o som das palavras com a sonoridade de instrumentos de cordas. Nessa obra há uma relação entre o processo musical e a própria trajetória de vida do compositor. O nome "Different Trains" (trens diferentes ou especiais) tem origem na infância de Reich. Durante vários anos de guerra ele viajou com a sua governanta enquanto seus pais estavam distantes, a sua mãe em Los Angeles e seu pai em Nova York. Foram viagens emocionantes, românticas e cheias de aventuras para o jovem Reich. Mas, alguns anos depois, Reich deu-se conta que se ele estivesse na Alemanha durante a limpeza étnica feita pelos nazistas, sua origem judaica teria assegurado que os trens nos quais teria viajado seriam "trens diferentes".

Ao se analisar o catálogo de obras do compositor Karlheinz Stockhausen, disponível na Internet, figura material videográfico descrito como multimídia. Em uma de suas últimas composições, "*Helicopter String Quartet*" (1995), utilizou um processo de interação entre intérpretes que estariam dispostos em espaços físicos diferentes. Essa obra ficou célebre pela proposta inusitada de colocar um quarteto de cordas dentro de quatro helicópteros, transmitindo sons e imagens para uma sala de concertos em meio às evoluções aéreas.

Essa obra exemplifica bem um dos aspectos relacionados na noção de "*Espaço Instrumento*". O espaço físico pode ser tomado como um domínio acústico para difusão sonora ou às suas próprias dimensões espaciais,

relacionadas à distância entre coordenadas geométricas, localizações geográficas ou aéreas que podem ser inseridas como elementos do sistema composicional.

A Internet tem sido utilizada como meio de realizar performances musicais que conectam localizações geográficas distantes, mesmo entre continentes. No projeto “*Dancing Beyond Boundaries*”<sup>15</sup> (2001) foi realizada uma das primeiras performances utilizando-se os recursos de alto desempenho da Internet2. Numa colaboração entre o NICS, o laboratório LarCom da Faculdade de Engenharia Elétrica da Unicamp e o *Digital World Institute* da Universidade da Flórida, percussionistas localizados no estúdio eletrônico do NICS criaram uma composição musical com um baixista e um violonista localizados em Miami (USA). Esses músicos produziram uma trilha que foi utilizada por um coreógrafo localizado em Minnessota (USA) para montar uma coreografia com bailarinos em Denver (USA).

Essas obras são exemplos de uma tendência das últimas décadas e, segundo Caznok (2003), essa postura, já assumida e resolvida por alguns criadores, ainda não se estabeleceu na atuação dos intérpretes que continuam se apegando à tradicional separação das diferentes linguagens artísticas. De fato, o uso de processos de interação entre a audição e a visão muitas vezes traz à tona uma grande discussão sobre o conteúdo, significado e natureza da música. Essa discussão vem desde a Grécia antiga e é tema de debates até os dias de hoje. Entre as inúmeras questões discutidas estão:

“o discurso musical é auto-suficiente ou pode se referir a algo que não seja somente sonoro? Sua construção e recepção são fundadas exclusivamente em elementos sonoros puros ou estes podem apontar para algo além deles? Onde se encontra seu significado: em universo composto unicamente por sons ou em contexto que inclui elementos extramusicais?” (Caznok, 2003, p. 23).

Podem-se identificar historicamente duas correntes estético-filosóficas principais, a referencialista e a absolutista. Até a primeira metade do século XVIII a

---

<sup>15</sup> <http://www.digitalworlds.ufl.edu/projects/dbb/>

concepção predominante pelo senso comum era a referencialista, que acreditava que a música seria a arte da expressão dos sentimentos. Assim, a música teria seu significado em remeter o ouvinte a outro conteúdo que não o musical, uma imitação das emoções. Segundo Caznok (2003, p.23), “expressar, descrever, simbolizar ou imitar essas referências extramusicalis – relações cosmológicas ou numerológicas, fenômenos da natureza, conteúdos narrativos e afetivos [...] seriam a razão de ser de um discurso musical.”

Em 1854, o crítico musical Eduard Hanslick escreve o livro *Do Belo Musical*, que despertou grande polêmica não apenas no meio musical, mas também entre filósofos e estetas. Segundo Videira (2007):

“ao afirmar que o efeito da música sobre os sentimentos não é o objetivo da música, e que tampouco a representação deles constitui seu conteúdo, Hanslick estava desafiando não apenas o senso comum de outros críticos, músicos e estetas, mas estava colocando em questão, por assim dizer, as bases teóricas sobre as quais se assentava todo o pensamento estético-musical de sua época.” (Videira, 2007, p. 17).

Hanslick foi um dos pioneiros na criação de uma teoria estética musical independente das outras artes.

“Foi necessário que se adquirissem os princípios da pintura, da arquitetura, da música, e se desenvolvessem estéticas especiais. Sem dúvida, as últimas não podem fundamentar-se mediante uma simples adaptação do conceito geral de beleza, porque este aceita em cada arte uma série de novas distinções. Cada arte deve ser conhecida nas suas determinações técnicas, quer ser compreendida e julgada a partir de si própria.” (Hanslick, 1994, p. 14).

Essa corrente, denominada de absolutista, ligada apenas à música absoluta (instrumental), considerava a música autossuficiente e imitações, descrições e referências a outros conteúdos que não o sonoro eram consideradas como um impedimento para uma “audição verdadeira”. A possibilidade de imitação das emoções desvalorizaria o valor da música.

Caznok (2003, p.26) comenta que “para os pensadores formalistas, históricos e contemporâneos, as possíveis relações entre o ouvido e qualquer outro sentido estão fora de questão.” Qualquer relação com qualquer outro meio sensorial que não a audição seria um elemento que atrapalharia um suposto estado ideal no qual o ouvinte consegue se libertar de outros sentimentos e apenas receber o som proveniente da música.

No final do século XX e início do século XXI surgiram novas expressões artísticas criadas para atingir a multissensoridade do espectador. Caznok (2003, p.26) comenta que “criadores e teóricos deixaram de lado a antiga querela e se ocupam, agora, em investigar a maneira como se dão as relações intersensoriais, quais são as formas de relacionamento espectador/obra e quais são suas fundamentações teóricas.” O objetivo é levar o público a interações relacionadas à superposição entre os sentidos numa visão multimodal.

O conceito de Sinestesia do grego *syn* (união, junção) - *aisthesis* (percepção) trata de uma relação que se estabelece espontaneamente entre uma percepção e outra que pertença ao domínio de outro sentido. Em algumas pessoas as correlações entre diferentes sentidos ocorrem de maneira natural e podem potencializar processos criativos no qual o espectador é levado a desfrutar de experiências sensoriais diversas. Essa possibilidade vinculada à música, segundo Caznok (2003, p.216), é “longe de ser uma interferência ou uma muleta, a união da visão com a audição no momento da escuta tem sido um meio de presentificar uma forma de percepção cuja base está assentada sobre a comunicação entre os sentidos.”

Os cinco sentidos, o olfato, a visão, o paladar, o tato e a audição, desempenham a função de entradas do processo sensorial, com hábeis sensores que captam os mais variados e distintos estímulos que, em seu tempo, são processados no cérebro. É comum atribuímos funções especializadas a cada uma das cinco diferentes modalidades sensoriais. Temos a ideia de que elas são estanques e incomunicáveis. Entretanto, segundo Zatiti (2005, p.01), “já na recepção das impressões e sensações, em face do hibridismo de suas composições e materiais, a suposta secção dos sentidos não se sustenta, posto

que há na verdade uma imbricação natural dos órgãos sensoriais, tendendo a trabalharem interligados e comunicantes.”

De acordo com afirmação de Zatiti (2005), o conjunto sensorial humano potencializa uma percepção sinestésica. Entretanto, segundo Zatiti (2005, p.01) “adaptando-se aos moldes da civilização em que se insere, ele [o ser humano] convencionou seus modos de sentir e de processar os signos do mundo.”

Recentemente, o escritor e neurofisiologista americano Oliver Sacks (2007) publicou um livro de divulgação científica denominado de Musicophilia<sup>16</sup>, traduzido para o português como “Alucinações Musicais: Relatos sobre música e o cérebro” (Sacks, 2007). Nesse livro o autor comenta uma série de casos de pacientes seus que mostraram disfunções neurológicas que afetaram a interação com os sentidos e, principalmente, a experiência individual com a música.

Dentre os vários casos apresentados no livro, encontram-se exemplos de pacientes que possuíam respostas sinestésicas a estímulos sonoros. Mas há outros fenômenos interessantes, como os tratados na primeira parte do livro, em que o autor aborda várias situações neurológicas nas quais seus pacientes apresentam uma espécie de perseguição pela música. Sacks cita alguns pacientes que possuem uma espécie de aparelho sonoro na cabeça que não conseguem desligar. Ele também discute a questão da musicalidade, ouvido absoluto. Esse autor indaga se as diferenças encontradas nos cérebros dos músicos e não músicos teriam uma origem genética ou se tais diferenças seriam advindas de um desenvolvimento de partes do cérebro provocados pela prática e pelo estudo musical.

Em uma das formas mais comuns de sinestesia conhecida como sinestesia da cor, letras ou números são vistos como inerentemente coloridos. Para algumas pessoas, meses do ano ou dias da semana suscitam posições precisas no espaço. Num tipo recentemente identificado de sinestesia, pessoas ouvem sons em resposta a movimentos visuais e oscilações. Atualmente, mais de sessenta tipos de sinestesia foram relatadas por pessoas, mas apenas uma pequena parte delas foi estudada cientificamente. Dentro de um mesmo tipo de

---

<sup>16</sup> <http://www.musicophilia.com/index.htm>

sinestesia, a percepção sinestésica pode variar em intensidade e as pessoas variam a sua consciência das mesmas.

Metáforas sensoriais são comumente utilizadas e descritas como sinestésicas, mas sinestesia neurológica verdadeira é involuntária. Estima-se que cerca de uma em cada vinte e três pessoas possuem algum tipo de sinestesia. Apesar de ser possível notar a ocorrência de sinestesia em pessoas de uma mesma família, não existem provas científicas de que ela é passada na herança genética. Sinestesia também é comumente relatada por pessoas sob a influência de drogas psicodélicas, após um acidente vascular cerebral (AVC), durante um ataque de epilepsia do lobo temporal, ou como resultado de cegueira ou surdez. Este tipo de sinestesia que surge de tais eventos não genéticos é classificado como "sinestesia acidental".

Apesar de no final do século XIX e início do século XX a sinestesia ter sido um importante tema de investigação científica, foi praticamente abandonada em meados do século XX. Recentemente, foi redescoberto por pesquisadores da atualidade e pesquisas psicológicas demonstraram que experiências sinestésicas podem ter consequências comportamentais importantes. Estudos de neuroimagem funcional identificaram diferenças nos padrões de atividade cerebral. Esse novo estudo científico da sinestesia está relacionado a vários fenômenos cognitivos e não somente a interação entre cores e sons. Harrison e Baron-Cohen (1996) apresentam uma compilação de estudos relacionados ao tema. Rich e Mattingley (2002) e Hubbard e Ramachandran (2005) estudaram a sinestesia sob o ponto de vista perceptivo da neurociência cognitiva.

Muitas pessoas com sinestesia usam sua experiência para ajudar em seu processo criativo, e muitas pessoas não sinestésicas buscam criar obras de arte que possam simular experiências sinestésicas. Os psicólogos e neurocientistas têm estudado a sinestesia não só pelo interesse intrínseco, mas também para adquirirem ideias que possam auxiliar o entendimento do processo cognitivo e perceptivo em pessoas sinestésicas ou não.

Dentro desse contexto, é importante mencionar a experiência do compositor Alexander Nikolayevich Scriabin (1872-1915) com interações entre

cores e sons. Embora existam afirmações de suas obras terem sido influenciadas por uma espécie de sinestesia, provavelmente Scriabin não experimentou essa sensação de influência de um sentido em resposta a outro. O sistema de cores-sons de Scriabin funcionava de forma diferente da experiência sinestésica. A relação entre cores e o círculo de quintas era um pensamento não congruente com a ótica desenvolvida por Isaac Newton. Influenciado também pelas doutrinas da Teosofia, Scriabin desenvolveu seu sistema em direção ao que teria sido uma proposta pioneira de instalação multimídia: seu opus *Magnum Mysterium*, um evento performático que deveria ser realizado durante uma semana de performances incluindo música, perfume, dança e luz no Himalaia.

No poema sinfônico, *Prometheus: The Poem of Fire* (1910), Scriabin acrescenta uma partitura para um "clavier à lumières" ou também conhecido como Luce ("Luz" em italiano). Trata-se de um órgão de cor projetado especialmente para essa obra. Esse instrumento era tocado como um teclado tradicional, mas no lugar dos sons, luzes coloridas são projetadas em uma tela na sala de concertos. Entretanto, na maioria das apresentações da peça (incluindo a estreia) não foram utilizadas as luzes.

O Instituto Prometheus<sup>17</sup>, criado em homenagem a Scriabin, tem o objetivo de estudar a sinestesia sob o ponto de vista científico e artístico. Desde 1962, esse instituto realiza concertos com luzes coloridas, filmes musicais com luzes (light-music films) e instalações arquitetônicas com luzes.

## 1.2 Interação entre Cor e Som

A relação entre cores e os sons aparecem historicamente como o relacionamento audiovisual mais antigo. Prova disso são as inúmeras e variadas expressões utilizadas pelos músicos como, por exemplo: tom, tonalidade, cromatismo, brilhante, escuro, entre outras. A relação de estruturas musicais com as cores é muito empregada para ilustrar dois importantes aspectos da música.

---

<sup>17</sup> <http://prometheus.kai.ru/>



Primeiro essas relações são utilizadas em relação ao timbre. A própria definição de timbre, muitas vezes, é encontrada como sendo a “cor de um som”. Essas correlações entre timbre e cores ocorrem durante séculos. No século XX, compositores como Edgar Varèse (1883-1965) descreveram a orquestra sinfônica como sendo um grupo que oferece a maior mistura possível de cores sonoras. O compositor Olivier Messiaen (1908-1992), em sua obra *Cronocromia* (1960), explorou a relação entre harmonias e cores. Messiaen escreveu também um tratado denominado de "Traité de rythme, de couleur, et d'ornithologie". Ele experimentou uma leve forma de sinestesia que se manifestava através da percepção de cores quando ouvia alguns acordes, particularmente acordes construídos a partir dos modos por ele criados, e ele usou a tonalidade dessas cores em suas composições.

A partir das experiências composicionais de Messiaen e Scriabin, vemos que a relação entre cores e alturas foi empregada com resultados musicais muito relevantes. Tentativas de criar uma correspondência entre notas de uma dada escala musical e determinadas cores são reportadas há séculos. Entretanto, este ponto de vista só passou a ser abordado formalmente a partir do século XVII. É neste século que são encontrados Mersenne, Kircher e Castel, três pensadores jesuítas que pesquisaram e criaram modelos sobre as relações dos sons e das cores.

Segundo Caznok (2003, p. 38), “embora as propostas de correspondência dos três jesuítas entre sons e cores não seja coincidente termo a termo, algumas constantes aparecem nas ideias de Mersenne e Castel.” Essas constantes seriam o aproveitamento da pesquisa de Newton a respeito da refração das cores e a relação, aparentemente arbitrária, entre sons graves com as cores escuras e dos sons agudos com as cores claras.

Castel, durante trinta anos de sua vida, pesquisou e concebeu a construção de um teclado que relacionava cores e sons. Nesse período, ele desenvolveu inúmeros modelos utilizando-se de velas, lâminas de papel colorido e lâminas de vidro. Mas, com sua morte, a busca pela construção desse teclado foi deixada de lado e só foi retomada na segunda metade do século XIX, fomentada

por novas possibilidades tecnológicas da época, a utilização da energia elétrica e os estudos sobre sinestésias que estavam sendo cultivados como um ideal perceptivo a ser alcançado.

A partir de 1890 surgiram inúmeros inventos que relacionavam som e cores, entre eles mencionamos:

- O órgão silencioso, construído em 1895 por Wallece Rimington (1854-1918), professor de Belas-Artes do Queen's College de Londres;
- O *Clavilux*, apresentado em 1922 pelo músico holandês, Thomas Wilfrid (1889-1968). Esse aparelho na realidade não relacionava as cores com os sons, mas buscava desenvolver um conceito de arte com as cores semelhantes ao da música, buscando similaridades em fatores temporais e rítmicos;
- Em 1877, Bainbridge Bishop combinou e sincronizou um instrumento de projeção de cores com um pequeno órgão de câmara.

Além destes e outros instrumentos construídos para relacionar sons e cores, surgiram também nessa época inúmeros livros e escritos falando sobre esse assunto. Alguns desses escritores defendiam a ideia de que as cores serviriam para complementar a apreciação musical. Entre esses livros estão:

- *The Art of Mobile Colour* de Wallace Rimington publicado em 1911;
- *Die Farblichtmusik* (Música de Cores e Luz), publicado pelo húngaro Alexandre László. Além desse livro, László inventou um piano que projetava luzes e criou uma espécie de notação colorida impressa sobre as pautas;
- *The Art of Light*, publicado em 1926 por Adrian Bernard Klein. Ideias que resultaram na construção, em 1932, de um projetor de cores acoplado a um órgão que controlava luzes coloridas.

Essas inúmeras experiências e tentativas de relacionar cores e sons não foram adotadas explicitamente pelos compositores mas, de acordo com Caznok (2003, p.43) “causaram, com certeza, reverberações na imaginação dos criadores e dos ouvintes e apareceram em inúmeras obras”.

Como mencionamos anteriormente, essas correlações entre propriedades do som e das cores são ocasionadas pelo fato dos órgãos sensoriais estarem ligados uns aos outros, tendendo a trabalharem interligados e

comunicantes. Dessa forma, algumas das sensações que sentimos quando vemos uma cor ou ouvimos um determinado som são processadas por grupos neuronais próximos ou até mesmo a mesma configuração neuronal produzindo sensações semelhantes.

Quando ouvimos um som, todos os nossos sensores perceptivos estão funcionando e não apenas a audição. Dessa forma, o que sentimos na verdade é um resultado de todas as diferentes sensações. Essas correlações que criamos entre nossos diferentes sentidos estão diretamente ligados a fatores culturais. Peirce (1998)<sup>18</sup>, ao tratar das múltiplas possibilidades sensoriais do homem, da especialização e intensificação de alguns sentidos e da dormência de outros em decorrência da habituação advinda do cultural, comenta que:

“Não podemos formar agora mais que uma débil concepção da continuidade das qualidades intrínsecas do sentir. O desenvolvimento da mente humana extinguiu praticamente todas as sensações, exceto uns poucos tipos esporádicos, como sons, cores, odores, calor etc., que aparecem agora desconectados e separados [...] Mas dado um número determinado de dimensões do sentir, todas as variedades possíveis são obtidas, variando as intensidades dos diferentes elementos [...] Segue-se, pois, da definição de continuidade, que quando está presente qualquer tipo particular de sensação, está presente um contínuo infinitesimal de todas as sensações, que se difere daquele infinitesimalmente.” (Peirce, 1998, p. 132).

### **1.3 Interação entre Espaço Físico e Sonoro**

O segundo aspecto que discutimos nesse capítulo no sentido de avançar na direção da definição do nosso modelo de estudo denominado de “*Espaço Instrumento*” é a interação da música com o espaço físico. Desde o Canto Gregoriano, a dimensão acústico-espacial sempre esteve presente no processo de difusão sonora relacionado ao conhecimento dos compositores, dos intérpretes e do público ouvinte. Uma preocupação com a dimensão acústica de forma a

---

<sup>18</sup> Edição de “collected papers”, Hartshome e Wiess.

proporcionar nitidez e acústica limpa, no contexto do canto nas igrejas. A acústica das igrejas e teatros exercia e exerce influência direta nos andamentos dos grandes coros. Isso se dava pois um andamento muito rápido poderia amalgamar o som. Além disso, as relações harmônicas também sofriam diretamente ações da acústico-espacial, pois é necessário um tempo mínimo para que cada acorde se exponha. A sucessão de diferentes acordes em um período curto de tempo resultava num choque harmônico.

Na época do Renascimento e Barroco buscava-se, além dessa limpeza e nitidez acústica, outras sensações. Caznok (2003) comenta que:

“No Renascimento, a técnica dos coros alternados (*spezzati*) não era novidade. Desde a Idade Média, a alternância de grupos, ou do solo com coro, já era praticada. No entanto, as inquietações do século XVI referentes ao espaço – movimento da Terra e dos planetas, sistematização da perspectiva da pintura, inovações arquitetônicas, entre outras – provocaram a abertura acústica do espaço para poder dispor, por exemplo, na Catedral de São Marcos em Veneza, dois órgãos e dois coros um em frente do outro.” (Caznok, 2003, p. 69).

Inúmeras eram as experiências acústicas espaciais que passaram a ser realizadas nas igrejas e catedrais. Nos séculos XVII e XVIII, principalmente na Itália, inicia-se a construção de um modelo de teatro em forma de “U”. Esse formato resolvia os problemas relacionados com a inteligibilidade do texto através da absorção das reverberações mais longas e a não propagação de eco. Esse modelo de construção ficou conhecido como “teatro lírico italiano”. Entretanto, ao mesmo tempo em que essa nova arquitetura teatral proporcionou uma melhor nitidez e limpeza sonora, possibilitando o melhor entendimento do canto e de trechos instrumentais virtuosísticos, prejudicou o desenvolvimento de obras que exploravam elementos espaciais e que já haviam ampliado a ideia musical do século XVIII.

A partir do período Clássico tornaram-se cada vez maiores as exigências com o timbre. No século XIX, as experiências acústicas seguiram duas linhas: uma sonoridade intimista ou uma sonoridade grandiosa, efeitos que estão

ligados ao número de instrumentos e também com a maneira de trabalhar a ambientação acústica. Wagner é um dos principais representantes deste movimento e conseguiu a construção de um teatro que pudesse suprir seus desejos e ideais perceptivos. Construído em 1876, o teatro Bayreuth era um espaço acústico que produzia diversas sensações acústicas no ouvinte. Além desse teatro, outros com características semelhantes também foram construídos na segunda metade do século XIX.

Observamos que durante a História da Música ocidental sempre houve uma preocupação com o espaço de interpretação, pois as propriedades acústicas das igrejas e das salas de concertos influenciam diretamente no resultado sonoro das obras. Essa preocupação com as características do espaço acústico dos diferentes locais, muitas vezes, são a fonte de inspiração para criação de inúmeras obras. No final do século XIX, compositores como Charles Ives (1874-1954) concebe a superposição de diferentes camadas melódicas, harmônicas e diferentes instrumentações, distribuídas no espaço, onde duas bandas de música tocariam e se aproximariam simultaneamente. Ives explorava um novo espaço perceptivo que criaria uma nova relação física e acústica entre os ouvintes e o espetáculo musical. A ideia de espacialização do som ganha corpo com o advento da música eletrônica, por volta de 1948.

Os sistemas sonoros desenvolveram-se nas últimas décadas e, atualmente, são comuns os locais para projeção de filmes com sistema multicanal. Assim, é possível que a trilha sonora e os efeitos do filme sejam reproduzidos em vários canais enviando um som diferente para cada caixa de som do cinema. Atualmente, com o desenvolvimento tecnológico podemos ter dentro de nossas casas um complexo sistema sonoro multicanal, o popular Home Theater, baseado no protocolo técnico denominado de 5.1 (cinco canais diferentes e um central).

Pierre Schaffer foi o primeiro compositor a empregar a técnica de Difusão Sonora. Schaffer, que era engenheiro da Radiodiffusion-Télévision Française (RTF), e seu colega Pierre Henry, compuseram um repertório de música concreta para ser apresentado ao público utilizando-se de gravadores de fita magnética. Em 1951, foram pioneiros ao realizarem uma apresentação onde um

sistema de difusão sonora no qual quatro alto-falantes eram controlados por Schaffer através de um mecanismo denominado *potentiomètre d'espace*.

John Cage, na sua obra *Imaginary Landscape No. 4*, utilizou a técnica de paisagem sonora multicanal. Essa obra foi composta através de doze rádios, vinte e quatro instrumentistas e um regente. Em cada rádio um instrumentista controla a frequência e outro controla o volume. Na obra *Williams Mix* (1952), Cage usou quatro gravadores de fita magnética que reproduziram o som através de oito alto-falantes dispostos de forma equidistantes em torno da audiência. Este foi o primeiro trabalho de projeção sonora com oito alto-falantes.

Karlheinz Stockhausen, em 1956, foi o primeiro compositor a utilizar na sua obra *Gesang der Jüngling* a técnica de composição multipista em estúdio. Essa obra é para sons eletrônicos e voz (menino soprano). A primeira composição quadrifônica de Stockhausen foi *Kontakte* (1960) para sons eletrônicos.

Os avanços tecnológicos têm possibilitado e ampliado cada vez mais as possibilidades de interação em tempo real entre instrumentistas e sistemas sonoros de difusão e amplificação. Em 1981, Pierre Boulez criou no IRCAM a obra *Répons*, concebida para a espacialização sonora por oito canais através de um sistema controlado pelo 4X, um computador de quarta geração desenvolvido para processamento sonoro em tempo real e usado especialmente na realização dessa obra.

Atualmente, o avanço tecnológico propicia diversas possibilidades de controle e difusão espacial, podendo a difusão ser totalmente automatizada e controlada por software ou ser realizada em tempo real pelo próprio compositor através de uma mesa de mixagem. Os compositores podem controlar vários parâmetros da difusão sonora como o efeito Doppler, a utilização e combinação de reverberação, mudanças espectrais, atrasos (delays), mudanças de fase, estereofonia entre outros.

Os seres humanos podem localizar fontes sonoras em um espaço 3D com boa precisão usando estímulos diversos. Se pudermos contar com o pressuposto de que o ouvinte recebe o material sonoro através de um fone de

ouvido estereofônico podemos reproduzir computacionalmente a maioria das situações que são derivadas do efeito de filtragem do sistema auditivo.

Do ponto de vista perceptivo, a interação do processo de audição com o espaço acústico foi estudada no contexto da psicoacústica. A capacidade do ouvido humano de localizar fontes sonoras posicionadas no espaço foi pesquisada em (Blauert, 1997). Este campo perceptivo pode, então, ser manipulado com a utilização de modelos acústicos relacionados com processos tecnológicos. Pukki (1997) discute a possibilidade de controlar a posição de fontes sonoras virtuais utilizando um vetor de difusão sonora que controla a difusão panorâmica da amplitude do som. Chowning (1970) concentra-se no desenvolvimento de uma simulação de fontes sonoras que se deslocam no espaço. É especialmente interessante o uso que Chowning faz dessa técnica na sua obra *Turenas* (1972). Nela os sons sintetizados digitalmente caminham pelo espaço acústico num campo de difusão estereofônico, ou seja, trata-se de uma aplicação composicional da técnica de simulação desenvolvida por esse compositor.

Em 1969, com o objetivo de estudar o ambiente sonoro, Murray Schafer junto com os pesquisadores Bruce Davis, Peter Huse, Barry Truax e Howard Broomfield da Simon Fraser University, no Canadá, criaram o World Soundscape Project (WSP) "*Projeto Paisagem Sonora Mundial*", na busca de unir arte e ciência no desenvolvimento de uma área interdisciplinar chamada Projeto Acústico. Os objetivos eram:

- Realizar um estudo interdisciplinar a respeito de ambientes acústicos e seus efeitos no homem;
- Modificar e melhorar ambientes acústicos;
- Educar estudantes, pesquisadores e público geral;
- Publicar materiais que servissem de guia a estudos futuros.

Schafer escreveu, em 1977, o livro *The Tuning of the World (A Afiinação do Mundo)*, onde descreve toda a pesquisa desenvolvida no Projeto Paisagem Sonora Mundial, livro que se tornou uma referência na área.

Do ponto de vista de Schafer, uma característica importante de uma paisagem sonora é a localização do som e de sua fonte sonora. Existem

tecnologias que ajudam a simular a localização sonora, simulando as possibilidades de uma paisagem sonora natural. Alguns dos processos tecnológicos mais utilizados são: Interaural Time Difference (ITD) (Kelly e Phillips, 1991), Interaural Level Difference (ILD) (Birchfield e Gangishetty, 2005) e Head-Related Transfer Functions (HRTF) (Brungart e Rabinowitz, 1999).

A ITD (diferença de fase inter-aural) simula o atraso de uma onda sonora que chega a orelha direita e esquerda em momentos diferentes. Se a fonte sonora está localizada mais à direita, o som chegará primeiro a orelha direita e vice-versa. Se fonte sonora estiver bem a frente do ouvinte, o som chegará as duas orelhas simultaneamente. É esta pequena diferença de tempo entre as duas orelhas que produz a sensação de localização sonora. Da mesma forma, ILD (diferença de intensidade inter-aural) descreve a diferença de intensidade entre as duas orelhas. O mecanismo de localização é similar ao anterior. HRTFs, no entanto, são conjuntos de simulações espaciais descritas por filtros digitais, representando o processamento do som na anatomia auditiva da cabeça do ouvinte, tais como a forma da cabeça, orelhas externas e o tronco. ITD e ILD podem facilmente ser simulados por um modelo computacional. ITD pode ser avaliado pelo tempo de variação de atraso entre os canais de áudio e proporciona uma sensação de localização convincente do som. A utilização de processos de espacialização sonora no desenvolvimento de paisagem sonoras digitais foi estudada em (Fornari et. al. 2008).

#### **1.4 Espaço Incorporado na Interpretação**

A interpretação de composições contemporâneas está frequentemente desafiando intérpretes a desenvolverem e transformarem sua visão interpretativa. Em obras que utilizam interações entre os sentidos, os intérpretes são, muitas vezes, desafiados a desenvolverem elementos performáticos que se aproximam mais de características de outras expressões artísticas do que da própria postura tradicional de interpretação musical. Assim, torna-se necessário que compositores,



intérpretes e espectadores tomem conhecimento desta nova forma de expressão artística do século XXI.

De acordo com Arrojo (1993, p.19), “o significado de um texto somente se delinea e se cria a partir de um ato de interpretação, sempre provisório e temporariamente, com base na ideologia, nos padrões estéticos, éticos e morais, nas circunstâncias históricas e na psicologia, que constituem a comunidade sociocultural”. Em diversas obras, a interpretação musical pode também ser descrita como um ato tradutório das ideias do compositor que estão expressas em uma partitura. Como podemos observar nas palavras de Arrojo (1993), as circunstâncias e o conhecimento dos intérpretes e dos ouvintes estão diretamente ligados à criação do significado do texto. Todavia, quando tratamos da interpretação de obras que envolvem elementos multissensoriais, podemos observar que, de uma maneira geral, tanto intérpretes como espectadores ainda não estão familiarizados com a diversidade de elementos e expressões artísticas utilizadas. O público está acostumado com uma forma de expressão na qual as artes são apresentadas de maneira separada e compartimentadas. Como já mencionamos anteriormente, quando o público entra no teatro para assistir a um concerto já sabe que existirá um elemento visual. Haverá a imagem dos intérpretes e dos instrumentos no palco, mas não está, *a priori*, preparado para uma informação visual carregada de significado e que faça parte da obra. Quando isso ocorre, muitas vezes, produz um estranhamento.

Além disso, os intérpretes contribuem enormemente para que isso ocorra pois são despreparados para atuarem com a nova linguagem dessas obras e acabam interpretando de maneira incorreta os elementos que são diferentes dos musicais, aqueles que fogem à convenção estabelecida tradicionalmente.

Segundo Laboissière (2007, p.16), “a interpretação musical, ao envolver elementos que transcendem a leitura da partitura, resulta em recriação, cuja origem é o processo significativo do texto.” O intérprete passa a possuir uma grande responsabilidade sobre o resultado da obra que executa. Definido por Arrojo (1993, p.80) como “agente da diferença e da possibilidade de sobrevivência

do original torna visível o desejo de conquista e de apropriação, implícitos em qualquer ato tradutório.”

É necessário que o intérprete do século XXI busque familiarização com as diferentes necessidades e variações da interpretação de obras com interação e utilização de elementos que envolvem modalidades sensoriais diferentes. Para Laboissière (2007, p.19) “o sentido do texto musical se cria a partir de um ato de interpretação provisória, com base nos padrões estéticos e nas circunstâncias históricas que constituem a comunidade à qual pertence o intérprete e que, somados aos padrões individuais do *performer*, permeia sua sensibilidade.” Assim, é de extrema importância que os intérpretes desenvolvam sua individualidade possibilitando uma ampliação de suas interpretações.

Apesar do esforço por parte de alguns compositores de especificarem com clareza em suas partituras os elementos que transitam entre os diferentes sentido, a informação que o público recebe é, finalmente, aquela transmitida através dos intérpretes. A obra é o resultado dessa interpretação e não somente da partitura criada pelo compositor.

“a interpretação é o resultado de um campo de forças que, atuando na construção do sentido e sustentando-se na sensibilidade do *performer*, redundando numa qualidade sonora única e singular. Essa transformação incorpórea, indivisível, inseparável como imagem e expressa em gestos sonoros, tem presença mais forte que a escrita da própria obra, pois que a notação e seus parâmetros, como indicadores sonoros, não constituem música na medida em que música não é sinal, música é som.” (Laboissière, 2007, p. 22).

A utilização de novos elementos na interpretação musical gerou a necessidade de criação de novas maneiras de escrita musical. Caznok (2003, p.62) “As notações aproximadas e roteiro possuem variáveis graus intermediários de imprecisão e, em algumas obras, encontra-se uma mistura de grafias que torna impossível categorizá-las.” Os intérpretes necessitam buscar uma familiarização e o desenvolvimento de uma postura adaptativa para essas novas formas de escrita.

Os roteiros musicais e partituras gráficas criam novas possibilidades interpretativas e trazem para o intérprete uma maior responsabilidade sobre o resultado da obra.

“... quanto mais imprecisa for a notação, maior é o trabalho e a responsabilidade do intérprete na criação tanto dos eventos sonoros individualizados quanto de seus encadeamentos e resultados formais. O compositor, ao optar pela confecção de uma partitura gráfica, conta com o fato de que o intérprete será, obrigatoriamente, um coautor de sua obra e que ela renascerá sempre de uma forma diferente ...” (Caznok, 2003, p. 62).

O espaço físico também passa a ter uma nova importância e concepção na utilização da notação gráfica, por exemplo. Segundo Caznok (2003, p.64), o espaço passaria de “um espaço definido por pontos de referência fixos, no qual os objetivos se inscrevem de forma estável e hierárquica”, para transformar-se em “um espaço multidirecional, abordado a partir de qualquer ponto, no qual as presenças dos signos são tão importantes quanto as ausências.” Dessa forma, o espaço passa de suporte para um elemento constituinte da obra.

A interpretação realizada por um ser humano está passível de erros e variações. O intérprete deve ter consciência de sua individualidade e utilizar-se dela para enriquecer as obras que interpreta. Ao falar sobre a execução de elementos rítmicos, Boulez (1986) faz uma comparação entre meios mecânicos e meios humanos.

“Há portanto, entre os meios mecânicos e os meios humanos de realizar as durações, não absolutamente uma diferença fundamental, como na realização dos espaços sonoros, mas uma diferença de ordem de grandeza na precisão e na descontinuidade da operação. Viu-se com efeito, que, se a escala logarítmica é transcrita mecanicamente em todas as suas permutações, ela tem necessidade, para ser realizada humanamente, de se inscrever numa curva envolvente. As diferenciações de duração possíveis do ponto de vista do intérprete são, em resumo, uma limitação por invólucros dirigidos, diferenciações possíveis mecanicamente; entretanto, o que se perde em precisão, ganha-se em

flexibilidade de articulação, vantagem bastante apreciável em muitas eventualidades.” (Boulez, 1986, p. 92).

O espaço é um elemento que está diretamente ligado à interpretação instrumental e quando tratamos de obras que buscam criar relações multissensoriais com o aporte tecnológico, como no caso da pesquisa aqui reportada, é no espaço que essas interações e relações vão ocorrer.

É importante enfatizar que, dentre as diversas possibilidades e conceitos que o termo “espaço” pode alcançar no contexto musical, notadamente na nossa pesquisa, o conceito e a definição adotados estão diretamente relacionados à localização física. O espaço no sentido de um sistema de coordenadas.

Trata-se aqui de um conjunto de pontos cardeais muito presente na visão dos percussionistas que, durante toda sua vida musical, sempre se deparam com a noção de configurações (setup) de percussão. O percussionista monta ou configura o espaço onde deverá interpretar uma obra ou um conjunto delas. É muito importante ter a noção da logística do espaço: *em que posição estarão os instrumentos? Qual sua localização? Quando um instrumento numa posição específica será tocado? Qual a sequência e qual a forma de percutir? Há troca de baquetas? Como alcançar o instrumento? Qual a melhor disposição espacial?*

São esses elementos da formação e da visão tradicional do percussionista que a pesquisa aqui reportada amplia e leva ao domínio da exploração mediada por processos tecnológicos. O intérprete, para possibilitar essas relações, irá interagir com dispositivos eletrônicos e realizar movimentos e gestos que irão gerar estímulos multissensoriais ao público. Dessa forma, esse novo espaço passa a integrar a dimensão instrumental do intérprete. A interpretação desse novo instrumento apresenta novas características e elementos desafiadores.

## 1.5 Da Interface ao *Espaço Instrumento*

Nos sistemas interativos desenvolvidos com o aporte da computação musical, instrumentos tradicionais e dispositivos digitais são utilizados para propiciarem interação em tempo real entre o intérprete, as diferentes interfaces e os diferentes meios de expressão presentes. Segundo Freire (2003, p.271), “o trabalho com sistemas interativos nos coloca diante de situações dificilmente abarcadas por conceitos musicais tradicionais: as noções de composição e interpretação, instrumento e escritura, abstração e concretude perdem seus claros limites no processo criativo.”

Freire (2007) apresenta a criação e montagem de um novo instrumento de percussão em que o intérprete utiliza a movimentação espacial para interagir e tocar esse instrumento. *Pandora*, como é chamado, constitui-se de uma caixa-clara, um controlador MIDI (Lightning II), uma plataforma do software para computador Max-MSP, um amplificador de áudio e um alto-falante.

Muitos são os parâmetros envolvidos na preparação e performance de um instrumento interativo espacial. Os desafios começam na construção e na programação tanto do controlador quanto do software. Segundo Freire (2007, p.25), “o trabalho de programação tanto do controlador (para envio das informações desejadas advindas da performance) quanto do software (para a análise dessas informações e geração de respostas sonoras adequadas) é uma etapa fundamental.”

Nos últimos anos tem existido um grande esforço por parte de muitos pesquisadores em criar e desenvolver software novo, interfaces e hiperinstrumentos. Segundo Freire (2007):

“Acredito que as soluções para os desafios atuais da interatividade sonora e musical não estão mais na criação de instrumentos *stand-alone*, com hardware e programação específicas, e sim nas possibilidades de interconexão entre (1) diferentes tipos de interface (controladores e sensores), (2) softwares de processamento, análise e mapeamento gestual e (3) modos de geração sonora.” (Freire, 2007, p.33).

Ao interagirmos com essa diversidade advinda do estudo e do desenvolvimento de novas interfaces musicais nos deparamos frente a um novo desafio: *a criação de um ambiente de expressão multimodal, um espaço de interpretação onde estarão envolvidos o instrumento/interface, o som, a cor, o espaço físico e as muitas possibilidades de interações entre dispositivos digitais*. É essa a motivação que levou à modelagem de um novo ambiente de expressão que denominamos de “*Espaço Instrumento*”.

A partir do senso comum podemos definir um *instrumento* como sendo um utensílio, um aparelho ou uma ferramenta empregada na execução de qualquer trabalho. O processo de evolução histórica e cultural humana foi associado à capacidade de criar, manusear e fabricar artefatos. Da mesma forma, os instrumentos musicais evoluíram de simples artefatos percussivos até a grande diversidade de instrumentos sinfônicos. No século XX, as novas possibilidades tecnológicas propiciaram o surgimento de instrumentos musicais, cuja produção sonora foi vinculada à amplificação elétrica ou eletroacústica. Portanto, a fonte energética não residia somente na ação do intérprete, mas a tecnologia ampliou a capacidade dos instrumentos musicais de produzirem novas sonoridades, de serem amplificados e difundidos no espaço acústico, de terem seus sons transformados ou utilizados para controle de outros instrumentos ou de outros dispositivos eletrônicos/digitais.

Nas últimas décadas, através de software, foi possível desenvolver modelos computacionais para simular o comportamento acústico de diversos instrumentos musicais. E, desta forma, o processo de interpretação tornou-se vinculado a uma representação computacional na qual o intérprete deixa de agir diretamente sobre a energia acústica. Dentro do escopo deste texto, chamamos esses dispositivos de Instrumentos Virtuais.

Exemplos das possibilidades ampliadas por essa tecnologia já foram apresentados na Introdução quando citamos os trabalhos de (Machover 1992; Manzolli, 2008; Moroni et al., 2008; Miranda e Wanderley, 2006; Winkler, 2001). Reiteramos que o desenvolvimento recente das chamadas BCI (Brain Computer Interfaces), aliada à noção de virtualidade, ampliam e (des)constróem a noção de

interpretação. Convivemos hoje, inclusive, com a noção de “*out-of-body performance*”<sup>19</sup>, onde exploram-se os limites da interação entre o corpo e a mente num contexto multimodal como apresentado na “Multimodal Brain Orchestra”<sup>20</sup> (2009). Os intérpretes controlam sons ou transformam suas alturas e produzem modulações utilizando-se de dois efeitos gerados pelo eletroencefalograma (EEG): o potencial produzido pela atenção visual (steady-state visually evoked potential, SSVEP) e outro sinal denominado de Onda P300.

A tecnologia pode propiciar também a interação entre imagens, sons e luzes como meio de interação entre o espaço e os seus visitantes. Na instalação “Ada: Intelligent Space”, discutida em (Wassermann, 2003), um amplo sistema de computadores controlou um processo interativo produzido por informação sensória recebida de câmeras de vídeo, microfones e um piso sensível ao movimento dos visitantes. Essa ampla gama de sinais digitais, processada em tempo real, foi utilizada como entrada do sistema onde, por sua vez, o próprio “espaço” foi capaz de identificar pessoas, descrever seu comportamento e gerar uma paisagem sonora, como uma síntese sonora da expressão multimodal na qual todos visitantes estavam imersos. Desta forma, a noção de “espaço” ganha não somente um caráter mediador ou de suporte para difusão sonora mas também o *status* de agente efetivo do processo interacional, trocando e recebendo informação com visitantes/ouvintes/intérpretes e produzindo reações e estímulos possivelmente vinculados às expectativas de cada um deles.

Todo o sistema de sensores foi controlado por computadores a partir de redes neurais artificiais distribuídas em 25 computadores. Essas redes recebiam estímulos externos para fazer, em tempo real, as leituras dos sensores, transformando a expressão facial e de movimento das pessoas em sons e luzes. O resultado sonoro foi gerado a partir da informação derivada do comportamento coletivo que foi projetado no domínio sonoro. O sistema sonoro dessa instalação foi desenvolvido a partir do ambiente computacional denominado de Roboser, criado em 1998 (Manzoli & Verschure, 2005).

---

<sup>19</sup> *Out-of-body performance*: processo de performance onde utiliza-se somente sinais cerebrais sem a utilização da ação do corpo.

<sup>20</sup> <http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/8016869.stm>



Figura 02: Imagem do interior da ADA<sup>21</sup> criada pelo Institute of Neuroinformatics, University/ETH Zurich.

## 1.6 Discussão

O modelo de *Espaço Instrumento*, alvo da investigação aqui reportada, está vinculado diretamente ao processo evolutivo dos instrumentos musicais e às possibilidades tecnológicas atuais descritas nesse capítulo. Em linhas gerais, o *Espaço Instrumento* é uma instalação sonora construída a partir da distribuição espacial de um conjunto de instrumentos acústicos, virtuais, sensores e interfaces digitais alocadas em um mapa que relaciona coordenadas espaciais com mecanismos de controle (como será apresentado no terceiro capítulo).

Ao criarmos o modelo de *Espaço Instrumento* imaginamos que o intérprete se deparará com um novo ambiente de interpretação onde o espaço físico será integrado a um conjunto de instrumentos acústicos e virtuais. Nesse

---

<sup>21</sup> <http://ada.ini.uzh.ch/>  
<http://www.youtube.com/watch?v=6R9624xV7JM>  
<http://www.youtube.com/watch?v=d0hQtYk80rA>



ambiente o intérprete vai interagir com dispositivos digitais, luzes, cores e imagens numa gama variada de informação e também produzir ações que produzirão elementos cênicos, visuais e luminosos como resposta do computador.

O *Espaço Instrumento*, de certa forma, pode ser comparado com instalações sonoras pois é um ambiente que possui características que levam a interações semelhantes às mesmas. Entretanto, o ponto principal que difere esses dois sistemas interativos é o fato de que o *Espaço Instrumento* é concebido e construído para a interpretação de um intérprete especialista, que faz o papel de mediador, enquanto que nas instalações sonoras o público interage de maneira mais direta.

O *Espaço Instrumento* aqui apresentado pode ser definido como um sistema criado e elaborado com a finalidade de proporcionar aos intérpretes e aos espectadores experiências multimodais, onde o intérprete possuirá controle sobre os processos de geração de informação em tempo real.

Projeta-se que, ao interagirem com o *Espaço Instrumento*, os intérpretes serão confrontados com novos elementos performáticos e interações com dispositivos digitais em tempo real. Nesse sistema que envolve, além dos instrumentos tradicionais, uma gama nova de relações e experiências, a interpretação torna-se um processo de recriação e não apenas de reprodução. A interação entre o intérprete e o *Espaço Instrumento* possibilitará uma exploração mais ampla das inúmeras possibilidades de correlação entre sons, imagens e ampliará a noção tradicional de espaço físico relacionada somente à montagem dos instrumentos de percussão no palco.

O espaço se incorpora às possibilidades de controle do intérprete numa relação dinâmica e potencializando uma reciprocidade e interação com o público através de canais de expressão que motivam a interação entre as diferentes modalidades dos sentidos humanos.

# **CAPÍTULO 2**

## **Reflexões Sobre Sistemas Sonoros e Auto-Organização**

O objetivo deste capítulo é refletir sobre as interconexões existentes nos processos musicais através de um modelo sistêmico que dará subsídios para analisar e projetar processos mediados e interativos dentro da pesquisa aqui reportada.

Em *Definições Iniciais* a reflexão que fazemos é que na estrutura musical (vista como sistema) há diferentes agentes que podem desempenhar diferentes funções de acordo com a estrutura da obra. As diferentes funções descritas neste texto são: idealização, articulação, mediação e observação. Dessa forma, entendemos o processo criativo como um meio de projetar/propiciar o desenvolvimento de relações dinâmicas (temporais) entre os agentes de um sistema sonoro. Há diversos modos de interação e as funções que os agentes irão desempenhar estão diretamente ligadas a eles. Na reflexão aqui apresentada, a única invariância que ocorre nos modos de interação é que qualquer agente sempre é tomado com a função de observador do sistema.

Na seção que se segue, *Visão Sistêmica*, dissertamos sobre a utilização da noção de sistema como um meio de descrever a estrutura das composições musicais. Nesses sistemas musicais os agentes envolvidos podem assumir funções de *idealizar*, *articular*, *mediar* e *observar*. Essa forma de descrição dos sistemas sonoros pode ser ampliada com a noção de adaptação, levando o sistema a se comportar de maneiras diferentes em situações semelhantes.

Essa capacidade de adaptação é discutida em *Auto-Organização*, onde apontamos para o fato de que os sistemas sonoros são sistemas que evoluem a partir de si mesmos. Na seção *Emergência Musical: Idealização e Articulação* apontamos para o fato de que os sistemas sonoros serão mais auto-organizados quanto mais as fronteiras entre as funções de concepção e a realização forem diluídas.

Concluimos o capítulo apresentando uma *discussão* sobre as funções e as fronteiras presentes nas interações sistêmicas auto-organizadas.

## 2.1 Definições Iniciais

O conceito de sistemas está vinculado às pesquisas realizadas, desde 1995, pelo Grupo de Auto-organização do Centro de Lógica e Epistemologia (CLE) da Unicamp com o objetivo de discutir e estudar a auto-organização num contexto interdisciplinar. O ponto de vista de partida foi apresentado por Michel Debrun, idealizador do grupo:

“De algumas décadas para cá, novos desenvolvimentos em áreas como a lógica, a teoria da informação, a cibernética, a física, a química, a biologia molecular e celular e a ciência cognitiva têm suscitado uma retomada da reflexão científica e filosófica sobre as noções de ordem e desordem, permitindo vislumbrar a superação de clássicas oposições teóricas. Surgem modelos de descrição e explicação que, conforme os casos combinam e/ou ultrapassam mecanicismo e finalismo, reducionismo e “holismo” e, até certo ponto, razão analítica e razão dialética. Hoje, esses modelos penetram nas áreas de ciências exatas, ciências da natureza, ciência cognitiva, e mesmo nas ciências humanas e artes, em particular na sociologia, linguística e economia”. (DEBRUN, 1996a, p. xxxiii).

Segundo Manzolli (1996, p.418) a ciência contemporânea tem identificado a possibilidade de diversos fenômenos físicos e biológicos serem descritos pelo mesmo princípio engendrador. De acordo com o autor, a ideia de auto-organização, que tem sido estudada como modelo para o surgimento de processos biológicos, pode ser utilizada conceitualmente para compreendermos melhor o processo de criação musical. A partir dessa visão contemporânea buscamos compreender as interconexões entre organizações sonoras e a Teoria Geral de Sistemas (TGS<sup>22</sup>). Assim, estudamos a complexa rede de conexões existentes nos sistemas de produção sonora. Da mesma maneira como ocorre na ciência contemporânea, olhamos para a produção musical com uma visão

---

<sup>22</sup> TGS: Em 1950, o biólogo alemão Ludwig von Bertalanffy, ao pesquisar os organismos vivos, notou a existência de características comuns (organização e dependência). Posteriormente, a noção de sistema se estendeu para outras organizações: sociais, mecânicas, sonoras, eletrônicas, entre outras.

sistêmica. Segundo Manzolli (1993, p.07), “(...) a estrutura musical é um sistema dinâmico, porque parte de uma evolução do material sonoro no tempo. Assim, pode-se desenvolver um sistema composicional para produzir atratores [sonoros] utilizando-se de parâmetros musicais.” Essa concepção da estrutura musical como um sistema tornou-se o ponto de partida para a reflexão aqui apresentada. Nesse sentido, existe uma trajetória na qual esse olhar sistêmico já foi utilizado no estudo da criação musical como apresentado em Manzolli (1993, 1996) e Alves (2005).

É necessário também elucidar o conceito de Sistema, que pode ser formulada a partir da definição de uma vizinhança (conjunto) onde há elementos que interagem entre si para atingir um objetivo. É uma totalidade na qual as partes têm uma identidade própria e uma comum, como definido por Bresciani e D’Ottaviano (2000). No contexto do nosso trabalho denominamos de *agentes* os elementos de um sistema que interagem através de relações/funções que variam no tempo.

### 2.1.1 Tipologias de Sistemas

Para descrever os sistemas sonoros de uma maneira geral e, de modo particular, os sistemas sonoros interativos, tomamos como ponto de partida a existência de três agentes: *a) compositor, b) intérprete e c) ouvinte*. Também definimos para cada um desses agentes quatro funções possíveis: *idealizador, articulador, mediador e observador* (definições que serão dadas posteriormente na subseção 2.2.1). Apesar da relevância e da existência de sistemas sonoros que não utilizam diretamente a ação do intérprete (como obras compostas para *tape solo*), neste trabalho o ponto de reflexão é justamente a interação entre estes três agentes com foco na ação do intérprete. Caracterizamos os sistemas em três grupos:

**1) Sistemas fechados:** sistemas onde a partitura representa um processo dinâmico desenvolvido *a priori*. O agente 1 (compositor) possui as funções de observador, idealizador e articulador. O agente 2 (intérprete) realiza as

funções de observador do desdobramento da estrutura sonora, mediador da articulação idealizada pelo agente 1 e articulador. Essa função de articulação produz, muitas vezes, um certo automatismo, uma vez que a partitura deixa pouco espaço para os intérpretes criarem ou inovarem. O agente 3 (espectador) desempenha as funções de observador da mediação e articulação do agente 2;

**2) Sistemas Mediados:** sistemas onde a notação utilizada pelo agente 1 dá margem ao agente 2 (intérprete) atuar de maneira mais efetiva na função de articulação (i.e., improvisação ou interpretação de partitura gráfica, entre outros). O agente 1 é observador, idealizador e o principal agente articulador. O agente 2 desempenha as funções de observador, mediador e articulador (maior possibilidade para criar quando comparado aos sistemas fechados). O agente 3 é observador da articulação e mediação do agente 2;

**3) Sistemas Interativos:** sistemas onde não existe uma notação estabelecida *a priori*. O agente 1 como idealizador faz escolhas de materiais e observa maneiras como vão ocorrer relações locais e iniciais. Nesses sistemas, as funções desenvolvidas pelo agente 2 e agente 3 nos sistemas fechados e mediados são fundidas em apenas um agenciamento que irá assumir as funções de observação, articulação e mediação. A noção de interpretação fica atrelada aos desdobramentos dinâmicos produzidos pela ação desse agente sobre os materiais e nas relações locais idealizadas pelo agente 1 que se desdobram em tempo real.

A partir destas três definições, buscamos compreender como se dão as relações entre os agentes envolvidos em cada uma delas e a aplicação do conceito de auto-organização no *Espaço Instrumento* desenvolvido e estudado durante a pesquisa. É importante notar que a separação entre sistemas mediados e interativos é própria do ponto de vista da pesquisa aqui reportada, pois a ênfase dada às três definições anteriores está, principalmente, atrelada à noção de partitura ou texto musical. Há um gradual distanciamento da noção de notação de eventos musicais para se aproximar da noção de descrição de processos ou

potencialidades dos sistemas interativos. Há também um direcionamento no sentido de fundir gradualmente as funções do intérprete e do compositor. Posteriormente, na apresentação das estratégias de implementação do modelo de *Espaço Instrumento*, estes conceitos serão fundamentais.

## 2.2 Visão Sistêmica

Georgescu C. e Georgescu M. (1990. p.15) no artigo em que adotam a visão sistêmica como um meio de descrever a estrutura das composições musicais, apresentam o livro *General System Theory*<sup>23</sup>, de Ludwing Von Bertalanffy (1968), como sendo a semente para o início de uma tendência contemporânea de investigação da arte dos sons, o que, segundo eles, poderia ser chamado de maneira genérica como “*system musicology*”. Em particular, Bertalanffy (1968) também referiu-se à arte musical como um sistema e a classificou na classe dos sistemas simbólicos, próximo da linguagem, lógica, matemática, ciência, artes e moral.

Segundo Gaziri (1996, p.401), toda obra ou composição musical pode ser tratada ou analisada como um sistema. Esse sistema seria formado por um conjunto temporalmente organizado de partes que interagem associando-se e formando um todo. Dentro dessa visão, tais sistemas são extremamente complexos e existe uma forte conexão entre seus variados elementos. Esses elementos podem ser células rítmicas, melodias, tonalidades, timbres, sequências de acordes que se relacionam de maneira complexa, resultando em algo muito maior. Podemos notar aqui alguns dos elementos que possibilitam esse olhar sistêmico para as obras musicais. Bresciani & D’Ottaviano (2000, p. 284 e 285) descrevem da seguinte maneira os sistemas:

“Um sistema pode ser inicialmente definido como uma entidade unitária, de natureza complexa e organizada, constituída por um conjunto não vazio de elementos ativos que mantêm relações, com características de invariância no

---

<sup>23</sup> BERTALANFFY, L. **General System Theory**. New York: G. Braziller, 1968.

tempo que lhe garantem sua própria identidade. Nesse sentido, um sistema consiste num conjunto de elementos que formam uma estrutura, a qual possui funcionalidade. O conjunto não vazio de elementos, subjacentes a um sistema, é denominado universo do sistema. Entretanto, observa-se que não se deve confundir um sistema com o seu universo.” (Bresciani & D’Ottaviano, 2000, p. 284 e 285).

Os sistemas sonoro/musicais possuem uma grande quantidade de informação e, por consequência, há um grande número de interações ocorrendo no tempo. Essa grande complexidade não possui uma lógica subjacente que justifique uma organização *a priori* e é exatamente por esse motivo que fica difícil fazer previsões. Trata-se de uma organização complexa e emergente onde existem estruturas para as quais associamos um certo grau de imprevisibilidade. Existe uma infinidade de fatores casuais que podem ocorrer tornando esse sistema imprevisível, mas não necessariamente caótico ou aleatório. O fato de não podermos prever todos os fatores casuais e suas influências não significa que o sistema estrutura-se de maneira totalmente indeterminada.

### 2.2.1 Funções Sistêmicas

Dentro do contexto da pesquisa aqui reportada, os três agentes envolvidos nos sistemas musicais podem assumir as funções de *idealizar, articular, mediar e observar*.

O *idealizador* é o delimitador do sistema. É ele que determina os limites do sistema através de partitura, *tape*, software de interação em tempo real, material sonoro, elementos para improvisação, escritura musical, etc. É o idealizador que determina o que é informação pertencente ao sistema ou não. Além disso, é ele que determina os processos, isto é, como serão as relações entre os agentes. O idealizador escolhe os elementos e os processos mas, por se tratarem de relações muito complexas, ele não consegue prever totalmente os resultados dessas interações.



O *articulador* interage com os outros elementos pertencentes ao sistema sonoro influenciando e recebendo influências. Ele tem responsabilidade direta pelos resultados sonoros.

O *mediador* é um tradutor da ação realizada pelo articulador e de sua própria ação. A função de articulação realizada pelo mediador, dependendo do tipo de sistema, pode ser mais influente ou menos influente, mais relevante ou menos relevante para o desenvolvimento do sistema. Em sistemas fechados, o idealizador/articulador representa sua ação através de partituras e o mediador interpreta esta articulação. Na sua ação, o mediador também articula, porém essa articulação é limitada em virtude da pouca liberdade de criação que as partituras fechadas possibilitam. Já nos sistemas mediados e nos sistemas interativos, o mediador articula de maneira mais efetiva.

O observador é o espectador do sistema. Ele cria expectativas em relação às interações que estão ocorrendo “aqui e agora”, em tempo real. É através da criação dessas expectativas que, de maneira individual, produz um processo de significação para a obra. A percepção é individual, esquematizada e é decorrente do hábito de cada espectador. Esse processo ocorre de maneiras diferentes em cada observador.

A forma como descrevemos os sistemas sonoro/musicais pode ser ampliada com a noção de adaptação, isto é, há sistemas que exibem padrões de adaptação (mudança gradual de hábitos) frente a uma informação que carrega um alto grau de inovação. Isso faz com que um mesmo sistema nunca se comporte de maneira idêntica em situações (momentos) diferentes. Podemos até identificar resultados semelhantes, mas em cada nova articulação, ou mesmo momentos diferentes de uma mesma articulação, novas interações e novos elementos estarão interagindo no sistema criando resultados sempre inéditos.

Essa visão sistêmica do processo musical pode ser relacionada aos conceitos fundamentais da auto-organização. Segundo Debrun (1996b, p.04).

“Há auto-organização cada vez que o advento ou a reestruturação de uma forma, ao longo de um processo, se deve principalmente ao próprio processo – as características

nele intrínsecas -, e só em grau menor às suas condições de partida, ao intercâmbio com o ambiente ou à presença eventual de uma instância supervisora.” (Debrun, 1996b, p.04).

### 2.3 Auto-Organização

O agente idealizador, ao delimitar um sistema sonoro dinâmico, escolhe os seus limites estabelecendo os elementos e processos que irão formá-lo. Apesar de ser o projetista do sistema, o idealizador não consegue prever com precisão ou exercer influência global nos resultados das interações que irão ocorrer dentro do sistema. Isso ocorre porque os sistemas sonoros são sistemas que evoluem a partir de si mesmos, são emergentes. Essa autonomia está relacionada ao conceito de auto-organização. Ou seja, as correlações e interações que vão ocorrer dentro desses sistemas são estabelecidas por influência dos próprios elementos formadores do sistema.

Como podemos observar nas palavras de Debrun (1996b, p.13), um sistema é auto-organizado quando os elementos que o formam produzem a si próprios.

“... uma organização ou ‘forma’ é auto-organizada quando se produz a si própria. Dado que toda organização tem como base elementos discretos, convém precisar que a forma auto-organizada não se produz no vazio, mas a partir de tais elementos. [Portanto] há auto-organização cada vez que, a partir de um encontro entre elementos realmente (e não analiticamente) distintos, desenvolve-se uma interação sem supervisor (ou sem supervisor onipotente) – interação essa que leva eventualmente a constituição de uma ‘forma’ ou à reestruturação, por ‘complexificação’, de uma forma já existente.” (Debrun, 1996b, p. 13).

No caso do sistema aqui estudado (que dará origem a implementação de um modelo de *espaço instrumento*), os elementos não são, como nas palavras de Debrun, “elementos discretos”, mas sim elementos pré-estabelecidos por um agente idealizador. Portanto, na definição de Debrun (1996b, p.11), “a auto-

organização é aqui secundária à medida que ela já não parte de simples elementos, mas de um ser ou sistema já constituído.”

O idealizador, ao pré-estabelecer tais elementos, não consegue domínio completo sobre o sistema, mas, segundo Debrun (1996b, p.11), o sistema com auto-organização secundária “é, em geral, uma ‘face-sujeita’ que, frente a um desafio externo ou interno, ‘decide’, orienta, impulsiona e controla a autotransformação do organismo rumo a um nível de complexidade superior.” Dessa maneira, segundo Debrun, “a identidade, situada no ponto de partida, é que agora ‘decide’ as reestruturações do seu próprio ser, seja em conjunto, seja no tocante a tal ou qual parte, nível ou função.”

A auto-organização, apesar de ser mais facilmente notada em sistemas sonoros com interação em tempo real e improvisação, como é o caso de instalações sonoras e obras interativas para instrumentos e recursos eletrônicos em tempo real, pode também ser observada na estrutura de composições fechadas, como notamos nas palavras de Gaziri (1996, p.408):

“A estruturação dos sistemas de composição correspondentes à música tradicional revela alguns princípios de auto-organização que aparecem quando consideramos que a dinâmica interna, subjacente a todo fenômeno sonoro, é um processo que produz relações. Este processo é regido por leis internas, próprias de cada sistema, mas as relações se formam influenciadas por fatores externos casuais, que preenchem o papel do ‘ruído’ nas teorias de auto-organização. A produção de relações é mediada pelo compositor, que seleciona as sonoridades capazes de dar início e continuidade ao processo que irá estruturar a composição através de um fluxo contínuo de padrões sonoros. O objeto de escolha implica em uma seleção, esta seleção gera um campo de possibilidades, que por sua vez implica em uma escolha e assim sucessivamente.” (Gaziri, 1996, p. 408).

Debrun (1996a, p. xxxvi), no prefácio do livro “*Auto-Organização: estudos interdisciplinares em filosofia, ciências naturais e humanas, e artes*” comenta que na estrutura de processos de auto-organização existe uma multiplicidade de elementos dotados de duas características:

1) “de um lado, esses elementos – que devem ficar majoritários – não são redundantes entre si, (...) as afinidades atuais ou potenciais entre eles, a relação de causa e efeito ou de princípio e consequência, (...) tudo isso deve ser reduzido ao mínimo.”

2) “deve reinar certa ‘igualdade de forças’ (...) entre os elementos que vão entrar em interação. (...) nenhum elemento ou conjunto de elementos pode dominar unilateralmente os outros. Senão recai-se na hetero-organização.”

Ainda segundo Debrun (1996a, p. xxxvi), o que pode ocorrer “é que no decorrer do processo a própria auto-organização leve à dominação de certos elementos sobre os demais.”

De acordo com Gaziri (1996, p.408), o processo que produz as relações entre os elementos pertencentes à estrutura de um sistema se forma influenciado por fatores externos casuais, que preenchem o papel de ‘ruído informacional’ nas Teorias de Auto-organização. Segundo Manzolli (1996, p. 419), “É através da inserção de ruído (ideias vagas, memórias, sons incertos) entre partes de uma estrutura musical em formação que o compositor vislumbra o todo ou projeta o produto sonoro final.”

Esses ruídos podem estar relacionados a fatores cognitivos como a percepção sonora e a memória do compositor. Segundo Alves, J. (2005, p.101), “estes fatores cognitivos, aqui denominados de ruído, são geradores de complexidade, contribuindo, assim, para o processo de auto-organização.” Atlan (1992, p.118) afirma que “a auto-organização inconsciente, com criação de complexidade a partir de ruído, deve ser considerada como um fenômeno primordial nos mecanismos do querer, voltados para o futuro, ao passo que a memória deve ser situada no centro dos fenômenos da consciência.”

Para Alves, J. (2005, p.111), alguns dos fatores cognitivos que estão envolvidos no processo de composição são: percepção de estímulo, memória, construção de imagens mentais e experimentação. Como exemplo desses fatores ele descreve:

- Estímulos: timbres, alturas, métricas, pulsação, etc;

- Memória: armazenar padrões ou sequências como organização de alturas, organização métrica, arpejos, sequências motivicas, etc.;
- Exemplificação: concretização de imagens mentais.

Vernon (1974, p.83) afirma que os estímulos que atraem nossa atenção são:

- 1) “mudança temporal na estimulação – por exemplo, estimulação nova, sobretudo na medida em que aquilo que é observado difere do esperado e discorda disto;”
- 2) “mudança espacial e heterogeneidade de estimulação, tal como ocorre com material diversificado e complexo.”

Os sistemas sonoros interativos possuem como característica fundamental um equilíbrio dinâmico entre situações de interpretação livre (improvisação) e controle interpretativo. De acordo com Couto (1998, p.56), “a criatividade surge do equilíbrio dinâmico entre a manifestação livre, muitas vezes desordenada e desregrada, e o autocontrole, que envolve regularidade, ordem, regras bem definidas, etc.”

Segundo Couto (1998, p.56), no processo criativo o autocontrole e manifestações livres são elementos que se auto-organizam. Dessa forma, esses dois elementos diversos que aparentemente são opostos, passam a se completar no momento criativo, ou seja:

“Eles não aparecem de uma forma linear ou constante, de modo que há momentos em que um se apresenta em maior evidência do que o outro, dependendo do momento de atuação. Ao longo do processo a obra vai formando seus próprios limites, dando lugar a certo autocontrole, que se manifesta através da acentuação de parâmetros que permitirão propiciar a estabilidade de alguns elementos fundamentais para que a obra se concretize, proporcionando, assim, um equilíbrio dinâmico criativo.” (Couto, 1998, p. 56).

Segundo Alves, J. (2005, p.114), “a memória é um componente fundamental no processo criativo, pois armazena padrões, suas características e as projeções do compositor.” Dessa forma, a memória passa a possuir a função de reiterar passagens e criar expectativas para os elementos que estão por vir.

No processo criativo, desde o início vão se formando imagens ou representações em nossas mentes. Segundo Ostrower (2003, p. 58), “essas imagens representam disposições em que, aparentemente de um modo natural, os fenômenos parecem correlacionar-se em nossa experiência.” Ostrower utiliza a palavra ‘aparentemente’ pois desde o início essas imagens são formadas e influenciadas por elementos individuais ligados ao contexto cultural de cada pessoa. Assim, o modo de relacionar “natural” de cada sujeito será diferente. De acordo com Ostrower (2003, p. 60), “as imagens formam-se, basicamente de forma intuitiva. Configurando-se em cada pessoa a partir de sua própria experiência e como disposição característica dos fenômenos.”

Quando nos envolvemos em um sistema onde ocorrem relações entre os elementos pertencentes a ele, de uma maneira intuitiva buscamos entender as relações e interações que estão ocorrendo. Para Bresciani & D’Ottaviano (2000, p.287), “o sujeito, no processo de representação, busca a cognição, ou seja, o conhecimento pela compreensão e explicação da existência e das propriedades do objeto.”

Esse envolvimento com o sistema não significa única e exclusivamente ser um elemento interno do sistema. Isso também ocorre quando nos colocamos na posição de agentes observadores do sistema. Segundo Bresciani & D’Ottaviano (2000, p.287), “o sujeito, mesmo não sendo interno ao sistema, estabelece uma relação com o objeto de estudo através de atividades de reflexão, especulação, observação e experimentação”, buscando, dessa forma, localizar qualidades de organização nos elementos pertencentes aos sistemas que possam caracterizar a sua “existência, estrutura, funcionalidade e possível evolução.”

“A subjetividade deve ser vista não no sentido reduzido de preferências arbitrárias, mas no sentido ampliado da capacidade de interrogação do sujeito sobre a realidade do

objeto de estudo, com todos os seus limites de entendimento e de incerteza de avaliação.” (Bresciani & D’Ottaviano, 2000, p. 287).

Essa “reflexão, especulação, observação e experimentação” são realizadas pelos sujeitos a partir dos elementos que lhes são fornecidos e a percepção que têm dos mesmos:

“O que nós percebemos quando olhamos para os objetos são suas ‘affordances’<sup>24</sup>, não suas qualidades. Nós podemos discriminar as dimensões da diferença quando estamos realmente experimentando, mas o que os objetos nos fornecem é o que nós normalmente prestamos atenção. (...) Uma *affordance* é uma combinação invariante de variáveis, e alguém poderia supor que é mais fácil perceber tal unidade invariante do que perceber todas variáveis separadamente. (...) O observador pode ou não perceber ou atentar para a *affordance*, dependendo de suas necessidades, mas *affordance* sendo invariante é sempre percebida.” (Gibson, 1979, p. 134).

Segundo Alves, J. (2005, p.102), “o ato de perceber, para Gibson, está mais ligado à assimilação de informação de uma forma mais ampla do que à simplificação conceitual do fluxo unilateral de entradas de informação (*inputs*)”. Dessa forma, “... o processo de percepção ocorre quando o sujeito identifica e reconhece determinadas características que estão pré-dispostas nos objetos.” A manutenção ou não deste processo de percepção, bem como os seus desdobramentos no tempo, levam à emergência de padrões informacionais. São estes que nos fazem refletir sobre os mecanismos de articulação e idealização nos sistemas musicais.

---

<sup>24</sup> O termo “affordance”, originalmente utilizado por Gibson, está relacionado a uma teoria denominada de “Psicologia Ecológica” ou também, como Ecology of Mind. A definição de “affordance” no sentido Gibsoniano seria um processo de reciprocidade entre a informação que um objeto ou forma carrega e a função na qual ele é utilizado.

## 2.4 Emergência Musical: Idealização e Articulação

A hipótese que discutimos nesta seção é que, nos sistemas interativos e dinâmicos, há uma aproximação entre as funções de concepção e realização, ou seja, o agente idealizador se aproxima do articulador. O sistema será mais auto-organizado quanto mais as fronteiras entre os agentes que desempenham essas duas funções forem diluídas.

Quando a estrutura vem totalmente predeterminada temos uma composição já descrita anteriormente como sistema fechado. Nesse caso, todas as interações e elementos são pré-determinados pelo agente idealizador. Ele passa a assumir então a posição de agente articulador registrando através da sua escritura musical a articulação que será realizada no momento da interpretação da obra.

Podemos entender que a composição musical, vista como sistema fechado, trata o registro através da partitura musical de apenas uma das possibilidades de articulação dos elementos do sistema. A performance dessas obras configura-se como uma reconstrução justamente dessa possibilidade de articulação onde o agente mediador tem a sua ação limitada pelo tipo de escritura musical utilizada.

Já nas obras mediadas e interativas, onde há espaço explícito para interação em tempo real, normalmente existe a utilização da improvisação. Dessa forma, a estrutura final passa a ser função do desdobramento da obra que se (re)faz dinamicamente. Podemos dizer que, nesses casos, a auto-organização ocorre de maneiras sempre diversas em cada performance realizada e há uma relação de reciprocidade entre os agentes:

“Quando o sujeito é um elemento interno ao sistema ele se constitui em um participante que exerce influência sobre os demais elementos do sistema e é influenciado por eles: ou seja, o comportamento do observador afeta o comportamento do observado e o segundo afeta também o primeiro em um processo recorrente.” (Bresciani & D’Ottaviano, 2000, p.287).



A partir desse ponto de vista, podemos notar que o processo de improvisação ganha uma importância muito grande, pois ele aproxima as funções dos agentes que mediam e articulam. Como descrito na citação do parágrafo anterior, é um processo recorrente no sistema. Ostrower (2003, p.9) trata o ato criador da seguinte maneira:

“criar é, basicamente, formar. É poder dar uma forma a algo novo. (...) O ato criador abrange, portanto, a capacidade de compreender; e esta por sua vez, a de relacionar, ordenar, configurar, significar. De inúmeros estímulos que recebemos a cada instante, relacionamos alguns e os percebemos em relacionamentos que se tornam ordenações.” (Ostrower, 2003, p. 09).

Segundo Laboissière (2007, p.16), “a interpretação musical, ao envolver elementos que transcendem a leitura da partitura, resulta em recriação, cuja origem é o processo significativo do texto.” O intérprete passa a possuir uma grande responsabilidade sobre o resultado da obra que executa, pois além de desempenhar a função de mediação das articulações escritas pelo agente articulador, sua articulação através da improvisação passa a ter um papel com influência direta nos caminhos e resultado do sistema sonoro.

Já enfatizamos no capítulo anterior a necessidade de que o intérprete do século XXI busque familiarização com as diferentes situações e variações da interpretação de obras com interação. Para Laboissière (2007, p.19) “o sentido do texto musical se cria a partir de um ato de interpretação provisória, com base nos padrões estéticos e nas circunstâncias históricas que constituem a comunidade à qual pertence o intérprete e que, somados aos padrões individuais do *performer*, permeia sua sensibilidade.” Assim é necessário que os intérpretes desenvolvam sua individualidade possibilitando uma ampliação de suas interpretações.

A utilização de novos elementos na interpretação musical gerou a necessidade de criação de novas maneiras de escrita musical. Caznok (2003, p.62) “As notações aproximadas e roteiro possuem variáveis graus intermediários de imprecisão e, em algumas obras, encontra-se uma mistura de grafias que torna

impossível categorizá-las.” Os intérpretes necessitam buscar uma familiarização e o desenvolvimento de uma postura adaptativa para essas novas formas de escrita.

Os roteiros musicais e partituras gráficas criam novas possibilidades interpretativas e trazem para o intérprete uma maior responsabilidade sobre o resultado da obra. Assim, Caznok (2003, p.62) “... quanto mais imprecisa for a notação, maior é o trabalho e a responsabilidade do intérprete na criação tanto dos eventos sonoros individualizados quanto de seus encadeamentos e resultados formais.”

Visto sob o viés da auto-organização, a abertura de sistema está relacionada com a interação entre as funções dos agentes. Assim, podemos dizer que em *sistemas sonoros auto-organizados* os agentes é que se interrelacionam. Neste sentido, uma obra sonora pode ser observada e classificada como um sistema auto-organizado no momento de sua criação ou articulação.

Como apresentado nesse capítulo, os agentes do sistema sonoro podem desempenhar as funções de idealização, articulação, mediação e observação. Entretanto, são nos momentos de articulação que se caracterizam as relações sistêmicas auto-organizadas. Dessa forma, o agente que desempenha a função de articulação influencia e é influenciado pelos outros elementos do sistema e, por essa razão, passa a ter uma posição de identidade com as estruturas que emergem no sistema.

Idealizar é uma função extremamente complexa e que precede e ocorre também no ato ou momento do sistema existir. O agente idealizador, ao imaginar o sistema, não objetiva um domínio completo sobre ele mas ‘decide’, orienta, impulsiona e controla a autotransformação do organismo rumo a um nível de complexidade superior. Segundo o ponto de vista apresentado por Debrun (1996b, p.11), podemos observar que todo o sistema sonoro aqui desenvolvido e estudado é um sistema que exhibe auto-organização secundária. Ainda segundo Debrun, essa “identidade, situada no ponto de partida” irá guiar as relações sistêmicas.

Como definimos anteriormente, nos *Sistemas Fechados* e nos *Sistemas Mediados* o agente idealizador também desempenha a função de agente articulador. Porém nos *Sistemas Interativos* ele não exerce mais esta função. Se

postularmos um continuum, caminhando de *Sistemas Fechados*, passando por *Sistemas Mediados* e chegarmos a *Sistemas Interativos*, observamos que o agente idealizador distribui gradualmente a função de articulador, a qual desempenhava nos *Sistemas Fechados*, para os outros agentes do sistema.

Há, sem dúvida, um fator catalisador dessa mudança nas funções dos agentes dos sistemas sonoros: o grande desenvolvimento tecnológico do final do século XX, que possibilitou aos idealizadores criarem sistemas muito diversos através de softwares como Max/MSP, Pd, etc. Como exemplo podemos vislumbrar que a criação de um patch no ambiente computacional Max está diretamente ligada à idealização da obra e à potencialização de processos. A articulação se dará por processos dinâmicos que ocorrem no momento da performance em tempo real. Será essa a metodologia de projeto de sistema que utilizaremos nos próximos dois capítulos para implementar o modelo de *Espaço Instrumento*.

O *Espaço Instrumento*, que foi desenvolvido durante a pesquisa, trata-se de um Sistema Interativo (segundo a definição apresentada nesse capítulo) criado para a performance de um intérprete especialista. Como mencionado anteriormente, os Sistemas Interativos podem ser descritos por instalações sonoras, onde temos o agente idealizador do sistema, sendo responsável pela escolha dos materiais e pelas maneiras como vão se dar as relações locais e iniciais do sistema. Os espectadores que visitam e interagem com a instalação tornam-se articuladores, mediadores e espectadores como no exemplo dado no capítulo anterior da “Ada: intelligent space” descrito em (Wassermann et al, 2003).

## **2.5 Discussão**

A visão sistêmica que utilizamos demonstrou-se como uma ferramenta de estudo importante para a compreensão da complexa rede de interações que ocorrem na interpretação e composição de obras sonoras com mediação e interatividade. A função de um determinado agente amplia-se quando ele se desdobra nas relações sistêmicas e, por extensão, atua no processo de auto-organização. Dessa forma, o conceito de sistema e de auto-organização está

sempre presente no instante da criação dos sistemas musicais, ou seja, quando o agente está desempenhando a função de agente articulador.

Notamos que nas diferentes possibilidades sistêmicas aqui apresentadas ocorre uma mistura e diluição das fronteiras das funções tradicionais determinadas no século XIX para compositores, intérpretes e espectadores. Assim, podemos notar que há mudança de funções dos diferentes agentes quando comparamos sistemas fechados, sistemas mediados e sistemas interativos. Estas mudanças ampliam a identidade e autonomia dos agentes no processo de produção sonora.

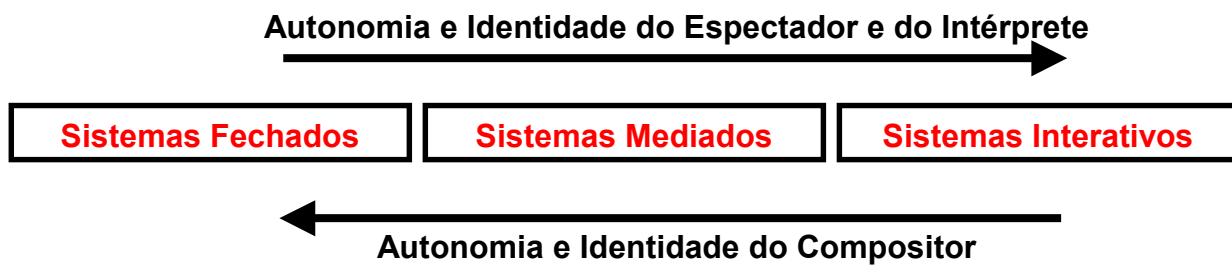


Figura 03: Diagrama de relação entre os agentes sistêmicos.

Olhando para o esquema apresentado na Figura 03, podemos notar que, quando caminhamos da esquerda para a direita, temos uma ampliação das funções sistêmicas desempenhadas pelo espectador e intérprete. Enquanto nos *Sistemas Fechados* o intérprete desempenha apenas a função de tradutor das ideias do compositor e uma articulação discreta, nos *Sistemas Mediados* ele passa a ter maior importância no momento da execução da obra, pois sua articulação passa a agir de maneira mais direta nos resultados e conexões do sistema sonoro. Já nos *Sistemas Interativos*, na direção de uma adaptação sistêmica, o espectador sai de uma função passiva para uma ativa, chegando a propostas onde a mediação é totalmente feita através dele. O espectador desempenha, nos *Sistemas Interativos*, as funções de agente articulador, agente mediador e agente observador. Já quando caminhamos da direita para a esquerda vemos uma ênfase na atuação do compositor.

# **CAPÍTULO 3**

## ***PRISMA:***

Modelo de um *Espaço*

*Instrumento*

Em síntese, o objetivo da nossa pesquisa foi ampliar conceitualmente as noções de interatividade e estudar um modelo de performance envolvendo tecnologia, instrumentos de percussão e dispositivos digitais. Esse modelo, denominado de *Espaço Instrumento*, visa a expansão da postura interpretativa no contexto da percussão erudita utilizando-se de ações práticas interpretativas. Nesse capítulo apresentamos o modelo de estudo, no próximo (capítulo quatro) a sua implementação em software livre Pure Data (Pd), onde nos ateremos a uma descrição de todos os equipamentos e conexões presentes em *PRISMA* e, no quinto capítulo, analisaremos performances realizadas no *PRISMA*.



Figura 04: Imagem das performances realizadas no *PRISMA*.

Na primeira seção que se segue apresentamos os conceitos e as metáforas contidas na proposta do *PRISMA*. Em *Material: Timbres e Cores*, as ideias do primeiro capítulo são relacionadas com as estratégias de organização do

material sonoro e com a interação entre som, imagem e movimento desenvolvidas no *PRISMA*. Em *Processo: Adaptação ao Ruído*, nós discutimos como a noção de auto-organização foi estabelecida no *PRISMA*. Para desenvolver um processo de interação homem-máquina com características auto-organizadas utilizamos as ideias contidas no texto “An Introduction to Cybernetics”, de W. Ross Ashby (1956), que aponta para a relação entre “ruído informacional<sup>25</sup>” e “adaptação” como um princípio formal de auto-organização em sistemas complexos.

### **3.1 PRISMA**

O modelo de *Espaço Instrumento* aqui apresentado recebeu o nome de *PRISMA* e trata-se de um ambiente que produz estímulos multissensoriais onde ocorre a interação entre três agentes (percussionista, computador e espectador), e essas interações podem se configurar de diversas formas, como será apresentado a seguir.

O objetivo da construção do *PRISMA* foi desenvolver um ambiente para interação entre um intérprete de percussão, um computador e espectadores, onde sonoro, visual e espacial se integrassem, tornando-se meios de comunicação entre essas três classes de agentes. Desenvolveu-se o *PRISMA* como um meio de estudo de técnicas estendidas no domínio da música eletroacústica mista. Foi objetivo também estudar a interação com outras modalidades além da sonora, como a visual, proporcionando um diálogo com luzes e imagem. São essas as principais motivações com as quais foi criado o *PRISMA* - um instrumento/ambiente interativo de performance para um intérprete de percussão.

Para a realização de interpretações mediadas pelo *PRISMA*, o percussionista deverá ampliar sua postura interpretativa ao buscar uma interação com todos os dispositivos disponíveis, meios digitais (mídia de gravação fixa e dinâmica) e modalidades (sonora, visual e cênica) que estão inseridos nessa

---

<sup>25</sup> O termo ruído informacional é utilizado no texto para estabelecer-se uma diferença com a noção de ruído sonoro. Apesar do sonoro também produzir informação, o termo ruído informacional foi usado, no sentido mais amplo, para descrever uma classe maior de informação com baixo grau de predictibilidade no sistema.

instalação. Para que essa interação ocorra, o intérprete deverá adaptar suas ações interpretativas, deixando-se influenciar e exercendo influência no sistema.

Em geometria espacial, um prisma é definido como sendo um poliedro irregular<sup>26</sup> formado por uma face superior e uma inferior, as quais são paralelas e congruentes (também chamadas de bases), ligadas por arestas. As laterais de um prisma são paralelogramos. A nomenclatura dos prismas é dada de acordo a forma das bases. Assim, se temos hexágonos nas bases, teremos um prisma hexagonal. O prisma pode ser classificado como reto quando suas arestas laterais são perpendiculares às bases, e oblíquo quando não são.

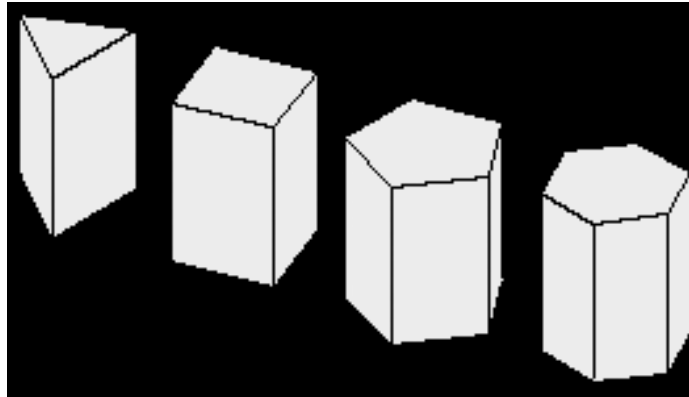


Figura 05: Imagem de algumas formas de prismas.

Um prisma também é um dispositivo óptico transparente com superfícies retas e polidas que refratam a luz, o que nos remete às noções de cores e sinestesia discutidas no primeiro capítulo. Em óptica é bem conhecido o experimento de Isaac Newton<sup>27</sup>, que fez uso de um prisma para demonstrar propriedades mecânicas e corpusculares da luz.

O *espaço instrumento PRISMA* aqui apresentado é uma instalação interativa que integra, dentro do seu espaço, um intérprete, instrumentos de percussão, sensores eletrônicos, um computador, processadores de áudio, projetores de luz e imagem. A interação entre esses elementos do sistema, diferentes equipamentos e três classes de agentes (intérprete, computador e

<sup>26</sup> Poliedro (do grego “vários lados”). Do ponto de vista da geometria espacial, são possíveis apenas cinco poliedros regulares que são chamados de Poliedros de Platão.

<sup>27</sup> <http://plato.if.usp.br/1-2003/fmt0405d/apostila/oticacorp/node5.html>



público) ocorre de diversos modos operacionais. A proposta conceitual é que o *PRISMA* deve se auto-organizar através de um complexo processo interacional, moldando e dirigindo ações em tempo real, onde os agentes influenciam e são influenciados uns pelos outros. Reiteremos aqui que, segundo a taxonomia apresentada no segundo capítulo, as funções de observar, articular e mediar estarão presentes durante a performance no *PRISMA*.

Desenvolvido o *PRISMA*, foi realizado um conjunto de performances experimentais para verificar a sua dimensão interpretativa. O foco desse estudo foi verificar como esta instalação criada a partir do conceito de auto-organização potencializa:

- a) o desenvolvimento de uma nova postura interpretativa;
- b) o surgimento de organizações sonoras emergentes;
- c) a função da improvisação como veículo mediador de expectativas sonoras.

Finalmente, o *PRISMA* poderá ser um meio de criar um novo repertório de gestos interpretativos relacionados a uma gama variada de sonoridades, efeitos luminosos e movimentação cênica.

### **3.2 Material: Timbres e Luzes**

O *PRISMA* foi criado como um ambiente de interação entre as Luzes que serão produzidas por um sistema de iluminação interativo e os *Timbres* que estarão relacionados à sonoridade dos instrumentos de percussão, aos trechos pré-gravados e aos trechos gravados e transformados em tempo real. Essa interação cor-timbre foi motivada pelos conceitos discutidos no primeiro capítulo.

Na figura 06 há um diagrama que descreve como os agentes intérprete e computador se inter-relacionam no *PRISMA*. O intérprete produz gestos percussivos nos instrumentos ou aciona controles digitais que interferem no comportamento do computador. O computador armazena sonoridades (pré-

gravadas e produzidas em tempo real), transforma sonoridades e controla a trajetória e as luzes de um sistema interativo de iluminação.

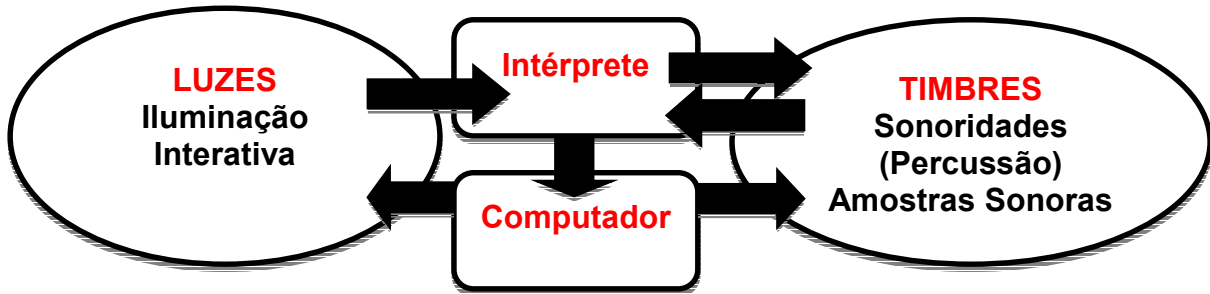


Figura 06: Diagrama das relações entre os materiais utilizados no *PRISMA*, intérprete e computador.

Durante a montagem do *PRISMA*, a escolha específica dos instrumentos de percussão é livre dentro de uma divisão de quatro grupos timbrísticos: *Madeiras*, *Metais*, *Peles* e *Instrumentos de Efeito*. Essa classificação de grupos timbrísticos está relacionada tanto com as opções do instrumentista quanto com a produção sonora do computador. A implementação do *PRISMA* utilizada nas análises de performance contém dez trechos musicais executados pelo computador com sonoridades relacionadas aos quatro grupos timbrísticos. Seis desses trechos foram pré-gravados com a utilização dos critérios descritos na Tabela 01 e quatro são gerados pelo processo computacional e gravados em tempo real.

### 3.2.1 Critérios de Interação entre Timbres e Luzes

Os instrumentos de percussão utilizados para gravação foram: quatro pratos suspensos (18", 16", 14" e 10"), um prato china, três tom-tons, um bumbo, guizos, um ganzá, wood chimes, metal chimes, wood block, bacia de água, taça de cristal, claves (cubana e africana), temple block, castanholas, dois triângulos, três gongos, vários apitos de pássaros, reco-reco, um guiro, pandeiro sinfônico, rói-rói e vibratone.

Os trechos pré-gravados duram em torno de sessenta segundos e foram improvisados seguindo um guia de improvisação descrito na Tabela 02. Em todos os trechos o intérprete poderia utilizar todos os instrumentos, porém, em cada trecho deveria existir uma predominância das sonoridades descritas na Tabela 01. Os seis trechos pré-gravados estão disponíveis no CD-ROM que acompanha a tese (anexo C).

<b>Sonoridades Pré-Gravadas</b>	
Trecho 1	Predominância de sons metálicos
Trecho 2	Predominância de madeiras
Trecho 3	Predominância de peles
Trecho 4	Mistura de todas as sonoridades
Trecho 5	Predominância de efeitos
Trecho 6	Predominância de efeitos de água

Tabela 01: Relação do material pré-gravado.

<b>Critérios de Geração</b>	
Início	Utilizar sons longos e rulos
Desenvolvimento	Utilizar frases mais rítmicas mesclando diferentes timbres
Finalização	Retornar a sons longos e rulos, também mesclando diferentes timbres

Tabela 02: Estrutura do material pré-gravado.

O material gravado em tempo real pelo computador constitui-se também de trechos com duração de sessenta segundos. Nesses trechos são gravados todos os sons captados pelos microfones (sons do percussionista, sons dos instrumentos de percussão e o som do tape que está sendo executado no momento da gravação). Com isto, estabelece-se um processo de realimentação. Esses trechos caracterizam as sonoridades emergentes criadas pela interação dos agentes do sistema. São trechos que representam a memória do *PRISMA*. Na Seção 2.3 discutimos a relação entre memória e auto-organização e, no *PRISMA*, há um meio de reiterar a memória dos estados do sistema nos quatros trechos gravados pelo computador.

Os critérios de execução desses quatro trechos são apresentados na Tabela 03. A memória musical funciona como um importante elemento na improvisação e na composição musical. Os trechos gravados em tempo real possibilitam uma memória de trabalho de elementos e sonoridades de um determinado momento da performance. Tradicional no processo de improvisação entre músicos, a retomada de determinadas memórias não ocorre da mesma forma como foram executadas anteriormente, os trechos musicais são variados, são transformados continuamente. Esse comportamento é simulado no *PRISMA* através da execução posterior dos trechos musicais com alterações realizadas pelos processadores de áudio que foram programados em Pure Data.

<b>Crítérios de Execução da Memória de Trabalho</b>
Um mesmo trecho gravado não é executado duas vezes.
Quando a execução de um trecho é finalizada, inicia-se imediatamente a gravação de um novo com duração de sessenta segundos.
Cada trecho fica armazenado até que seja selecionado, tocado e posteriormente substituído por um novo.

Tabela 03: Retomada da Memória.

A taxonomia timbrística desenvolvida no *PRISMA* para o setup de percussão e para os sons gerados pelo computador está diretamente relacionada com as cores das luzes produzidas em tempo real. As luzes controladas pelo computador indicam ao intérprete em qual conjunto de instrumentos tocar.

Dessa forma, estabeleceu-se um critério sinestésico onde a dinâmica das luzes funciona como uma partitura dinâmica produzindo estímulos que guiam a improvisação do intérprete. Criam-se desafios ao intérprete, uma vez que nem sempre o *setup* indicado pela iluminação corresponde àquele que o intérprete escolheria para interagir com a sonoridade que está ouvindo.

A relação entre o critério sinestésico da iluminação com a ação do intérprete produz uma cadeia causal na qual conectam-se material e comportamento sistêmico do intérprete e do computador. Isso leva o intérprete a interagir e se auto-organizar com as informações sonoras e visuais geradas pelo

computador. Esse mecanismo impossibilita ao intérprete principalmente uma busca constante de imitação dos sons e timbres e processamentos realizados pelo computador, estimulando o surgimento de novas soluções produzidas por gestos interpretativos.

### 3.2.2 Sentidos e Sensores Digitais

Os sensores utilizados funcionam como órgãos sensoriais do computador. São eles que possibilitam ao computador “*ouvir e sentir o tato ou toque*” do intérprete. Os microfones foram utilizados para captar os sons dos instrumentos (audição digital) e do intérprete, e sensores piezoelétricos (tato digital) captam os ataques do instrumentista em determinados instrumentos. É como se os microfones funcionassem como o ouvido do computador e os piezoelétricos como sua pele.

A resposta do *PRISMA* aos estímulos captados pelos microfones e piezoelétricos representa sua capacidade de interferir na ação do intérprete e construir a cadeia causal relacionada à interação homem-máquina. O processamento dos sinais (áudio e pulsos elétricos) é realizado pelo computador e dispositivos digitais acoplados. Criam-se transformações nos sons produzidos pelo intérprete, executam-se trechos musicais pré-gravados e trechos gravados em tempo real, realizam-se transformações nos trechos musicais e controlam-se as luzes da performance. Todo este conjunto de mecanismos representa o comportamento sistêmico do *PRISMA* e as relações em tempo real entre estes elementos caracterizam os processos emergentes. Espera-se do intérprete ao integrar-se com o *PRISMA*:

- a) interagir com as informações produzidas pelo sistema;
- b) produzir uma reação estimulada por elas.

### 3.3 Processo: Adaptação ao Ruído

Seguindo os critérios de interação entre luzes e timbres, essa seção discute o modelo de interação desenvolvido no *PRISMA*. Os conceitos aqui elaborados foram utilizados no desenvolvimento do comportamento dinâmico da programação do computador. O conceito de sistemas interativos e auto-organização, apresentado no segundo capítulo, foi a base teórica para o desenvolvimento desse modelo e representou um grande desafio de pesquisa. O objetivo do modelo de interação é fazer com que os agentes do sistema interajam entre si e produzam comportamento auto-organizado.

Notadamente, esse comportamento adaptativo seria potencialmente uma característica do agente “intérprete”, principalmente no contexto de práticas interpretativas improvisadas. Posteriormente, no capítulo cinco vamos verificar como esta pesquisa pode ser ampliada no perfil do intérprete que interagir com o *PRISMA*. Também é pressuposto a ser verificado que o intérprete tem uma capacidade adaptativa, mas sabe-se que a mesma deve ser diferente e específica para cada músico.

#### 3.3.1 Modelo de Interatividade

Partindo do princípio que a adaptação é inerente ao agente intérprete, o foco da pesquisa foi desenvolver um modelo de adaptação para o comportamento computacional, ou seja, o agente “computador” ser capaz de produzir mudanças de comportamento de acordo com influências externas tornou-se o principal desafio na construção do *PRISMA*.

Reiteramos que existem muitas maneiras de estabelecer interações homem-máquina e, notadamente, o mouse e o teclado são interfaces que realizam esta tarefa. Todavia, o mecanismo estabelecido nesse tipo de troca informacional é basicamente “reativo”, ou seja, a cada ação do usuário existe um mapa de ações do computador e a interface é o meio de acesso a estas possibilidades pré-determinadas. No modelo de interação do *PRISMA*, o objetivo foi fazer com que o

computador tenha mudanças de comportamento de acordo com influências externas relacionadas com um contexto que se forma de maneira emergente.

Ashby (1956) comenta que o caminho para compreendermos o que acontece com a informação quando é processada por uma máquina é observar como a variedade<sup>28</sup> de saídas é afetada pelo processamento dela. Segundo esse autor, variedade é um conceito inseparável da informação e é importante reconhecermos que estamos lidando com um conjunto de possibilidades para a solução de vários problemas.

Ainda segundo Ashby, torna-se vital estudarmos como essas possibilidades são transmitidas através de uma máquina, buscando a relação que existe entre o conjunto de possibilidades que ocorre na entrada do sistema e o conjunto produzido na saída. O autor comenta que, se a máquina estiver bem determinada, essa transmissão é perfeitamente ordenada e capaz de tratamento rigoroso. Dessa forma, esse tratamento realizado pela máquina pode servir de base para considerar códigos extremamente complexos, inclusive os utilizados pelo cérebro.

Como reiteramos anteriormente, para desenvolvermos o modelo de interatividade do *PRISMA* baseado no conceito de sistema e auto-organização necessitávamos que o computador exibisse mudanças de padrões de comportamento a partir das interações sistêmicas contextuais e não simplesmente uma cadeia direta de causa-efeito. O simples sorteio aleatório dos parâmetros de saída do computador pode parecer uma solução, mas não está de acordo com o objetivo de fazer com que o computador produza padrões de comportamento influenciado pelo sistema. Para potencializar um comportamento auto-organizado, o modelo de interatividade do *PRISMA* está relacionado com duas premissas:

- a) utilizar o conceito de adaptação ao *ruído informacional* desenvolvido por Ashby (1956) como um processo formal de adaptação do sistema computacional;

---

<sup>28</sup> Variedade pode ser entendida também pelo termo variabilidade.

b) relacionar *ruído informacional* com distribuições de probabilidade que são transformadas em tempo real pela taxa de variação dos eventos percussivos produzidos pelo intérprete.

Para implementar computacionalmente essas duas premissas, a solução encontrada foi:

***Utilizar uma distribuição de probabilidade para escolher as reações do computador e alterar essa distribuição de acordo com a interação com o intérprete.***

### 3.3.2 Probabilidade: Mecanismo de Interação

No modelo interativo do *PRISMA*, distribuições de probabilidade são utilizadas como um meio de descrever um campo de variações que dá possibilidades de comportamento para o computador e produz expectativas e reações no intérprete. O uso de distribuição de probabilidade em composição musical está diretamente relacionado com o trabalho do compositor Iannis Xenakis (1922-2001).

Xenakis foi considerado um dos compositores mais influentes do pensamento musical do séc. XX. Os estudos de engenharia e arquitetura influenciaram diretamente suas composições. Inicialmente explorou a organização estrutural interna da composição, aplicando teorias de probabilidade estatística com o objetivo de descobrir relações entre o som organizado e a música. Utilizou a teoria da probabilidade nas suas composições como meio de gerar e controlar acontecimentos em grande escala compostos por muitos elementos individuais. Nas suas composições feitas a partir do computador, Xenakis foi um dos pioneiros na área de composição algorítmica. As suas ideias sobre como integrar processos estocásticos com composição musical encontram-se bem documentadas no seu livro "Formalized Music" Xenakis (1992).



A utilização de probabilidade<sup>29</sup> em música não é um artefato apenas do século XX. Em 1787, Mozart escreveu instruções para uma composição musical feita através de um jogo. Conhecido como *Jogo de Dados de Mozart*<sup>30</sup>, essas instruções possibilitavam a composição de Minuetos e Trios. Através do jogo de dados era determinada uma sequência de trechos musicais escritos pelo compositor anteriormente. A cada jogo novas composições surgiam.

Nesse trabalho utilizamos distribuições de probabilidade para descrevermos uma série de eventos (respostas do computador) onde a sua taxa de ocorrência é transformada pelo número de eventos produzidos pelo intérprete em tempo real. O aprofundamento em probabilidade encontra-se em livros textos como (Papoulis e Pillai, 2002; Bussab e Morettin, 2003).

No *PRISMA*, as distribuições de probabilidade estão relacionadas com os parâmetros de programação que possibilitam o controle do computador de diversos dispositivos em tempo real.

### 3.3.3 Programação Interativa do *PRISMA*

Para implementarmos computacionalmente as ideias do modelo interativo, utilizamos programação com software livre em Pure Data (Pd). O objetivo foi desenvolver rotinas para controlar a mudança de padrões da saída do computador sob a influência das interações com o intérprete. A programação em Pd controla os parâmetros de saída (outputs) do computador que estão descritos na Tabela 04. Os detalhes da parte técnica da programação serão explicados no próximo capítulo. A seguir, apresentamos as Tabelas 04, 05 e 06 que descrevem as ideias do algoritmo utilizado para criar a programação em Pd. Na Tabela 05 encontram-se as formas como o intérprete gera informação na entrada do *PRISMA*, sem esquecer que, eventualmente, os microfones também capturam os sons que são gerados pelo computador.

---

<sup>29</sup> O termo *Probabilidade* é derivado do Latim *probare* (provar ou testar). A teoria das probabilidades tenta qualificar a noção de provável. A ideia geral de probabilidade é normalmente dividida em dois conceitos (probabilidade aleatória e probabilidade epistemológica). Nesta pesquisa vamos nos ater apenas à probabilidade aleatória.

<sup>30</sup> <http://sunsite.univie.ac.at/Mozart/dice/>

Gera-se aí um processo de realimentação que tem sido usado no contexto da música eletroacústica mista desde a obra pioneira de Stockhausen - *Mikrophonie I* (1964-65)<sup>31</sup>. Nesta obra, um gongo de grandes dimensões é percutido por dois executantes com vários objetos enquanto outros dois capturam as vibrações com microfones e mais dois intérpretes controlam a respectiva transformação eletrônica dos sons (inclusive o próprio compositor desempenhou esta função). Em *Mikrophonie I* temos um sistema com seis agentes que também pode ser analisado como um processo que gera comportamento emergente através da realimentação produzida em tempo real, que dá nome à obra.

A Tabela 06 descreve o critério com o qual são modificadas as distribuições de probabilidade que controlam as saídas do *PRISMA*. Na implementação descrita no próximo capítulo foram utilizadas dez distribuições de probabilidade, cada uma delas potencializando um conjunto de respostas diferentes do *PRISMA*. Intuitivamente, seria como se o *PRISMA* pudesse assumir dez comportamentos diferentes e o intérprete gerasse estímulos para modificar esses comportamentos. No desenvolvimento da “Ada: intelligent Space”, esta tipologia de resposta aos estímulos produzidos pelo público em tempo real foi denominada de emoções sintéticas (synthetic emotions), como descrito em Wassermann et. all. (2003) e apresentado no primeiro capítulo.

<b>Controles de Saída</b>	
<b>1</b>	Designar o processamento sonoro e aplicar na entrada capturada pelos microfones.
<b>2</b>	Controlar o volume geral dos trechos pré-gravados.
<b>3</b>	Designar trechos para serem tocados e escolher o(s) processamento(s) aplicados ou não aos mesmos.
<b>4</b>	Controlar o movimento da iluminação, a cor e o padrão (imagem) projetado da luz no sentido de indicar a região do setup que deverá ser tocada pelo intérprete.

Tabela 04: Descrição das Saídas do *PRISMA*.

<sup>31</sup> <http://www.youtube.com/watch?v=9ukk5R6T3TU>

<b>Canais de Entrada</b>	
<b>1</b>	Sensores piezoelétricos acoplados à superfície dos instrumentos para capturar os ataques realizados pelo intérprete.
<b>2</b>	Microfones para capturar a sonoridade dos instrumentos dos setups.
<b>3</b>	Conjunto de pedais para produzirem mudanças automáticas de parâmetros.

Tabela 05: Descrição das Entradas do *PRISMA*.

<b>Mudanças de Probabilidade</b>
O número de ataques realizados no intervalo de tempo de sessenta segundos modifica a distribuição de probabilidade com a qual o computador controla os parâmetros de saída que estão descritos na Tabela 04.

Tabela 06: Critério de Mudança da Distribuição de Probabilidades.

#### 3.3.4 Ações e Reações do *PRISMA*

O conjunto de tabelas apresentado acima não descreve nenhum percurso musical melódico, rítmico ou temático. Trata-se de conjunto de funções que potencializam o diálogo ou o jogo entre o computador e o intérprete. Não se trata de descrever ou compor a música, trata-se de criar condições para que um conjunto de interações ocorra e, quando elas ocorrem, o sistema tem o potencial de produzir um comportamento emergente. A Tabela 07, primeira linha, apresenta um dos critérios de ação e reação do *PRISMA*. Esse critério, em síntese, produzirá o seguinte resultado: *se o intérprete toca pouco, a probabilidade de todos os parâmetros de saída do computador será a mesma.*

Em linhas gerais, se o intérprete não produziu informação (representada pelo número de ataques), a resposta computacional controlada pela distribuição de probabilidade deixa todas as possibilidades com a mesma probabilidade de ocorrência. Cada linha da Tabela 07 representa um mecanismo de expectativa musical diferente, mas vistos como possíveis encontros engendrados pela programação do *PRISMA*. Este tipo de projeto de sistemas

caracteriza o que foi apresentado no segundo capítulo, onde se desenvolveu o conceito de auto-organização secundário apresentado por Debrun (1996a).

<b>Mudança de Tendência</b>	
<b>1</b>	Quanto menor for o número de ataques realizados pelo intérprete, mais uniforme será a distribuição probabilística.
<b>2</b>	Quando o número de ataques estiver entre 20 e 49 e entre 70 e 79, continuará existindo certa distribuição uniforme de probabilidade apenas com pequenas alterações que tornam algumas opções um pouco mais prováveis de ocorrerem.
<b>3</b>	Quando o número de ataques estiver entre 50 e 69, existirá uma maior probabilidade de ocorrerem as opções centrais (4 e 5).
<b>4</b>	Quando o número de ataques estiver entre 80 e 89, existirá uma maior probabilidade de ocorrerem as opções extremas (0 e 9).
<b>5</b>	Quando o número de ataques estiver entre 90 e 99, existirá uma maior probabilidade de ocorrerem as primeiras opções (0, 1, 2 e 3).
<b>6</b>	Quando o número de ataques for igual ou maior do que cem, existirá uma maior probabilidade de ocorrerem as últimas opções (6, 7, 8 e 9).

Tabela 07: Critérios de Ação e Reação.

Cada critério da Tabela 07 está associado a um comportamento musical diferente que depende das características da improvisação do intérprete. Por exemplo, muitos intérpretes iniciam sua improvisação tocando pouco e vão tornando cada vez mais complexas suas improvisações, aumentando a variação das notas e acelerando o processo. Se esse for o comportamento adotado pelo intérprete, e de acordo com o primeiro critério da Tabela 07, a probabilidade de ocorrência de qualquer uma das saídas do computador será igual no começo, possibilitando, assim, que todas as direções a serem tomadas pelo sistema tenham o mesmo potencial. No final, quando há um grande número de eventos, a resposta do *PRISMA* estará relacionada ao critério 6 (sexta linha) da Tabela 07.

Os critérios da Tabela 07 têm o potencial de fazer com que o computador passe a acompanhar a complexidade da improvisação do intérprete, que é representada no *PRISMA* pela variação de ataques dentro do período de sessenta segundos. Os critérios 2, 3, 4 e 5 mostram que, quando o número de

ataques passa a ser muito grande, o sistema vai passar a valorizar mais determinadas saídas produzidas pelo computador. Reiterando, o critério 6 descreve que, se o número de ataques em sessenta segundos for igual ou maior do que cem, os trechos musicais seis, sete, oito e nove, por exemplo, são os mais prováveis. Esses trechos são justamente aqueles gravados em tempo real. Assim, se o intérprete produz muitos ataques, o critério 6 indica que há probabilidade maior de ouvir-se a repetição da sua própria improvisação. No momento de maior complexidade, a identidade sonora do sistema é justamente a transformação em tempo real da sua memória de trabalho.

Na Tabela 08, os critérios apresentados na Tabela 07 são apresentados na forma numérica representada por percentuais. Na primeira coluna figuram o intervalo numérico (mínimo e máximo) de ataques realizados pelo intérprete durante sessenta segundos e nas outras dez colunas da direita figuram os valores de probabilidade que são utilizadas na resposta do computador. Verifica-se que, por tratar-se de distribuições de probabilidades, a soma de cada linha será sempre 100%, propriedade que normaliza a distribuição no intervalo entre [0..1].

Distribuições de Probabilidade Nº de Ataques (60 segundos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>1-19</b>	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
<b>20-29</b>	10%	10%	10%	10%	15%	5%	10%	15%	5%	10%
<b>30-39</b>	45%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	15%
<b>40-49</b>	5%	5%	5%	5%	5%	5%	20%	25%	5%	20%
<b>50-59</b>	10%	10%	10%	10%	20%	20%	5%	5%	5%	5%
<b>60-69</b>	2%	2%	2%	2%	42%	40%	2%	2%	1%	5%
<b>70-79</b>	10%	10%	10%	25%	5%	15%	5%	15%	1%	4%
<b>80-89</b>	50%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	42%
<b>90-99</b>	30%	20%	20%	18%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
<b>&gt;=100</b>	1%	1%	1%	1%	1%	1%	34%	20%	30%	10%

Tabela 08: Distribuição de probabilidade de escolha de eventos de acordo com o número de ataques realizados pelo intérprete, conforme os critérios apresentados na Tabela 07.

É importante lembrar que a probabilidade de determinadas opções ocorrerem é maior do que outras de acordo com o número de ataques. A Tabela 08 sintetiza uma interação com a expectativa do intérprete porque o computador terá reações com maiores chances de ocorrer, mas sempre há um mínimo de chance de que qualquer uma das reações previstas para o computador ocorra. Dessa forma, pode-se dizer que o *PRISMA* estabelece um jogo com o intérprete.

No próximo capítulo, o modelo interativo abordado neste capítulo será alvo de programação computacional em Pure Data (Pd). Cada um dos critérios apresentados nas oito tabelas anteriores estarão associados a algoritmos implementados na forma de *patches* que representam as unidades estruturantes dos programas escritos em Pure Data.

# **CAPÍTULO 4**

## ***PRISMA:***

A implementação de um *espaço*  
*instrumento*

Como foi apresentado no capítulo anterior, *PRISMA* é a implementação de um modelo de *Espaço Instrumento* onde podem ser realizadas performances interativas de acordo com os *conceitos* de sistemas interativos auto-organizados. Este capítulo trata da implementação computacional do modelo.

A montagem e implementação do *PRISMA* envolve um grande número de instrumentos, equipamentos eletrônicos e um espaço relativamente grande onde possam ser colocados e interligados todos os dispositivos. Além dessa dificuldade, outras foram surgindo durante a construção do modelo como as limitações e a incompatibilidade de conexão entre alguns equipamentos eletrônicos. Esses desafios fizeram parte do esforço prático de desenvolvimento e foram solucionados através de vários testes e algumas mudanças nos planos iniciais. Não faremos aqui uma descrição detalhada do processo de tentativa e erro, concentramo-nos apenas na descrição da implementação final, mas reiteramos que foi um grande aprendizado técnico o desenvolvimento de todas as etapas de programação e compatibilização tecnológica do *PRISMA*.

#### 4.1 Descrição

A figura 07, apresentada na próxima página, ilustra todos os elementos e equipamentos que fazem parte do *PRISMA*, que é dividido em 4 partes.

- 1) Intérprete:** área de atuação do intérprete em relação aos instrumentos de percussão que tem à sua disposição;
- 2) Captação:** sensores elétricos, sonoros e visuais que captam informações geradas pelo intérprete;
- 3) Processamento:** dispositivos responsáveis por interpretar as informações captadas e moldar as ações do sistema;
- 4) Sistemas de Amplificação e Projeção:** transformam em estímulos sensoriais as informações que estão sendo geradas pelo sistema. Essas informações são captadas pelo intérprete realimentando o sistema.



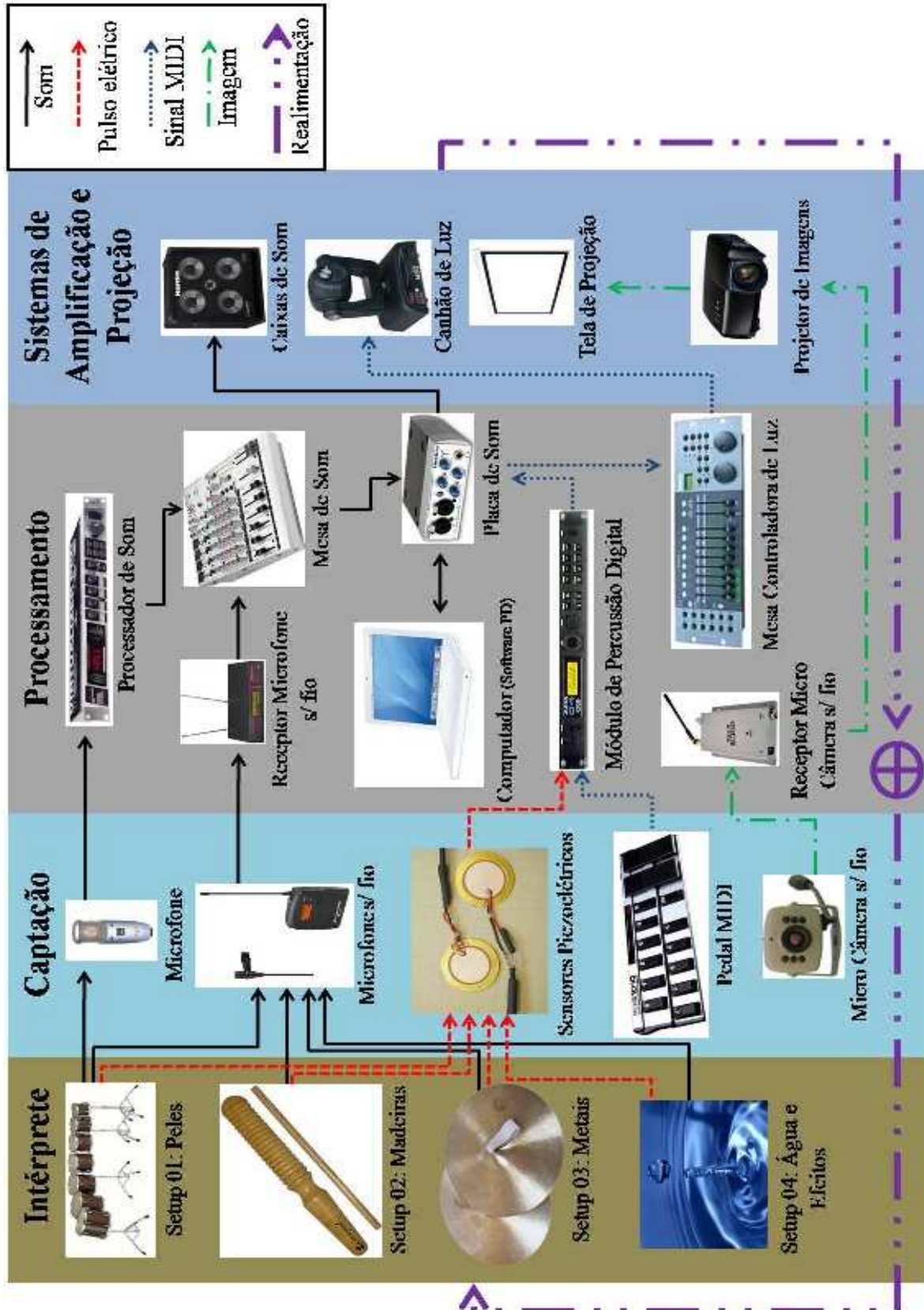


Figura 07: Ilustração do modelo de *Espaço Instrumento: PRISMA*.

#### 4.1.1 Instrumentos de Percussão

No *PRISMA* são utilizados um grande número e variedade de instrumentos de percussão. A instrumentação não é fixa, o intérprete pode utilizar instrumentos diferentes em cada performance realizada.

Os instrumentos de percussão foram divididos em quatro *setups* ou grupo de instrumentos de percussão.

- Setup 01: formado predominantemente por instrumentos de pele como tom-tons, bumbo, surdo, bongô, etc.;
- Setup 02: formado predominantemente por instrumentos de madeira como claves, wood blocks, castanholas, wood chimes, etc.;
- Setup 03: formado predominantemente por instrumentos de metal como pratos, guizos, triângulos, gongos, etc.;
- Setup 04: formado predominantemente por instrumentos de efeito como bacias com água, ganzá, metal chimes, taça de cristal, reco-reco, etc.

Alguns instrumentos podem ser classificados em diferentes categorias. O pandeiro é um exemplo de instrumento que pode ser classificado como pele ou como metal, o reco-reco pode ser classificado como madeira ou como efeitos, e existem muitos outros instrumentos que podem ser classificados em duas ou mais dessas categorias. Assim, pode haver instrumentos de outras famílias dentro dos diferentes *setups*, mas sempre buscando-se uma predominância dos instrumentos das famílias já citadas acima.

#### 4.1.2 Sensores

Os sensores representam o campo sensorial digital do *PRISMA*, como se fossem os órgãos digitais dos sentidos do *Espaço Instrumento*. São responsáveis pela captação das informações e estímulos gerados por todos os agentes do sistema.

#### 4.1.2.1 Pedal MIDI

Trata-se de uma interface MIDI que possibilita a comunicação do intérprete com os dispositivos eletrônicos presentes no *PRISMA*. Esse dispositivo é formado por dez pedais simples que funcionam ao toque do intérprete e que podem ser programados para gerar 127 comandos MIDI diferentes, além de mais dois pedais de expressão. O Pedal MIDI está conectado ao módulo de percussão digital que apenas transfere os comandos MIDI ao computador, sem nenhuma alteração.

A configuração que está sendo utilizada no Pedal MIDI é:

<b>Programa Geral: 00</b>		
<b>Número do Pedal</b>	<b>Comando MIDI Enviado</b>	<b>Ação no <i>PRISMA</i></b>
1	0	Inicia a performance
2	1	Muda o processamento sonoro aplicado ao tape
3	2	Muda o processamento sonoro aplicado aos microfones
4	3	-
5	4	Muda o volume do tape
6	5	Liga e desliga as luzes
7	6	Muda a cena das luzes
8	7	-
9	8	-
10	9	Finaliza a performance

Tabela 09: Configuração do Pedal MIDI e suas funções em *PRISMA*.

#### 4.1.2.2 Microfone

Um microfone (AKG C3000b) é utilizado no setup de peles. Os sons gerados nos instrumentos de pele graves são processados pelo processador de som Virtualizer Pro (vide 4.1.3.3) antes de serem enviados ao computador através de uma mesa de som.

#### 4.1.2.3 Microfone sem Fio

O microfone sem fio fica acoplado ao corpo do intérprete captando todos os sons gerados pela interação com seu corpo ou produzidos nos instrumentos de percussão dos quatro diferentes setups descritos acima. Esses sons são enviados através de uma mesa de som diretamente ao computador.

#### 4.1.2.4 Micro Câmera sem Fio

Também deve estar acoplada ao intérprete gerando aos ouvintes/espectadores imagens próximas da visão focal do intérprete. Essas imagens não são captadas pelo computador e não interferem na saída processada pelo mesmo. Essas imagens interagem no sistema influenciando o próprio intérprete e o público.

#### 4.1.2.5 Sensores Piezoelétricos

Sensores piezoelétricos foram colocados em instrumentos dos quatro diferentes setups de percussão. Quando os instrumentos são percutidos, além da própria produção sonora, os sensores piezoelétricos geram um pulso elétrico enviado a um módulo de percussão digital (vide 4.1.3.1). Esse pulso digitalizado e enviado para o computador via protocolo MIDI, é utilizado para medir o número de ataques produzidos pelo intérprete durante um minuto.

#### 4.1.3 Processadores de Sinal

Os processadores são responsáveis por receber as informações captadas pelos sensores e podem realizar duas funções no *PRISMA*:

1. Codificar um sinal possibilitando o seu processamento por outros processadores. Por exemplo, é o que ocorre no módulo de percussão digital, onde um sinal elétrico é transformado em comando MIDI. Nesse

caso, o módulo de percussão é utilizado apenas como um codificador de sinal.

2. Processar, transformar e gerar novas informações sonoras e visuais.

#### 4.1.3.1 Módulo de Percussão Digital

Trata-se de um módulo de percussão (Alesis D4). Os sinais elétricos emitidos pelos sensores piezoelétricos acoplados nos instrumentos de percussão são recebidos e codificados em comandos MIDI. Estes, por sua vez, são enviados para o computador. A configuração do Módulo de Percussão Digital utilizado no *PRISMA* foi:

<b>Drumset:00</b>		
<b>Canal do Módulo onde está conectado o Sensor Piezoelétrico</b>	<b>Comando MIDI enviado para o computador</b>	<b>Ação no <i>PRISMA</i></b>
01	84	Interfere na probabilidade <sup>32</sup> de ocorrência dos processamentos sonoros nos tapes
02	85	Interfere na probabilidade de escolha dos tapes
03	86	Interfere na probabilidade de escolha dos processamentos sonoros nos microfones
04	76	Interfere na probabilidade de seleção do volume dos tapes

Tabela 10: Configuração do Módulo de Percussão Digital e suas ações em *PRISMA*.

Não foi escolhida uma ordem dos sensores piezoelétricos nos setups de percussão, fazendo com que, em diferentes montagens do *PRISMA*, eles

<sup>32</sup> Nas seções subsequentes, é apresentado como o controle de probabilidade foi utilizado no modelo computacional com o objetivo de mediar as ações do intérprete e a resposta do computador.

estejam em diferentes setups. Assim, em cada performance o intérprete não sabe em qual distribuição de probabilidade ele está interferindo ao tocar nos diferentes setups. O objetivo desse procedimento é evitar que o intérprete passe a prever as reações do sistema às suas ações antes de iniciar a performance com o *PRISMA*. Nesse sentido, em cada performance o intérprete passa por um processo de adaptação às respostas do sistema, o que estimula uma aprendizagem local vinculada à noção de auto-organização com a qual o sistema foi desenvolvido.

#### 4.1.3.2 Mesa Controladora de Luz DMX

Realiza duas funções dentro do *PRISMA*: codificar sinal e realizar processamento. Comandos MIDI são enviados pelo computador para a DMX e ela, por sua vez, manda comandos para o canhão de luz, que projeta luzes e imagens. Essas configurações visuais foram pré-programadas na DMX em quinze bancos com oito cenas em cada um deles. As cenas são imagens que podem ser estáticas ou animadas. A DMX alterna entre as oito cenas de cada banco dentro de um tempo predeterminado pela programação. No *PRISMA*, as cenas são trocadas a cada trinta segundos.

Os comandos MIDI enviados pelo computador mudam o banco e a cena. Quando um comando MIDI está dentro do mesmo banco a mudança ocorre apenas na cena. Quando o número do comando é referente a uma cena de outro banco, trocas automáticas de cenas ocorrem entre as oito cenas referentes a esse novo banco.

A mesa está configurada da seguinte maneira:

<b>Banco</b>	<b>Comando MIDI Recebido</b> <b>Cenas de 1 a 8</b>	<b>Posição do canhão de luz</b>
01	0 a 7	Setup 01
02	8 a 15	Setup 02
03	16 a 23	Setup 01
04	24 a 31	Setup 03
05	32 a 39	Setup 04
06	40 a 47	Setup 04
07	48 a 55	Setup 02
08	56 a 63	Setup 03
09	64 a 71	Setup 04
10	72 a 79	Setup 01
11	80 a 87	Setup 04
12	88 a 95	Setup 03
13	96 a 103	Setup 02
14	104 a 111	Setup 01
15	112 a 119	Setup 02
	126	Blackout

Tabela 11: Configuração da Mesa Controladora de Luz (DMX) e suas ações no *PRISMA*.

#### 4.1.3.3 Processador de Som

O processador de som Behringer Virtualizer Pro (DSP20024P) é utilizado para transformar os sons gerados nos instrumentos graves do setup de percussão (peles) antes de serem enviados para o computador, onde sofrerão outras transformações. O processador de som possui aproximadamente duzentos tipos de processamentos sonoros que podem ser selecionados manualmente no *PRISMA*. Inicialmente utilizamos apenas o processamento “U6” (espécie de reverberação).

O processamento sonoro utilizado no *PRISMA* torna os sons dos tambores graves mais penetrantes e com uma sonoridade de tambor eletrônico com muita reverberação.

#### 4.1.3.4 Computador com o software Pure Data (Pd)

O intérprete e o computador são os principais agentes do sistema. No *PRISMA*, o computador funciona como o principal equipamento de processamento dos sinais gerados pelo intérprete e é responsável pela geração da maioria das informações que serão reproduzidas pelos equipamentos de projeção e amplificação do sistema.

É no computador que, com a utilização de patches de interação em tempo real programados no ambiente Pure Data (Pd), as informações do intérprete podem ser analisadas e influenciar a parte eletrônica do sistema de maneira direta ou indireta. Este fluxo informacional é o principal produtor de emergência no sistema. A seção 4.2 *Programação do PRISMA* será totalmente dedicada a explicar a programação e interações que ocorrem no computador através do software Pd. A programação desenvolvida veio através do estudo de programação do próprio pesquisador que, ao mesmo tempo em que ampliou os aspectos conceituais, desenvolveu um estudo de programação.

#### 4.1.4 Equipamentos de Projeção e Amplificação

É através dos equipamentos de projeção e amplificação que as informações processadas e geradas pelos processadores são traduzidas em informações sonoras e visuais, que irão influenciar todos agentes do sistema (espectadores, intérprete e computador).

##### 4.1.4.1 Canhão de Luz

O canhão de luz utilizado é o modelo *Moving Head Neo 255 - American Pro* que, controlado pelo computador e pela mesa controladora de luz (DMX), é capaz de girar 180 graus, possui nove cores mais o branco, além de uma grande variedade de efeitos de iluminação.



No *PRISMA*, o canhão de luz é utilizado para indicar o setup no qual o intérprete deve tocar projetando diferentes luzes, formas e efeitos nos instrumentos. Essas informações visuais influenciam o intérprete, além de serem captadas pela microcâmera que está acoplada ao intérprete, e serem projetadas pelo projetor de imagens em uma tela de projeção.

#### 4.1.4.2 Projetor de Vídeo

Como já foi citado acima, são projetadas numa tela as imagens que são captadas pela microcâmera acoplada ao intérprete. Essas informações visuais não são processadas pelo computador e dispositivos eletrônicos, porém influenciam espectadores e intérprete.

#### 4.1.4.3 Sistema de Amplificação

O sistema de amplificação é formado por duas caixas amplificadas, que podem ser ampliadas para um sistema quadrifônico. Essas caixas fazem a difusão sonora dos instrumentos acústicos tocados pelo intérprete, do processamento sonoro em tempo real e dos sons pré-gravados ou gravados em tempo real e que também são processados pelo computador antes de serem amplificados.

## 4.2 Programação do *PRISMA*

Essa seção trata da parte de programação realizada no software Pure Data (Pd) e que é responsável pela maior parte das interações e processamentos sonoros realizados no *PRISMA*.

Antes de passarmos para a apresentação e descrição dos *patches*<sup>33</sup> desenvolvidos durante essa pesquisa, apresentamos na figura 08 um diagrama

---

<sup>33</sup> Trata-se de um termo amplamente difundido entre os programadores de Pd que tem o sentido de identificar um módulo de programação do sistema. Dentro desse contexto, os programas em Pd possuem vários níveis e camadas recorrentes, criando a relação de patches e sub-patches. Mais informações podem ser encontradas em [www.puredata.org](http://www.puredata.org).

onde estão ilustrados em forma de fluxograma os procedimentos e conexões existentes no modelo de *Espaço Instrumento* desenvolvido. Entender as conexões dos equipamentos eletrônicos envolvidos no *PRISMA* irá auxiliar na compreensão de como se dá o processamento realizado pelo computador.

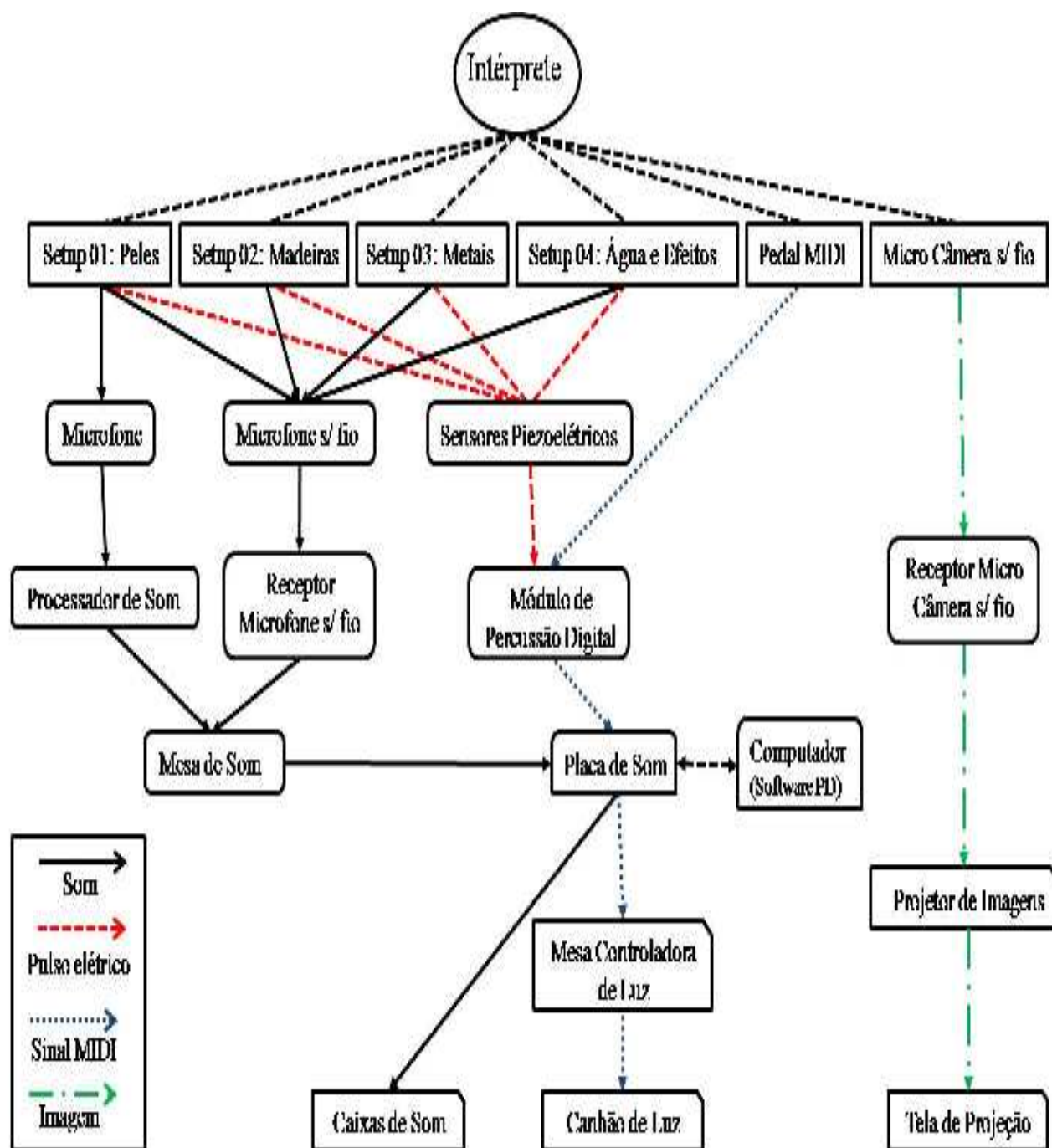


Figura 08: Diagrama das Conexões existentes em *PRISMA*.

#### 4.2.1 Estrutura

A programação do *PRISMA* é formada por um grupo de treze *patches* e dez trechos musicais. Os trechos musicais são divididos em dois grupos, o primeiro é formado por seis trechos musicais pré-gravados (cada um com duração de cerca de um minuto), e o segundo grupo é formado por quatro trechos musicais (cada um com duração de um minuto) que são gravados em tempo real durante a performance. Os trechos gravados em tempo real são tocados uma única vez e substituídos por novas gravações em seguida. A maneira como o material pré-gravado foi construído já foi apresentada no terceiro capítulo desta tese.

A figura 09 mostra a lista e os nomes dos treze *patches* que foram desenvolvidos na implementação do *PRISMA*:
























Name	Date modified	Type	Size
 1	31/07/2009 17:52	Wave Sound	17.434 KB
 2	31/07/2009 17:53	Wave Sound	16.113 KB
 3	31/07/2009 17:54	Wave Sound	16.160 KB
 4	31/07/2009 17:55	Wave Sound	17.218 KB
 5	31/07/2009 17:56	Wave Sound	15.554 KB
 6	31/07/2009 17:57	Wave Sound	16.668 KB
 contapulsotempo	16/08/2009 12:58	Pure Data	1 KB
 controleprobabilidade	16/08/2009 16:56	Pure Data	3 KB
 controlevolume	05/01/2010 11:49	Pure Data	2 KB
 gravador1	16/08/2009 13:20	Pure Data	2 KB
 gravador2	16/08/2009 13:23	Pure Data	2 KB
 gravador3	16/08/2009 13:26	Pure Data	2 KB
 gravador4	16/08/2009 13:30	Pure Data	2 KB
 luz	16/08/2009 13:32	Pure Data	1 KB
 Principal	05/01/2010 12:23	Pure Data	7 KB
 probabilidade	18/08/2009 16:38	Pure Data	3 KB
 processamentos	16/08/2009 13:16	Pure Data	5 KB
 record1	05/08/2009 19:56	Wave Sound	10.336 KB
 record2	06/08/2009 17:24	Wave Sound	10.336 KB
 record3	06/08/2009 18:47	Wave Sound	10.336 KB
 record4	06/08/2009 17:25	Wave Sound	10.336 KB
 tape	16/08/2009 13:39	Pure Data	4 KB
 volume	05/01/2010 11:57	Pure Data	2 KB

Figura 09: Lista de *patches* e trechos musicais utilizados no *PRISMA*.

#### 4.2.2 Patches Desenvolvidos - Patch *Principal*

O patch *Principal* é responsável pelo gerenciamento, conexão e funcionamento de todos os patches existentes. Ele é o único patch que precisa estar aberto para que as interações possam acontecer e o processo interativo funcionar.

Nas próximas duas páginas apresentamos imagens do patch *Principal*. Na primeira imagem vemos o patch *Principal* completo e, na segunda imagem, uma divisão em seis grandes partes, o que facilitará a descrição de suas funções:

- Parte 01 – Ativação do PRISMA;
- Parte 02 – Processamento do áudio dos microfones;
- Parte 03 – Volume dos tapes;
- Parte 04 – Escolha dos tapes;
- Parte 05 – Processamento do áudio dos tapes;
- Parte 06 – Controle das Luzes.

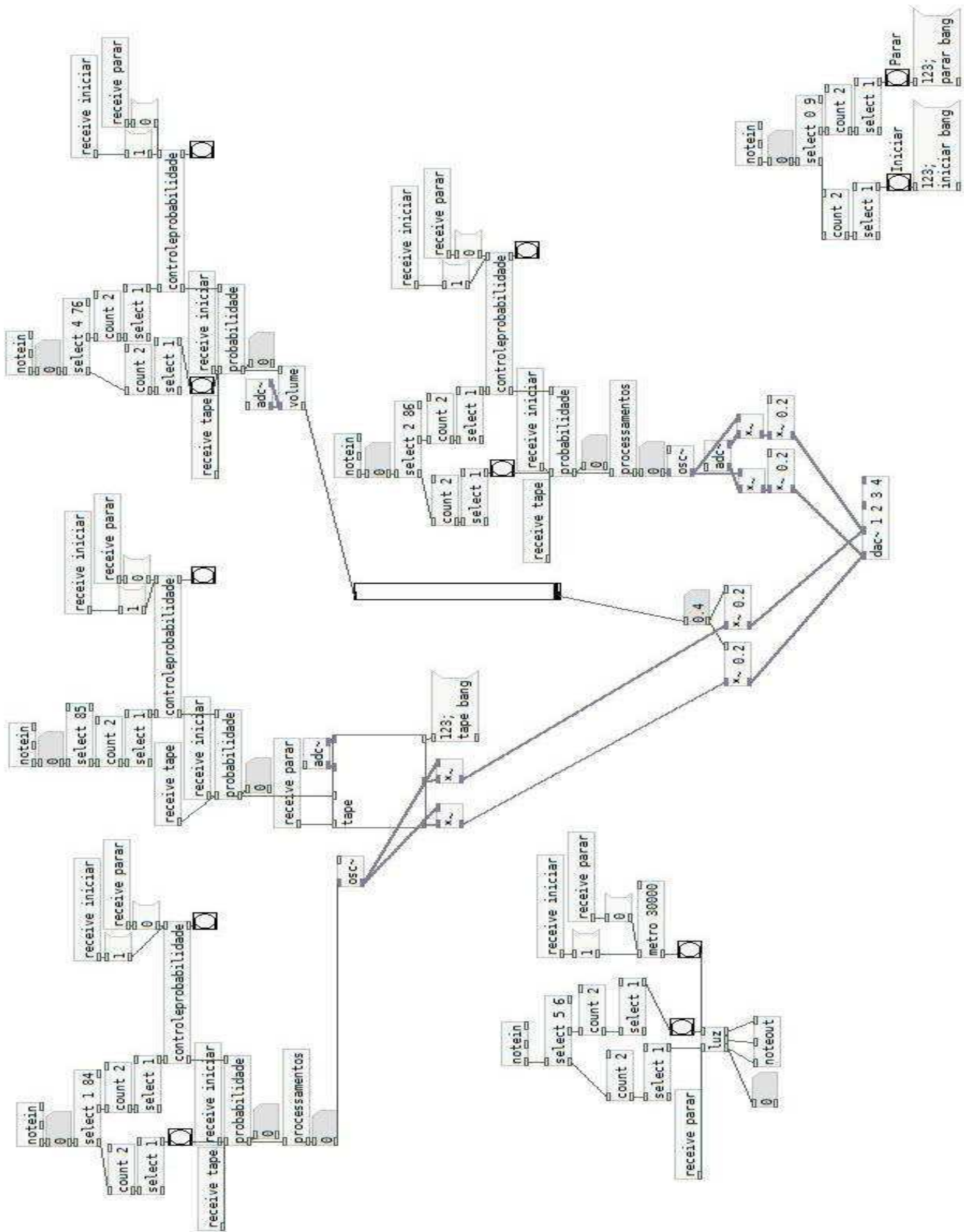


Figura 10: Patch *Principal*.



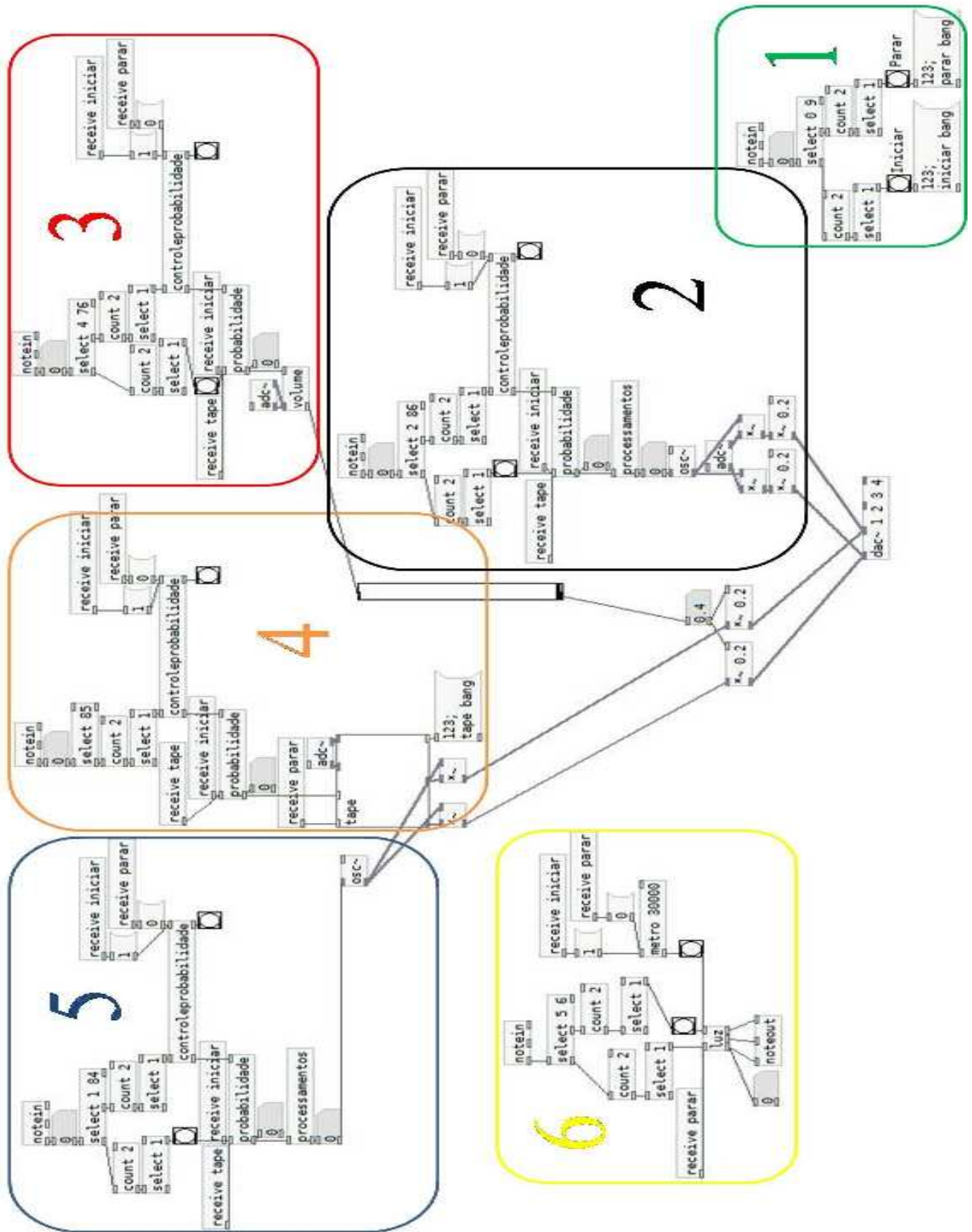


Figura 11: Divisão do Patch *Principal* em seis partes.

#### 4.2.2.1 Parte 01 – Ativação do PRISMA

A primeira parte do patch *Principal* é responsável por ligar e desligar toda a parte sonora do sistema. Um comando MIDI (0) enviado a partir do Pedal MIDI é recebido e toda a parte sonora do patch é iniciada. O comando MIDI (9), também enviado a partir do Pedal MIDI, desliga toda a parte sonora e toda a parte de luz do sistema.

Quando o Pedal MIDI é acionado, um comando MIDI é enviado duas vezes para o computador. Desse modo, foi necessário criar um filtro para que, em cada vez que o pedal fosse acionado, o computador recebesse apenas um comando. Caso contrário, seriam iniciados dois eventos iguais cada vez que o pedal fosse acionado. Por exemplo, no caso do canhão de luz, se enviarmos duas vezes o sinal de desligar, o DMX desliga e liga novamente a luz. O filtro é vital para que a luz possa funcionar automaticamente quando o pedal é acionado.

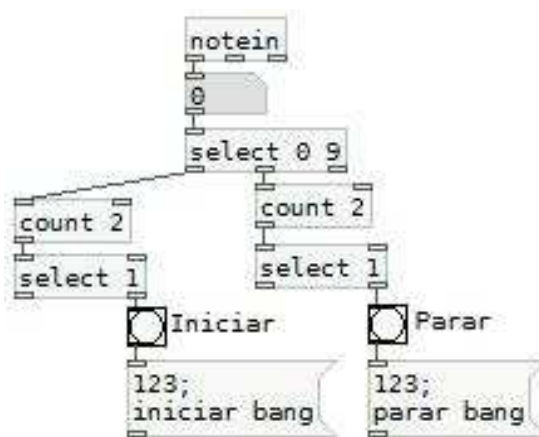


Figura 12: Parte 01 do patch *Principal*.

#### 4.2.2.2 Parte 02 – Processamento do áudio dos microfones

A segunda parte do patch *Principal* controla a seleção dos processamentos sonoros que serão aplicados no som que está sendo captado pelo microfone sem fio e o(s) microfone(s) dos instrumentos. O som que chega à entrada de áudio do Pd é o som original dos instrumentos de percussão e do

intérprete através do microfone sem fio e o som já pré-processado dos instrumentos graves do setup de peles.

Estão programados dez processamentos sonoros e eles são trocados sempre que o comando MIDI (2) é enviado a partir do Pedal MIDI ou todas as vezes que o trecho ou tape<sup>34</sup> muda. A mudança do tape ocorre, aproximadamente, num intervalo de sessenta segundos. Os processamentos sonoros são dez configurações de mudanças nas frequências sonoras do som, essas mudanças de frequência ocorrem através de modulação de anel<sup>35</sup> (ring modulation) e serão detalhadas na seção (4.2.3 Patch *processamentos*).

A mudança de processamento sonoro é escolhida através de probabilidades relacionadas ao número de ataques que o intérprete realiza nos instrumento de percussão que possuem sensores piezoelétricos acoplados. Todo o processo de controle através de distribuição de probabilidade será explicado na seção (4.2.4 Patches *controleprobabilidade e probabilidade*).

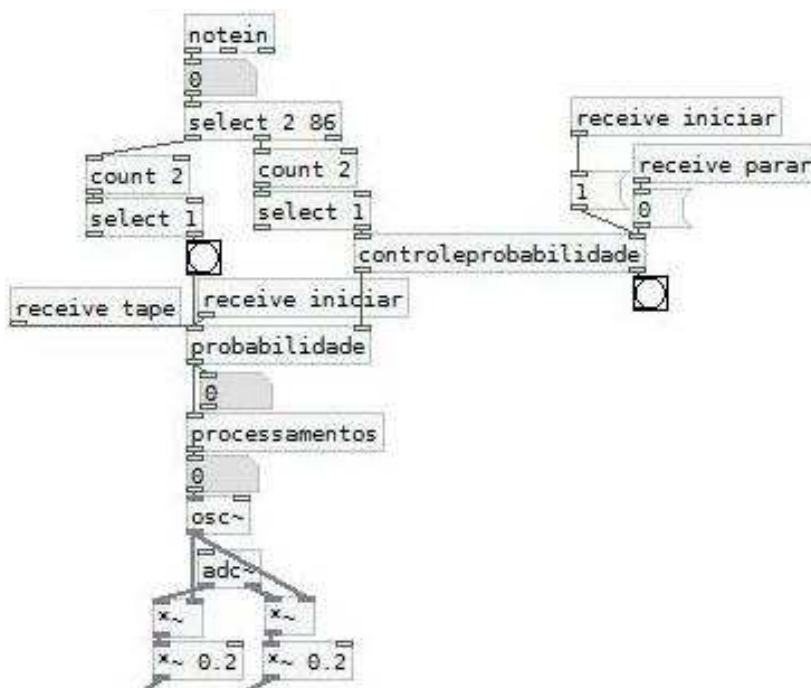


Figura 13: Parte 02 do patch *Principal*.

<sup>34</sup> Nesse capítulo, utilizamos o termo “tape” para determinar os trechos pré-gravados e os trechos gravados em tempo real que são armazenados na memória do computador.

<sup>35</sup> Modulação de anel é um caso particular de modulação de amplitude. Esse processamento provoca modificações na frequência e no espectro no som processado.



#### 4.2.2.3 Parte 03 – Volume dos tapes

A terceira parte do patch *Principal* controla o volume dos trechos musicais que são executados pelo computador. Assim, como nos processamentos sonoros, as trocas de volume são controladas pelos patches *controleprobabilidade* e *probabilidade*, que serão tratados na seção (4.2.4).

As mudanças ocorrem sempre que o tape (trechos pré-gravados) inicia uma nova etapa ou quando o comando MIDI (4) é enviado a partir do Pedal MIDI.

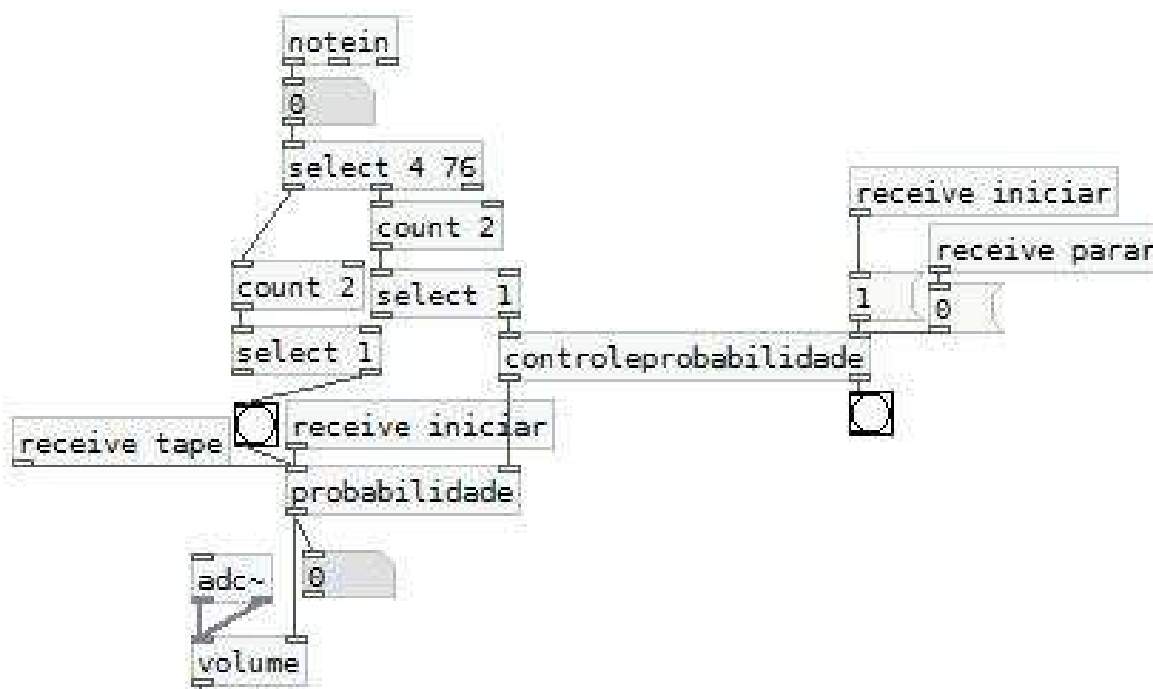


Figura 14: Parte 03 do patch *Principal*.

Existem dez possibilidades de volume e são controladas pelo patch *volume*.

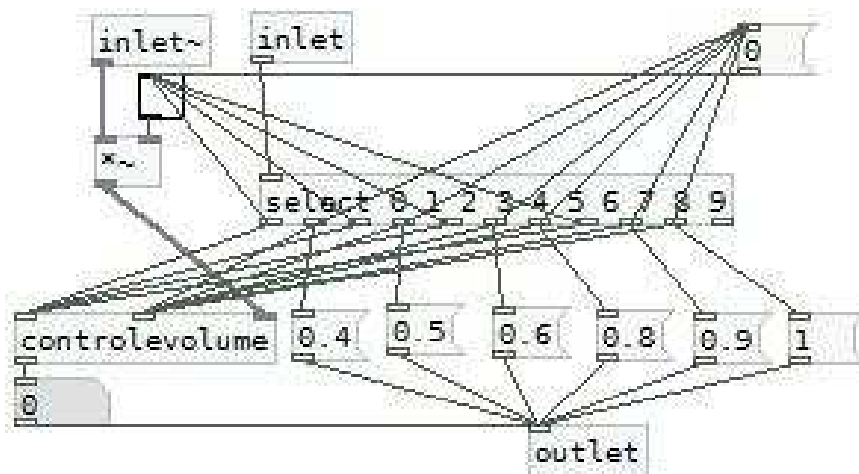


Figura 15: Patch *volume*.

O controle de probabilidade (vide seção 4.2.4) irá enviar números entre 0 e 9 para o patch *volume*. Esses números são selecionados e disparam os seguintes volumes:

Número recebido	Volume enviado
0, 2, 4 e 7	Disparam o patch <i>controlevolume</i>
1	0.4 (menor dinâmica)
3	0.5
5	0.6
6	0.8
8	0.9
9	1.0 (maior dinâmica)

Tabela 12: Volumes controlados pelo patch *volume*.

Como pode ser observado na tabela anterior, os valores 0, 2, 4 e 7 disparam um outro patch para controlar o volume. Esse patch chamado *controlevolume* foi desenvolvido com um algoritmo de controle automático de volume ou ganho. Este patch utiliza a intensidade dos sons que estão chegando pelos microfones e faz o volume do tape adaptar-se de acordo com ela. Assim, se o intérprete toca forte o volume do tape será forte e se o intérprete tocar piano o volume do tape irá diminuir.

Este processo inserido na programação foi desenvolvido com o objetivo de simular o conceito de adaptação do computador à dinâmica do intérprete. Como tal, ele pode representar mais um canal de possível emergência do sistema. Neste sentido o PRISMA foi projetado e representa um estudo novo no processo de interação entre intérprete e computador. A partir dos processos aqui estudados, outros modelos mais complexos poderão ser utilizados como, por exemplo, o desenvolvimento de um sistema de probabilidade com capacidade de memória como Cadeias de Markov. Em (Bevilacqua et all, 2009), o método de HMM (*Hidden Markov Model*) é utilizado para reconhecimento de padrões gestuais com objetivo de identificar as similaridades entre gestos gravados e gestos de performance e criar uma concatenação entre os dois levando a possibilidade de predição da evolução do gesto corrente.

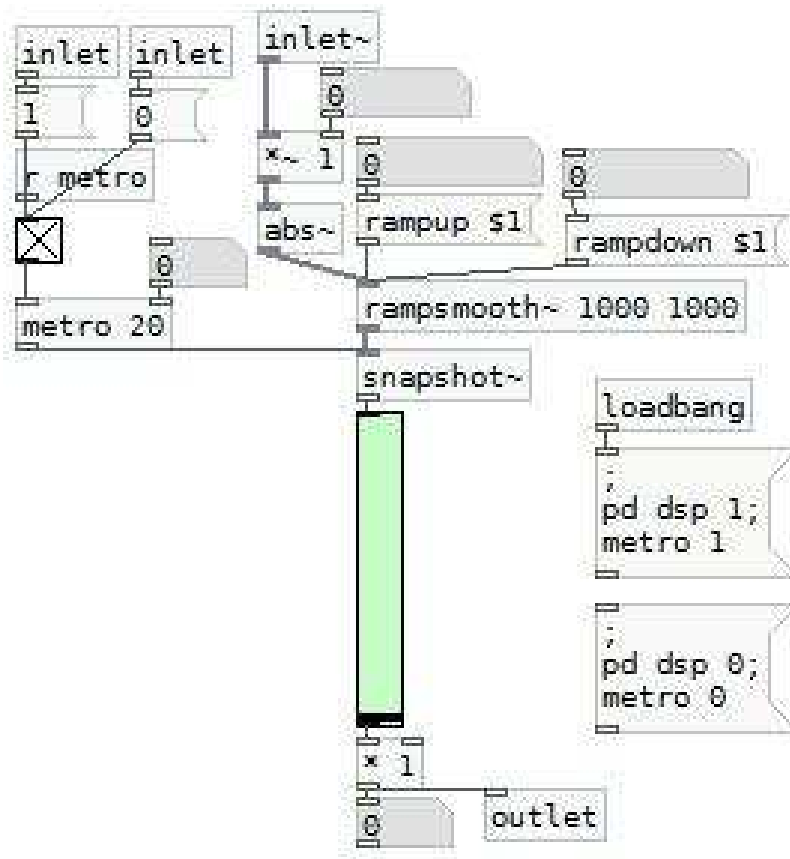


Figura 16: Patch *controlevolume*.

#### 4.2.2.4 Parte 04 – Escolha dos tapes

A quarta parte do patch *Principal* é responsável por tocar os dez trechos musicais (aqui chamados de tapes). Um novo tape é iniciado sempre que outro tape termina. A escolha do tape a ser tocado é controlado pelos patches *probabilidade* e *controleprobabilidade* (vide seção 4.2.4).

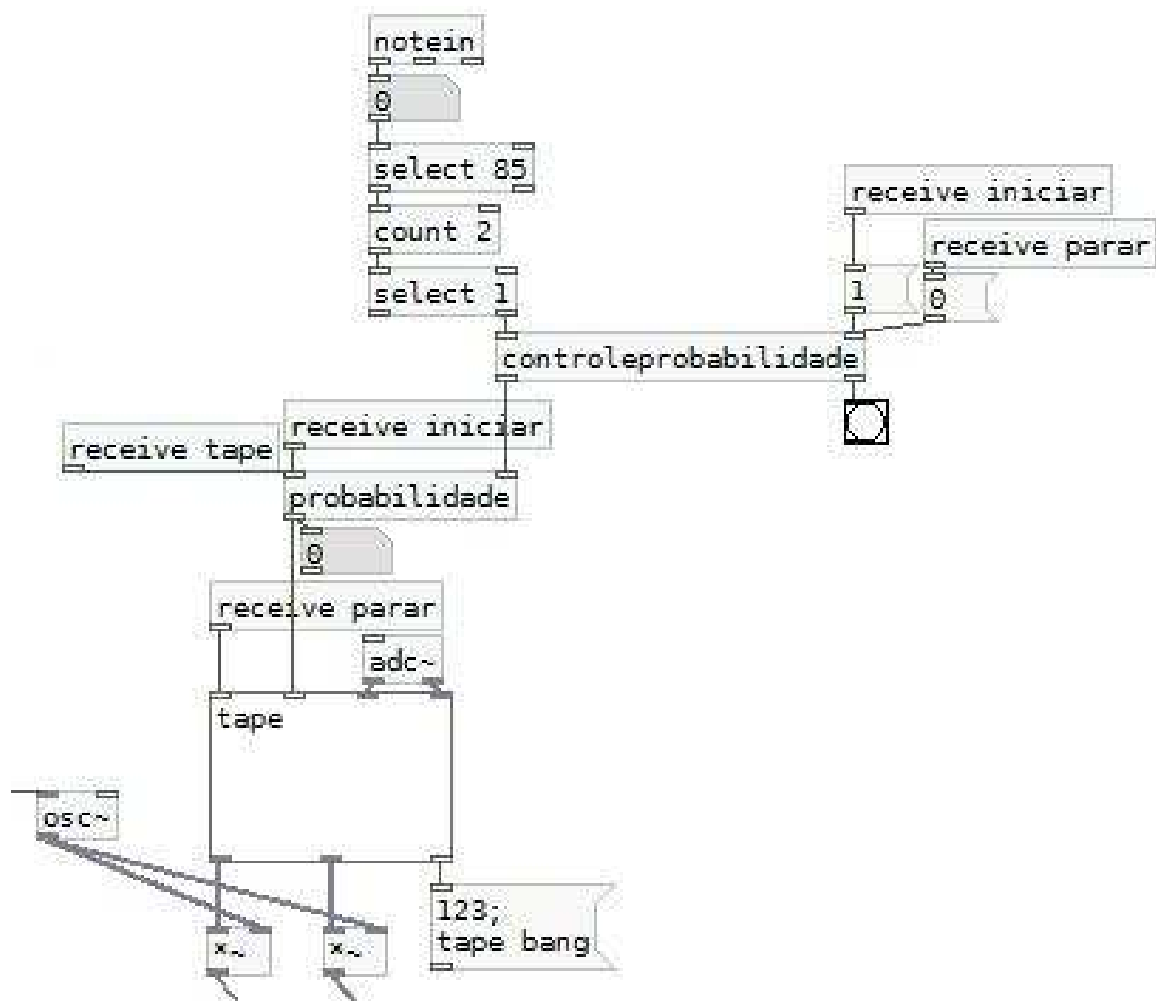


Figura 17: Parte 04 do patch *Principal*.

É o patch *tape* que está dentro da quarta parte do patch *Principal* que, a partir dos números (0-9) gerados pelo controle de probabilidade, irá executar um dos dez tapes possíveis.

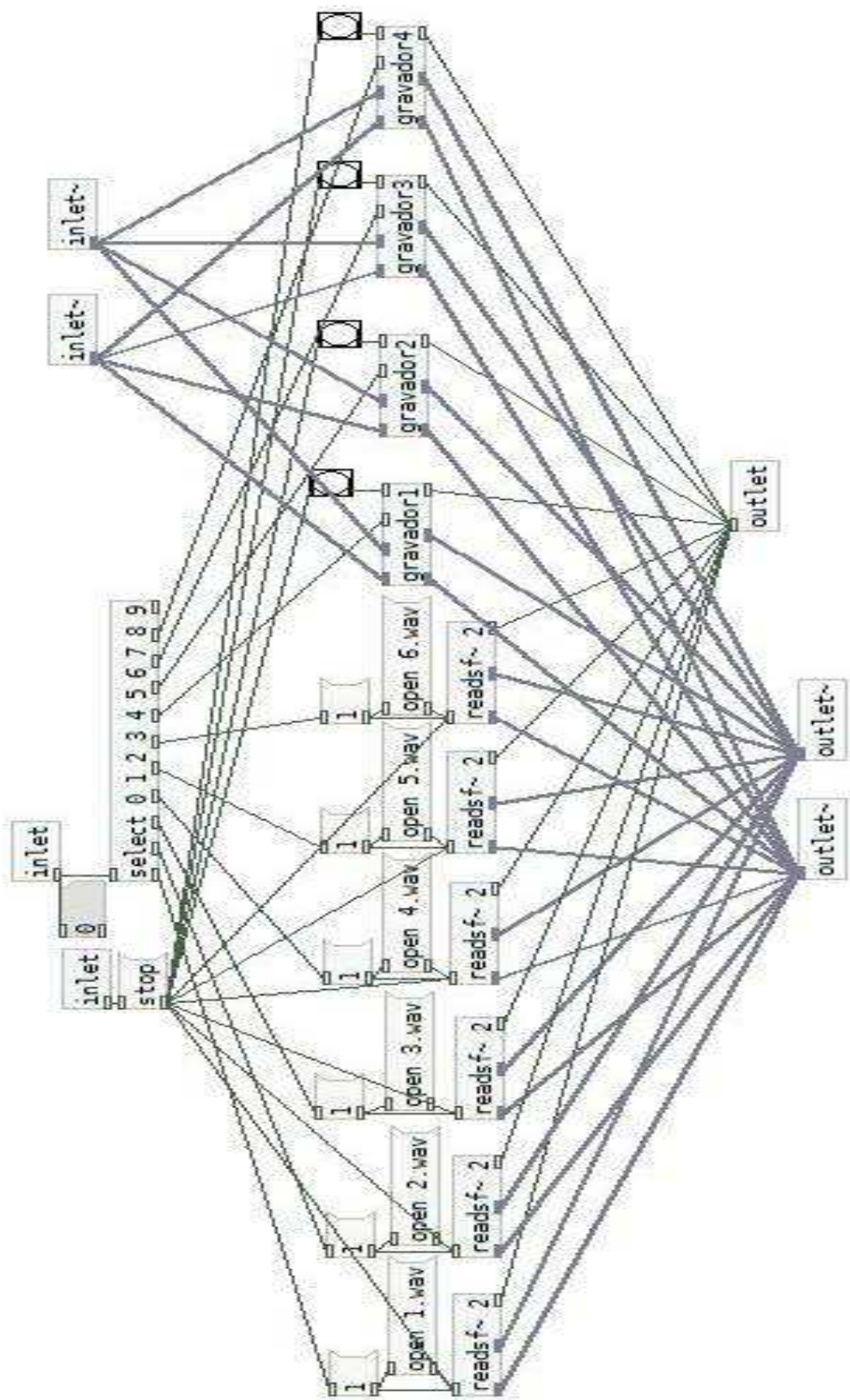


Figura 18: Patch Tape.

A seleção dos tapes a serem executados em relação aos números gerados pelo controle de probabilidade se dá a partir da seguinte tabela:

Número Recebido	Tape Executado
0	1.wav
1	2.wav
2	3.wav
3	4.wav
4	5.wav
5	6.wav
6	record1.wav
7	record2.wav
8	record3.wav
9	record4.wav

Tabela 13: Tapes controlado pelo patch *tape*.

No início das performances, sempre que são selecionados tapes gravados em tempo real, são tocados trechos de performances anteriores que ficaram gravados no disco rígido do computador. Esse recurso está relacionado à noção de memória sonora, que já foi discutida no terceiro capítulo. Os quatro tapes gravados em tempo real são controlados pelos patches *gravador1*, *gravador2*, *gravador3* e *gravador4*, que são idênticos, apenas mudando a numeração.

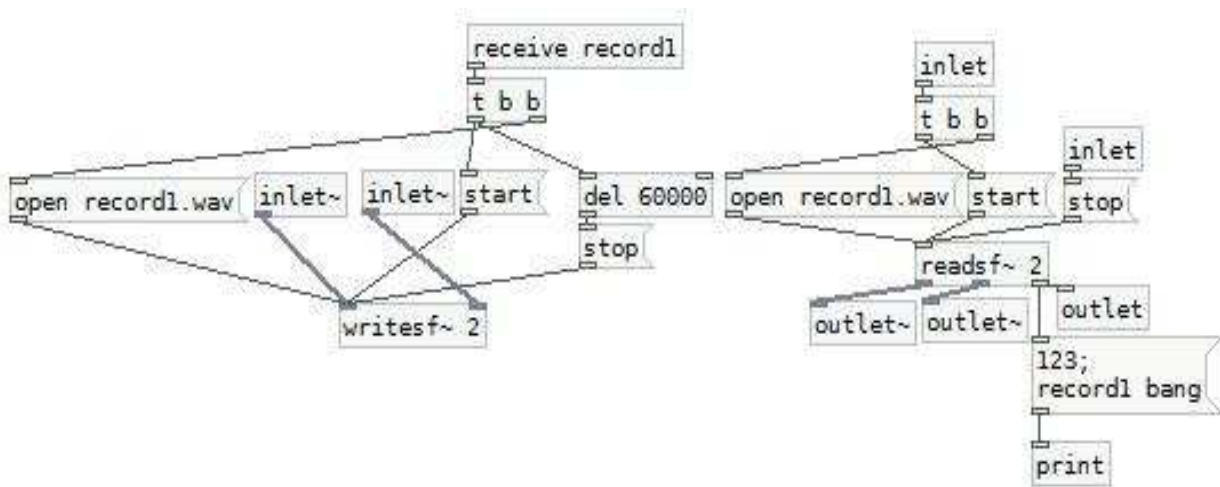


Figura 19: Patch *gravador1*.

#### 4.2.2.5 Parte 05 – Processamento do áudio dos tapes

A quinta parte do patch *Principal* é responsável pelos processamentos sonoros que serão aplicados nos tapes durante suas execuções. Os processamentos sonoros aplicados aos tapes são os mesmos aplicados no som dos microfones, que também são controlados pelo patch *processamentos* (vide seção 4.2.3). A seleção dos processamentos sonoros também é feita pelo controle de probabilidade (vide seção 4.2.4).

Um novo processamento sonoro é selecionado sempre que um novo tape é iniciado ou quando o comando MIDI (1) é enviado a partir do Pedal MIDI. Por alguns instantes pode ocorrer sobreposição de dados provenientes de dois processamentos sonoros diferentes, isso causa mudanças abruptas no objeto `osc~`, resultando em alterações mais drásticas no sinal processado.

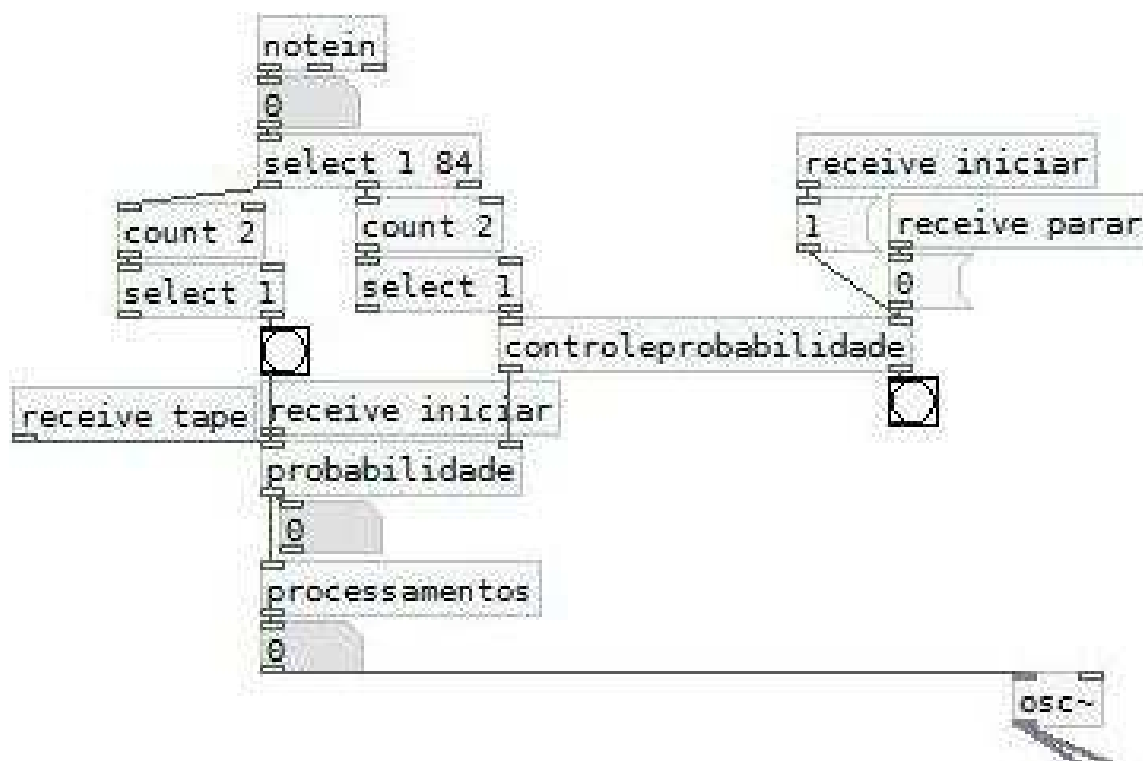


Figura 20: Parte 05 do patch *Principal*.

#### 4.2.2.6 Parte 06 – Controle das Luzes

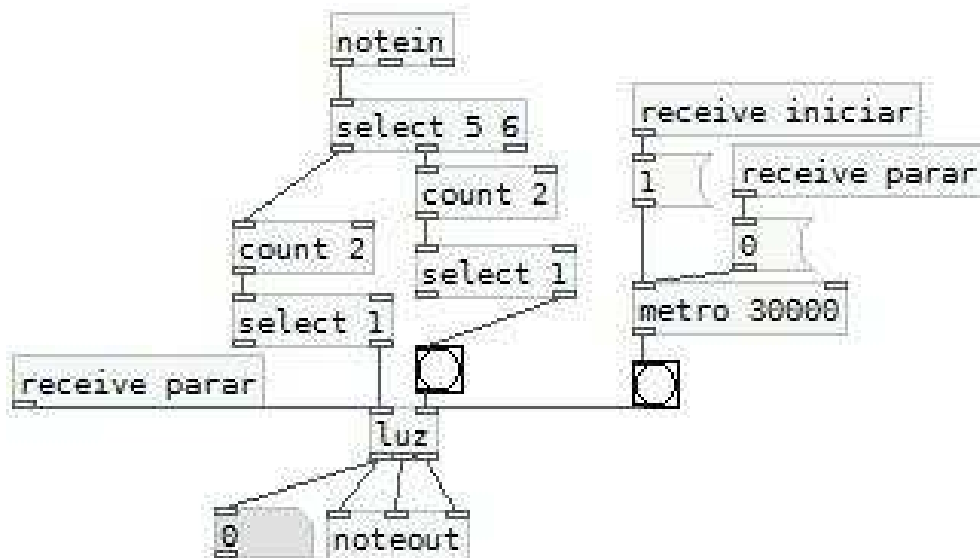


Figura 21: Parte 06 do patch *Principal*.

A sexta e última parte do patch *Principal* é responsável pela comunicação com a mesa controladora de luz e, por consequência, com o canhão de luz.

As cenas são alteradas a cada trinta segundos ou sempre que o comando MIDI (6) for enviado a partir do Pedal MIDI (vide subseção 4.1.3.2 *Mesa controladora de Luz DMX* e Tabela 09). O pedal também é utilizado para ligar e desligar as luzes enviando o comando MIDI (5). A seleção dos comandos MIDI enviados é aleatória e feita pelo patch *luz*.

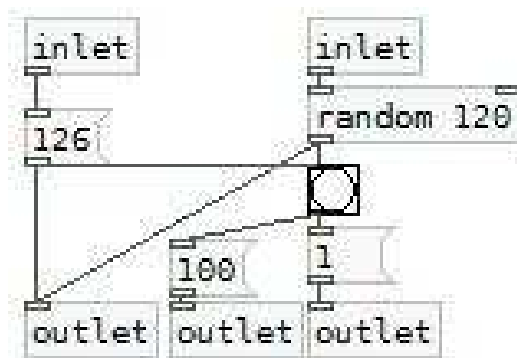


Figura 22: Patch *luz*.



#### 4.2.3 Patch *processamentos*

O patch *processamentos* aparece na parte dois e parte cinco do patch *Principal* e é responsável pelos processamentos sonoros que são aplicados ao som dos microfones (parte dois) e no áudio do tape (parte cinco).

Os processamentos sonoros aplicados são variações na frequência dos sons. O principal processamento sonoro do patch é uma derivação de modulação em frequência conhecido como modulação de anel (ring modulation). Diferente de um processo de síntese FM, o processamento aqui desenvolvido cria um conjunto de distorções no sinal processado. O caráter sonoro dessas transformações sonoras é no sentido de ampliar o espectro sonoro do som processado ou de deslocar a frequência fundamental, gerando uma espécie de Efeito Doppler<sup>36</sup>.

Há um conjunto de dez diferentes possibilidades de processamento sonoro que podem ser uma simples alteração na frequência do som que se mantém durante todo o período; a não alteração, mantendo o som natural dos microfones ou do tape ou variações (glissandos) do grave para o agudo; agudo para o grave e movimento ziguezague. Esses movimentos das frequências podem ser realizados em velocidades mais rápidas ou mais lentas.

---

**Efeito Doppler** é uma característica observada nas ondas quando emitidas ou refletidas por um objeto que está em movimento com relação ao observador. Ondas emitidas por objetos estáticos se propagam em todas as direções de maneira uniforme. Quando um objeto está em movimento as ondas emitidas estão em pontos diferentes ao longo da trajetória, isto implica que cada onda emitida está mais próxima da onda anteriormente emitida, logo seu comprimento de onda tem um valor diferente dependendo do ponto onde se observe a onda. O comprimento de onda observado é maior ou menor conforme sua fonte se afaste ou se aproxime do observador. Pode se concluir também que se o comprimento de onda variar, a sua frequência varia também.

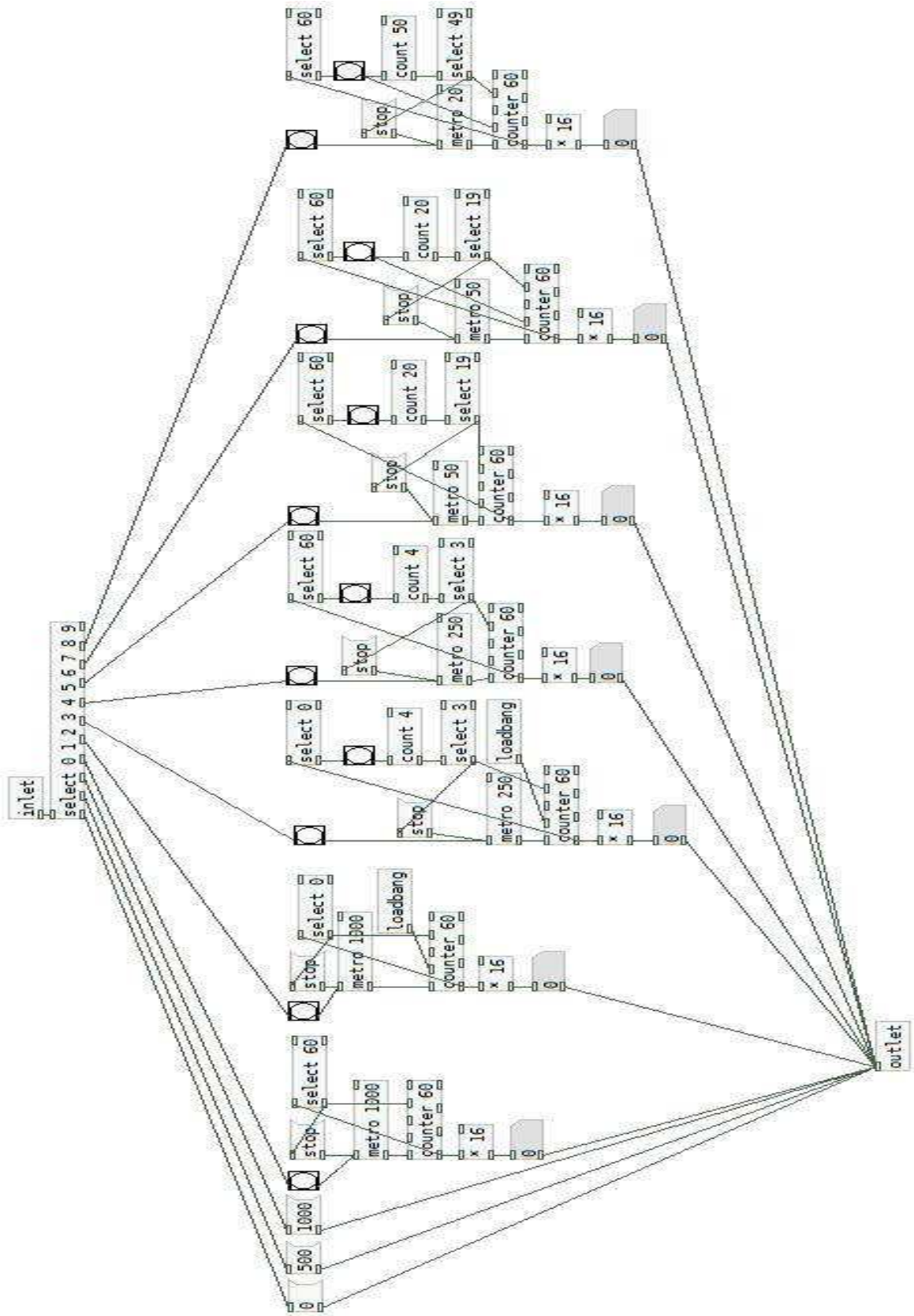


Figura 23: Patch *processamentos*.

#### 4.2.4 Patches *controleprobabilidade* e *probabilidade*

Os patches *controleprobabilidade* e *probabilidade*, tratados nessa seção, possuem uma função muito importante no *PRISMA*, pois são responsáveis pelo processo adaptativo com o qual o intérprete e o computador dialogam.

Como discutido anteriormente no terceiro capítulo, no *PRISMA* utilizamos elementos do sistema para controlar uma distribuição de probabilidades dependente de ações decorrentes da improvisação do intérprete. A determinação da probabilidade de eventos futuros gerados pelo computador está sujeita a uma interação dinâmica. O computador muda a expectativa dos seus eventos futuros de acordo com interferências geradas pelo intérprete.

O patch *controleprobabilidade* é responsável pela leitura das informações vindas do intérprete.

Sensores piezoelétricos acoplados a instrumentos dos quatro setups de percussão enviam impulsos elétricos ao módulo de percussão digital que os transforma em comandos MIDI, que são recebidos e contados pelo patch *controleprobabilidade*. O patch conta o número de pulsos/ataques realizados a cada minuto (60 segundos) através do patch *contapulsotempo*.

Segundo a implementação, quando o número de ataques for qualquer número diferente de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 é desprezado. Assim, se o número de ataques estiver entre dois desses números, a saída selecionada será a do número anterior. Por exemplo, se o número de ataques realizado pelo intérprete em 60 segundos for 15, que está entre os números 10 e 20, o número selecionado será o 10.

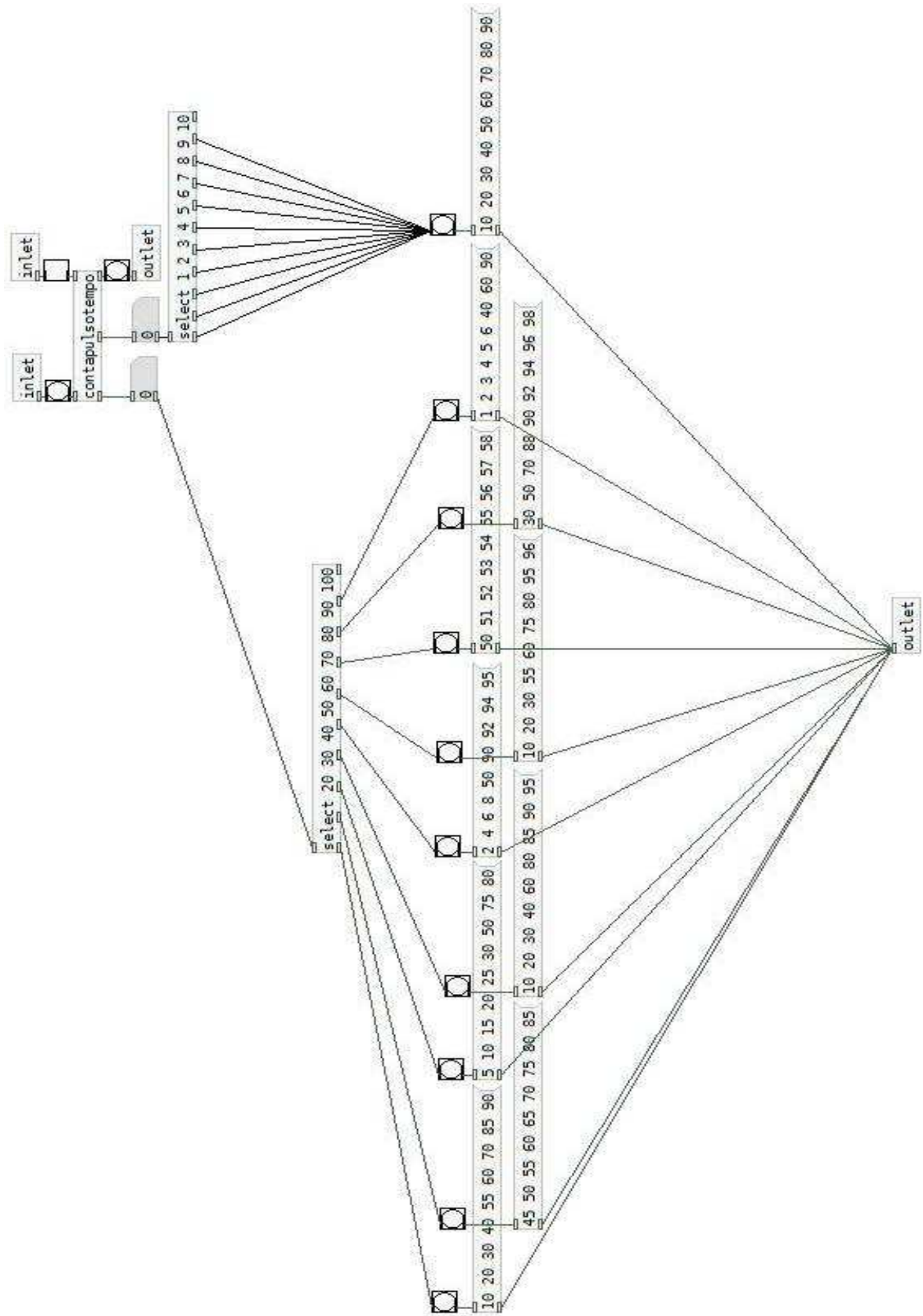


Figura 24: Patch *controleprobabilidad*.

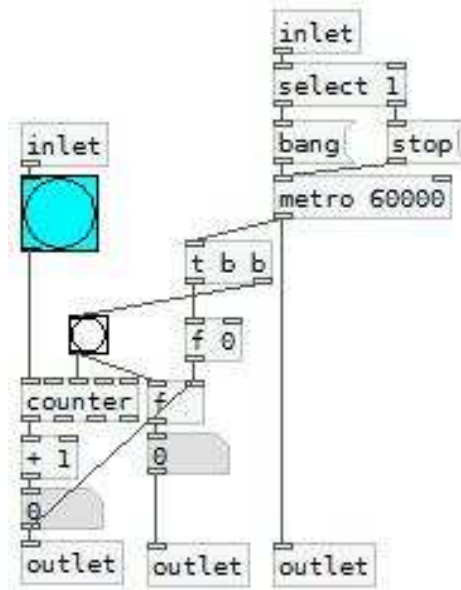


Figura 25: Patch *contapulsotempo*.

A quantidade de pulsos realizados no período vai determinar a nova distribuição de probabilidade através da seleção de pacotes com nove números que serão enviados ao patch *probabilidade*, como descrito na seção 3.3.3 do capítulo anterior. Para o computador controlar a distribuição de probabilidade apresentada na Tabela 08 da seção 3.3, os percentuais tiveram que ser transformados numa lista (pacotes) de valores numéricos entre 0 e 100.

A tabela a seguir mostra a relação do número de ataques realizados pelo intérprete e os valores dos pacotes de nove números selecionados. Devido ao funcionamento do objeto *moses*, que realiza a filtragem dos números, o número 100 presente na coluna 9 não precisa ser enviado no pacote que vai para o patch *probabilidade*.

O mecanismo matemático envolvido trata-se de um teorema de probabilidade que foge ao escopo desta tese. Basicamente, os valores da Tabela 14 representam a soma acumulada de cada percentual. Dada uma linha da Tabela 14, cada uma das colunas à direita é gerada pela soma do valor da célula anterior com o percentual da célula atual, conforme os valores percentuais apresentados na Tabela 08 do terceiro capítulo. Os gráficos apresentados nas figuras 26 e 27 apresentam a relação entre as linhas da Tabela 08 e da Tabela 14.

Possibilidades →	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nº de Ataques ↓ (60 segundos)										
<b>1-19</b>	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>20-29</b>	10	20	30	40	55	60	70	85	90	100
<b>30-39</b>	45	50	55	60	65	70	75	80	85	100
<b>40-49</b>	5	10	15	20	25	30	50	75	80	100
<b>50-59</b>	10	20	30	40	60	80	85	90	95	100
<b>60-69</b>	2	4	6	8	50	90	92	94	95	100
<b>70-79</b>	10	20	30	55	60	75	80	95	96	100
<b>80-89</b>	50	51	52	53	54	55	56	57	58	100
<b>90-99</b>	30	50	70	88	90	92	94	96	98	100
<b>&gt;=100</b>	1	2	3	4	5	6	40	60	90	100

Tabela 14: Pacotes de números selecionados de acordo com o número de ataques realizados pelo intérprete nos instrumentos com sensores piezoelétricos acoplados.

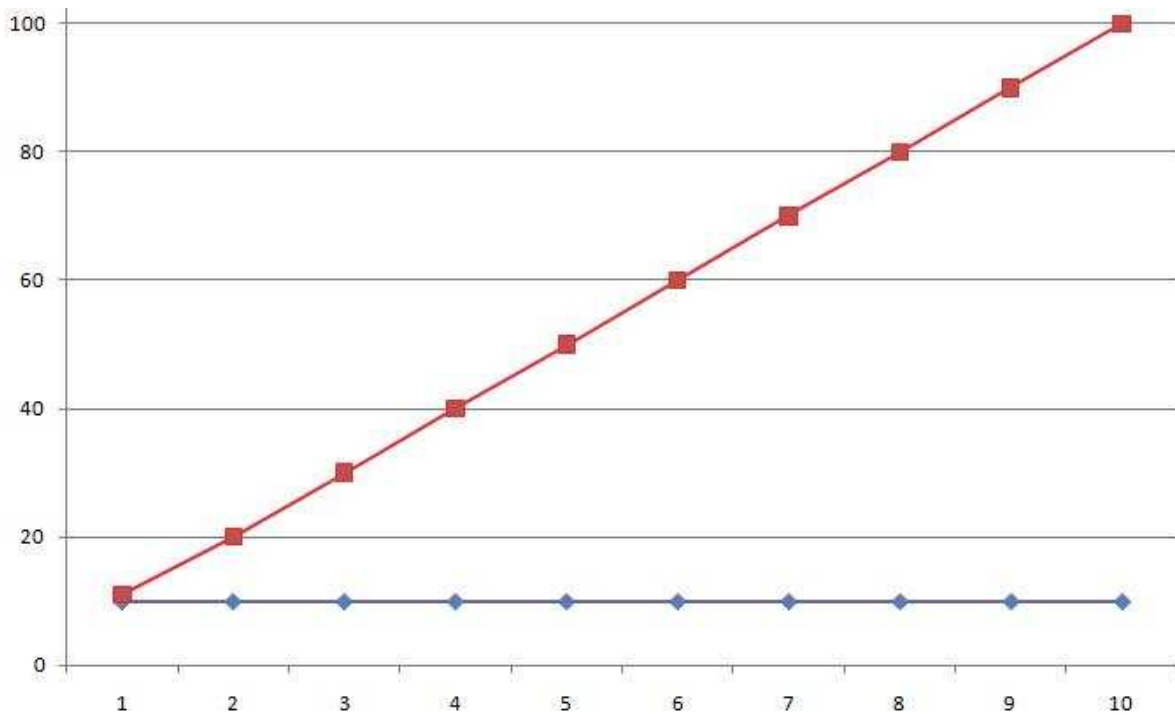


Figura 26: Gráfico comparativo da Tabela 08 apresentada no capítulo anterior e Tabela 14, quando o número de ataques do intérprete está entre 1-19. A linha azul é a Distribuição de Probabilidade (representa o percentual numérico) e a linha vermelha são os valores acumulados enviados para o patch *probabilidade*.

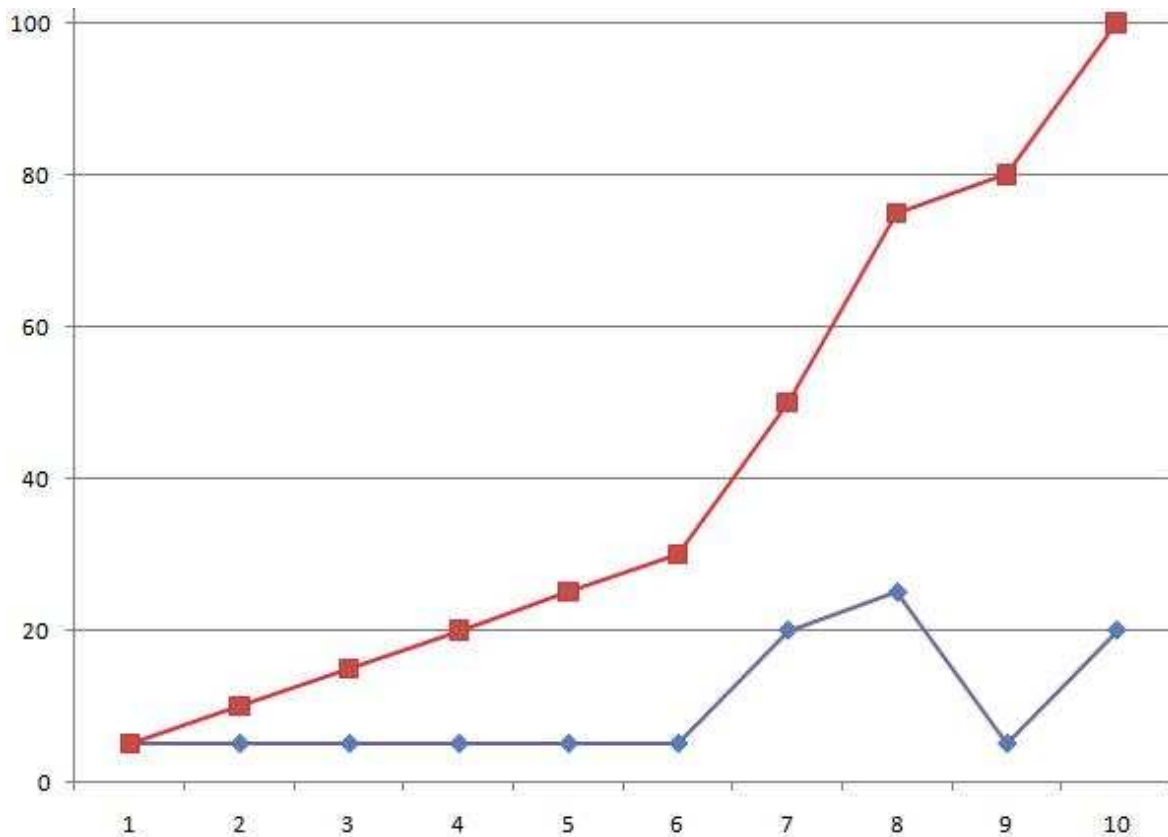


Figura 27: Gráfico comparativo da Tabela 08 apresentada no capítulo anterior e Tabela 14, quando o número de ataques do intérprete está entre 40-49.

Os patches *controleprobabilidade* e *probabilidade* controlam separadamente os diferentes parâmetros. Assim, o sensor de cada setup de percussão controla um dos parâmetros. Durante o período em que um determinado instrumento com piezoelétrico não for tocado, a distribuição de probabilidade do parâmetro correspondente vai manter-se na última distribuição escolhida. Com isso, a ocorrência da distribuição de probabilidade acontece de maneiras distintas nos quatro parâmetros controlados dentro do patch *Principal*.

Esses pacotes de nove números enviados pelo patch *controleprobabilidade* são recebidos pelo patch *probabilidade*.

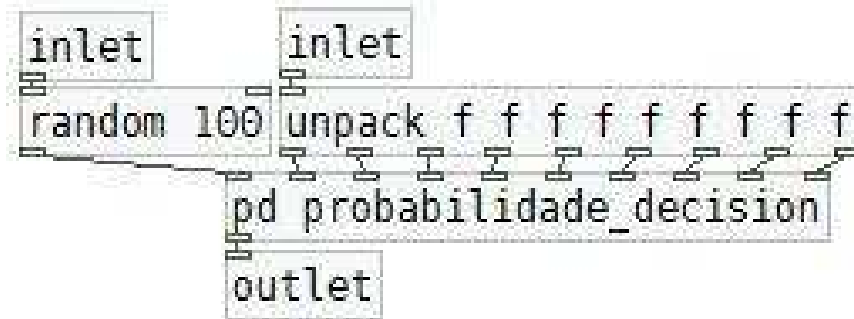


Figura 28: Patch *probabilidade*.

O patch *probabilidade* substitui os valores que estão dentro do pacote no sub-patch *probabilidade\_decision*. Esses valores determinam uma filtragem em números sorteados aleatoriamente entre 0 e 99 e determinam a probabilidade dos eventos (de 0 a 9) acontecerem.

Analisando o sub-patch *probabilidade\_decision* (figura 29) da esquerda para a direita podemos observar que o número sorteado aleatoriamente entre 0 e 99 entra numa sequência de objetos *mouses* interligados que irão realizar uma filtragem. O primeiro objeto *mouses* filtra cinco números (equivalente a uma probabilidade de 5% de ocorrência), ou seja, se o número enviado for 0, 1, 2, 3 ou 4 o número 0 será selecionado e enviado para o outlet do sub-patch.

Se o número enviado for maior que 4 ele será enviado para o próximo objeto *mouses* que irá realizar uma filtragem de dez números. Como os números entre 0 e 4 já são selecionados pelo primeiro objeto *mouses* o segundo objeto irá selecionar os números entre 5 e 9 (probabilidade de 5% de ocorrência). Se o número selecionado aleatoriamente estiver entre 5 e 9 o segundo objeto *mouses* irá enviar o número 1 para o outlet do sub-patch, se o número for maior do que 9, ele será enviado para o próximo objeto *mouses* da sequência e assim por diante.



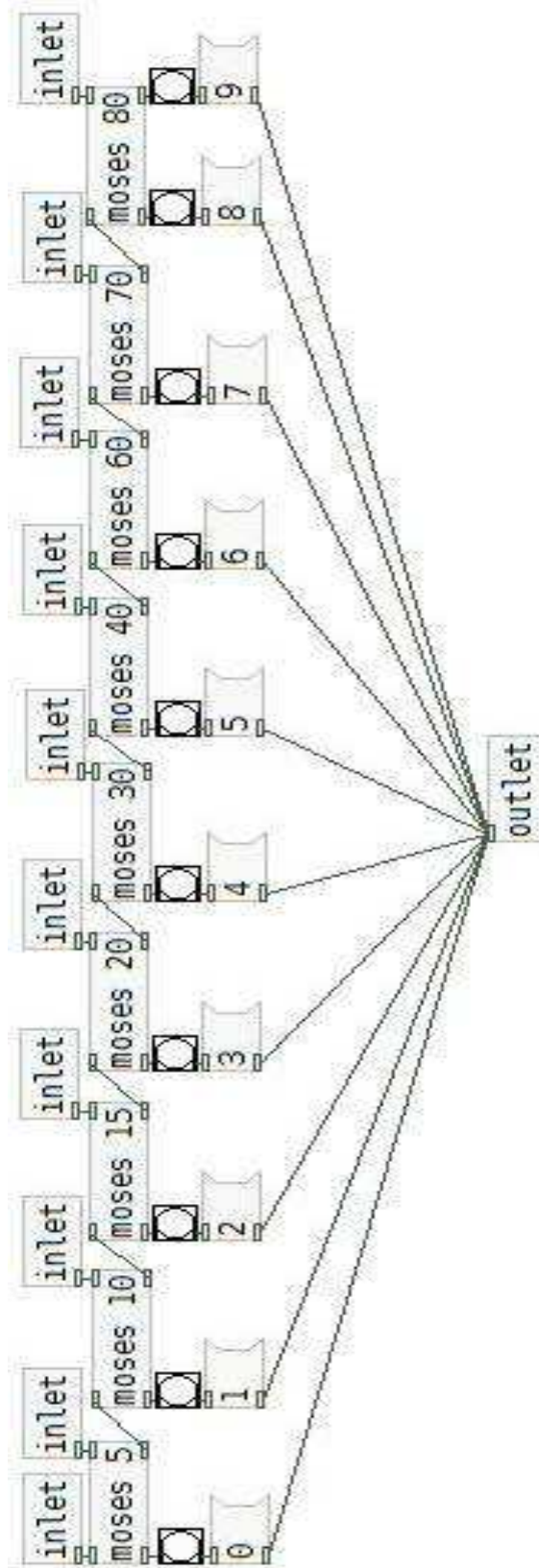


Figura 29: Sub-patch *probabilidade\_decision*.

# **CAPÍTULO 5**

Análise de performances com o

*PRISMA*

Apresentamos nessa seção uma série de performances realizadas com o *PRISMA* na sala “Camargo Guarnieri” da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Minas Gerais. Participaram desse processo três alunos de percussão da UFU e o próprio pesquisador. O objetivo foi testar como estes quatro intérpretes de percussão com uma formação tradicional se comportam frente a diferentes informações sonoras, visuais e espaciais presentes no *PRISMA*.

### **5.1 Descrição do Procedimento**

Os três intérpretes estudantes foram apresentados ao *PRISMA* no dia da performance e não foi sugerido nenhum padrão de comportamento ou interação. Dessa forma, eles deviam interagir com os sons, espaço e luzes da maneira como achassem mais conveniente. Além disso, os três intérpretes não puderam assistir às performances dos outros para não sofrerem influências. As performances foram gravadas e, posteriormente, os três intérpretes responderam a uma série de questões elaboradas pelo pesquisador (vide anexo B) com o objetivo de avaliar como cada um interagiu com o *PRISMA*, avaliando-se, posteriormente, as interações que ocorreram.

Além da análise das respostas dos três intérpretes, o material gravado em vídeo também foi analisado audiovisualmente, buscando-se padrões de comportamento dos intérpretes e do sistema e observando-se as peculiaridades de cada performance.

O pesquisador também realizou performances no *PRISMA*. Por se tratar do próprio criador do *Espaço Instrumento*, esse intérprete tem sua performance influenciada por todo o conhecimento prévio dos equipamentos e conexões presentes no *PRISMA*. De certa forma, o pesquisador atuou como controle das observações realizadas. Na sua performance existiu uma preocupação maior em interagir com o posicionamento das luzes, com as cores das luzes e com os setups e processamentos sonoros gerados pelo computador.

### 5.1.1 Perfil dos Intérpretes

Os três alunos selecionados para interagir no *PRISMA* são alunos do curso de percussão da UFU e foram selecionados por já terem alguma experiência com performance de obras para percussão múltipla, obras com improvisação e interação com dispositivos eletrônicos em tempo real. Essa filtragem foi necessária para selecionarmos intérpretes com familiaridade com o grande número de instrumentos de percussão, os dispositivos eletrônicos e a necessidade de improvisação.

O Intérprete 01 é aluno do último ano (sétimo semestre) e os Intérpretes 02 e 03 são alunos do penúltimo ano (sexto semestre) do curso de percussão. Os três intérpretes já estudaram e realizaram performances de importantes obras para percussão múltipla do repertório tradicional de percussão. Além disso, já participaram de oficinas sobre improvisação contemporânea e performances interativas.

Em setembro de 2009, participaram de concerto coordenado pelo NUMUT (Núcleo de Música e Tecnologia da UFU) onde realizaram concerto envolvendo improvisação contemporânea, obras com interação com dispositivos eletrônicos (sonoros e visuais) e realização de improvisações interativas.

### 5.1.2 Setup Experimental

Para realização das performances no *PRISMA* foram necessárias algumas instruções iniciais. Os intérpretes foram apresentados ao *PRISMA* cerca de meia hora antes da realização de suas performances. Foi realizada uma breve descrição dos quatro setups de percussão múltipla e dos sensores presentes no *PRISMA*. Além disso, foi apresentada aos intérpretes a Tabela 09, que pode ser encontrada no capítulo quatro. Essa tabela descreve as possibilidades de interação com *PRISMA* através do Pedal MIDI.

Foi solicitado aos intérpretes que realizassem performances com duração aproximada de 10 minutos.

As performances foram realizadas na sala Camargo Guarnieri do Departamento de Música da UFU. A montagem do *PRISMA* necessitou praticamente do palco todo (10 metros de frente e 5 metros de fundo). Para quem observa a performance da plateia, a disposição dos quatro setups de percussão foi (da esquerda para a direita do palco): setup 01: instrumento de metal; setup 02: água e instrumentos de efeito; setup 03: instrumentos de madeira e setup 04: instrumentos de pele. Os quatro setups foram montados muito próximos um do outro, possibilitando aos intérpretes transitar entre eles. Além disso, se quisesse, o intérprete poderia tocar alguns instrumentos dos setups próximos sem necessitar sair do setup onde se encontrava.

Distribuído entre os setups existia um grande número e variedade de baquetas. Alguns instrumentos necessitam de baquetas específicas para serem tocados e, além disso, essa variedade de baquetas expandia a possibilidade de exploração sonora dos instrumentos acústicos. A mudança de baquetas também influenciou os resultados sonoros do computador.

Existia apenas um microfone fixo no setup de peles conectado ao processador de sons apresentados na seção 4.1.3.3 e um microfone sem fio fixo na cabeça do intérprete junto com uma luz que o possibilita andar nos setups que não estavam sendo iluminados pelo canhão de luz, e também auxiliava a localização do intérprete na análise posterior dos vídeos.

O canhão de luz foi posicionado para focar os quatro setups de percussão frontalmente, iluminando os instrumentos e suas superfícies. Assim, quando o intérprete tocava nos setups que estavam sendo iluminados, a superfície desses instrumentos “mudavam” de cor de acordo com as luzes controladas pelo computador.

Para a realização dessas performances não foram utilizados a micro câmera sem fio e o projetor de imagens.

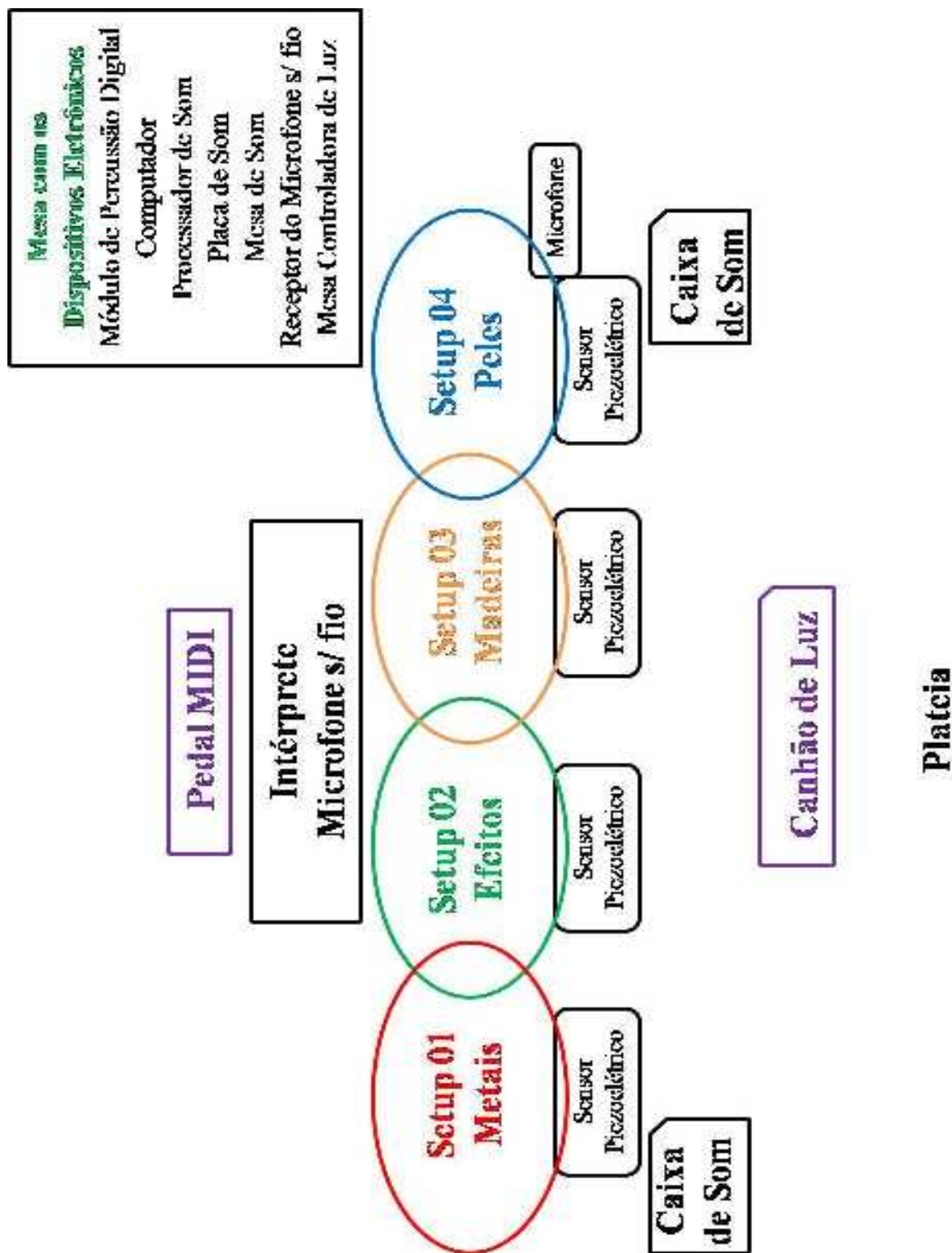


Figura 30: Desenho da montagem do PRISMA utilizada nas gravações.

## 5.2 Observações e Análise

Foi possível observar as diferenças no comportamento dos intérpretes e as diferenças no comportamento do sistema com os quatro diferentes instrumentistas. Dada a natureza percussiva dos instrumentos do *PRISMA*, possivelmente a interação com os sons desses instrumentos é mais previsível para um intérprete de percussão. Todavia, não se pode afirmar o mesmo no contexto das interações existentes no *PRISMA*, pois o processamento computacional pode se contrapor às expectativas de um intérprete que nunca interagiu com esse sistema.

Como método de observação, utilizamos um questionário com cinco perguntas abertas e o registro videográfico das performances. Esse registro está disponível no CD-ROM que acompanha esta tese (anexo C) ou na Internet<sup>37</sup>.

A série de cinco questões abertas foi elaborada para avaliar o comportamento dos intérpretes no *PRISMA*. Buscou-se avaliar como se deu a interação dos intérpretes com os sons, processamento sonoro e luzes, avaliando-se quais foram as características interpretativas presentes na performance de cada um ao relacionarem-se com este *Espaço Instrumento*.

### 5.2.1 Interação com os sons

#### Como você interagiu com os sons que ouvia?

Avaliamos aqui como se deu a interação dos três alunos com os sons que ouviam, ou seja, os sons dos instrumentos de percussão processados pelo computador e os sons dos trechos tocados e também transformados pelo computador.

---

<sup>37</sup> Intérprete 01 – Parte 01: [http://www.youtube.com/watch?v=wN39noe\\_wEA](http://www.youtube.com/watch?v=wN39noe_wEA)  
Intérprete 01 – Parte 02: <http://www.youtube.com/watch?v=Yf3t9oleekY>  
Intérprete 02 – Parte 01: <http://www.youtube.com/watch?v=megyClluCVk>  
Intérprete 02 – Parte 02: <http://www.youtube.com/watch?v=tlj-h7gWycA>  
Intérprete 03 – Completo: <http://www.youtube.com/watch?v=izwjOvMIRnc>  
Pesquisador – Completo: <http://www.youtube.com/watch?v=zdxM-u4B9NQ>

Observamos nas respostas dos intérpretes que o Intérprete 01 e o Intérprete 02 buscaram uma interação com os sons através da imitação dos timbres e ritmos realizados pelo computador. Já o terceiro comenta não ter buscado, no início da performance, nenhum tipo de interação com os sons que ouvia e que só depois de algum tempo os sons passaram a influenciar, de alguma forma, sua performance.

Podemos observar que os três intérpretes buscaram interagir com os sons de uma mesma forma, ou seja, através da imitação dos trechos pré-gravados de instrumentos de percussão sem preocupação com o processamento sonoro que estava sendo aplicado.

### 5.2.2 Influência do processamento sonoro na performance

**Como os processamentos sonoros aplicados aos sons dos seus instrumentos influenciaram sua performance?**

Avaliamos aqui se o processamento sonoro aplicado aos sons acústicos dos instrumentos de percussão influenciou, de alguma forma, a postura e a técnica interpretativa dos três intérpretes.

Segundo o Intérprete 01, a busca ao interagir com a sonoridade resultante do processamento sonoro do computador levou-o a explorar os instrumentos de maneiras não usuais, por exemplo, através de ataques executados no corpo dos instrumentos. O Intérprete 02 comenta que os processamentos sonoros impossibilitaram a ele prever ações e reações num espaço longo de tempo. Assim, estava num estado constante de alerta e observando as novidades constantemente.

O Intérprete 03 relata ter iniciado sua performance com padrões e sonoridades previamente pensadas e que, ao se deparar com as interações e sonoridades produzidas pelo computador, teve que se adaptar a essas novas sonoridades. Ou seja, observamos aqui que a interação com o *PRISMA* levou esse intérprete a buscar formas emergentes de interação sonora.



Da análise da segunda questão, verificamos que os intérpretes utilizaram duas estratégias para lidar com a complexidade do *PRISMA*: a) Antecipação gerando Expectativa e b) Adaptação. Esses dois comportamentos observados estão em linha com a nossa hipótese de pesquisa descrita no segundo capítulo. Reiterando: os sistemas estudados na nossa pesquisa estão vinculados à noção de *Adaptação*, sistemas que exibem mudança de hábitos frente a uma informação nova. Em cada nova articulação, ou mesmo momentos diferentes de uma mesma articulação, novas interações e novos elementos estarão interagindo no sistema, criando resultados sempre inéditos.

### 5.2.3 Influência da iluminação da performance

<b>Como as luzes influenciaram sua performance?</b>
-----------------------------------------------------

Avaliamos aqui como os elementos visuais do *PRISMA* influenciaram os intérpretes, pois a iluminação foi intencionalmente utilizada como um possível guia da performance do ponto de vista do computador, ou seja, como se o computador regesse o intérprete. O canhão de luz controlado pelo computador sempre iluminava um dos quatro setups de percussão à disposição do intérprete. Esperávamos que os intérpretes buscassem o setup indicado pela luz para interagir com as sonoridades do sistema e que atentassem para a relação entre as mudanças de luz e o processamento sonoro, porém essa informação não foi dada previamente aos intérpretes justamente para verificar se esse comportamento ocorreria de maneira direta.

Observamos que os intérpretes buscaram, de maneira prioritária, a interação com os sons e as outras informações não tiveram nenhuma relevância, como se as luzes atrapalhassem a interação com os sons. Eles não utilizaram essa informação para criar novas conexões e relações interativas dentro do sistema. Isso fica muito claro nas palavras do Intérprete 01, que responde a questão referente à luz da seguinte maneira: *“Não dei muita importância para a luz. Quando percebi que ela ia para instrumentos indesejados acabei esquecendo-*

a.” Já o Intérprete 03 comenta, em alguns momentos, até ter buscado a localização da luz, mas de maneira geral não interagiu com ela.

O Intérprete 02 é o único que, na sua resposta, comenta o fato das luzes indicarem o setup onde ele deveria tocar, porém podemos observar assistindo a performance que, em vários momentos, ele acaba não tocando nos setups indicados pela luz. Além disso, o Intérprete 02 é o único que demonstra ter sofrido algum tipo de influência pelas cores e efeitos das luzes. Nas palavras do Intérprete 02: *“Ao mesmo tempo traziam (as luzes) um clima “psicodélico” em alguns momentos.”*

Os três intérpretes tiveram dificuldade em estabelecer relações de suas ações com o sistema. A programação feita em Pd distribuindo probabilidades, a ocorrência de eventos baseadas nas informações vindas dos intérpretes e não a tradicional reação causa-efeito, praticamente colocou os intérpretes em estado de atenção e expectativa constante.

#### 5.2.4 Relações com as respostas do sistema

<p><b>Você conseguiu estabelecer alguma relação entre as suas ações e as respostas do computador? Se sim, quais?</b></p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Avaliamos aqui se os intérpretes tiveram alguma intuição ou noção consciente de como o *PRISMA* organiza suas reações em relação às ações do intérprete.

O Intérprete 02 responde que os processamentos sonoros não permitiram que ele criasse qualquer antecipação do que iria acontecer num tempo maior do que cinco a dez segundos e que tudo que ocorria após isso era uma surpresa.

O Intérprete 03 também teve muita dificuldade para estabelecer relações das suas ações com as respostas do sistema. Já o Intérprete 01 comenta ter reconhecido uma relação das suas ações com o comportamento do

computador. Segundo ele, nas suas mudanças súbitas de um instrumento para outro o computador mudava rapidamente de “*tema*”.

#### 5.2.5 Semelhanças e diferenças na performance

**Compare as semelhanças e diferenças em executar um instrumento de percussão num contexto tradicional e nesse ambiente de performance.**

Avaliamos aqui o impacto do *PRISMA* na postura interpretativa de cada um e como viram as novas possibilidades.

É possível observar algumas das diferenças na realização de performances no *PRISMA* e em obras tradicionais, observando as respostas dos três intérpretes à quinta questão. Notamos que a interação em tempo real com sons, luzes e processamento sonoro é apontada pelos três intérpretes como elementos que dificultam a performance nesse ambiente interativo. Segundo o Intérprete 01, o processamento sonoro realizado pelo computador o levou a algumas reações que não eram esperadas. Já o Intérprete 02 comenta manter-se constantemente em alerta, pois não conseguia controlar ou prever os caminhos que a performance iria tomar.

Após a análise das respostas do questionário verificamos que o principal desafio reportado pelos três intérpretes foi a impossibilidade de prever ou controlar a obra num sentido global. Observamos nas respostas que existe uma preocupação por parte dos intérpretes em conseguir prever a obra num contexto mais amplo com início, meio e fim.

### 5.3 Análise Videográfica Comparada

Fazemos aqui nesta seção uma análise comparativa tomando por base o resultado gravado em vídeo. As performances foram gravadas consecutivamente e o conteúdo de uma performance poderia influenciar a próxima. Reiteramos que o *PRISMA* possui um dispositivo de memória que

armazena as últimas sequências gravadas em tempo real. O objetivo foi verificar como a trajetória dos três intérpretes foi conectada pelo *PRISMA*, mesmo sem terem nenhuma informação da performance do anterior. Os últimos sons gravados pelo intérprete anterior teriam o potencial de influenciar o próximo. Mas este tipo de interação dependeria da forma como os intérpretes seguissem o comportamento sonoro do *PRISMA*.

Desta forma, assistindo ao vídeo das três performances na sequência em que foram gravadas, pudemos observar fatores importantes do comportamento sistêmico desenvolvido pela interação dos intérpretes com o *PRISMA*. As análises foram feitas a partir do material videográfico gravado e editado posteriormente pelo pesquisador. Os cortes foram feitos apenas com o intuito de separar as performances individuais, sem omitir ou completar o vídeo. As marcas de tempo que se seguem aos comentários a seguir estão relacionadas à marcação de tempo individual relativa a cada performance.

O Intérprete 01 inicia sua performance com poucos elementos (0.00 a 4.40)<sup>38</sup> e em dinâmicas predominantemente piano e faz uma trajetória de dinâmica passando por dinâmicas fortes e com um grande número de ataques, tornando a sonoridade e o comportamento do computador nitidamente mais complexo (4.40 a 8.02). No final da performance, o Intérprete 01 utiliza poucos ataques e dinâmicas piano (10.19 a 11.41). Notamos que o padrão de comportamento do computador se modificou nos diferentes momentos da performance e houve uma curva de complexidade, que culminou com muitos ataques seguidos de um gradual decrescendo de dinâmicas e complexidade.

Quando é iniciada a performance do Intérprete 02, notamos que o comportamento do computador é semelhante ao que estava sendo realizado no final da performance do Intérprete 01. Podemos observar que o canhão de luz indica o mesmo setup de percussão e repete os processamentos sonoros que já estavam sendo utilizados anteriormente (0.00 a 2.58). Essa retomada do mesmo comportamento em diferentes performances ocorre em virtude do *PRISMA* armazenar os últimos sons produzidos em tempo real pelo intérprete. Esse

---

<sup>38</sup> Marcação do tempo da gravação individual de cada vídeo.

procedimento foi apresentado e discutido no terceiro capítulo na seção 3.2.1 Critérios de Interação entre Timbres e Cores.

O Intérprete 02 passa a seguir esse comportamento do computador e, apesar de alguns pequenos trechos fortes e mais complexos, a performance de aproximadamente 16 minutos fica em sua grande maioria focada em poucas notas e dinâmica piano (2.59 a 16.11). O Intérprete 02, ao buscar manter o padrão de sonoridade que estava sendo produzido em tempo real pelo computador, acabou modificando pouco as sonoridades, os processamentos do *PRISMA*, o seu comportamento e, em contrapartida, o comportamento do computador.

Já na performance do Intérprete 03 vemos claramente uma mudança súbita no comportamento sonoro do sistema. Podemos observar que, já no início da performance, o computador retoma uma sonoridade complexa e forte como da primeira improvisação (0.00 a 1.01). Além do vídeo, pudemos observar ao analisar as respostas do Intérprete 03 que ele se posiciona dizendo que não buscou interagir com as sonoridades do sistema no início de sua performance. Assistindo ao vídeo, podemos observar que o Intérprete 03 já inicia sua performance em dinâmica forte e com muita complexidade rítmica (0.00 a 3.00). Esse comportamento é mantido durante um longo período, fazendo com que o comportamento do computador se modificasse completamente. Observamos que o computador passa a executar trechos mais complexos e utilizar dinâmicas mais fortes (4.07 a 6.02).

Em alguns momentos, em decorrência daquilo que está armazenado na memória da performance anterior, o computador utiliza alguns trechos menos complexos e em dinâmica piano (6.02 a 6.21), mas rapidamente esses trechos são substituídos por outros mais complexos e com dinâmicas mais intensas. O Intérprete 03 continuou a improvisar trechos em dinâmica forte e ritmicamente complexos. No final da performance, o Intérprete 03 acaba seguindo as sonoridades do computador pois, nesse momento, o número de ataques é grande e, provavelmente, a distribuição de probabilidade utilizada pelo computador é a descrita pelo Critério 6 da Tabela 7 do Capítulo 3. Apenas reiterando a ideia: se o intérprete produz muitos ataques, o Critério 6 aumenta a probabilidade de ouvir a

repetição da sua própria improvisação. No momento de maior complexidade, a identidade sonora do sistema é justamente a transformação em tempo real da memória de trabalho que armazena os trechos gravados em tempo real.

Da análise comparada dos três vídeos, aprendemos os seguintes fatos:

a) É possível desenvolver uma performance na forma de arco com começo, clímax e final, como foi realizada pelo Intérprete 01;

b) A memória de trabalho do *PRISMA* pode influenciar o comportamento do intérprete desde que ele seja suscetível e permeável a essa interação, como fez o Intérprete 02;

c) Em situações de alta complexidade, o *PRISMA* passa a reagir como uma cópia sonora do intérprete, como foi observado na performance do Intérprete 03;

d) No *PRISMA*, o intérprete e o computador estabelecem um jogo sonoro de onde derivam-se novas sonoridades advindas dos encontros que homem e máquina realizam durante a performance. Esse jogo foi observado nas três performances.

A relação entre encontros e jogos já foi destacada por Debrun (1996b, pg.13) como uma forma de descrever a auto-organização em sistemas complexos:

“Há auto-organização cada vez que, a partir de um encontro entre elementos realmente (e não analiticamente) distintos, desenvolve-se uma interação sem supervisor (ou sem supervisor onipotente) – interação essa que leva eventualmente à constituição de uma "forma" ou à reestruturação, por "complexificação", de uma forma já existente.” (Debrun, 1996b, pg. 13).

Poderíamos ampliar ainda mais a análise comparada se pudéssemos ter acesso a todos os dados produzidos pelo computador em tempo real. Verificamos que seria muito útil para relacionar a análise videográfica com o comportamento expresso no questionário, o desenvolvimento de um arquivo de

*log do sistema*<sup>39</sup> onde, então, todas as mudanças de parâmetros estariam gravadas num arquivo texto. Tal procedimento deverá ser um dos próximos desenvolvimentos do *PRISMA*.

#### **5.4 Análise do Pesquisador**

A possibilidade de interagir com o sistema e realizar performances no *PRISMA* foram experiências importantes para podermos entender e analisar a postura interpretativa no *PRISMA* e o comportamento interativo do sistema. Quando realizamos improvisações com outros intérpretes humanos, muitas vezes buscamos determinadas interações com esse intérprete e não temos uma resposta imediata. Quando isso ocorre, podemos desistir dessa ideia musical ou insistir nela até que o outro passe a interagir com ela da maneira que estávamos buscando.

No *PRISMA*, esse tipo de interação é praticamente impossível, uma vez que, apesar de estarmos interferindo nos padrões de comportamento do sistema, não conseguimos prever ou observar quais são as modificações que estamos causando. Assim, o intérprete acaba, muitas vezes, tendo que modificar suas ideias musicais para poder continuar interagindo com os estímulos gerados pelo computador. Por exemplo, se estivéssemos com um humano controlando as luzes e o intérprete permanecesse em um setup de instrumentos mesmo depois da luz ter sido posicionada em outro setup, muito provavelmente a pessoa que está controlando a luz iria retornar àquele setup onde o intérprete se encontra. Quando isso ocorresse, saberíamos que o outro intérprete interagiu e se influenciou pelo nosso comportamento.

Na mesma situação, com o computador controlando a luz como ocorre no *PRISMA*, o computador irá sofrer alterações de comportamento influenciado por essa ação do intérprete através das sonoridades que irá captar e processar, as quais são vindas dos instrumentos de um setup diferente do indicado pelas

---

<sup>39</sup> Expressão técnica da área de computação que descreve um procedimento computacional que grava todos os passos de um programa durante sua execução. Desta forma, é possível verificar como cada parâmetro variou durante o tempo em que o programa foi executado.

luzes. Simultaneamente, o sensor piezoelétrico que está captando o número de ataques do intérprete é também diferente daquele que está relacionado com a luz e, dessa forma, irá modificar as probabilidades relacionadas a outros controles do computador. Nessa situação, o fato do intérprete ter permanecido num determinado setup de percussão, mesmo depois das luzes passarem a indicar outro setup, irá modificar o padrão de comportamento do computador, porém não podemos prever se o novo padrão de comportamento terá relação direta com o fato do intérprete ter permanecido em determinado setup e nem poderemos identificar quando esse novo padrão de comportamento ocorre, como na interação entre humanos.



Figura 31: Imagens de performance realizada no *PRISMA* pelo pesquisador.

Ao realizarmos a nossa performance com o *PRISMA*, buscamos interagir o máximo possível com os tapes, processamentos sonoros e luzes



enviadas pelo computador. Apesar do conhecimento prévio dos equipamentos e da programação realizada no *PRISMA*, foi praticamente impossível reconhecer totalmente como a nossa performance exerceu influência no comportamento do *PRISMA*. Observando as gravações das performances realizadas no *PRISMA*, identificamos facilmente algumas das modificações dos intérpretes em decorrência de acontecimentos realizados pelo computador, mas isso não é possível de ser notado no comportamento do computador.

Acreditamos que a maior dificuldade encontrada pelos intérpretes em interagir com o *PRISMA* foi a impossibilidade de observar a maneira como suas ações estavam sendo absorvidas pelo *PRISMA*. Apesar disso, acreditamos que o *PRISMA* atingiu seus objetivos iniciais de inserir o intérprete dentro de um sistema interativo onde tanto intérprete como eletrônicos se auto-organizam dentro das diferentes interações ocorrendo em tempo real. Uma série de desenvolvimentos futuros pode ser realizada para ampliar a capacidade interativa do *PRISMA* e aumentarmos a correlação entre os eventos passados e os futuros. Um primeiro desenvolvimento é a utilização de Cadeias de Markov relacionadas com as distribuições de probabilidades. Já existe inclusive uma forma de implementação disponível em Pure Data que poderá ser estudada.

# CONCLUSÃO

Na pesquisa aqui reportada, o primeiro ponto de reflexão foi: quando acrescentamos elementos diferentes dos sonoros num processo de expressão musical, emerge a discussão de séculos sobre o conteúdo, significado e a natureza da música. Olhando para a História da Música Ocidental, um dos primeiros modelos audiovisuais aludidos foi relacionado às possíveis correlações entre cores e sons. No século XVII, o matemático jesuíta Athanasius Kircher (1602 - 1680) estabeleceu uma teoria que foi predominante no pensamento musical de sua época, na qual cada som musical teria uma correspondência necessária com uma determinada cor. Tais relações continuam a suscitar discussão e a inspirar processos criativos e foram elas que motivaram também a nossa pesquisa.

O segundo ponto de reflexão foi: a performance musical está normalmente calcada num princípio de causa efeito. Dessa forma, intérpretes, mesmo que em situações de certa liberdade ou incerteza como ocorre em improvisações, possuem uma série de soluções e respostas para determinados acontecimentos. Esses padrões de resposta podem estar relacionados a escalas, arpejos, frases, efeitos sonoros, ruidismo, entre outros. Assim, procuramos um referencial teórico para estudar essas relações complexas do ponto de vista de sistemas interativos e, depois, implementamos o *PRISMA* onde pudemos testar, com três intérpretes e o próprio pesquisador, o comportamento do sistema.

No segundo capítulo, olhamos para o processo musical com um olhar sistêmico e discutimos algumas teorias da complexidade que nos dizem que os sistemas complexos são evolutivos, isto é, por apresentarem algum padrão de ordem interna e estarem expostos à ocorrência de desordens externas, são capazes de fazer uso de tais desordens enquanto aprendizado para aperfeiçoar sua ordem interna, ou seja, para evoluir. É esse processo de evolução e aprendizado que vários teóricos denominam de auto-organização.

Segundo Atlan (1992, pg. 120-121), a *auto-organização ocorre através do ruído* (toda desordem, incerteza, instabilidade e aleatoriedade). Assim, a ideia de complexidade por auto-organização através do ruído afirma que os seres vivos são sistemas dotados de grande complexidade. Tais sistemas seriam capazes de resistir às perturbações externas e, também, de aproveitar delas para redefinirem

seus próprios modos de organização. Esta seria, então, a essência de todo o processo evolutivo. O ruído pode até inviabilizar o funcionamento do sistema mas, ao mesmo tempo, permite ao sistema *aprender* e, através da auto-organização, adquirir maior complexidade.

Utilizando-se desse referencial teórico, uma das hipóteses estudadas foi que esse processo de aprendizado e complexidade pode ser verificado durante a interpretação musical, principalmente quando tratamos de obras com interação com dispositivos eletrônicos em tempo real e com a utilização de improvisação ou partituras abertas.

O referencial relacionado à Teoria Geral de Sistemas, utilizado nessa pesquisa, demonstrou-se uma importante alternativa para fundamentar o estudo de sistemas interativos musicais. O estudo e análise de composições ou instalações sonoras interativas normalmente focam apenas a descrição dos processos e dos dispositivos tecnológicos utilizados. Buscamos nesta pesquisa apresentar um referencial teórico (conceitual), que serviu aqui e pode ser útil no futuro como ferramenta de análise de outros trabalhos similares.

A partir desses dois pontos de reflexão, estabelecemos os princípios do estudo teórico e prático apresentado nesta tese.

O *PRISMA*, aqui apresentado, é uma implementação computacional do conceito de *Espaço Instrumento* desenvolvido durante a pesquisa e apresentado no final do primeiro capítulo. Trata-se de um ambiente de interação multissensorial que possibilita a interação com instrumentos de percussão e diferentes estímulos sonoros e visuais. Esse ambiente é um sistema interativo onde diferentes agentes, humanos e eletrônicos, interagem entre si. Destacamos que a auto-organização está presente na performance de diferentes obras musicais, porém os sistemas interativos potencializam a variedade dentro das performances exigindo posturas variadas dos intérpretes.

O nome *PRISMA* foi escolhido justamente por referir-se a uma forma geométrica que pode ter diferentes configurações e pela sua característica de refração de luz dentro do campo da óptica. *PRISMA* trata-se de um instrumento de luz, imagens, sons e espacialização onde esses diferentes estímulos ganham

igual importância nos resultados artísticos produzidos pela imersão nesse ambiente. As interações no *PRISMA* não ocorrem de maneira previsível, levando os agentes (homem e máquina) a produzirem comportamento emergente. São processos que ocorrem ampliando o domínio sonoro, com estímulos visuais e interação com o espaço físico.

A construção do *PRISMA* foi o grande desafio da pesquisa pois, tratando-se originalmente de um estudo em Fundamentos Teóricos, não se pressupunha a realização de um complexo sistema computacional controlando diversos dispositivos audiovisuais. Todavia, com os recursos da FAPESP e com estudo da linguagem Pure Data, pudemos chegar a um bom termo e desenvolver o *PRISMA* em sua totalidade. Desta forma, foi possível realizar uma análise crítica da aplicação prática dos conceitos apresentados nos capítulos iniciais da tese.

Por se tratar de um sistema interativo auto-organizado, esse ambiente amplia a noção de criatividade tanto dos intérpretes como da máquina. A simulação de um comportamento criativo no computador foi possível através da implementação da noção de “ruído”, como apresentado por Ashby (1956), utilizando-se de dez Distribuições de Probabilidades diferentes para controlar as saídas do computador. A performance do intérprete humano interferiu na escolha da distribuição de probabilidade, fazendo com que o computador produzisse mudanças nos seus padrões de comportamento. Assim, o uso de probabilidade serviu como foco central no desenvolvimento do comportamento interativo do *PRISMA*.

A possibilidade de interagir com diferentes dispositivos eletrônicos e explorar diferentes sentidos humanos coloca os intérpretes frente a novas situações e obriga-os a produzirem comportamento novo. Todavia, nas análises realizadas das performances no *PRISMA*, verificou-se que três intérpretes demonstraram grande dificuldade para interagir com informação diferente da sonora. Inseridos em ambientes como o *PRISMA*, onde diferentes estímulos estão ocorrendo ao mesmo tempo, apresentaram dificuldade de interagir até mesmo com os processos sonoros.

Desta forma, a pesquisa aqui reportada demonstrou que a performance com sons, luzes e processamento computacional em tempo real coloca os intérpretes frente a um novo desafio interpretativo. Mostrou também que, além de se criar e implementar sistemas interativos, é necessário desenvolver um processo de formação de recursos humanos. Sistemas como o *PRISMA* podem ser extremamente úteis nesse contexto pedagógico.

Avaliamos que o desenvolvimento da pesquisa aqui reportada atingiu os seus objetivos iniciais, colocando o intérprete dentro de um ambiente novo, envolvendo a tecnologia atual e com o potencial de ampliar os sentidos humanos quando realizam-se performances multissensoriais.

Projetamos para o futuro a ampliação das aplicações do *PRISMA*, possibilitando sua utilização como:

- Ambiente de performance interativa para compositores criarem obras para percussão e eletrônicos;
- Instalação sonora com interação com o público;
- Laboratório de pesquisa onde podem ser realizados:
  - Testes de novos dispositivos e interfaces tecnológicas;
  - Estudos e desenvolvimento de processos de improvisação com eletrônicos;
  - Pesquisa e ensino de técnicas interpretativas mediadas.

# **REFERÊNCIAS**

# **BIBLIOGRÁFICAS<sup>40</sup>**

---

<sup>40</sup> Baseadas na norma NBR 6023, de 2002, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

- AIMI, R. **New Expressive Percussion Instruments**, tese de mestrado, Massachusetts Institute of Technology. EUA, 2002.
- ALVES, J. **Invariâncias e Disposições Texturais: do Planejamento Composicional à Reflexão Sobre o Processo Criativo**. 2005. 234p. Tese (Doutorado em Música) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- ARROJO, R. **Construção, desconstrução e psicanálise**. São Paulo: Biblioteca Pierre Menard: Imago, 1993.
- ASHBY, W. R. **An Introduction to Cybernetics**. Chapman & Hall, London, 1956. Internet (1999): <http://pcp.vub.ac.be/books/IntroCyb.pdf>
- ATLAN, H. **Entre o Cristal e a Fumaça**. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 1992.
- BACKUS, J. **The Acoustical Foundation of Music**, 2nd Ed. New York: Norton, 1978.
- BERTALANFFY, L. **General System Theory**. New York: G. Braziller, 1968.
- BEVILACQUA, F.; ZARBOLIN, B.; SYPNIEWSKY, A.; SCHENELL, N.; GUÉDY, F.; e ROSAMIMANANA, N. **Continuous realtime gesture following and recognition**. *Gesture in Embodied Communication and Human-Computer Interaction, Lecture Notes in Computer Science (LNCS)*, Springer Verlag, 2009.
- BIRCHFIELD, S.T.; GANGISHETTY, R. **Acoustic Localization by Interaural Level Difference**. *IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, Philadelphia, Pennsylvania, 2005.
- BLAUERT J.; **Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization**. Cambridge: MIT Press, 1997.
- BOULEZ, P. **A Música Hoje**. São Paulo: Editora Perspectiva, 3ª edição, 1986.
- BRESCIANI, E. D'OTTAVIANO, I. **Conceitos Básicos de Sistêmica**. Auto-Organização, org. por I.M.L. D'Ottaviano & M.E.Q. Gonzales, Coleção CLE 30, Campinas, 2000, p. 283-306.
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística básica**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2003.
- CAZNOK, Y. B. **Música: Entre o audível e o visível**. São Paulo: Editora da Unesp, 2003.



CHILDS, M. **Click, Crash, Move: Writing Visual Percussion Music**. Percussion Notes, vol. 33, No. 565, 1995.

CHOWNING, J. M. **The simulation of moving sound sources**. Presented at *Audio Engineering Society 39th Convention*, New York, NY, USA, 1970.

COUTO, Y. **A Criatividade e auto-organização**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

DEBRUN, M. **Prefácio: Porque, quando e como é possível falar em auto-organização**. In Debrun, M., Gonzales, M., Pessoa, Jr. (orgs) *Auto-Organização: estudos interdisciplinares em filosofia, ciências naturais e humanas, e artes*. Campinas: CLE/Unicamp (coleção CLE, v. 18), 1996a: xxxiii-xliii.

DEBRUN, M. **A Ideia de Auto-Organização**. In Debrun, M., Gonzales, M., Pessoa, Jr. (orgs) *Auto-Organização: estudos interdisciplinares em filosofia, ciências naturais e humanas, e artes*. Campinas: CLE/Unicamp (coleção CLE, v. 18), 1996b: 03-23.

FORNARI, J.; MAIA JR, A.; MANZOLLI, J. **Soundscape Design through Evolutionary Engines**. Special Issue "Music at the Leading of Computer Science". JBCS - Journal of the Brazilian Computer Society - ISSN 0104-6500, 2008.

FREIRE, S. Cvq: entre o meta-instrumento e a pseudo-obra. In: IX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO MUSICAL, 2003, Campinas. **Anais...** Universidade Estadual de Campinas, 2003. p. 271-276.

FREIRE, S. Pandora: uma caixa tocada à distância. In: 11th BRAZILIAN SYMPOSIUM ON COMPUTER MUSIC, 2007, São Paulo. **Anais...** Universidade Estadual de São Paulo, 2007. P.25-34.

GARCIA, D. **Modelos perceptivos na música eletroacústica**. 1998. Tese de Doutorado (Comunicação e Semiótica) PUC-SP, São Paulo, 1998.

GAZIRI, N. **Música e Auto-Organização**. In Debrun, M., Gonzales, M., Pessoa, Jr. (orgs) *Auto-Organização: estudos interdisciplinares em filosofia, ciências naturais e humanas, e artes*. Campinas: CLE/Unicamp (coleção CLE, v. 18), 1996: 401-415.

- GEORGESCU C., GEORGESCU M. **A System Approach to Music**. Interface, Vol,19 1990: 15-52.
- GIBSON, J. J. **The Senses Considered as Perceptual Systems**. Hillsdale: Houghton Mifflin Company, 1966.
- GIBSON, J. J. **Ecological Approach to Visual Perception**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates Publishers, 1979/1986.
- GIBSON, J. **An Ecological Approach to Visual Perception**. Boston: Houghton-Mifflin, 1979.
- HANSLICK, E. **Do Belo Musical**. Tradução: Artur Morão. Lisboa: Edições 70, Ltda, 1994.
- HARRISON, J. E.; BARON-COHEN, S. **Synaesthesia: classic and contemporary readings**. Oxford: Blackwell Publishing, 1996.
- HOLMES, T. **Electronic and Experimental Music: Pioneers in Technology and Composition**. New York, Routledge, 2002.
- HUBBARD, E. M.; RAMACHANDRAN V. S. **Neurocognitive mechanisms of synesthesia**. *Neuron* 48 (3): 509–20, 2005. Pag. 509-20. [http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0896-6273\(05\)00835-4](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0896-6273(05)00835-4).
- KELLY, J. B.; PHILLIPS D. P. **Coding of interaural time differences of transients in auditory cortex of Rattus norvegicus: Implications for the evolution of mammalian sound localization**. Hearing Research, Vol 55(1), 1991. Pag. 39-44.
- LABOISSIÈRE, M. **Interpretação Musical: A dimensão recriadora da “comunicação” poética**. São Paulo: Annablume, 2007.
- MACHOVER, Tod. Principal Investigator. **Hyperinstruments - A Progress Report 1987 - 1991**. MIT Media Laboratory. January, 1992.
- MANZOLLI, J. **Non-Linear Dynamics and Fractals as a Model Synthesis and Real-Time Composition**. 1993. XXp. Tese de Doutorado - University of Nottingham, 1993.
- MANZOLLI, J. **Auto-Organização: Um Paradigma Composicional**. In Debrun, M., Gonzales, M., Pessoa, Jr. (orgs) Auto-Organização: estudos interdisciplinares

em filosofia, ciências naturais e humanas, e artes. Campinas: CLE/Unicamp (coleção CLE, v. 18), 1996. Pag. 417-435.

MANZOLLI, J. **Compondo com o Mundo Real**: paisagem sonora de labirintos entrelaçados. 2004. Tese (Livre Docência) – Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

MANZOLLI, J. & P. Verschure **Roboser: a real-world composition System**. Computer Music Journal, 2005. pag. 55-74.

MANZOLLI, J. continuaMENTE: integrating percussion, Audiovisual and Improvisation. In: Internacional Computer Music Conference (ICMC 2008), 2008, Belfast. **Anais...** Proceedings of the ICMC 2008. Belfast : Queens University, 2008.

MIRANDA, E. R.; WANDERLEY M. M. **New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard**. AR Editions, Middleton, Wisconsin, 2006.

MORONI, A. **ArTEbitrariiedade: Uma Reflexão sobre a Natureza da Criatividade e sua Possível Realização em Ambientes Computacionais**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

MORONI, A.; CUNHA, S.; RAMOS, J.; MANZOLLI, J. Sonifying Robotic Trajectories with a Spherical Omnidirectional Vision System in the Aural Environment. In: International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots, 2008, Veneza. **Anais...** Proceedings of SIMPAR 2008, 2008.

OSTROWER, F. **Criatividade e Processos de Criação**. Petrópolis, Editora Vozes, 2003.

PAPOULIS, A.; PILLAI, S. U. **Probability, random variables and stochastic processes**. 4 ed. New York: McGraw-Hill, 2002

PEIRCE, C. S. **The collected papers of Charles Sanders Peirce**. vol. 1-6. Edited by Charles Hartshorne and Paul Weiss. Bristol (England): Thoemmes Press, 1998.

PULKKI, V. **Virtual sound source positioning using vector base amplitude panning**. Journal of the Audio Engineering Society, vol. 45, 1997. pag. 456-66.

RICH A.; MATTINGLEY J. B. **Anomalous perception in synaesthesia: a cognitive neuroscience perspective.** *Nature Reviews Neuroscience* 3 (1), 2002. Pg. 43-52.

SACKS O. **Alucinações Musicais: Relatos Sobre a Música e o Cérebro.** Cia das Letras, 2007.

SCHAFER, R. Murray. **A afinação do Mundo.** São Paulo: Editora UNESP, 2001.

TOFFOLO, R.; OLIVEIRA, L.; ZAMPRONHA, E. **Paisagem Sonora: uma proposta de análise.** *Cognitive Sciences Eprint Archive*, 2003.

TRALDI, C. A., MANZOLLI, J. Estudo de Interpretação Mediada para Marimba. In: CONGRESSO DA ANPPOM, 16., 2006B, Brasília. **Anais...** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006. 1 CD-ROM.

TRALDI, C. A.; MANZOLLI, J.; CAMPOS, C. Sinérgica: Interpretação Mediada e Percussão Múltipla. In: Performa'07, Encontros de Investigação em Performance, 2007, Aveiro (Portugal). **Anais...** CD-Rom Performa'07 Encontros de Investigação em Performance. Aveiro : Universidade de Aveiro, 2007A. v. 1.

TRALDI, C. A., CAMPOS, C., MANZOLLI, J. O Gestos Incidentais e Cênicos na Interação entre Percussão e Recursos Visuais. In: CONGRESSO DA ANPPOM, 17., 2007, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Editora Unesp, 2007B. 1 CD-ROM.

VERNON, M. **Percepção e Experiência.** Editora Perspectiva, São Paulo, 1974.

VIDEIRA, M. **O Romantismo e o Belo Musical.** São Paulo: Editora da Unesp, 2007.

WASSERMANN, K. C., ENG, K., VERSCHURE, P. F. M. J., MANZOLLI, J.: **Live Soundscape Composition Based on Synthetic Emotions.** *IEEE Multimedia*, 2003. pag. 82–90.

WINKLER, T. **Composing Interactive Music.** Massachusetts: MIT Press edition, 2001.

XENAKIS, I. **Formalized Music: Thought and Mathematics in Composition.** New York: Pendragon Press, 1992.

ZATITI, V. Provocações Sensoriais na Comunicação Mediática. In: XXVIII GRONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 28., 2005, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Editora da UERJ, 2005.

# **ANEXOS**

## **A. Comunicações e Resumos Publicados em Anais de Congressos, Revistas ou Periódicos**

### **A.1 Completo**

[1] TRALDI, C. A. ; TULLIO, E. . Percussão & Performance. In: Performa'09, 2009, Aveiro. Performa'09, 2009. v. 1.

[2] TRALDI, C. A. ; MANZOLLI, J. . Construção de uma Interpretação Multissensorial. In: IV Simpósio de Cognição e Artes Musicais, 2008, São Paulo. Anais Do IV Simpósio de Cognição e Artes Musicais. São Paulo : Editora da USP, 2008. v. 1.

[3] TRALDI, C. A. ; MANZOLLI, J. . Reflexões Sobre Sistemas Sonoros e Auto-Organização. In: Simpemus 5 - Simpósio de Pesquisa em Música 2008, 2008, Curitiba. Anais do Simpósio de Pesquisa em Música 2008, 2008.

[4] TRALDI, C. A. ; MANZOLLI, J. ; CAMPOS, C. . Sinérgica: Interpretação Mediada e Percussão Múltipla. In: Performa'07 - Encontros de Investigação em Performance, 2007, Aveiro. CD-Rom Performa'07 Encontros de Investigação em Performance. Aveiro : Universidade de Aveiro, 2007. v. 1.

[5] TRALDI, C. A. . Os Gestos Incidental e Cênico na Interação entre Percussão e Recursos Visuais. In: XVII Congresso da ANPPOM, 2007, São Paulo. XVII Congresso da ANPPOM. São Paulo : Editora da Unesp, 2007. v. CD - 1.

[6] TRALDI, C. A. ; MANZOLLI, J. ; CAMPOS, C. . Percussão e Recursos Visuais. In: VII Seminário Nacional de Pesquisa em Música, 2007, Goiânia. Anais do VII SEMPEM. Goiânia : Editora da UFG, 2007. p. 140-147.

[7] TRALDI, C. A. ; MANZOLLI, J. . Percussão e Interpretação Mediada. Revista Digital Art&, <http://www.revista.art.br/>, 01 out. 2007.

### **A.2 Resumo**

[1] TRALDI, C. A. ; CAMPOS, C. ; MANZOLLI, J. ; OLIVEIRA, L. F. . Anticipation, Improvisation and Multimodality: Musical Meaning on Interactive Performance. In:

Expressivity in MUsic and Speech, 2008, Paris. Expressivity in Music and Speech. Paris, 2008.

**[2]** TRALDI, C. A. ; MANZOLLI, J. ; CAMPOS, C. . Percussão Mediada: Sistema como metáfora composicional e interpretativa. In: Performa'07 - Encontros de Investigação em Performance, 2007, Aveiro, 2007. v. 01. p. 23-23.

## **B. Respostas do Questionário**

### **1) Como você buscou alguma interação com os sons que você ouvia?**

**Intérprete 01:** Busquei os timbres mais parecidos possíveis. Pensei em seguir os movimentos das luzes, mas o que eu ouvia não achava que iria ter um resultado legal com os instrumentos que a luz apontava. Em questão ao ritmo, pensava em seguir um padrão também.

**Intérprete 02:** Utilizando minha memória auditiva. Eu procurava utilizar o setup onde a luz focava e tentava me aproximar da sonoridade que ouvia ao longo da gravação.

**Intérprete 03:** A princípio não busquei muitas interações com os sons, procurei criar as minhas ideias e, a partir dos sons que foram criados é que fui percebendo o que estava rolando e procurei entrar em sintonia.

### **2) Como os processamentos sonoros aplicados aos sons dos seus instrumentos influenciaram sua performance?**

**Intérprete 01:** Com os processamentos sonoros do computador eu buscava sempre o som mais parecido e talvez por isso acabei por explorar o instrumento tirando som do seu corpo e com baquetas diferentes.

**Intérprete 02:** Os processamentos sonoros não me permitiam programar algo no próximo minuto, permitia-me no máximo pensar nos próximos 5 ou 10 segundos. Depois desses segundos, era tudo surpresa.

**Intérprete 03:** Tentei manter algumas relações conforme ele enviava os sons. Ele influenciou na performance de maneira considerável, cheguei com uma ideia,



quando começou percebi que os sons emitidos pelo computador não combinavam, tentei manter minha ideia com o que os eletrônicos enviavam.

### **3) Como as luzes influenciaram sua performance?**

**Intérprete 01:** Não dei muita importância para a luz. Quando percebi que ela ia para instrumentos indesejados, acabei esquecendo-a.

**Intérprete 02:** Me indicavam o setup a ser utilizado. Ao mesmo tempo, traziam um clima “psicodélico” em alguns momentos.

**Intérprete 03:** Tentei não ficar preso a ela. Não interagi muito com as luzes, uma hora ou outra procurei por ela para ver para onde ela estava apontando e tentei acompanhar.

### **4) Você conseguiu estabelecer alguma relação das suas ações com as respostas do sistema? Se sim, quais?**

**Intérprete 01:** Claro! Nas mudanças súbitas de instrumentos (metal com peles), o computador mudava rapidamente de “tema”. Mas eu tentava buscar algumas variações no computador e percebi que ele só me imitava com um pouco de distorção.

**Intérprete 02:** Sim. A relação timbrística e de intensidade sonora. Conforme o sistema soltava nas caixas um efeito ou repetição de algo que eu havia tocado, eu procurei respeitar a intensidade e timbre que eu ouvia.

**Intérprete 03:** Não, não me lembro. No final da minha ideia percebi o som eletrônico como se mantendo em movimento e interagi fazendo alguns efeitos para dar continuidade ao que o eletrônico estava enviando.

**5) Compare as semelhanças e diferenças em executar um instrumento de percussão num contexto tradicional e nesse ambiente de performance.**

**Intérprete 01:** As variações de instrumentos ajudam na criação e também na improvisação. O processamento sonoro do computador nos conduz a fazer determinadas coisas que não são esperadas até então, enquanto no contexto tradicional temos uma limitação de instrumentos menor e a improvisação já fica meio que já pronta na cabeça (início, meio e fim).

**Intérprete 02:** É como se eu tivesse pisando em ovos o tempo todo. Por mais complexa que uma obra para instrumentos de percussão seja, eu posso aprender as notas e seguir todo o processo sabendo exatamente o começo, meio e fim. Esse ambiente onde eu não tenho controle do que seguirá me deixa em estado de alerta o tempo todo.

**Intérprete 03:** Semelhanças: mantém-se técnica, ideias e o jeito de executar. Diferenças: os sons eletrônicos, as luzes e a interação com esses elementos através dos instrumentos de percussão tradicionais.

**C. CD-ROM: *PRISMA – Espaço Instrumento***

**X**  
**CD-ROM**